



# COIRENAT MEMORIAS

<https://coirenat.org/Congreso-2019/COIRENAT-MEMORIAS-2019-ISSN.pdf>

septiembre 25, 26 y 27  
León, Guanajuato **2019**

*#YoSoyCoirenat*



**COIRENAT**  
Consejo Internacional  
de Recursos Naturales y Vida Silvestre A.C.



**Por el derecho  
universal** a  
un  
medioambiente sano



# Comité Editorial

## COMPILACIÓN

Dr. Felipe Aguilar Castañeda

Dr. Miguel Caballero Deloya

M.A. Gabriel Arrechea González

## REVISIÓN

M.A. Gabriel Arrechea González

## DISEÑO y FOTOGRAFÍA

Lic. María del Mar Tello Busquets

*#YoSoyCoirenat*

COIRENAT MEMORIAS, año 4, No. 4, Octubre de 2019 es una publicación anual, digital, editada por el Consejo Internacional de Recursos Naturales y Vida Silvestre AC, Sur 67A # 143, Col. Prado, Delegación Iztapalapa, C.P. 09480, Tel. 7158-6465, contacto@coirenat.org Editor responsable: Dr. Felipe Aguilar Castañeda. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo N° 04-2018-052214114700-203, ISSN N° 2594-1488, ambos otorgados por el *Instituto Nacional del Derecho de Autor*. Responsable de la última actualización de este número, Coordinación General del COIRENAT Lic. María del Mar Tello Busquets, Sur 67A # 143, Col. Prado, Delegación Iztapalapa, C.P. 09480, fecha de última modificación 09 de octubre de 2019. Vínculo de acceso: <https://coirenat.org/Congreso-2019/COIRENAT-MEMORIAS-2019-ISSN.pdf>



# Consejo Internacional de Recursos Naturales y Vida Silvestre AC

## CONSEJO DIRECTIVO

**M. A. Gabriel Arrechea González**  
Presidente

**Dr. Felipe Aguilar Castañeda**  
Vice Presidente

**Lic. Jorge Serrano Arenas**  
Secretario

**Lic. María del Mar Tello Busquets**  
Coordinadora General

**Biól. y Sociól. Alexandra Pérez Bravo**  
Coordinadora Programa de Capacitación Continua

## CONSEJEROS

**Dr. Arturo Izurieta Valery**

Director Ejecutivo de la Fundación Charles Darwin para las Islas Galápagos. Ecuador.

**Dr. en C. María Teresa Martínez Echevarría**

Investigadora Universidad del Pinar del Río. Cuba

**Lic. Adriana Rivera Cerecedo**

Directora de Gestión Legal y Ambiental, S.C., México

**Dr. Miguel Caballero Deloya**

Profesor Investigador del Colegio de Postgraduados. México.

**Dra. Lorena Torres Bernardino**

Escuela Doctoral en Ciencias Sociales Université Lyon. Francia.

**Dr. Antonio Lot Helgueras**

Investigador Titular retirado del Instituto de Biología, UNAM. México.

Premio a la Conservación de los Recursos Naturales® "Enrique Beltrán", 2016.

**Dr. Ricardo Rozzi Marin**

Profesor Investigador. Universidad de Magallanes. Chile.

Premio a la Conservación de los Recursos Naturales® "Enrique Beltrán", 2017

**Dr. Víctor G. Manuel Sánchez - Cordero Dávila**

Investigador del Instituto de Biología. UNAM. México.

Premio a la Conservación de los Recursos Naturales® "Enrique Beltrán", 2018.

**Sr. Sergio Gómez García**

Prestador de Servicios Turísticos Especializados; "Turismo de Naturaleza"

Premio a la Conservación de los Recursos Naturales® "Enrique Beltrán", 2019.

**Dr. Bernardo Villa Ramírez (1911-2006 q. e. p. d.)**

Investigador Emérito, Instituto de Biología. UNAM. México.

Premio a la Conservación de los Recursos Naturales® "Enrique Beltrán", 1991.



#YoSoyCoirenat

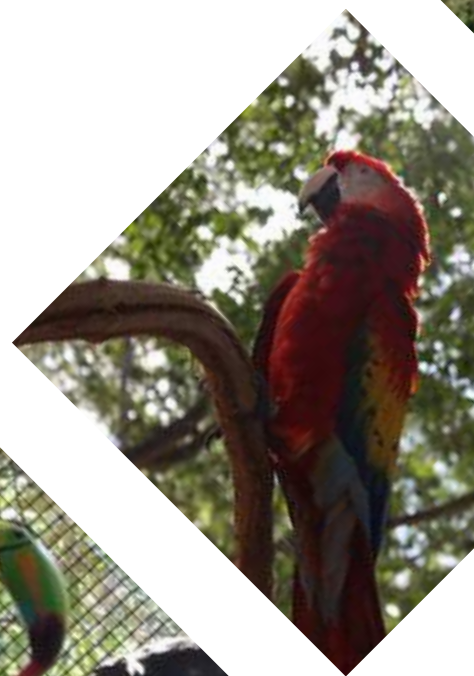
# Instituciones, Organismos, Universidades, Institutos y ONG's

- Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla. México
- Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., La Paz, B.C.S., México
  - Colegio de Biólogos de México, AC. México
  - Comisión Nacional Forestal. CONAFOR. México
- Consejo Internacional de Recursos Naturales y Vida Silvestre. México
- Cooperativa de Créditos y Servicios Carlos Manuel de Céspedes. Pinar del Río. Cuba
  - El Colegio de la Frontera Sur. México
  - El Colegio de México, AC. México
- Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez"- UMSNH de Uruapan, Michoacán. México.
  - Federación Mexicana de Caza. México
  - FES Iztacala, UNAM. México
- Fundación Charles Darwin para las Islas Galápagos. Ecuador
  - Gestión Legal y Ambiental. México
- Hidroeléctrica San Vicente. Fuentes Renovables de Energía, Cuba
  - Instituto de Biología, UNAM. México
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México
  - Instituto Politécnico Nacional. México
  - Instituto Tecnológico de La Paz, BCS. México
- Liga Mundial de Abogados Ambientalistas, A.C. México
- Posgrado en Ciencias Forestales. Colegio de Postgraduados. México
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. PNUMA. México
  - Protectora de la Vida Silvestre y Ecológica, SC. México
- Secretaria de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato. México
  - Secretaria de Turismo del Estado de Guanajuato. México
  - Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México
  - Universidad Autónoma Chapingo. México

- Universidad Autónoma de Campeche. México
- Universidad Autónoma de Chihuahua. México
- Universidad Autónoma de Nuevo León. México
- Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México
- Universidad Autónoma del Estado de México
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México
- Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México
- Universidad de Guadalajara. México
- Universidad de Guanajuato. México
- Universidad de Manizales, Manizales, Colombia
- Universidad del Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Cuba.
- Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México
- Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú
- Universidad Nacional Autónoma de México. México
- Universidad Tecnológica Fidel Velázquez. Nicolás Romero, Estado de México
- Universidad Tecnológica Gral. Mariano Escobedo. Escobedo N. L. México
- Universidad Veracruzana. México



#YoSoyCoirenat



# Contenido

## Portada Memorias

Congreso Internacional de Recursos Naturales 2019  
Economía de los Recursos Naturales  
*"Las Aportaciones de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad"*

I

## in memoriam

Gerardo del Olmo. Artista Plástico. Naturalista Dedicado.  
*Bruja de Monte. Por una Cultura de las Aves.*

II

## Objetivos 2019

M. A. Gabriel Arrechea González. *Presidente del Consejo  
Internacional de Recursos Naturales y Vida Silvestre AC*

III

## Presídium

Congreso Internacional de Recursos Naturales 2019

IV

## Ceremonia de Inauguración

Material Fotográfico

V

## Ceremonia Especial

Entrega del Premio Enrique Beltrán a la Conservación de los  
Recursos Naturales® 2019. Material Fotográfico.

VI

## Índice

Sesiones Plenarias. Sesiones Técnicas

VII

## Congreso Coirenat 2020

VIII





**COIRENAT**  
Consejo Internacional  
de Recursos Naturales y Vida Silvestre A.C.



"Por el derecho  
**universal** a un  
medioambiente sano"

# Memorias

## Congreso Internacional de Recursos Naturales León 2019 Guanajuato

*#YoSoyCoirenat*



<https://coirenat.org/>



(55) 7158 5965 / 7158 6465



[contacto@coirenat.org](mailto:contacto@coirenat.org)



[@coirenat\\_org](https://www.instagram.com/coirenat_org)



Consejo Internacional de Recursos  
Naturales y Vida Silvestre



[@coirenat](https://twitter.com/coirenat)



[@coirenat](https://www.facebook.com/coirenat)



# Aliados y Patrocinadores



Fundación Charles Darwin para las ISLAS GALÁPAGOS



**COIRENAT**  
Consejo Internacional de Recursos Naturales y Vida Silvestre A.C.



"Por el derecho **universal** a un medio ambiente sano"



#YoSoyCoirenat

Por una cultura de las Aves



Bruja de Monte<sup>®</sup>

in memoriam

# Gerardo del Olmo

El Consejo Internacional de Recursos Naturales y Vida Silvestre rinde homenaje al Sr. Gerardo del Olmo, artista plástico, naturalista dedicado.

Plasmó su obra en su libro: "*Las Aves de la Ciudad de México*". Dedicó gran parte de su vida a documentar con trazos artísticos las imágenes de las aves tanto en su libro como en distintas y variadas litografías.

Colaborador invaluable de COIRENAT, aportando su arte para la elaboración de los programas del Congreso Internacional de Recursos Naturales y para disfrute de invitados especiales a nuestros congresos.

*Gracias Gerardo*



**COIRENAT**  
Consejo Internacional  
de Recursos Naturales y Vida Silvestre A.C.



"Por el derecho  
**universal** a un  
medioambiente sano"





# Objetivos

M. A. Gabriel Arrechea González  
Presidente del Consejo Internacional de  
Recursos Naturales y Vida Silvestre AC

#YoSoyCoirenat



**COIRENAT**  
Consejo Internacional  
de Recursos Naturales y Vida Silvestre A.C.



**"Por el derecho  
universal"**  
con  
**medioambiente sano**

Muy buenos días a todas y todos, muchas gracias por su presencia en la edición 2019 del Congreso Internacional de Recursos Naturales.

Agradezco la presencia y las intervenciones de las personalidades que nos acompañan en el presídium, les reconozco y agradezco que compartan con nosotros su experiencia, sus conocimientos y su tiempo.

**Maestra María Isabel Ortiz Mantilla**  
Secretaria de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato.

Su colaboración y decidida participación engrandece la organización del Congreso que hoy celebramos en su estado. Le agradezco en nombre del COIRENAT nos haya distinguido con su aceptación.

**Maestra Dolores Barrientos Alemán**  
Oficial Representante para México del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Qué decir del invaluable apoyo que significa para nosotros, tener hoy a Naciones Unidas a través de su persona. Su presencia y participación es sin duda un referente para los presentes, quienes están aquí en busca de lograr el bienestar de los recursos naturales.

Le doy la bienvenida al Maestro Gilberto Binqvist quien representa a la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco; institución educativa que hoy es aval científico del Congreso 2019. Gracias Gilberto.

Distinguidos miembros del Presídium.  
Autoridades que nos acompañan.  
Presidentes y Directores de empresas, Organismos y Sociedades Civiles.  
Académicos, investigadores, profesores y estudiantes de Universidades Nacionales y de otros países que nos honran con su participación. Queridos amigos: Saludo y agradezco a quienes participan de otras latitudes, amigos de Colombia, de Costa Rica, de Ecuador, de Perú, de Cuba, España y México, les damos la más cordial bienvenida.

Sean todos bienvenidos a la edición 2019 del Congreso internacional de Recursos Naturales, fruto de la iniciativa, cooperación y participación tanto institucional como personal, con trabajos, exposiciones y participaciones de todos aquí presentes.

A propósito de la realización de la **Cumbre de Naciones Unidas sobre Acción Climática**, que se celebra en Nueva York al tiempo que desarrollamos aquí nuestro Congreso, y que tiene como objeto principal la transformación completa de las economías siguiendo los objetivos de desarrollo sostenible, con dos carteras de acción importantes: la primera sobre la **Transición industrial enfocándose a la**

transformación de industrias como la petrolera, siderúrgica, química, cementera, del gas o de la tecnología de la información y la segunda sobre **medidas basadas en la naturaleza** considerando: la reducción de emisiones, el incremento de la capacidad de absorción y mejora de la resiliencia en silvicultura, la agricultura, los océanos y sistemas alimentarios, incluidos en la conservación de la biodiversidad, el impulso de cadenas de suministros y la tecnología.

Por otra parte la Cumbre de Naciones Unidas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible que se celebra precisamente del 25 al 27 de septiembre contempla cinco esferas fundamentales: Agua y saneamiento, energía, salud, agricultura y diversidad biológica.

En palabras de Kofi Annan, Ex-Secretario General de las Naciones Unidas, señaló que: Los estilos de vida que suponen un elevado consumo siguen gravando los sistemas de apoyo biológico naturales de la Tierra; la investigación y el desarrollo reciben escasa financiación y se desentienden de los problemas de los pobres; y los países desarrollados no han hecho lo suficiente para cumplir ninguna de las promesas que hicieron en Río para proteger su propio medio ambiente y ayudar al mundo en desarrollo a vencer la pobreza.

México como país no es excepción a lo anterior, aunado a que nuestro gobierno actual minimiza los temas ambientales, ha reducido considerablemente los presupuestos para el sector ambiental y presupone un crecimiento económico ilimitado; sin duda, esto último, no es posible cuando la base se está agotando. Los recursos naturales base del desarrollo humano, están siendo y han sido por décadas llevados a niveles de agotamiento, lo cual es ampliamente conocido y estudiado por todos ustedes. Es nuestro deber como sociedad, como individuos y como una especie más que cohabita este planeta hacer lo propio, con miras a la sostenibilidad de la naturaleza, de la mano y en apoyo a cumplir con la Agenda veinte treinta.

Por lo anterior, cuando un grupo vasto de especialistas se reúnen y comparten sus conocimientos y experiencias en sus respectivos campos de estudio, fortalecen cada día más las bases sólidas que dirijan la política ambiental. Este evento se ha convocado en alianza extraordinaria con el Gobierno del Estado de Guanajuato, la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma Chapingo, la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco y el Consejo Internacional de Recursos Naturales y Vida Silvestre y ha logrado congregarse a 50 instituciones, universidades y organizaciones nacionales y de otros países, a 62 ponentes y conferenciantes.

Característica importante de nuestro Congreso es que aglutina a Organizaciones de la Sociedad Civil, Academia, Universidades, Institutos, Facultades, Empresas, Industrias y por supuesto Instituciones de Gobierno y a la Legislatura Local.

Lo anterior sin duda alguna sienta un precedente importante para el Congreso Internacional de Recursos Naturales, ya que desde la edición del 2016, en Puerto Vallarta, ha conjugado cuatro importantes características:

- **La Primera.**- Tener una participación activa de diversas Asociaciones, Empresas y Organismos Nacionales e Internacionales; con 12 Conferencias Plenarias y Magistrales y 50 ponencias técnicas divididas en tres sesiones técnicas; contemplando exposiciones en torno a cinco ejes temáticos:
  - La Naturaleza desde la Óptica de la Economía.
  - El Desarrollo Sustentable y Sostenibilidad de los Recursos Naturales.
  - La Conservación y Restauración de los Recursos Naturales.
  - La Legislación en Materia Ambiental y
  - Conciencia y Sociedad.
- **Segunda.**- Ser un evento técnico - científico, con copiosa representación de Universidades, Institutos y Facultades participando con especialistas.
- **Tercera.**- La confluencia Instituciones de Gobierno y de Legislatura. Hoy en día, no puede concebirse la administración de los recursos naturales por un gobierno ausente o la creación de leyes sin la retroalimentación de nuestros especialistas quienes aportan sus conocimientos y experiencias para el uso, manejo y conservación de los recursos naturales, por ello, es un orgullo haber propiciado sinergias entre ellos y todos aquí presentes y
- **Cuarta.**- La memoria del Congreso es un documento con validez internacional, sobre todo para efectos de publicación en revistas científicas indexadas. Al contar con ISSN, que por sus siglas en inglés es el *International Standard Serial Number*, o 'número internacional normalizado de publicaciones seriadas', es el número de identificación internacional asignado a las publicaciones periódicas y Coirenat Memorias cuenta con ISSN.

Les invito a que atestigüen y sean parte de la clausura, el viernes 27 de la lectura de las conclusiones en preparación del Manifiesto Coirenat-León, documento que contempla las principales propuestas resultantes del Congreso. Es ver la culminación de sus aportaciones hacia un objetivo concreto; el de, incidir en la política pública. Hecho que bien puede ser replicado en otras latitudes, y que mejor que por intermedio de todos Ustedes. Lleven a sus países este documento, trabajen en él, incluso mejórenlo con un objetivo común: Lograr la sostenibilidad de los recursos naturales.

Otro aspecto característico del Congreso Internacional de Recursos Naturales en sus diferentes ediciones, ha sido, la poderosa alianza entre The Wildlife Society de México y el COIRENAT. Si bien es cierto que The Wildlife Society de México es la titular de los derechos de marca del Premio Enrique Beltrán a la Conservación de los Recursos Naturales, también es cierto que el Congreso Internacional de Recursos Naturales es el escenario perfecto para convocar y hacer entrega de este premio Internacional.

Dicho premio es único, ya que NO es otorgado por grados académicos, ni por cantidad de publicaciones de artículos o libros, tampoco se otorga por tener un currículum impresionante. Premia las contribuciones reales efectuadas en beneficio de los recursos naturales, con actos o hechos tangibles que de alguna manera hagan de nuestro planeta un mundo mejor.

En dos categorías, la nacional y la internacional, en estos congresos haremos entrega de ambos premios. Les invito a que desde sus países, sus localidades, distingan a personas, grupos o asociaciones con algún logro notable y los propongan como candidatos a recibir esta distinción para nuestro próximo Congreso. Como podrán advertir en el back a mi espalda, será en la ciudad de Santiago de Querétaro, en el estado de Querétaro, México en septiembre del próximo año.

Este 2019, León Guanajuato es el escenario; hoy, 25 de septiembre al término de las conferencias del día y en punto de las 18:00 horas haremos, junto con todos Ustedes la entrega del Premio “Enrique Beltrán” a la Conservación de los Recursos Naturales. Yo les invito a que nos acompañen, a que se sumen y reconozcamos juntos la labor del galardonado 2019. Es un reconocimiento público a alguien que se ha distinguido por sus logros, y sus trabajos contribuyen a lograr que este planeta, este país o al menos esta región sea un mejor lugar para vivir.

Por último, antes de agradecerles nuevamente su entusiasmo, su participación y el que nos fortalezcan con su presencia, quiero transmitirles un deseo personal. Es, dejar en todos Ustedes la semilla de un cambio. Un cambio en la manera de utilizar los recursos naturales. No podemos seguir creyendo en un crecimiento económico infinito sobre la base de unos recursos naturales finitos. Cuando las grandes y pequeñas empresas e industrias, cuando los gobiernos caigan en cuenta de que el creciente agotamiento de los recursos naturales ha llegado a su límite que puede no ser reversible, sería demasiado tarde para cambiar los modos y maneras de uso. Por ello, les pido unamos esfuerzos por lograr ese cambio desde hoy.

Les deseo un fructífero Congreso, hagan amigos, establezcan contactos, construyan sinergias, únanse por el bien de nuestro planeta, nosotros mismos y nuestros hijos.

Muchas gracias.

\*\*\*

# Presídium

**Mtra. María Isabel Ortiz Mantilla**

Secretaria de Medio Ambiente y  
Ordenamiento Territorial.  
Gobierno del estado de Guanajuato.

**Mtra. Dolores Barrientos Alemán**

Representante en México del Programa de las  
Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

**M. en SIG. Gilberto Sven Binnqüist Cervantes**

Jefe del Departamento El Hombre y su Ambiente  
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

**Dr. Víctor Manuel G. Sánchez-Cordero Dávila**

Investigador Titular del Instituto de Biología, UNAM.  
Consejero COIRENAT y Premio Enrique Beltrán a la  
Conservación de los Recursos Naturales® 2019

**Dr. Ramón Burciaga Verduzco**

Gerente de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales  
Comisión Nacional Forestal

**Biól. José Manuel Galindo Jaramillo**

Presidente del Colegio de Biólogos de México AC

**M. A. Gabriel Arrechea González**

Presidente del Consejo internacional de  
Recursos Naturales y Vida Silvestre AC





### Sesión Especial de Inauguración

de izq. a der. M. A. Gabriel Arrechea González / Presidente COIRENAT,  
 Dr. Víctor MG Sánchez - Cordero Dávila / Investigador Titular IBUNAM,  
 Dr. Ramón Burciaga Verduzco / Gerente de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales  
 CONAFOR, Mtra. María Isabel Ortiz Mantilla / Secretaria SMAOT Guanajuato, Mtra. Dolores  
 Barrientos Alemán / Representante en México PNUMA, M en SIG Gilberto Sven Binnqüist / Jefe  
 del Departamento El Hombre y su Ambiente UAM - Xoc, Biól. José Manuel Galindo Jaramillo /  
 Presidente Colegio de Biólogos de México AC



### Bienvenida

Mtra. Dolores Barrientos Alemán / Representante en México  
 del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente



### Ceremonia de Inauguración

Mtra. María Isabel Ortiz Mantilla / Secretaria de Medio  
 Ambiente y Ordenamiento Territorial del Gobierno del  
 Estado de Guanajuato

#YoSoyCoirenat





**COIRENAT**  
Consejo Internacional  
de Recursos Naturales y Vida Silvestre A.C.



"Por el derecho  
**universal**  
medioambiente sano"



# PREMIO

## ENRIQUE BELTRÁN

### A LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES®

*#YoSoyCoirenat*



<https://coirenat.org/>



(55) 7158 5965 / 7158 6465



[contacto@coirenat.org](mailto:contacto@coirenat.org)



[@coirenat\\_org](https://www.instagram.com/coirenat_org)



Consejo Internacional de Recursos  
Naturales y Vida Silvestre



@coirenat



@coirenat

VI



## Entrega Premio Enrique Beltrán 2019

M.A. Gabriel G.Arrechea.

*Presidente de The Wildlife Society de México.*

Distinguidos invitados, estimados testigos de honor de esta entrega 2019 del Premio Enrique Beltrán, amigos todos:

Como primer punto en relación a la convocatoria del Premio Enrique Beltrán para la conservación de los Recursos Naturales 2019, en su modalidad internacional, declaro oficialmente desierta dicha convocatoria; quedando abierta a partir de su próxima publicación para la edición 2020.

En relación a nuestro galardonado en la modalidad nacional para el año 2019, haré una breve reseña de sus actividades para la conservación, la comprensión, su incidencia en el cambio de actitudes frente a los recursos naturales que el seleccionado ganador ha promovido y realizado con absoluta entrega a lo largo de los años en los que se ha dedicado a generar conciencia ambiental.

Nuestro galardonado es guía turístico certificado, especializado en turismo de naturaleza, específicamente para interpretación ambiental

Si bien es cierto que en la Ciudad de México, el Dr. Ricardo Rozzi recibió el premio Enrique Beltrán 2017 en su modalidad internacional, por la creación del modelo Ecoturismo con Lupa aplicado en la región Subantártica en Chile, valorando y creando conciencia de lo que no es visible a simple vista.

En este sentido, para el Comité seleccionador del premio es relevante dar a conocer que en México, hay iniciativas que fortalecen las actividades de eco turismo en mancuerna con educación ambiental, iniciativa única ya que no se limita como un tema adicional de educación sino que es utilizado para hacer florecer en el individuo su conciencia ambiental y ponerlo frente a frente con su entorno llevándolo de la mano a entender cómo impacta su quehacer cotidiano en el medioambiente.

Todas las actividades eco turísticas hoy día contemplan afortunadamente, reducir los impactos negativos, reducir la generación de residuos sólidos, plásticos, vidrios y otros materiales por el simple hecho de que los reglamentos en áreas turísticas lo prohíben;

pero más allá de una simple prohibición, en sus recorridos el galardonado inculca la conciencia del difícil proceso de degradación de los residuos dejados libremente en el ambiente; genera también actividades que abordan los riesgos que los descuidos humanos impactan sobre la naturaleza, como el incremento de las posibilidades de ocurrencia de incendios forestales, del impacto negativo que genera la apropiación libre de ejemplares de flora y fauna. Fomenta el uso y aplicación de técnicas y modos de vida que contemplan: basura cero, lombricomposta, fertilizantes naturales, reutilización de aguas residuales, producción agrícola sustentable y sus aplicaciones para proteger el medioambiente, mejorar la salud alimentaria, ayuda a las comunidades a incorporar estos procesos en su vida diaria, apoyándose en fichas técnicas, conocimiento de los ciclos de vida, reproducción y papel de las especies locales dentro del ecosistema.

Su mecánica es simple pero efectiva: fomenta la participación individual y colectiva y premia algunas de ellas.

Mediante la instrumentación de estrategias alternativas para disfrutar del entorno, de sus bosques y su fauna, haciendo recorridos turísticos atractivos, ha permitido al paseante llevarse experiencias que por sí solos no hubiesen descubierto, hasta qué, con la guía del especialista les señala la composición del entorno, con menores costos y contrarrestando los impactos negativos en los ecosistemas.

En su dinámica está incluido también, el conocimiento de la vida nocturna de las especies. Para ello su equipo básico está conformado por sencillos instrumentos de observación como lupas, binoculares, lámparas y expone las características sobre las cultura y tradiciones de la comunidad, su interrelación con los recursos naturales y su evolución en el tiempo para finalmente integrarlos con actividades de interpretación estelar acompañados de dinámicas de relajación.

Esta dinámica incluye no sólo la apreciación real del entorno, también pláticas y actividades de interrelación, convivencia y valoración de rocas, árboles, insectos, otras especies de flora y fauna para finalmente comprender que como especie humana somos otra más cohabitando este planeta.

Por contribuciones notables para la conservación de los recursos naturales, por resultados tangibles obtenidos por medio de la educación ambiental a miles de personas quienes lo multiplican y transmiten por lo menos a su entorno cercano, familia y amigos, y que es resultado de la creación y aplicación de la dinámica que él galardonado denomina,

“Impactación Estética del Paisaje”; consistente en valorar y descubrir las características intrínsecas del ambiente que rodea al ser humano, características que, si no se tiene un mínimo de conocimiento técnico-científico, no son apreciadas a simple vista, esta dinámica estimula a los participantes para vivir su conciencia “in situ”, descubriendo todo lo que les rodea, valorando cada forma de vida, las especies de flora y fauna que son parte del paisaje. Por lo anterior, el comité seleccionador del Premio Enrique Beltrán a la Conservación de los Recursos Naturales en su edición 2019, ha emitido su voto a favor.

Para conocer finalmente a quien este año se lleva nuestro máximo galardón, les pido lo conozcan a través de este video:

.....video

Le pedimos al Sr. Sergio Gómez García pase aquí para recibir su Galardón.

Sr. Sergio Gómez: Antes de escuchar sus palabras, le hago esta atenta invitación: Todos los galardonados del Premio, por el sólo hecho de resultar ganadores pasan a formar parte de los Consejeros Honorarios del Consejo Internacional de Recursos Naturales y Vida Silvestre, a menos que, el galardonado decline dicha invitación:

Le pregunto, Don Sergio Gómez:

¿Acepta Usted formar parte de los Consejeros del Consejo Internacional de Recursos Naturales y Vida Silvestre, sin más obligaciones que las de fungir como tal; dar consejo y asesorar en las tareas que en beneficio de los Recursos Naturales el COIRENAT emprenda?

El Sr. Sergio Gómez García responde: Sí acepto.



**Sr. Sergio Gómez García**

Premio Enrique Beltrán a la Conservación de los Recursos Naturales @ 2019, por su notable contribución como Guía de Turismo de Naturaleza



**Invitados Especiales**

Ceremonia de entrega



**M. A. Gabriel Arrechea González**

Invitados especiales ceremonia de entrega



# Índice

Congreso Internacional de Recursos Naturales 2019

#YoSoyCoirenat

VII



**COIRENAT**  
Consejo Internacional  
de Recursos Naturales y Vida Silvestre A.C.



**Por el derecho  
universal**  
con  
medioambiente sano

# Índice

## Sesión Plenaria I

### Conferencia Magistral

- *La Economía de la Naturaleza y la Biodiversidad, una vía para el Desarrollo Sostenible.* Mtra. Dolores Barrientos Alemán. Representante en México del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. PNUMA. México. **2**

### Conferencia Plenaria

- *Manejo de ANP'S como Estrategia de recarga de Mantos Acuíferos.* Mtra. María Isabel Ortiz Mantilla. Secretaria de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial. Gobierno del Estado de Guanajuato. México. **78**

### Conferencia Plenaria

- *La Industria, el Cambio Climático y las Ventajas Tecnológicas.* Lic. Sergio Herrera Torres. Responsable en Derecho Ambiental. GMB Abogados. México. **99**

### Conferencia Plenaria

- *Conservación de la Ruta Migratoria de la Mariposa Monarca: Un Caso de Éxito.* Dr. Víctor G. Sánchez - Cordero Dávila. Investigador Titular C de Tiempo Completo, Instituto de Biología, UNAM. México. **114**

### Conferencia Plenaria

- *Modelo de Sustentabilidad Turística del Estado de Guanajuato.* Lic. en Admón. Karla Thalía Méndez Álvarez. Coordinación del Modelo de Sustentabilidad Turística. Secretaría de Turismo. Gobierno del Estado de Guanajuato. México. **156**

## Sesión Plenaria II

### Conferencia Plenaria

- *La Economía de los Recursos Naturales, base del Desarrollo Económico Sustentable.* Lic. Carmina Ramírez Contreras. Liga Mundial de Abogados Ambientalistas. México. **186**

### Conferencia Plenaria

- *Plantaciones Forestales Comerciales en México: Avances y Perspectivas.* Dr. Ramón Burciaga Verduzco. Gerente de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales. Comisión Nacional Forestal. CONAFOR. México. **208**

### Conferencia Plenaria

- *El Turismo Cinegético como Herramienta de Mejora Económica y Sustentabilidad.* Lic. Mario Alberto Canales Najjar. Presidente de la Federación Mexicana de Caza. México. **240**

## Sesión Técnica 1

La Economía de la Naturaleza y el Desarrollo Sustentable de los Recursos Naturales

- *Simulación de la relación oferta – demanda hídrica del Río Tejo, municipio de Ocaña, norte de Santander, Colombia.* Juan Carlos Hernández Criado, M. en C. Docente Investigador del Grupo de Investigación GI@DS. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Ocaña, Colombia. Estudiante de Doctorado en Desarrollo Sostenible. Universidad de Manizales, Manizales, Colombia **276**

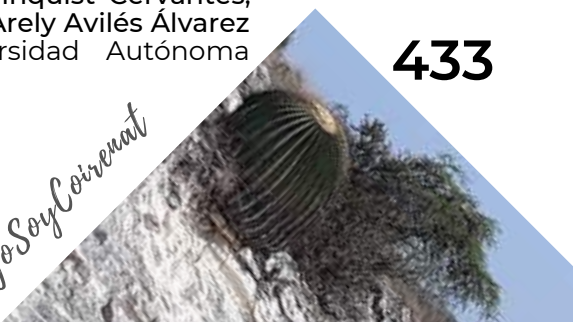


- *Crianza de *Archaeoprepona demophon* Linnaeus (Lepidoptera: Nymphalidae) en tres Tipos de Áreas de Manejo en Tingo María, Perú.* Yané Levi Ruíz, Dra.; Zalesky D. Cáceres Levi, Ing.; Eduardo A. Cáceres Levi, Bach. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú. **291**
- *Propuesta Teórico - Metodológica para el Estudio de Servicios Ecosistémicos de los Solares.* Arcos Severo Minerva, Gutiérrez Cedillo Jesús Gastón, Balderas Plata Miguel Ángel y Martínez-García Carlos Galdino. Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México. Facultad de Geografía, UAEM. Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México. **320**
- *Estrategia de gestión del conocimiento para el Sistema de Innovación Agropecuario Local en la provincia de Pinar del Río, como herramienta de una agricultura sustentable.* Mileysys Benítez Odio. Universidad de Pinar del Río, Cuba **327**
- *Simulación y calibración de modelo numérico e índice para la toma de decisiones en materia de uso de recursos escasos.* José Trinidad de la Rosa Villorín. María Fernanda Bernal Viguera, Arturo de la Rosa Villorín, Lorenzo Fidel Cota Verdugo. Instituto Tecnológico de La Paz, BCS. México **341**
- *Costo del Agua Subterránea en una Sociedad de Producción Rural: Estudio de Caso.* Sánchez Astello Ma. Magdalena, Subías Gasca Ernesto y Villanueva Martínez Zósimo. Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma Chapingo. México **375**

## Sesión Técnica 2

La Economía de la Naturaleza y el Desarrollo Sustentable de los Recursos Naturales

- *Disminución de la variabilidad de *Agave tequilana weber*.* Martha Patricia Sandoval Anguiano M. A. y M.I.E.; Raquel Castro Soriano M.D.D.; Martha Castillo Anguiano M. B. Universidad de Guanajuato. ENMS Irapuato. Irapuato, Guanajuato, México **385**
- *Bosques para el Futuro. El Gran Reto.* Miguel Caballero Deloya, Dr. Colegio de Postgraduados. Posgrado en Ciencias Forestales. Montecillo, Edo. de México. México **393**
- *Palma de aceite y sustentabilidad. Estudio de caso de plantaciones campesinas y norma RSPO.* I. Ricardo Isaac Márquez D. en C, Andrea Guadalupe Estrella Sánchez Biól., María Esther Ayala Arcipreste D. enG., Marco Antonio Arteaga Aguilar Biól., Angélica Patricia Isaac Márquez M. en C. Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre. Universidad Autónoma de Campeche, Facultad de Ciencias Químico Biológicas. Universidad Autónoma de Campeche. Centro de Investigaciones Biomédicas. Universidad Autónoma de Campeche. Campeche. México **399**
- *Balance Hídrico en el Suelo Edáfico y Abatimiento del Nivel Freático con Drenes Entubados.* Pablo Miguel Coras Merino, Dr., Aurelio Reyes Ramírez, Dr., Ma. Magdalena Sánchez Astello, M I., Ramón Eduardo Arteaga Tovar, Dr. Departamento de Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo **409**
- *Balance hídrico y economía del agua del cerro "La Cruz" municipio de Uruapan, Mich., México.* Juvenal Esquivel Córdova Dr., Mario Antonio Cendejas Colín y Rosa Elena Pérez Sánchez Dra. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez"- UMSNH de Uruapan, Michoacán. México **418**
- *Uso de la fauna silvestre como recurso ecoturístico en el Área Protegida Cerro el Faro, Tlalmanalco, Estado de México.* Ernesto Augusto Leon Carvajal, Biol.; Mónica Guzmán Murrieta, P. en Biol.; Jesús Sánchez Robles, Mtro.; Gilberto Sven Binnquist Cervantes, Mtro.; Malinalli Cortés Marcial, Dra.; David Montes Aguirre, P. en Biol.; Arely Avilés Álvarez P. en Biol. Departamento el Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Ciudad de México, México **433**





- *Aportes económicos-ambientales de un agroecosistema lechero del occidente de Cuba.* Álvaro Celestino Alonso Vázquez, Ph.D. Osvell García Valido, Lic Ciencias Forestales y Agropecuarias, Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Pinar del Río. Cuba

443

### Sesión Técnica 3

Conservación y Restauración de los Recursos Naturales

- *Los retos de la conservación de las tortugas y sus hábitats naturales en México.* Dra. Gracia Gonzalez Porter. Departamento el Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Ciudad de México, México

452

- *La Evaluación de la sustentabilidad de un Área Natural Protegida con uso turístico: el caso del Parque Nacional Bahía de Loreto y sus áreas de influencia.* Iris Del Castillo Velasco-Martínez; Luis F. Beltrán-Morales; Gustavo A. Arnaud-Franco; Gerzaín Avilés-Polanco; Ángel Herrera-Ulloa y Alfredo Ortega-Rubio. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., La Paz, B.C.S., México. Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Biológicas, Heredia, Costa Rica

465

- *Estructura forestal y reservas de carbono en cuatro bosques inundables (aguajales) en el piedemonte andino-amazónico.* Yakov Quinteros-Gómez; Octavio Monroy-Vilchis; Martha Zarco-González; Luis Vaje-Romero; Misael Maguiña-Palma y Ángel Balbuena Serrano. Centro de Investigación en Ciencias Biológicas Aplicadas (CICBA), Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca. México

477

- *Integración de sistemas agroforestales. Con Acciones para mitigar el cambio climático en la "Finca La María".* Mario Luis Ramírez Díaz; Barbara Camacho Machín; Mario Ignacio Ramírez Camacho; Romario Ramírez Camacho y Reina María Rodríguez García. Cooperativa de Créditos y Servicios Carlos Manuel de Céspedes. Municipio Consolación del Sur. Provincia. Pinar del Río. Cuba

486

- *Pictogramas como herramienta para la concientización de la conservación de áreas naturales protegidas.* Karol Karla García Aguirre., Dra. en C., Humberto Gabriel Reyes Gómez, M. en C. y Ricardo Alberto Alonso Soto, Biólogo. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería. Instituto Politécnico Nacional. Zacatecas, México

494

- *Valoración de los impactos económicos a través del método de valoración contingente y medición de servicios ambientales en el Parque Nacional Cabo Pulmo (PNCP), Baja California Sur.* Lorenzo Fidel Cota Verdugo, Dr; Ailed Zahí Peña Castañón, Lic; Armando Yuen Coria, MSC. División de Estudios de Posgrado e Investigación Instituto Tecnológico de La Paz, BCS. México

503

- *De pago por Servicios Ambientales Hidrológicos a fondos Concurrentes: el Análisis de la percepción en la comunidad de San Antonio del Barrio, Oaxaca.* Luis Alejandro Uscanga Morales, M. en C; María Perevochtchikova, Dra. Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM, Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales (CEDUA) de El Colegio de México, AC. México

521





- *Conservación-apropiación de fauna silvestre en el sur del estado de Morelos, México.* Raúl Valle Marquina, Biol; Alejandro García Flores, Dr; Rafael Monroy Martínez, M. en C; Rafael Monroy Ortiz, Dr; Columba Monroy Ortiz, Dra. y José Manuel Pino Moreno, M. en C. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Laboratorio Ecología, Centro de Investigaciones Biológicas, UAEM. Facultad de Arquitectura, UAEM. Laboratorio de Entomología, Instituto de Biología, UNAM. Cuernavaca, Morelos, México **537**

- *Valoración económica del aprovechamiento del tiburón ballena (Rhincodon typus) como servicio ecosistémico recreativo.* Adriana Miranda-Torres, Luis F. Beltrán-Morales, Marco A. Almendarez Heranández; Daniel A. Revollo Fernández. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, Baja California Sur. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. México **552**

- *Conservación Forestal una alternativa Sustentable para Preservar el Patrimonio Biocultural en el Parque Nacional Malintzin, Tlaxcala, México.* Barreiro Zamorano Sergio Martín; Pérez Avilés Ricardo; Alcántara Flores José Luis; Ortiz Espejel Benjamín; Guadalupe Azuara García; Mora Ramírez Marco y Ramírez Bravo Osvlado Eric, Grupo de Investigación Biodiversidad, Alimentación y Cambio Climático del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla. México **584**

- *Análisis de la estructura y densidad de un ecosistema semidesértico perturbado por incendios forestales.* José Germán Flores Garnica, Dr. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRPAC-CE Centro-Altos de Jalisco. Guadalajara, Jalisco. México **613**

## Sesión Técnica 4

Conservación y Restauración de los Recursos Naturales

- *Estudio del manejo de las Áreas Naturales Protegidas de León, Guanajuato.* Ángel Serrano Sánchez. División de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad de Guanajuato, Campus León. Guanajuato, México **621**

- *Tiempo térmico y temperaturas cardinales en la germinación de Cedrela odorata L.* Salvador Sampayo Maldonado, Cesar A. Ordoñez Salanueva, Efisio Mattana, Tiziana Ulian, Michael Way, Elena Castillo Lorenzo, Patricia D. Dávila Aranda, Rafael Lira Saade, Oswaldo Téllez Valdéz, Norma I. Rodríguez Arevalo, Cesar M. Flores Ortiz. Laboratorio de Fisiología Vegetal, UBIPRO, FES Iztacala, UNAM. México **630**

- *Percepciones ambientales para la conservación del venado cola blanca: el caso de dos comunidades campesinas de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos.* Biól. Magdalena Malacara Velázquez; Dr. Xavier López Medellín; Dra. Leticia Durand Smith. Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. UNAM. México **635**

- *Planificación para la conservación del área. Caso Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa.* Juan José Maldonado Miranda, Dr; Candy Carranza Alvarez., Dra. Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca de la UASLP, Unidad de Posgrados de la Facultad de Contaduría y Administración de la UASLP. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Cd. Valles, S.L.P., México **637**

- *Cambio en las existencias de Carbono en un Bosque Húmedo Tropical de Costa Rica.* Daniel Armando Herrera Bojórquez. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México **643**



#YoSoyCoirenat



- *Análisis comparativo de la regeneración natural al implementar quemas prescritas en un bosque de pino.* Lomelí Zavala Mónica Edith; Flores Garnica José Germán; Flores Rodríguez Ana Graciela. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIRPAC-CE Centro-Altos de Jalisco. Guadalajara, Jalisco. México

645

- *Regeneración natural de pino bajo diferentes niveles de perturbación por incendios forestales.* Flores Rodríguez, Ana Graciela; Flores Garnica, José Germán; Lomelí Zavala, Mónica Edith. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Pacífico Centro (CIRPAC), Guadalajara, Jalisco, México

650

- *La importancia de la avifauna como recurso turístico en México.* Mtro. Alejandro Meléndez Herrada. Departamento el Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Ciudad de México, México

659

## Sesión Técnica 5

Conciencia, Sociedad y Legislación Ambiental

- *La educación ambiental comunitaria, apoyada en Metodología "Mapa Verde", impulsa transformaciones en comunidad del occidente cubano.* Álvaro Celestino Alonso Vázquez, PhD; Saily Leo González, Lic; Reina María Rodríguez, MSc. Empresa Pecuaria Genética "Camilo Cienfuegos". Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias, Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Centro Universitario Municipal de Consolación del Sur. Pinar del Río. Cuba

673

- *Conocimiento Etnobotánico de las plantas que se comercializan en el mercado de Comalcalco, Tabasco, México.* Miguel Alberto Magaña Alejandro; Karina de los Ángeles Ramírez Méndez Biol. División Académica de Ciencias Biológicas Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México

693

- *Camas de combustibles forestales en selvas inundables de la Reserva de la biósfera La Encrucijada, Chiapas.* José Germán Flores Garnica, Dr.; Romeo de Jesús Barrios-Caderón, M.C.; Dulce Infante Mata, Dra.; Claudia Mozón Alvarado, Dra. y Susana Maza-Villalobos Méndez, Dra. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIRPAC-CE Centro-Altos de Jalisco. Guadalajara, Jalisco. México; El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Tapachula. Tapachula, Chiapas. México

702

- *Mujeres y patios familiares, lucha grande desde espacios pequeños.* Reina María Rodríguez García. Profesora de la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca. Pinar del Río. Cuba

708

- *Modelo holístico de Responsabilidad Social de las empresas refresqueras para los residuos sólidos urbanos de PET.* Claudia Baza Álvarez; Víctor Manuel Alvarado Verdín y Luis Rocha Lona. Profesores-Investigadores del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México. México

720

- *Importancia de la educación ambiental con niños de escuelas primarias, alledañas a los campamentos de protección y conservación de tortugas marinas, en Compostela Nayarit.* Blanca Alicia Bojórquez Martínez. Departamento de Ciencias Ambientales del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México

746

- *La Evaluación de Impacto Ambiental: un instrumento de regulación marginal en el campo mexicano.* Gabriel Esquivel López, MDRS, Tomas Martínez Saldaña, Dr. y Ana Orozco Aguayo, Mtra. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. de México. México

765

- *Accesibilidad geográfica a zonas forestales de México para la aplicación de la legislación federal de recursos naturales; el caso de Profepa-Guanajuato.* Jesús Ignacio Castro Salazar; Dr; Fernando Patrón Sánchez, Dr; Ma. Ofelia Camacho García, Dr. Universidad Autónoma de Nuevo León-Instituto Tecnológico Superior de Abasolo, Guanajuato, División de Derecho, Política y Gobierno. Universidad de Guanajuato. México

775

## Sesión Carteles

- *Especies Vegetales de Traspatio con Potencial Medicinal de la Villa Luis Gil Pérez, Centro, Tabasco.* Karina de los Ángeles Ramírez Méndez; Miguel Alberto Magaña Alejandro. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa. México

788

- *Impacto Económico de la Fertilización Biológica como Alternativa para Reducir la Fertilización Inorgánica en Maíz.* Arturo Díaz Franco, Martín Espinosa Ramírez, Florencia Alejandro Allende y Flor Elena Ortiz Chairez. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, Río Bravo, Tamaulipas, México

789

- *Composición del recurso pesquero de la localidad Antón Lizardo, Veracruz, México.* Limón-Hernández L. E., Fuentes-Pérez, A. y Valero-Pacheco, E. Laboratorio de Hidrobiología, Facultad de Biología-Xalapa, Universidad Veracruzana. Xalapa-Enríquez, Veracruz, México

795

- *Inclusión del hongo pleurotus djamor var roseus como ingrediente para la elaboración de alimento para acuicultura.* Cruz García Luis Fernando, Díaz Álvarez Jacinto, Hernández Hernández Luis Héctor, Tello Salgado Isaac, Granados Ramírez José Guadalupe y Hernández Ocampo Daniel. Laboratorio de Bioingeniería Acuícola, Laboratorio de Micología del Centro de Investigaciones Biológicas, Laboratorio de Invertebrados Facultad de Ciencias Biológicas; UAEM, Laboratorio de Producción Acuícola (Acuario) FES UNAM Iztacala. México

811

- *Actividad pesquera en Antón Lizardo, Veracruz: la perspectiva de los pescadores.* Guerra-Ramírez Perla Viridiana, Vivanco-Montané Orlando, Ocaña-Díaz Erick Rodrigo y Valero-Pacheco Elizabeth. Laboratorio de Hidrobiología, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. México

815

- *Evaluación de carbono y bióxido de carbono almacenado en una plantación de teca (Tectona grandis L. f.) de 6 años de edad en Tizimín Yucatán, México.* Genaro Esteban García Mosqueda Dr; Dora Alicia García García M en C.; Javier Jiménez Pérez Dr. INIFAP CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Saltillo, Coahuila. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Linares Nuevo León. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento Forestal. Saltillo Coahuila. México

829

- *Rizobacterias: Una alternativa a los fertilizantes.* Flora Apolinar Hidalgo, Erik Ocaranza Sánchez y Lilia Tapia López. Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada. IPN, Tlaxcala. Campo Experimental San Martinito, Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Tlahuapan, Puebla, México

845





## Sesión Plenaria III

### Conferencia Magistral

- *Panorama actual de los recursos naturales en México y perspectivas para su conservación.* Dra. Alina Gabriela Monroy Gamboa. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México

851

### Conferencia Plenaria

- *Especies silvestres no aprovechadas en los agroecosistemas locales.* Dr. C. María Teresa Martínez Echevarría. Ministerio de Educación Superior. Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca. Facultad de Educación Media. República de Cuba

894

### Conferencia Plenaria

- *Bases Ecológicas para el Aprovechamiento de Recursos Forestales no Maderables.* Dr. Juan Antonio Cruz Rodríguez. Director del Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México

908

#YoSoyCoirenat



## *Sesión Plenaria I*

*Presidente:* **Dr. en C. María Teresa Martínez Echevarría.**  
*Universidad del Pinar del Río. Cuba.*

*Copresidente:* **Dr. Víctor Manuel G. Sanchez-Cordero Dávila.**  
*Investigador Titular C de tiempo completo, Instituto de  
Biología. UNAM. México.*

# “Biodiversidad y Desarrollo Sostenible”

**Congreso Internacional de Recursos Naturales  
COIRENAT 2019**

**León, Guanajuato  
25 de septiembre, 2019.**





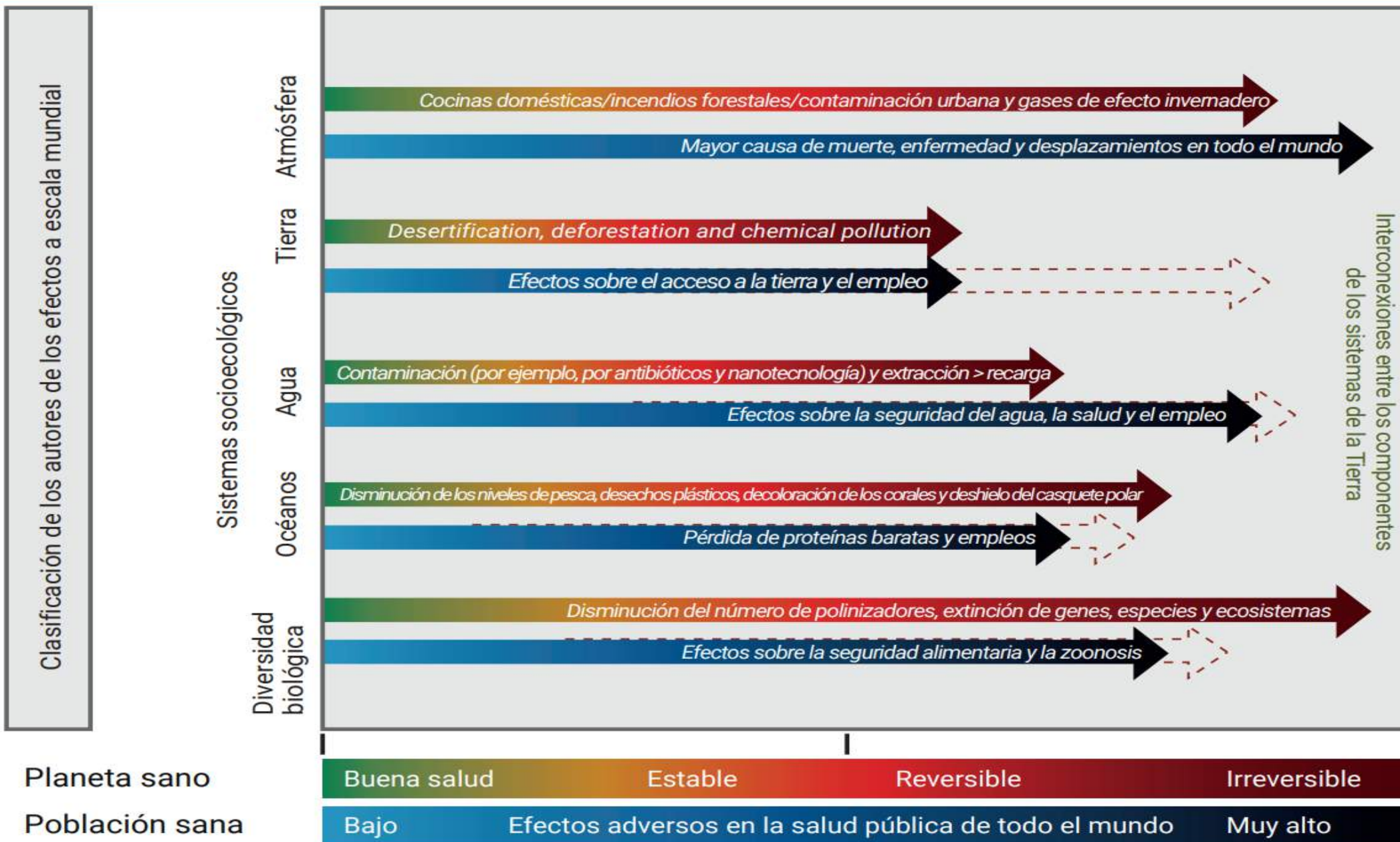
# **GEO 6**

## **Sexto Informe**

### **Perspectivas del Medio Ambiente Mundial**

#### **“Planeta Sano, Personas Sanas”**

Figura RRP.1. Relación entre la salud del planeta y la salud de los seres humanos



Nota: las flechas discontinuas muestran cómo se pueden experimentar los efectos de manera diferente en diferentes partes del mundo.



# Factores del Cambio Ambiental, Megatendencias

- La **presión demográfica** y el **desarrollo económico** son los principales impulsores del cambio ambiental.
- La población mundial en 2018 fue **7,500 millones de personas** y en el año 2050 será de **10,000 millones** y de casi **11,000 millones** en 2100.
- **Para 2050 el 66%** de la población vivirá en **zonas urbanas**. El 90% el crecimiento urbano ocurrirá en África y Asia. Sin embargo, **América Latina y el Caribe HOY ya alcanza el 80%**, somos la **región mas urbanizada del Planeta**.
- Actualmente el **30% de la población urbana no** tienen acceso a **servicios básicos** ni protección social.
- Las **ciudades costeras y las Islas** son **mas vulnerables** al incremento del nivel del mar, las inundaciones, las mareas y los fenómenos extremos.



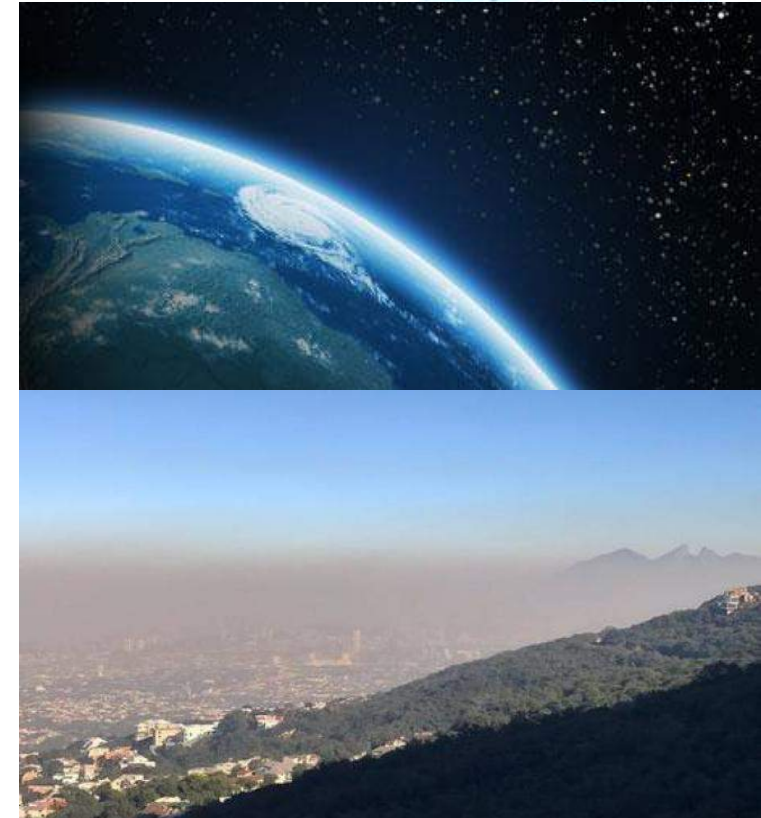
# Factores del Cambio Ambiental, Megatendencias



- El **desarrollo económico** ha sacado a miles de millones de personas de la **pobreza** y ha dado **acceso a salud y educación**.
- El modelo “**Crece primero y Limpia después**” no ha tenido en cuenta el **cambio climático, la contaminación y la degradación de los sistemas naturales**.
- Estudios recientes han encontrado que “la pérdida del bienestar derivada de la contaminación se estima en **US\$4.6 trillones** al año,” equivalente a **6.2% del PIB global** (Landrigan et al. 2018, p. 462).
- Desde los 90’s se ha producido un **aumento sin precedentes de la innovación tecnológica**.
- Los **países más competitivos** son los que ya le dan prioridad a la “**huella de carbono**” y hacen **uso eficiente** de sus recursos naturales.
- El **cambio climático** es un reto global que **afecta la salud humana y los sistemas naturales** (aire, diversidad biológica, agua dulce, los océanos y los suelos).
- Los efectos de la degradación ambiental y del cambio climático afectan más a los **niños y mujeres de países en vías de desarrollo**.

# La Situación del Medio Ambiente

- Las emisiones de **GEI** siguen **alterando la composición de la atmósfera**, lo que da lugar a ***la contaminación del aire, el cambio climático, la reducción del ozono estratosférico y la exposición a sustancias químicas persistentes, bioacumulativas y tóxicas.***
- La **contaminación del aire** es el principal factor ambiental que contribuye a la carga mundial de morbilidad y al año ocasiona aprox. **7 millones de muertes prematuras**; continuara teniendo importantes efectos negativos en la salud y **seguirá causando entre 4.5 y 7 millones de muertes prematuras** hacia mediados de este siglo.
- Si se logra la meta climática establecida en el **Acuerdo de París** de no llegar a un incremento de la temperatura promedio de **2 °C** se podrían lograr **ahorros** estimados en **US\$ 54.1 trillones** por un gasto global de mitigación de \$US 22.1 trillones.



# La Situación del Medio Ambiente

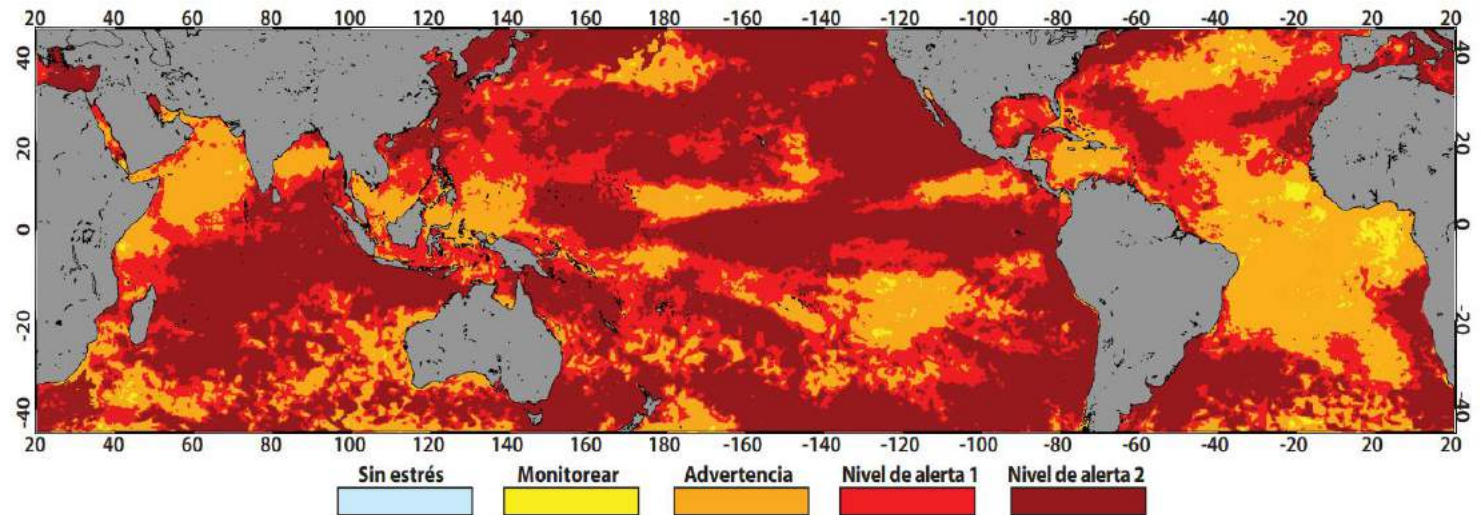
- Se esta desencadenando un proceso de extinción de especies que pone en peligro la integridad del Planeta y su capacidad para satisfacer las capacidades humana.
- La diversidad genética esta disminuyendo, lo que plantea una amenaza para la seguridad alimentaria.
- El 42% de los invertebrados terrestres, el 34% de los invertebrados de agua dulce y el 25% de los invertebrados marinos están en riesgo de extinción.
- La pérdida de la biodiversidad afecta de manera desproporcionada a las personas mas pobres (mujeres y niños); **70% de los pobres dependen de los recursos naturales.**
- Las presiones sobre la Biodiversidad son: la transformación, pérdida y degradación de hábitats, agricultura insostenible, especies invasoras, la contaminación (en especial microplásticos), tala ilegal y el **comercio ilícito** de especies silvestres que equivale a **USD 90 y 270 billones al año.**



# La Situación del Medio Ambiente

- Los **océanos y las costas** están siendo afectadas por el **calentamiento**, la **acidificación**, la **contaminación** marina; y el uso crecientes de los océanos, las costas, los deltas y las cuencas para la **producción de alimentos**, el **transporte**, la **recreación**, la **extracción de recursos** y la producción de **energía**.
- El valor anual de los arrecifes se estima **USD 29 billones** su pérdida afecta el turismo, pesca, salud y hábitats marinos.
- La **contaminación plástica** que llega a los océanos procede de **fuentes terrestres en un 80%**.

Figura RRP.3. Mapa del mayor estrés térmico experimentado durante el fenómeno mundial de decoloración de los corales ocurrido entre 2014 y 2017



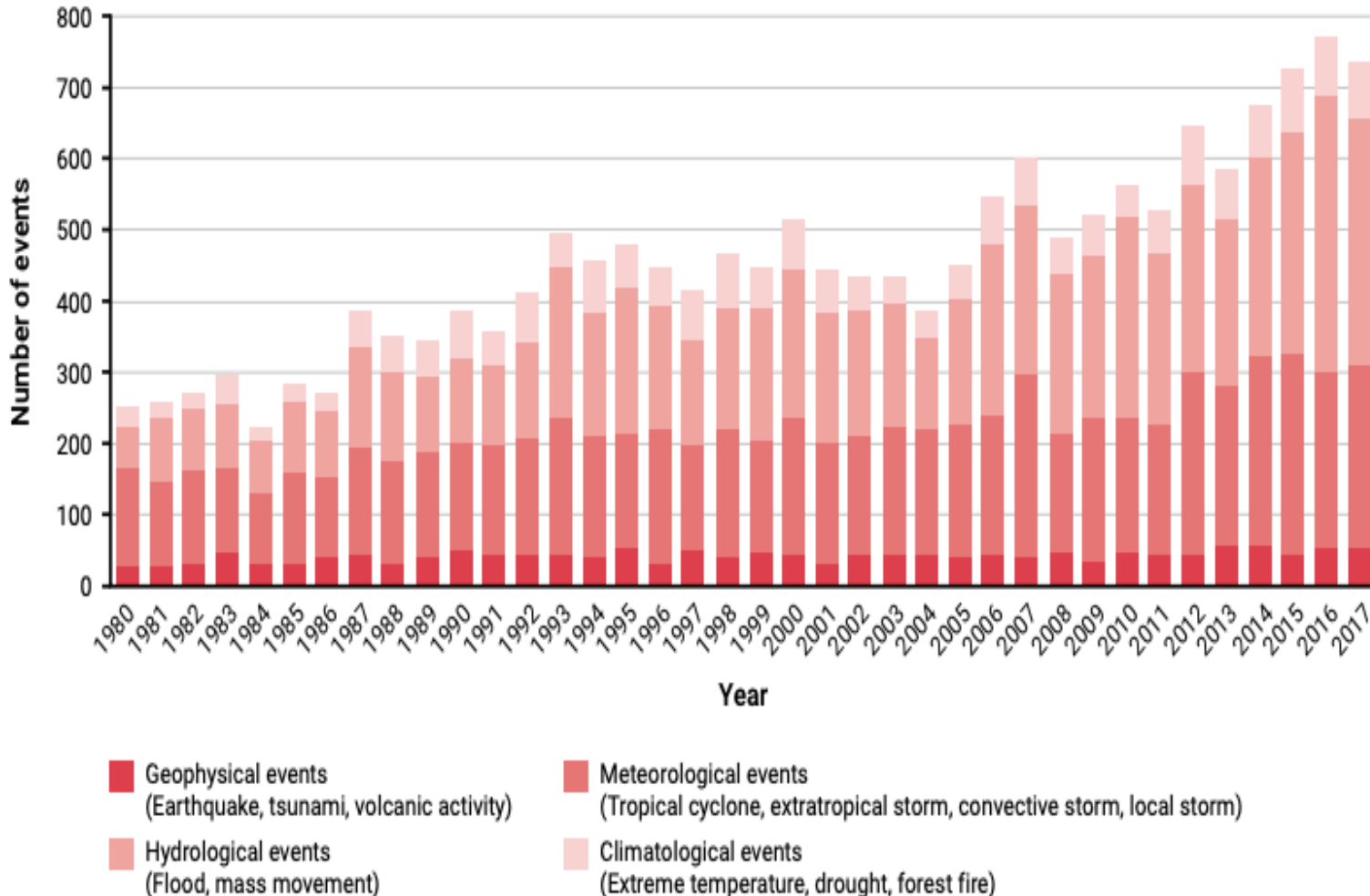
Fuente: Organismo Nacional para el Estudio de los Océanos y la Atmósfera, 2017.

# La Situación del Medio Ambiente

- La **producción de alimentos** es el **mayor uso de la tierra**, pues utiliza **el 50%** de la tierra habitable y la producción **ganadera utiliza el 77% de las tierras agrícolas**.
- Para alimentar a 10,000 millones de personas en 2050 se necesitara **un aumento del 50% en la producción de alimentos**.
- **33% de los alimentos comestibles se desperdician** y el 56% de esa pérdida sucede en países desarrollados.
- La **Degradación de los Suelos** es una **amenaza creciente** para el bienestar de los seres humanos y los ecosistemas, **especialmente para las poblaciones rurales** y cubre aproximadamente el **29 % de la superficie de suelo con una población de 3,200 millones de personas**.
- Los recursos naturales, como el **Agua Dulce y los Océanos** están sobreexplotados, mal manejados y contaminados. Aproximadamente **1.4 millones de personas mueren** al año por **enfermedades que se pueden prevenir como la diarrea y parásitos** que están asociados a patógenos en agua sucia y un deficiente tratamiento de aguas.

# Número de Eventos Naturales Extremos (1980-2017)

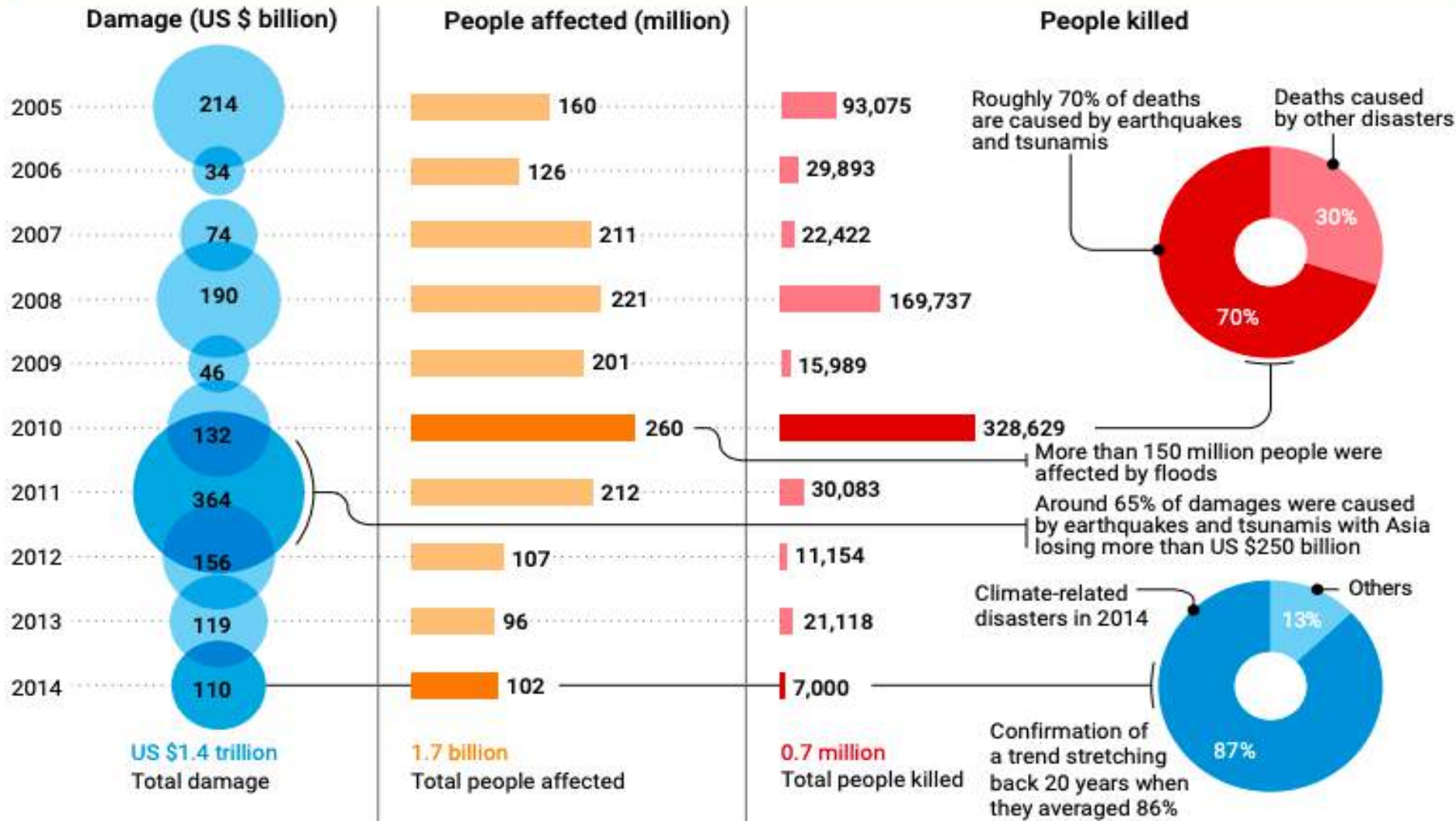
Figure 2.22: Trends in numbers of loss-relevant natural events



- Entre **2010 y 2016**, un promedio de **700 eventos extremos** ocurrieron cada año representando un costo estimado de **\$US 127 billiones** al año.
- En 2016, **24.2 millones de personas** fueron desplazadas internamente en **118 países** como resultado de desastres naturales.
- Se ha doblado la frecuencia de los eventos climatológicos extremos desde 1980 (Hoeppe 2016).
- Estos eventos han resultado en la pérdida de **400,000 vidas** y un costo de **US\$1.2 trilliones** al año, representando el **1.6 %** del PIB global.

# El impacto económico y humano de los desastres naturales

**Figure 4.1: The economic and human impact of disasters in the last ten years**



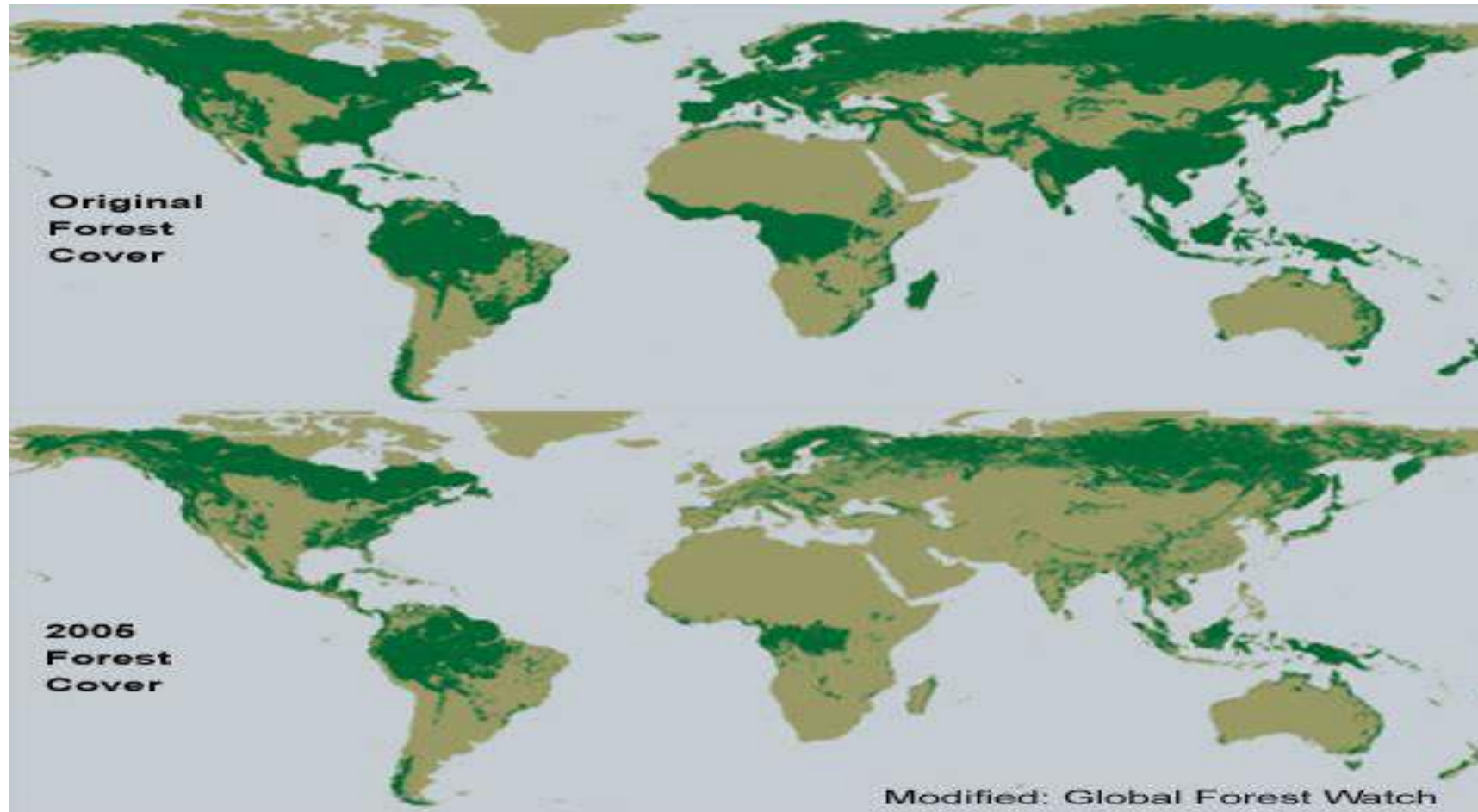
➤ Entre 1995 y 2015, **700,000** personas murieron y **1,700 millones** de personas fueron afectadas por eventos climatológicos extremos, teniendo un **costos estimado de \$US 1.4 trillones**.



- El daño de la **variabilidad del clima** para algunas **regiones con pequeñas islas** es de entre **1 a 8 % del PIB** en promedio, para el periodo **1970-2010** (UNEP, 2016).
- Si el incremento de la temperatura global no se limita a  $1.5^{\circ}\text{C}$ , los **pequeños Estados Insulares** y la población costera enfrentará grandes amenazas. Los costos de salud relacionados con el agua se estiman en **\$US140 billiones** por pérdida de ingresos y de **\$US 56 billiones** en costos en salud al año (LiXil, Water Aid and Oxford Economics 2016). Estos impactos incrementarán las desigualdades en y entre los países.



# Evolución de la Cobertura Forestal (Origen- 2005)

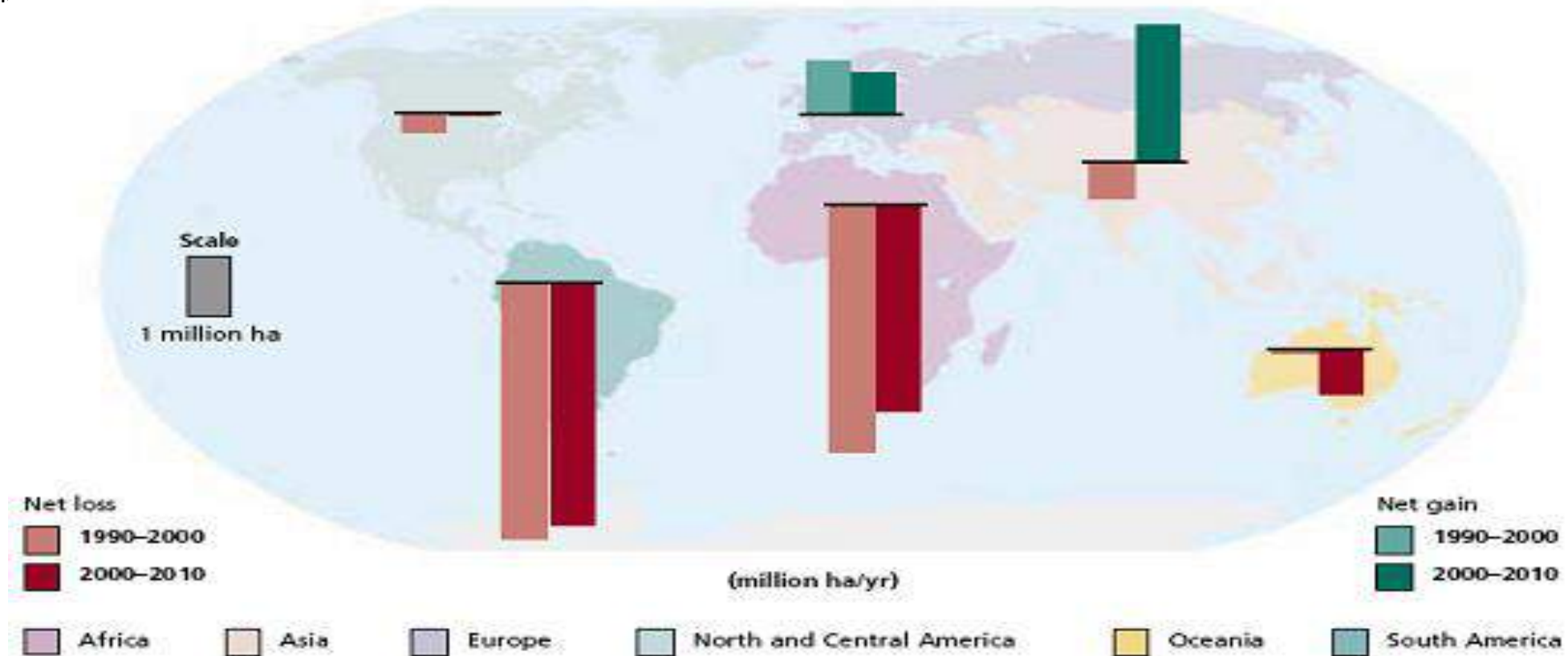


Fuente: Global Forest Watch

Por orden **de mayor a menor**, las regiones con mayor transformación de su cobertura forestal original fueron **Europa, Asia, África, Sudamérica, Oceanía y Norte y Centro América.**

# Cambio Anual en el Área Forestal por Regiones (1990-2010)

(millones h.

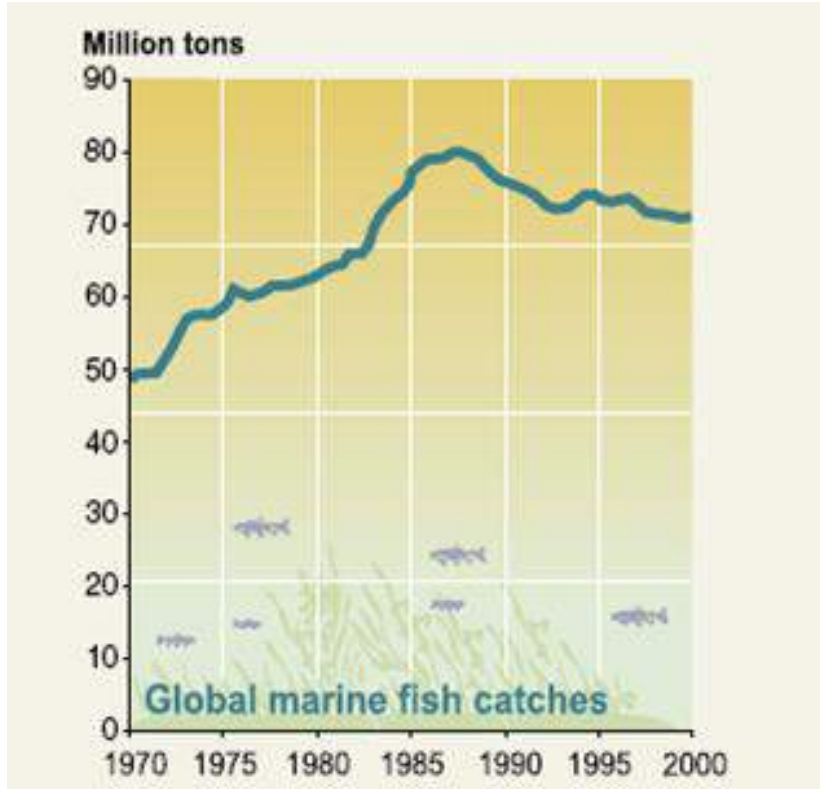


Fuente: FAO, 2010

- **América del Sur y África tienen la mayor pérdida neta de bosques**
- A nivel regional, **América del Sur** sufrió **la mayor pérdida neta** de bosques en la última década (alrededor de 4 millones ha/año)

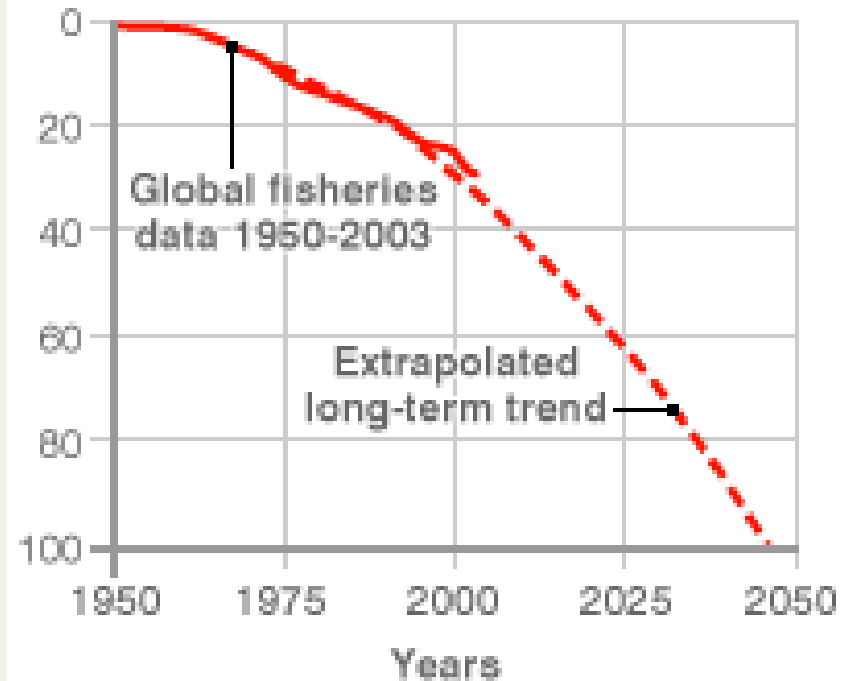
# Para 2050 si *BaU*... el 100% de las especies se Agotarán....

## Evolución de la Captura Marina Global (1950-2001) (Millones Toneladas)



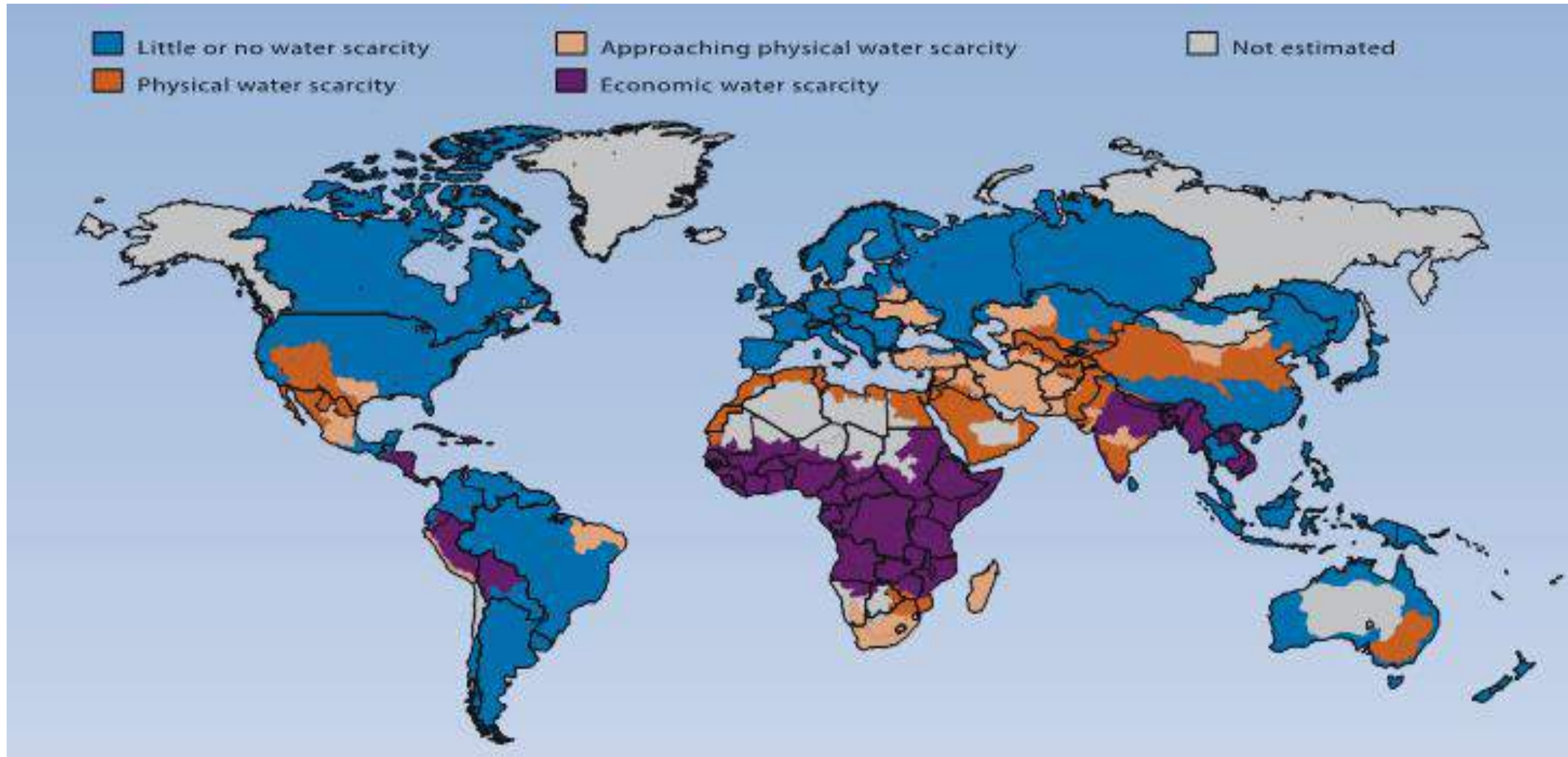
Fuente: Millennium Ecosystem Assessment

## Proyección de la Pérdida Global Esperada de Especies (2001-2050) (% de especies agotadas)



Fuente: Science/FAO

# Impactos en Agua: Escasez Física y Económica



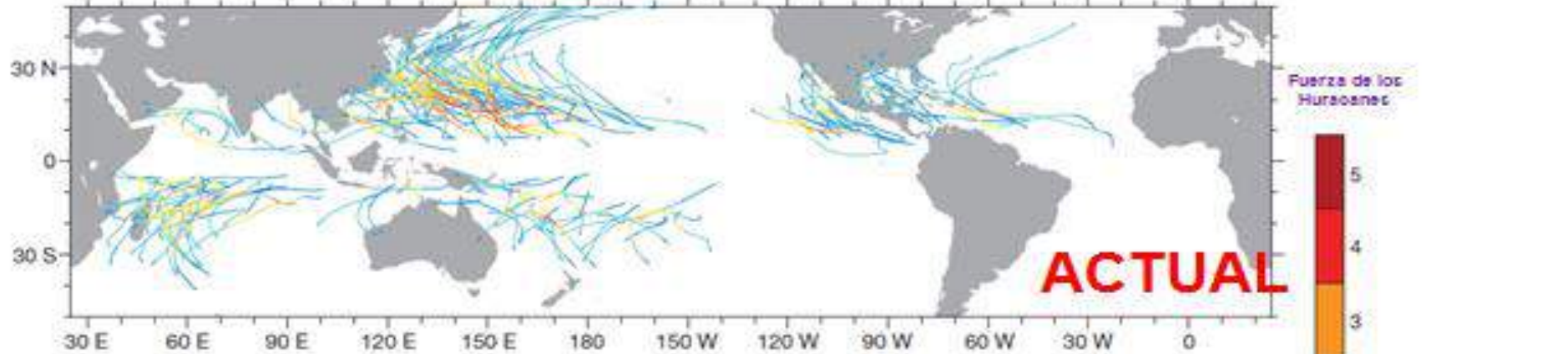
Fuente: Molden, 2007 en "Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication, UNEP 2011"

- Se espera que **alrededor de la mitad de la población mundial en 2030 vivirá bajo condiciones de estrés hídrico severo** (cerca de 3.9 mil millones de personas)

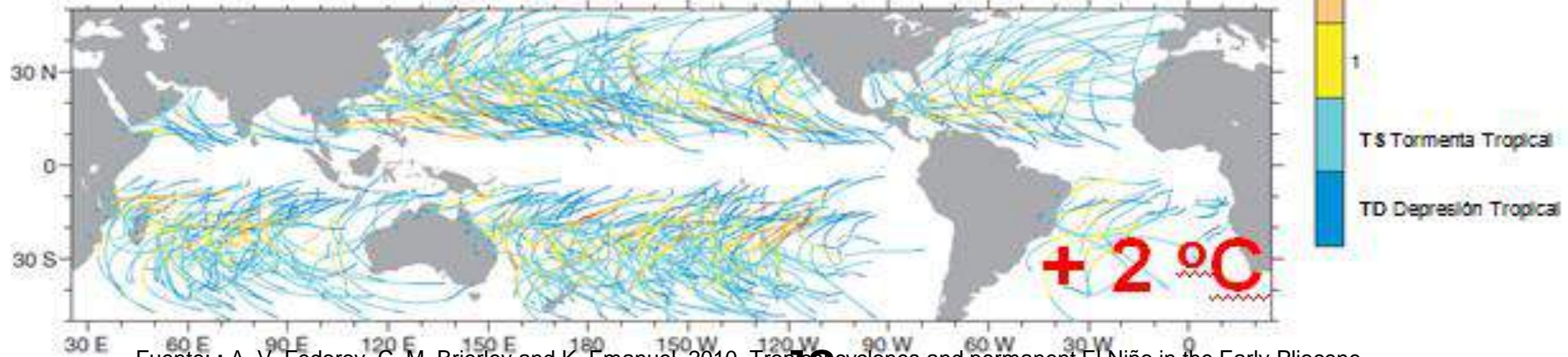
# Efectos del Cambio Climático: Mayor Intensidad de Fenómenos Climáticos

A 2012, la temperatura media de los cinco últimos años era de 14.58 C.  
¿Qué sucedería si se alcanzara el incremento medio en la temperatura de más de 2°C?

RUTAS DE CICLONES EN LA EPOCA ACTUAL



RUTAS DE CICLONES EN EL PLIOCENO TEMPRANO



Fuente: : A. V. Fedorov, C. M. Brierley and K. Emanuel, 2010. Tropical cyclones and permanent El Niño in the Early Pliocene.

# La Economía Global debe “Descarbonizarse” hacia mediados de este siglo



- Los INDCs establecidos en el Acuerdo de París nos llevan a + 2.7 grados C hacia 2100 (*Climate Tracker*), 2015.
- Si en promedio se han consumido 50 GTCO<sub>2</sub> por año, si seguimos con el BaU, solo nos quedarían 20 años para alcanzar el incremento de 2 grados C.

# **Patrones de Producción y Consumo Ineficientes**



# Nuestros Sistemas de Consumo no son Sostenibles

1 de cada 9 sufren de  
hambruna



2 de cada 10 tienen  
sobrepeso



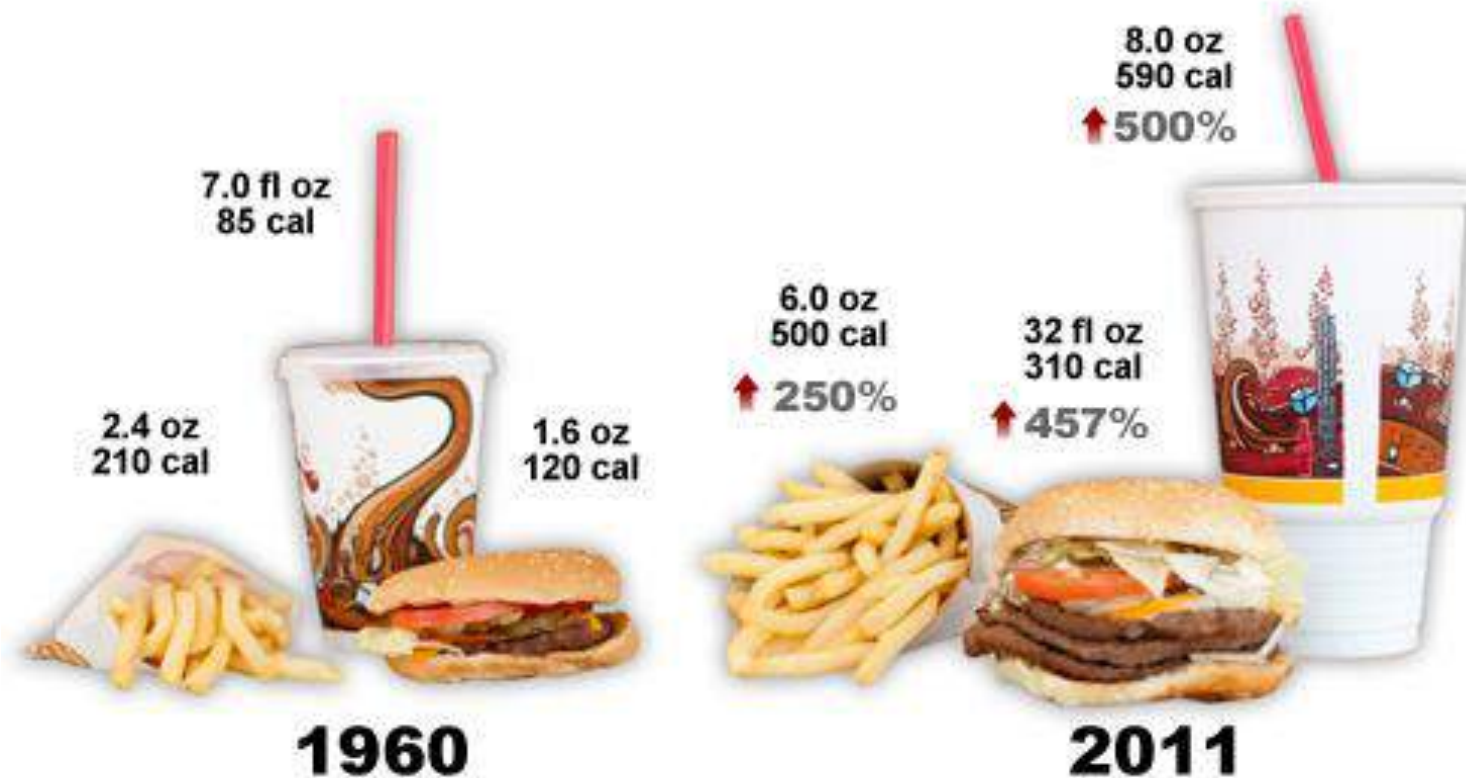
**500 millones de personas sufren de  
obesidad**

# ¿Qué y Cuánto Comemos?

El tamaño de las porciones de nuestros alimentos ha crecido substancialmente en los últimos 50 años

## Portion Sizes—Then and Now

Fast food portions have increased dramatically since 1960. Here's how they stack up, then and now:



# Más de un 30% de la Comida Producida se Pierde o Desperdicia

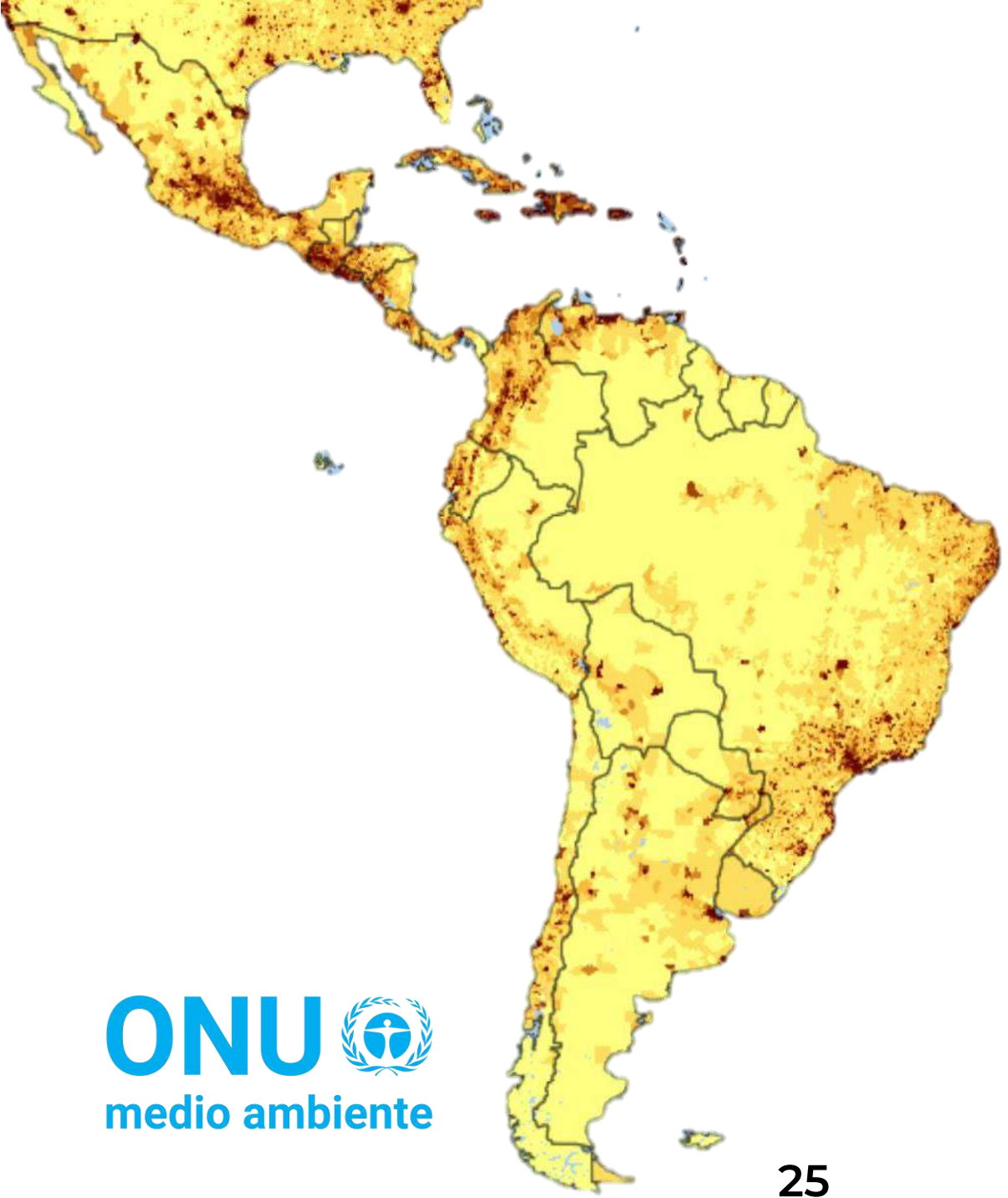


- ✓ ***Este desperdicio cuesta USD 1,000 millones al año***
- ✓ ***La mitad de ese desperdicio sigue siendo apto para el consumo humano y alimentaría a 800 millones de personas***

# Necesitamos Transformar Nuestro Sistema Alimentario Global

- ✓ **Nuestro Sistema Alimentario es el responsable del 80% de la Deforestación**
- ✓ **Es la principal causa de la Pérdida de Especies y Biodiversidad**
- ✓ **También es responsable de más del 70% del Consumo de Agua Dulce**

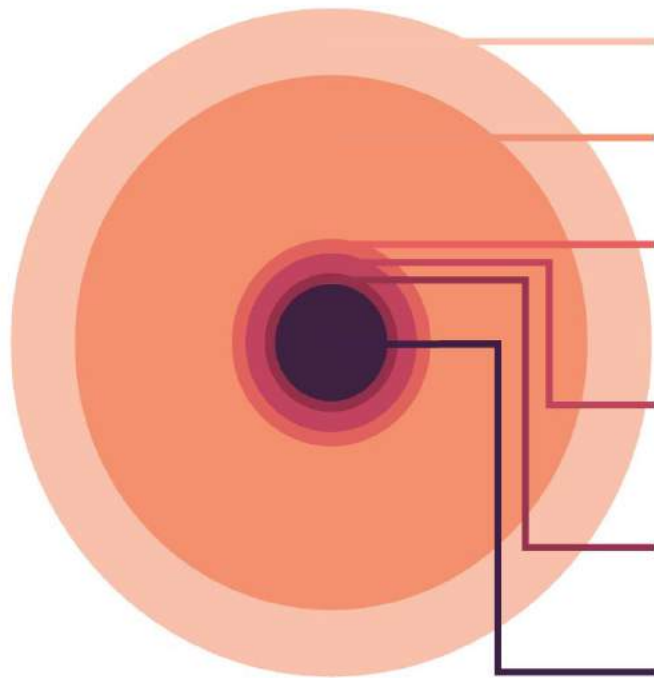




América Latina y el Caribe sigue enfrentando enormes desafíos ambientales, incluyendo **pérdida acelerada de ecosistemas naturales, contaminación y patrones de consumo y producción insostenibles.**

# Pobreza, inequidad y las enormes diferencias entre comunidades urbanas y rurales son un problema persistente en América Latina y el Caribe

LA DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN ESTÁ **ALTAMENTE CONCENTRADA EN LA COSTA**, ESPECIALMENTE EN LAS ISLAS DEL CARIBE



**634 millones de personas** (2015)

**80%** POBLACIÓN URBANA (2015)

**31%** DE LA POBLACIÓN VIVE EN ENCLAVES SECOS, QUE CUBREN 25% DE LA REGIÓN

**26.7%** DEL TOTAL DE LA POBLACIÓN VIVE EN SITUACIÓN DE POBREZA (2013)

**130 millones de personas** VIVEN EN SITUACIÓN DE POBREZA PERSISTENTE

**110 millones de personas** VIVEN EN SUBURBIOS POBRES (2014)



EL PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN QUE VIVE POR DEBAJO DE LA LÍNEA DE POBREZA DISMINUYÓ DE 31% A 26% Y EL DE HABITANTES DE SUBURBIOS POBRES, DE 29% A 20% ENTRE 2010 Y 2014

## El acceso a agua potable

AUMENTÓ DE 86% A 92% ENTRE 1992 Y 2012 Y LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO DE 70% A 78%, EN EL MISMO PERIODO

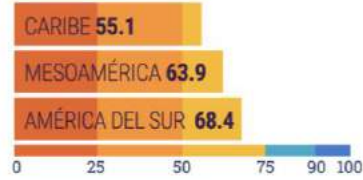
## Valor promedio del Índice de Desarrollo Humano





**Puntaje promedio del "Índice de salud de los Océanos"**

100 es el puntaje más alto



www.oceanhealthindex.org



**Los patógenos procedentes de aguas residuales urbanas**

QUE PROLIFERAN EN EL MAR Y EN LAS AGUAS DE LASTRE DE LOS BUQUES (P.E. VIBRIO CHOLERAE), SON PROBLEMAS POTENCIALES DE SALUD PÚBLICA PARA LA REGIÓN



**El volumen de basura plástica en el Caribe oscila entre**

**600-1.400 ítems/km2 según la localidad**

EL MAR CARIBE ES, DESPUÉS DEL MEDITERRÁNEO, EL SEGUNDO MÁS CONTAMINADO CON PLÁSTICOS EN EL MUNDO



**96.7 millones m3 de agua**

SE VEN AFECTADOS CADA AÑO POR CONTAMINACIÓN ASOCIADA AL NITRÓGENO

**37 de las grandes cuencas transnacionales**  
SE ENCUENTRAN ALTAMENTE CONTAMINADAS



**25 millones de personas**

QUE HABITAN ZONAS RURALES ESTÁN EN CONTACTO CON AGUAS CONTAMINADAS PROCEDENTES DE ÁREAS URBANAS

**25% de los ríos**  
EN LA REGIÓN ESTÁN CLASIFICADOS COMO "SEVERAMENTE CONTAMINADOS POR PATÓGENOS"



LOS DELTAS MÁS GRANDES DE LA REGIÓN RECIBEN AGUAS DE RÍOS MUY AFECTADOS POR LA CONTAMINACIÓN

**AMAZONAS, PARANÁ, PARANAIBA, ORINOCO Y BRAVO**

**ONU**   
**medio ambiente**



## Crecimiento económico

EL DESARROLLO SE ESTÁ DANDO, EN MUCHOS CASOS, A EXPENSAS DE LOS RECURSOS NATURALES



### La sobrexplotación pesquera

AECTA 70% DE LOS ARRECIFES DEL CARIBE

### Deforestación (2001-2013)



**17% de las nuevas áreas para cultivos** Y 57% PARA PASTIZALES SE ESTABLECIERON EN ZONAS BOSCOSAS

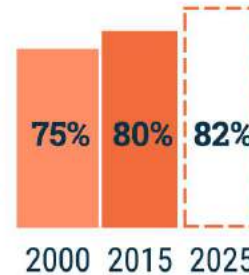
**1680 km<sup>2</sup> de bosques** SE PERDIERON EN AMÉRICA DEL SUR DEBIDO A LA MINERÍA

**70% de la deforestación** EN LA REGIÓN ES CONSECUENCIA DE LA AGRICULTURA COMERCIAL

## Crecimiento de la población

LAS DEMANDAS DE UNA POBLACIÓN EN AUMENTO Y LOS ACTUALES PATRONES DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO SON INSOSTENIBLES

### Aumento en la población urbana



LA POBLACIÓN URBANA AUMENTÓ EN 70 MILLONES DURANTE LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS. LA POBLACIÓN TOTAL EN 2015 ALCANZÓ 634 MILLONES

### Número de ciudades con más de 1 millón de habitantes (2014)



AMÉRICA DEL SUR



MESO-AMÉRICA



CARIBE

## Cambio climático

ALGUNOS DE LOS EFECTOS PREVISTOS SON ESTRÉS HÍDRICO, PÉRDIDA DE TIERRAS BAJAS, INCREMENTO DEL RIESGO DE DESASTRES NATURALES, CAMBIOS EN LA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA Y PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD



### Los glaciares andinos se están reduciendo

ACELERADAMENTE COMO CONSECUENCIA DIRECTA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

### 1 m de aumento

DEL NIVEL DEL MAR PODRÍA DESPLAZAR A 110.000 PERSONAS EN LOS PAÍSES DE LA COMUNIDAD DEL CARIBE (CARICOM)



### Frecuencia de inundaciones y tormentas







# MOTORES DEL CAMBIO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

## Innovación tecnológica

EL NÚMERO DE TÉCNICOS, INGENIEROS, INVESTIGADORES Y CIENTÍFICOS, NO ESTÁ A LA PAR DEL TAMAÑO DE LAS ECONOMÍAS DE LA REGIÓN

### 2% del PIB

ES EL PRESUPUESTO PROMEDIO QUE APORTA LA REGIÓN A INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN



**45% del agua**  
SE PIERDE ANTES DE LLEGAR AL CONSUMIDOR

### Consumo total de agua por sector (2011)



11%

INDUSTRIA



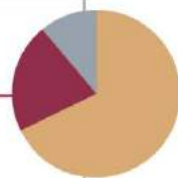
21%

VIVIENDAS



68%

AGRICULTURA



## Gobernanza

ALGUNOS DE LOS RETOS QUE ENFRENTA LA REGIÓN SON DEFICIENCIAS EN LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL, POCA COORDINACIÓN INTERSECTORIAL Y LEYES OBSOLETAS



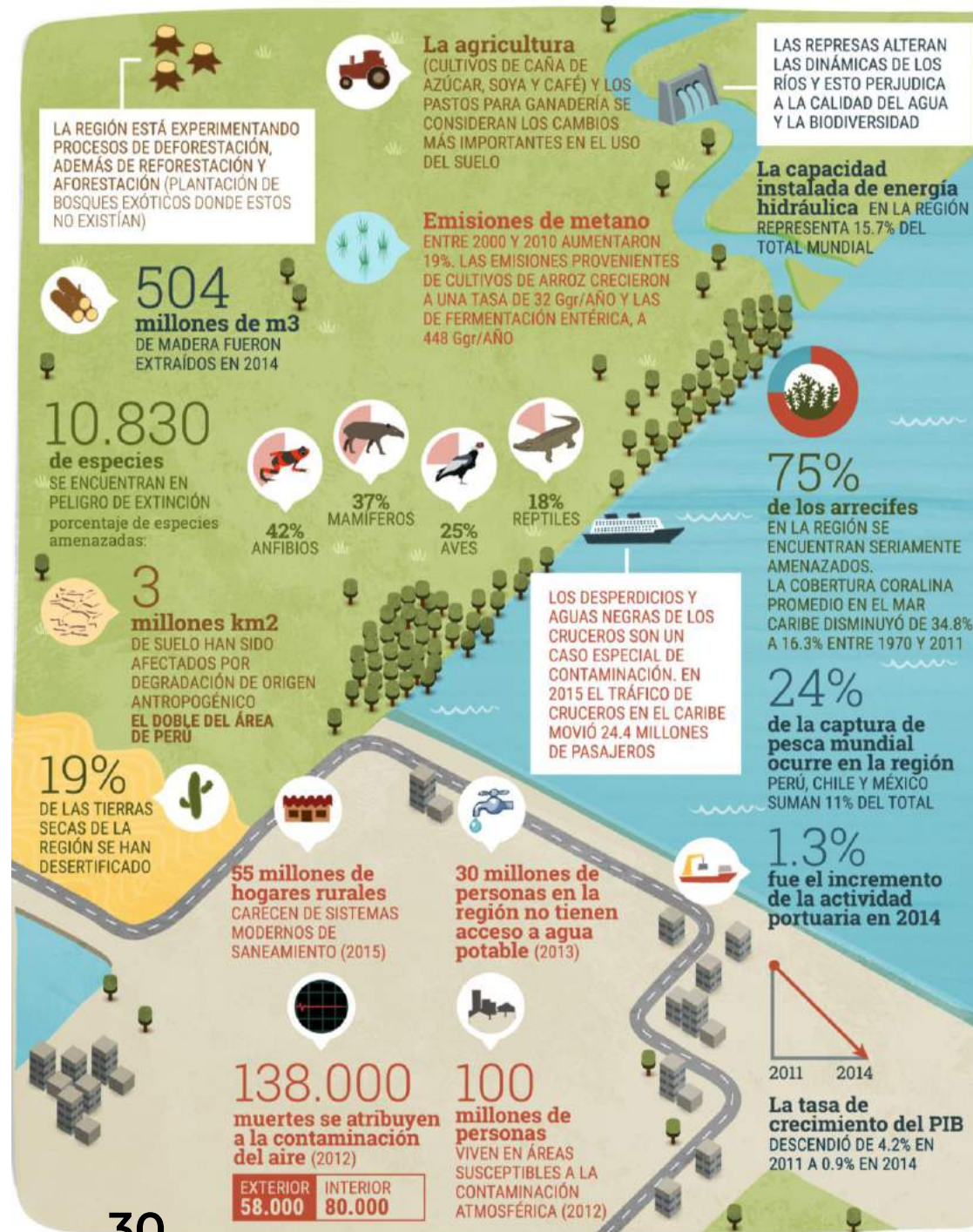
### El impacto de la corrupción

EN LA REGIÓN ES MÁS DE 20% DEL PIB, MIENTRAS QUE EN EL RESTO DEL MUNDO ES DE 10 A 25%

**ONU**   
medio ambiente

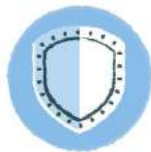
# Pérdida de la biodiversidad

PRINCIPALES PRESIONES SOBRE LA BIODIVERSIDAD: CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO, CONTAMINACIÓN, CAMBIO CLIMÁTICO, SOBREEXPLOTACIÓN, TURISMO NO SOSTENIBLE Y ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS



# Riqueza natural y sostenibilidad: la clave del desarrollo para la región

## La región en el mundo



**756**  
ÁREAS PROTEGIDAS MARINAS

**24%**  
DE LA REGIÓN SON ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES



**20%**  
DE LAS RESERVAS DE PETRÓLEO DEL MUNDO SE ENCUENTRAN EN LA REGIÓN



**16 millones km<sup>2</sup>**  
DE TERRITORIO MARÍTIMO Y 64.000 KM DE LÍNEA COSTERA



**60%**  
DE LAS ESPECIES DE LOS ANDES SON ENDÉMICAS



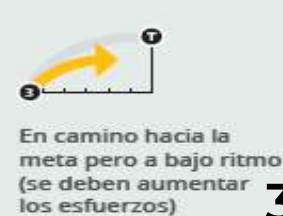
**550**  
ESPECIES DE PASTOS HAN SIDO IDENTIFICADAS EN LA PAMPA



**5 millones km<sup>2</sup>**  
DE TIERRA ARABLE MÁS DEL DOBLE DEL ÁREA DE MÉXICO

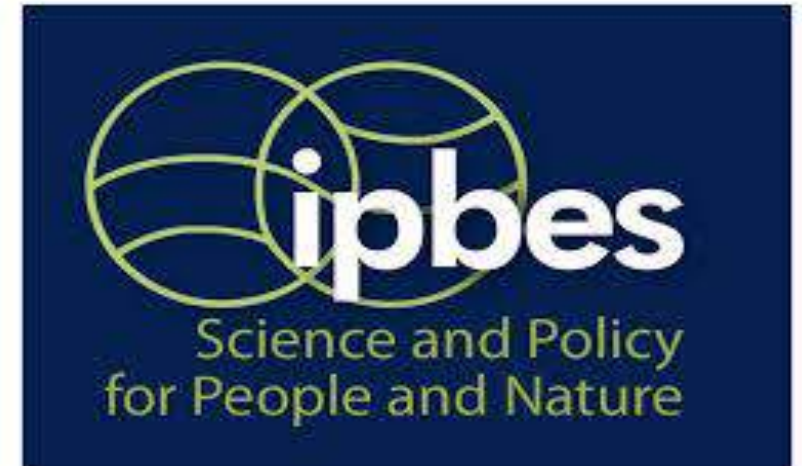


**Progreso de las metas**



# CITES

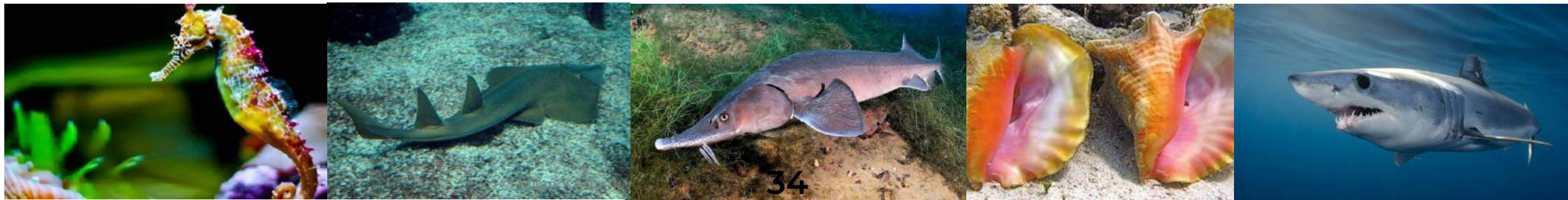
- La **Plataforma Intergubernamental de Ciencia y Política sobre Biodiversidad y Servicios de Ecosistemas (IPBES)** alertó este año sobre las tasas de extinción y determinó que **un millón de especies de plantas y animales corren peligro de desaparecer —muchas en cuestión de décadas— por causa de los humanos.**
- “**La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres**” (“**CITES**”, por sus siglas en Inglés) es un Acuerdo Internacional entre gobiernos cuyo propósito es el de asegurar que **el comercio internacional de especímenes** de animales y plantas silvestres **no amenace su supervivencia** en su medio natural.
- **La gran mayoría de los animales intercambiados** entre países **no están protegidos** por la CITES.



# Docenas de especies están siendo amenazadas por el comercio vinculado a la sobreexplotación, la pesca o la caza excesiva.

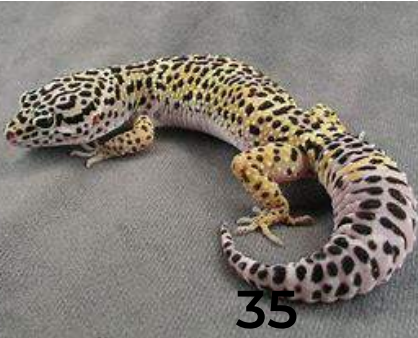
Por lo que, aumenta la protección, a partir de este 2019, para las siguientes especies:

- **18 especies de tiburones** : Destacan: Tiburón oceánico (*Carcharhinus longimanus*), Tiburón cailón (*Lamna nasus*), Tiburón cachona o martillo (*Sphyrna lewini*), Tiburón martillo liso (*Sphyrna zygaena*), Tiburón martillo gigante (*Sphyrna mokarran*) , Mantarrayas (*Manta spp.*)
- **Anguilas** (*Anguilla spp*)
- **Pepinos de mar** (*Holothuroidea*)
- **Caracoles rosados** (*Strombus gigas*)
- **Rayas guitarra** (*Rhynchorhina spp*)
- **Peces cuña** (*Rhynchobatus spp*)
- **Tortugas marinas** (carey: *Eretmochelys imbricata*; laúd: *Dermochelys coriácea*)
- **Corales**: (clases *Anthozoa* y *Hydrozoa*)
- **Esturiones** (*Acipenser spp*)
- **Caballitos de mar** (Genero: *Hippocampus*)



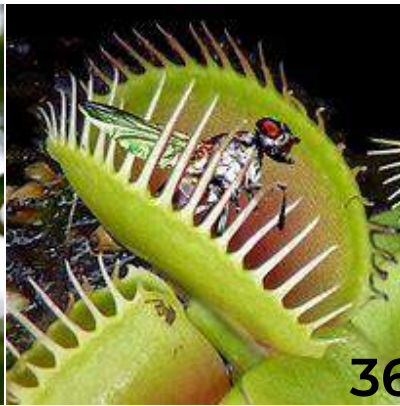
# ¿Cuáles son las especies de tierra?

- Los **reptiles** vendidos como mascotas. Dos ejemplos son el lagarto y el gecko.
- Las **iguanas** de cola espinosa
- Diversas especies de **ranas de cristal**
- El **antílope** saiga
- Todos los **cedros** de América Latina
- Una de las medidas propuestas para combatir y reducir el **tráfico ilegal de elefantes** es **evitar la captura y exportación de elefantes a zoológicos.**
- Se buscará combatir de una manera más efectiva el comercio ilegal y promover la colaboración en la conservación de **tigres, leones, guepardos, jaguares y leopardos.**
- **Las jirafas han disminuido en un 36-40% en las últimas tres décadas** debido a la pérdida de hábitat y otros factores. Es por esta razón que se decidió agregar el animal más alto del mundo.



# Especies vegetales en la lista global de CITES

- ✓ Flor verde de jade (*Strongylodon macrobotrys*). Filipinas
  - ✓ Flor de mayo o lirio de mayo (*Cattleya trianae*). Colombia hasta Ecuador
  - ✓ Venus flytrap (*Dionaea muscipula*)- Estados Unidos
  - ✓ Campanulceas Cariofilceas (Mediterráneo)
  - ✓ Titan Arum- Isla de Sumatra
  - ✓ Aciano "centaurea cyanus" (Europa)
- ✓ **1,400 plantas mexicanas** entre las que se encuentran:
  - ✓ Gran variedad de cactus
  - ✓ Todas las orquídeas en el Apéndice II
- Algunos ejemplos:
- ✓ *Beaucarnea recurvata* (pata de elefante)
  - ✓ Cactus de disco (*Strombocactus disciformis*).

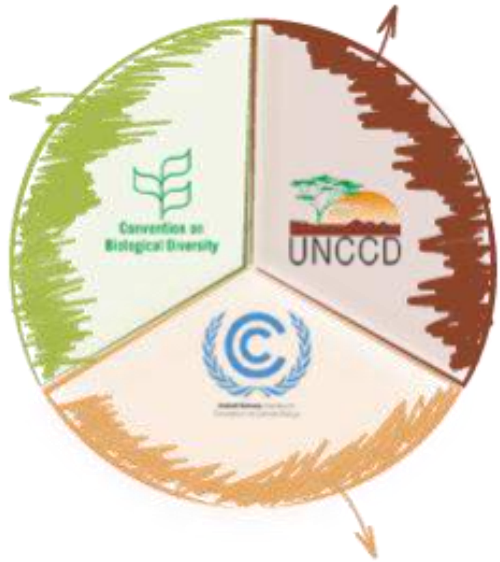




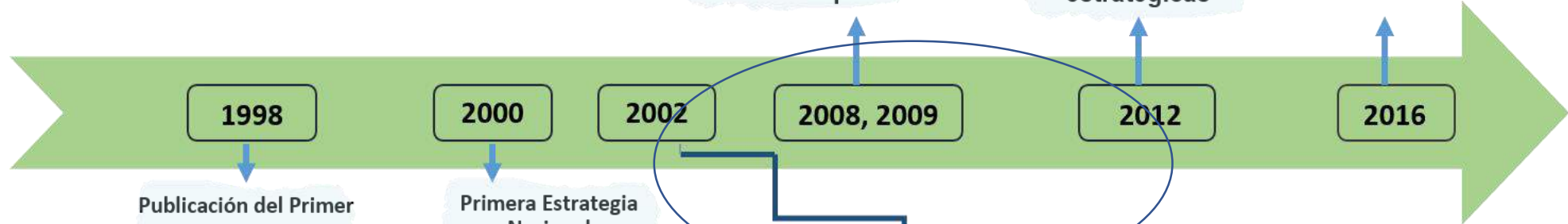
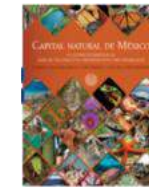
# Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENBIOMEX)



# Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENBIOMEX)



700 autores y revisores de 227 instituciones de diferentes sectores



1998      2000      2002      2008, 2009      2012      2016

Publicación del Primer estudio de país

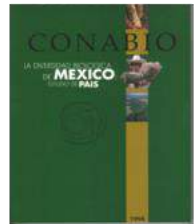
Primera Estrategia Nacional

Actualización del estudio de país

Acciones estratégicas

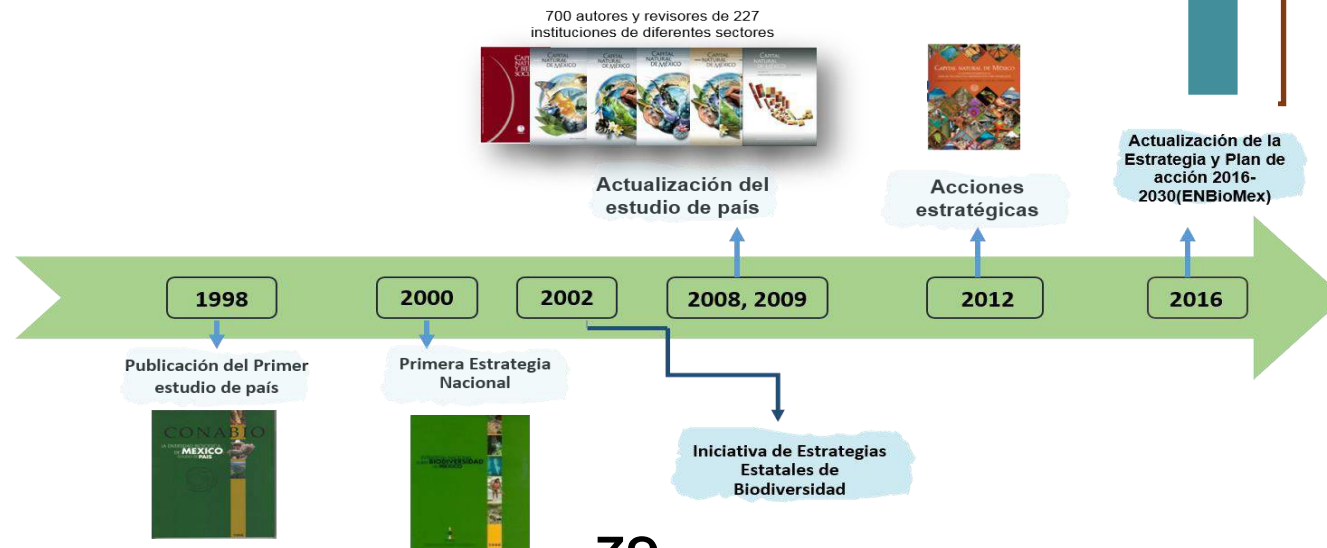
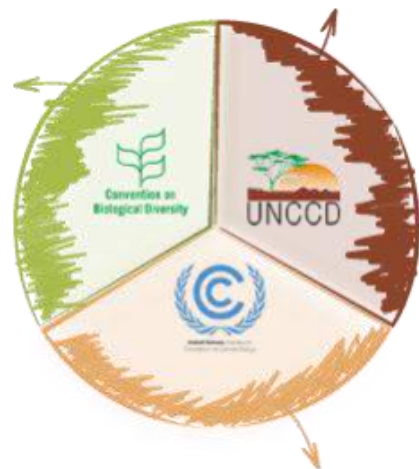
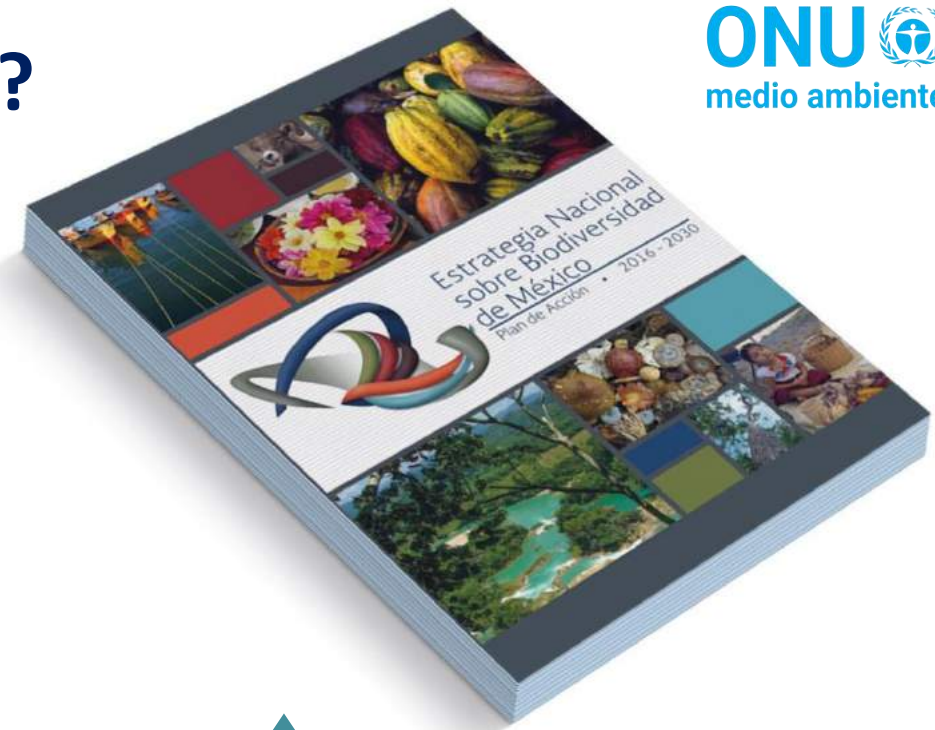
Actualización de la Estrategia y Plan de acción 2016-2030(ENBioMex)

Iniciativa de Estrategias Estatales de Biodiversidad



# ¿Qué es la ENBioMex?

Es un instrumento de planificación que articula a **distintos sectores**, a fin de establecer políticas públicas en materia de biodiversidad para **conocer, conservar, restaurar y manejar** sustentablemente la riqueza biológica de México y mantener los **servicios ecosistémicos** que nos provee.



# Visión al 2030 de la ENBioMex

A partir de su instrumentación se busca lograr al 2030

**Provisión continua** de los **servicios ecosistémicos** para el desarrollo de la vida y el bienestar.



Y la **distribución justa** y equitativa de los **beneficios** derivados de la **biodiversidad**.



**Gobierno y sociedad** están comprometidos con la **conservación, el uso sustentable**



**Se mantiene la biodiversidad** y la funcionalidad de los ecosistemas.



# Estructura y particularidades de la ENBioMex

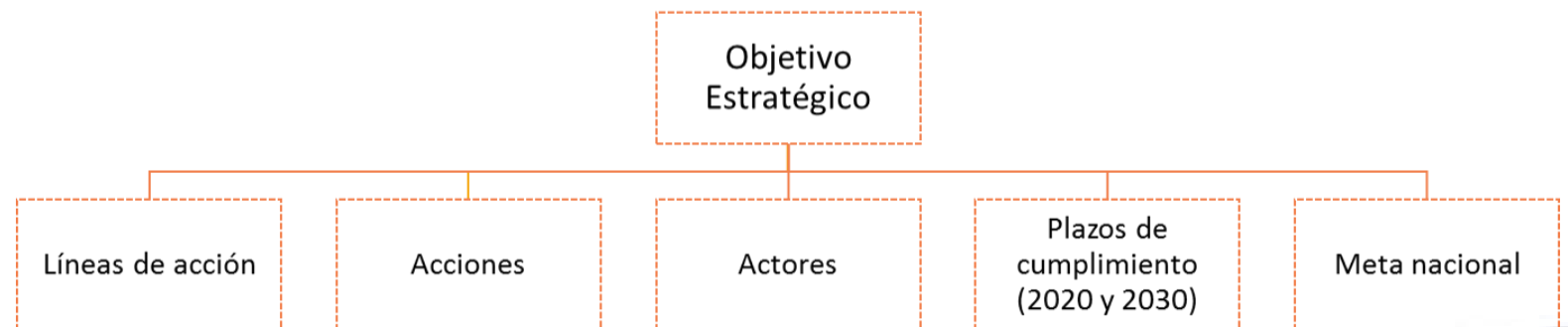
6 ejes estratégicos, 24 líneas de acción, 160 acciones, 14 principios rectores



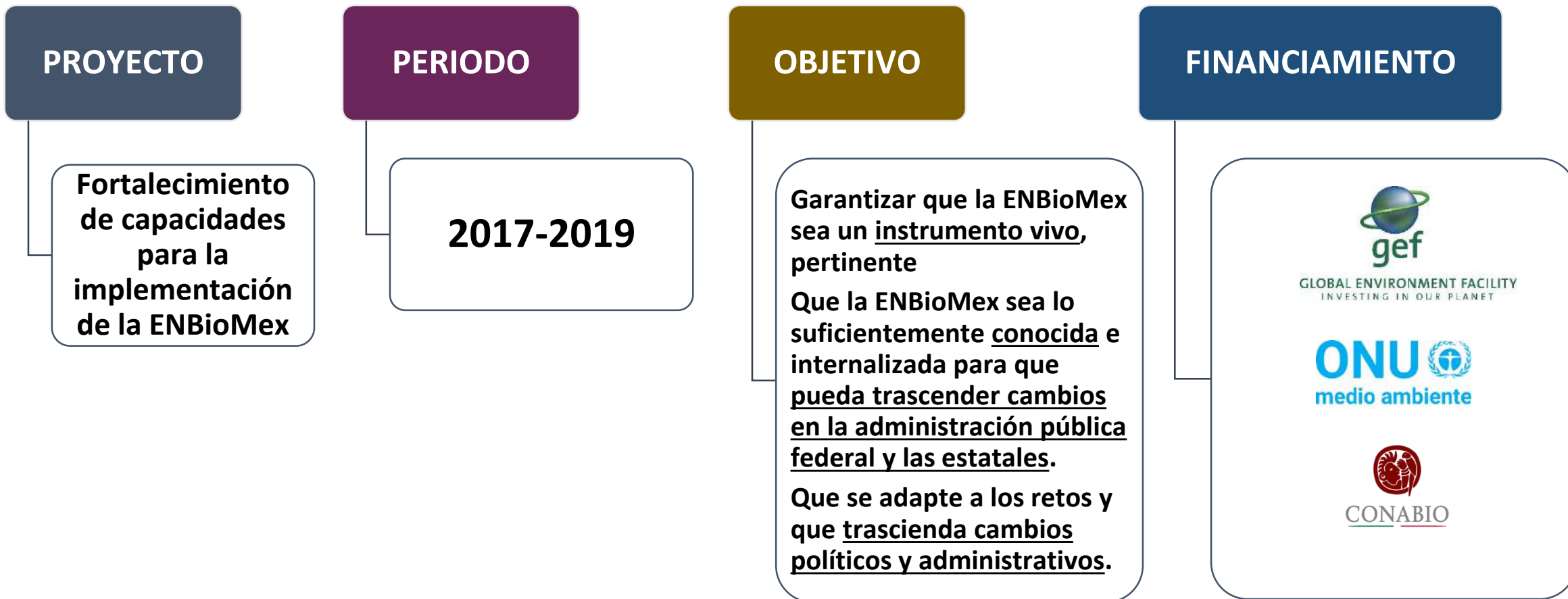
- Primera estrategia en integrar **Perspectiva de Género**
- Contribución de México a las **Metas Aichi y ODS**
- **Integración de la biodiversidad en otros sectores**

## Plan de Acción

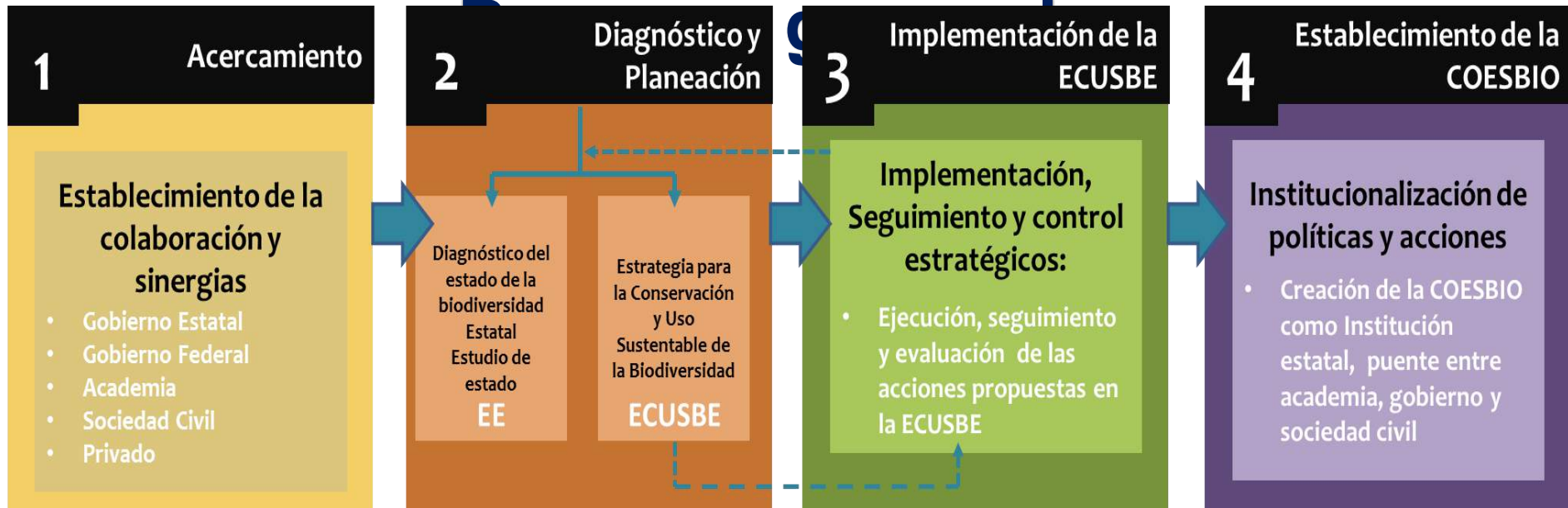
Cada eje contiene:



# Proyecto: Fortalecimiento de Capacidades para la implementación ENBioMex



# Estrategias Estatales de Biodiversidad.



18 ESTUDIOS DE ESTADO



11 ECUSBE



5 COESBIO



**27 Entidades participando (84% del país)**

## ALCANCES DE LOS EE

- Son **diagnósticos integrales** de la biodiversidad
- **Compendio más completo** de cada entidad federativa
- Son referencia básica para la **toma de decisiones**
- **Orienta las acciones** de los diferentes sectores de la sociedad

### Representan:

- **La participación abierta y organizada de expertos locales e investigadores jóvenes**
- Coordinación de **grupos de expertos**
- **Acceso a información** en formato accesible para público en general

### 18 PUBLICADOS

1. Aguascalientes (2008)
2. Campeche (2010)
3. Ciudad de México (2016)
4. Chiapas (2013)
5. Chihuahua (2014)
6. Coahuila (2018)
7. Colima (2016)
8. Durango (2017)
9. Estado de México (2010)
10. Guanajuato (2012)
11. Jalisco (2017)
12. Michoacán (2005)
13. Morelos (2006)
14. Puebla (2011)
15. Quintana Roo (2010)
16. Tabasco (2019)
17. Veracruz (2011)
18. Yucatán (2010)

### EN PROCESO

#### Próximos a publicarse: 4

1. San Luis Potosí
2. Michoacán 2
3. Zacatecas
4. Morelos 2

#### Estudios en proceso: 6

1. Nayarit
2. Querétaro
3. Baja California Sur
4. Hidalgo
5. Oaxaca
6. Tamaulipas





TARAHUMARA  
SUSTENTABLE

## Gestión Integrada del Territorio para la Conservación de la Biodiversidad Protección y Producción en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

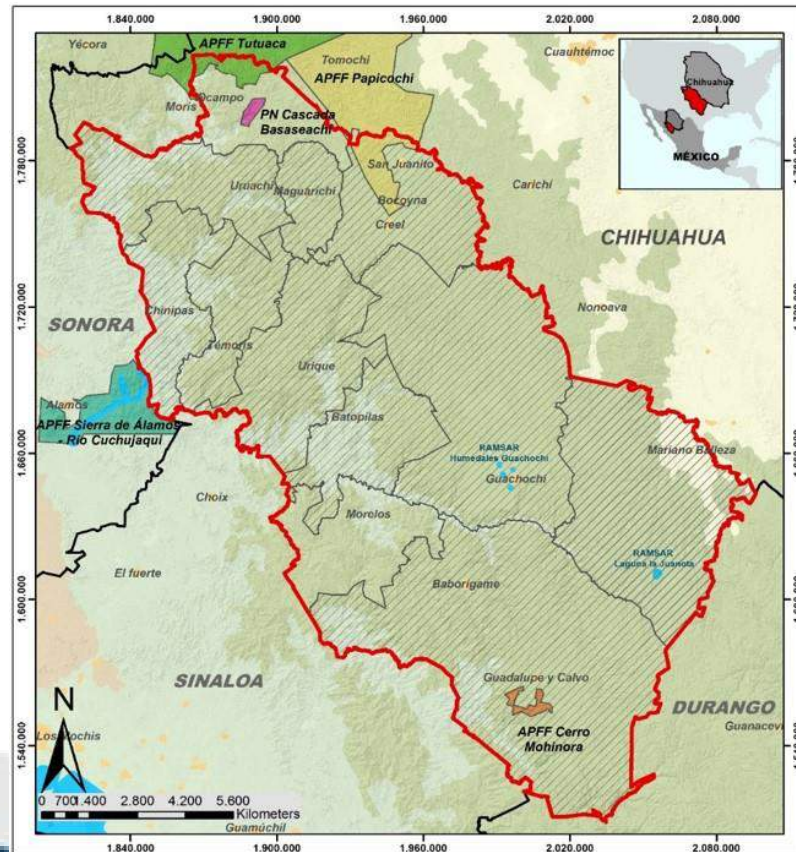


# Área del Proyecto

- ✓ El alcance geográfico: 12 municipios de la Sierra Tarahumara
- ✓ Área del proyecto: 41,652 km<sup>2</sup> (4,165,200 ha)
- ✓ Ecosistemas de alta biodiversidad, en su mayoría pino de montaña, pino-encino y bosque tropical caducifolio.

## Municipios:

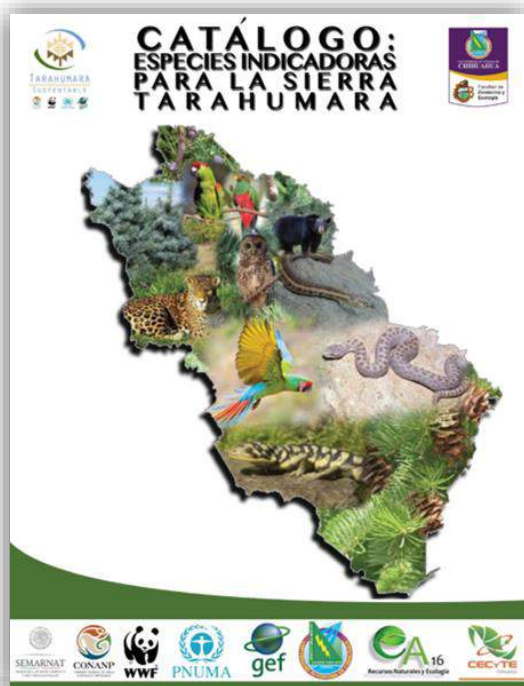
Balleza  
Batopilas  
Bocoyna  
Chínipas  
Guachochi  
Gpe. y Calvo  
Guazapares  
Maguarichi  
Morelos  
Ocampo  
Urique  
Uruachi





## Componente I

Base científica y herramientas para la toma de decisiones



# Sistema de Monitoreo de Datos e Información de la ST y Evaluación de la Biodiversidad y Medio Ambiente de la ST

Indicadores de Biodiversidad



Indicadores Forestales

Indicadores Ambientales  
7 indicadores

Indicadores Socioeconómicos  
10 indicadores

## 40 Indicadores y sus protocolos integrados al SMDI-ST

93% de los 40 Indicadores con línea base

16 Biodiversidad (10 Fauna y 6 Flora)

7 Forestales

7 Ambientales

10 Socioeconómicos



## Proyecto Tarahumara Sustentable

Gestión Integrada del Territorio para la Conservación de la Biodiversidad en Áreas de Protección y Producción en la Sierra Tarahumara, Chihuahua

Belleza  
Sapotillas  
Bocoyina  
Chinipas  
Cuachachi  
Cupa y Calvo  
Guasapares  
Maguarachi  
Morales  
Ucamba  
Urrique  
Urachi

4,165,200 ha  
12 municipios  
Sierra Tarahumara  
Estado de Chihuahua

@TSustentable  
Proyecto Tarahumara Sustentable  
www.tarahumarasustentable.org.mx

### Objetivos principales del proyecto



### SOCIOS

CONANP /Ejecutores  
PNUMA /Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente /agencia implementadora  
WWF /Fondo Mundial para la Naturaleza /ejecutores  
gef /Fondo Mundial para el Medio Ambiente /fuente donante

"Construyendo una agenda común para la conservación y desarrollo de la Sierra Tarahumara"

## ESPECIES INDICADORAS DE LA Sierra Tarahumara

Chihuahua

NOMBRE COMÚN / NOMBRE CIENTÍFICO

- Alcazote
- Agüita real / *Agelaius phoeniceus*
- Ave del paraíso / *Trogon mexicanus*
- Resaca / *Salpinctes obsoletus*
- Buzardito espínoso / *Buteo swainsoni*
- Sapo realista / *Rhombophryne*
- Cacahote de las rocas / *Scaphiopus*
- Cacahote de muchas especies / *Scaphiopus*
- Chitapea / *Chitapea*
- Claytonia / *Claytonia*
- Coleo / *Coleo*
- Culebra de agua / *Ambystoma*
- Guasapares verde / *Guasapares*
- Guasapares silvestre / *Guasapares*
- Jaguar / *Panthera tigris*
- León / *Panthera leo*
- Nutria / *Castor canadensis*
- Organo pequeño patón / *Organum*
- Oso negro / *Ursus americanus*
- Pala de hierro / *Pala*
- Pinabete espínoso / *Pinus*
- Plano real / *Plano*
- Rana / *Rana*
- Salamandras tarahumara / *Salamandras*
- Solitario / *Solitario*
- Trogon elegante / *Trogon*
- Trogon orejón / *Trogon*
- Tritón apante del Conchos / *Tritón*
- Verde de la Sierra / *Verde*
- Acacia de la Sierra / *Acacia*
- Sotol de la Sierra / *Sotol*
- Maíz nativo / *Maíz*

ESTATUS DE CONSERVACIÓN (NOM-059-SEMARNAT-2009)

- EXTINGUIDO
- EN PELIGRO DE EXTINCIÓN
- EN PELIGRO
- PREOCUPANTE
- ESPECIE ENDEMICAS

Construyendo una agenda común para la conservación y desarrollo de la Sierra Tarahumara

CALENDARIO 2018

Construyendo una agenda común para la conservación y desarrollo de la Sierra Tarahumara



## *Componente III*

### Intervenciones a escala

- Identificación de sitios para las intervenciones piloto
- Planes para el manejo sustentable
- Actividades de campo





## Actividades y Productos

- 5 Regiones prioritarias.
- 50 Talleres.
- 3 EPJ para nuevas ANP's.
- 30 Reuniones para identificar sitios.
- 50 Comunidades en dialogo para proyectos de CB y SE.



## Actores

- 10 Organizaciones de la sociedad civil.
- 6 Unidades de manejo Forestal.
- 8 Municipios.
- 6 Inst. Gobierno del Estado.
- 5 Instituciones de Gobierno Federal.



## Actividades y Productos

- 10 Talleres.
- 2 Intercambios de experiencias
- 658 Personas capacitadas\*
- 45 Procedimientos de contratación en curso.
- 32 Propuestas de ADVS.
- 5 Propuestas de Certificación Forestal.
- 2 Proyectos de compensación ambiental.
- 88 Ejidos y comunidades.



## Actividades y Productos

- 4 PMF en ANP's
- 6 Monitoreo de especies prioritarias
- 3 Programas de Manejo de Fuego, Balleza, Guachochi, Ocampo y Bocoyna.
- 2 Proy. para conservación de *Picea chihuahuana*.
- 4 PUP y LCA.
- 5 Campañas educación ambiental



## Actores

- 10 Organizaciones de la sociedad civil.
- 6 UMAFORES.
- 8 Municipios.
- 2 Inst. Gobierno del Estado.
- 4 Inst. de Gobierno Federal



## Actores

- 10 OSC's .
- 6 UMAFORES.
- 8 Municipios.
- 2 Inst. Gobierno del Estado.
- 4 Instituciones de Gobierno Federal.
- 2 Centros de investigación.



# Actividades de campo enfocados a la conservación y producción sustentable



Taller “Ecotecnias en San Ignacio de Arareco”



Compensación Ambiental con CONAFOR y PTS



Programa de Conservación de Pinabete espinoso (*Picea chihuahuana*)



Agrobiodiversidad y agricultura sustentable



Taller “El manejo Forestal Sustentable y la Certificación Voluntaria en Chihuahua”



## Monitoreo de 6 especies prioritarias

- ✓ Guacamaya verde (*Ara militaris*)
- ✓ Nutria de río (*Lontra longicaudis*)
- ✓ Águila real (*Aquila chrysaetos*)
- ✓ Cotorra serrana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*)
- ✓ Sotol (*Dasylirom spp.*)
- ✓ Pinabete espinoso (*Picea chihuahuana*).



# 5 Programas de Educación Ambiental



Campañas de educación ambiental con la metodología de participación social.



# Proyecto Biodiversidad y Agricultura (*TEEB AgriFood*)

# Agricultura y biodiversidad

- La agricultura es la base de la seguridad alimentaria de los mexicanos. Es importante para el desarrollo social y económico.
- México ocupa primeros lugares en la producción de:
- Primero Aguacate y Zarcamora
- Segundo en Limón y Chile

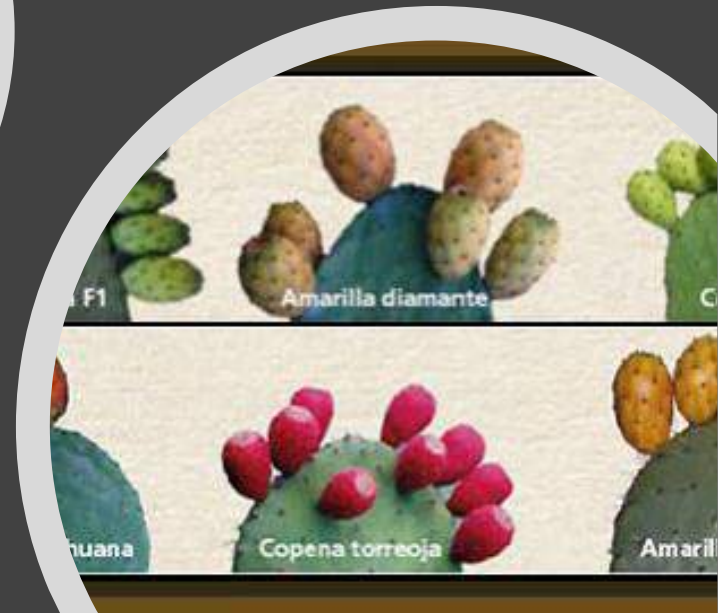


- Más de 6 millones de personas se dedican a la agricultura
- En 2017 la producción agrícola rebasó los 468 mil millones de pesos
- Nos ofrece material para comer, combustible, vestimenta entre otros



# Sin la biodiversidad no sería posible la producción agrícola

- La agrobiodiversidad se conforma de las distintas especies, variedades y razas vegetales, así como sus parientes silvestres
- A partir de especies silvestres se han originado y domesticado mas de 130 especies agrícolas como maíces, calabazas, frijoles, aguacates, nopales, cacao, vainilla, entre muchas otras



# BIODIVERSITY ECOSERVICES

Living Planet and Human Well-Being

## Servicios ecosistémicos

- Aprovechamiento
- Regulación
- Soporte
- Culturales



**PROVISIONING**  
Food



**PROVISIONING**  
Raw Materials



**REGULATING**  
Natural Disasters



**REGULATING**  
Pollination



**CULTURE**  
Tourism



**PROVISIONING**  
Fresh Water



**PROVISIONING**  
Medicinal Resources



**REGULATING**  
Waste-Water Treatment



**REGULATING**  
Biological Control



**CULTURE**  
Recreation and Health



**REGULATING**  
Local Climate



**REGULATING**  
Carbon Storage



**REGULATING**  
Erosion and Fertility



**HABITAT**  
Species and Ecosystems



**HABITAT**  
Genetic Diversity

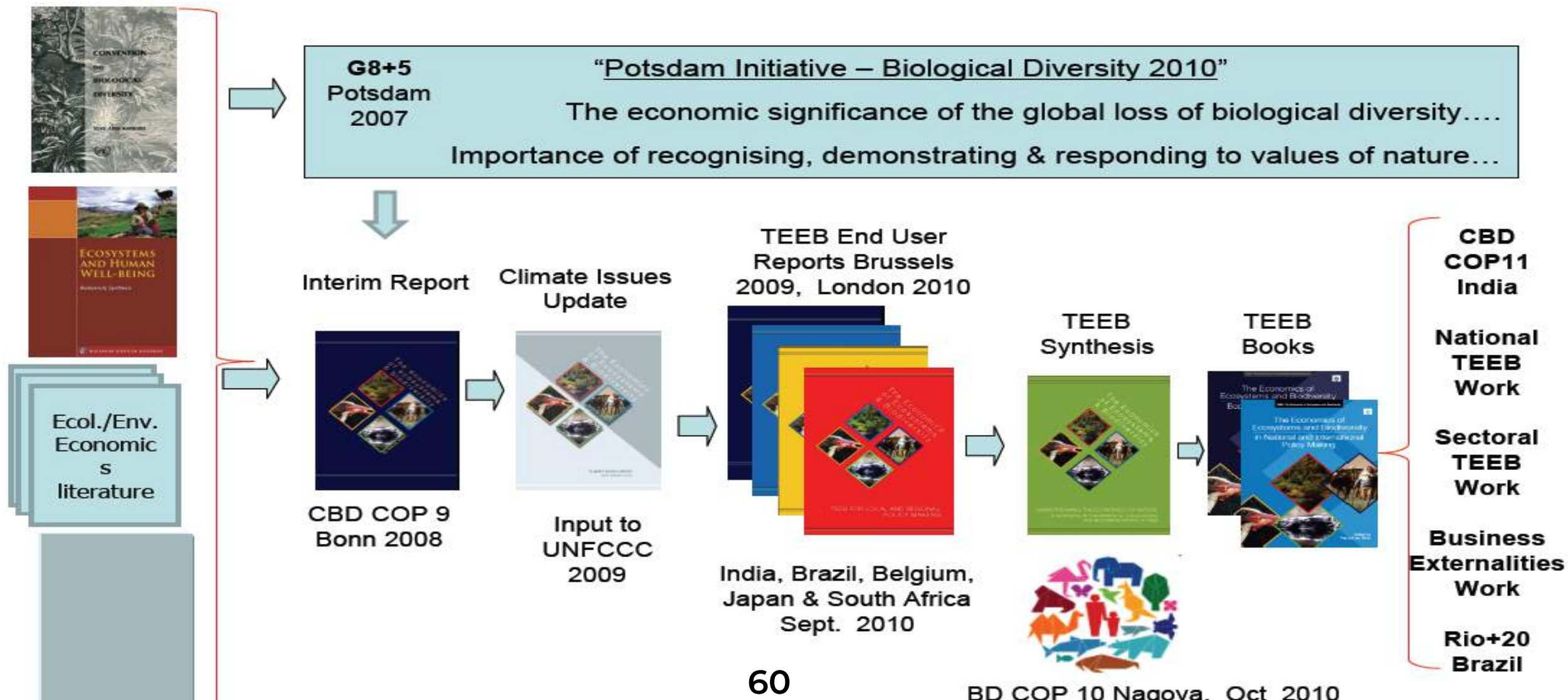


**CULTURE**  
Spiritual Experience



**CULTURE**  
Aesthetic Appreciation

## Iniciativa TEEB (2008-2012)







## TEEB for Agriculture & Food

An initiative of 'The Economics of Ecosystems and Biodiversity' (TEEB)

TEEBAgriFood

Information Materials

Events

Media

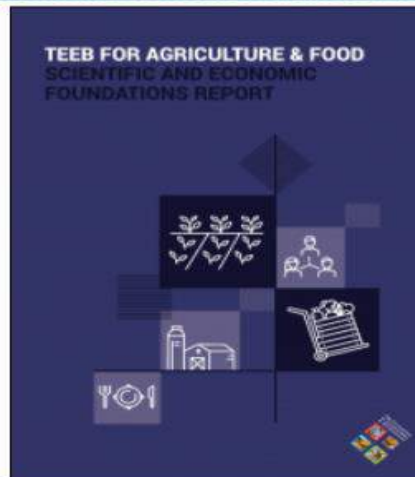
Team

TEEB

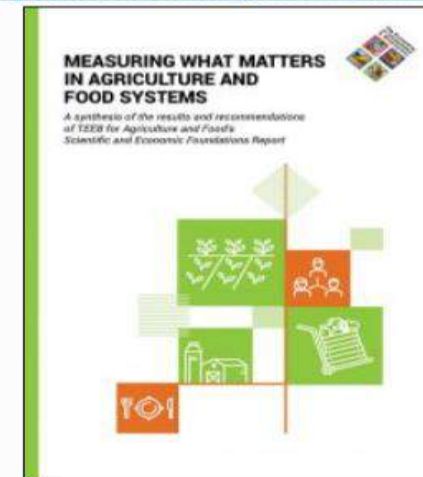
Contact

Scientific and Economic Foundations

### Scientific and Economic Foundations Report



### Measuring what matters in agriculture and food systems



Informe de Bases Científicas y Económicas de TEEB para la Agricultura y la Alimentación ([www.teebweb.org/agrifood](http://www.teebweb.org/agrifood))

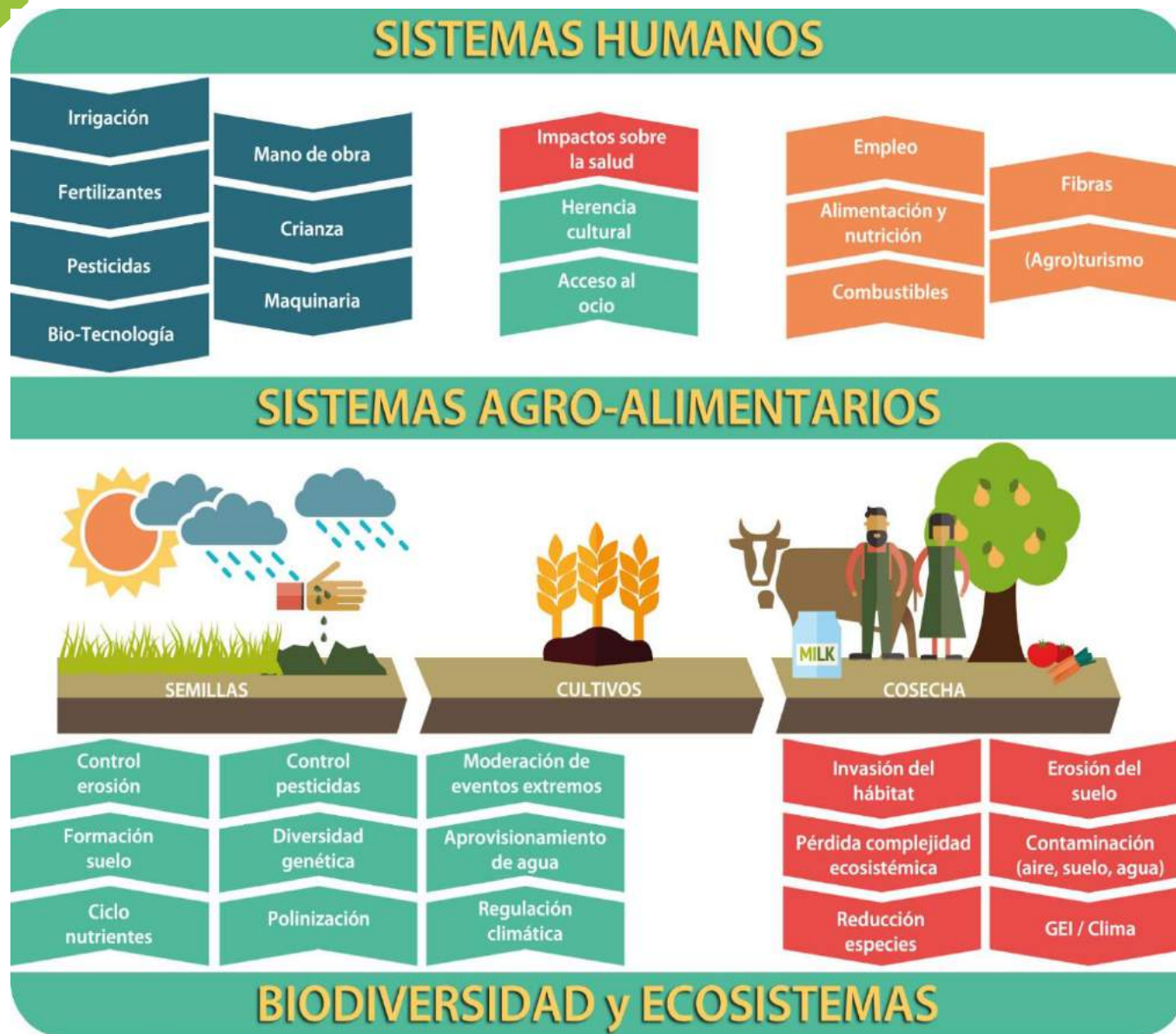


## TEEB AgriFood Acciones

1. **Identificar políticas o intervenciones** relacionadas con las actividades agropecuarias y el medio ambiente
2. **Definir el alcance del estudio** que informará estas políticas o intervenciones e identificará los indicadores claves
3. **Determinar y contratar a los expertos** que van a hacer la investigación siguiendo el Marco TEEB AgriFood, definir las necesidades de información y seleccionar los métodos
4. **Hacer modelos** espaciales, medir los servicios ecosistémicos, evaluar y valorar impactos socio-económicos, **presentar resultados**
5. **Identificar** y describir los pros y los contras de las **opciones de políticas**, incluidos los impactos distributivos
6. **Revisar, refinar e informar:** producir una respuesta a cada una de las preguntas – comunicar a sectores clave



# Los flujos visibles e invisibles de los sistemas agrícolas y de alimentación



■ Inputs   
 ■ Outputs   
 ■ Flujos invisibles positivos   
 ■ Flujos invisibles negativos

# Proyecto TEEB para la Promoción de un sector Agrícola y Alimento más Sostenible



## Países

Colombia, Brasil, India, China, Tailandia, Indonesia, Malasia, Tanzania y Kenia

México



## Agencias Implementadoras

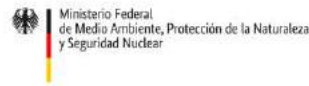


## Socios:



## Financiado por:

Por encargo de:



de la República Federal de Alemania



Componentes 1 y 5

# Proyecto Integración de la Biodiversidad en la Agricultura Mexicana (IKI-IBA)

Componentes 2,3,4

# Iniciativa Biodiversidad y Agricultura en México

ONU Medio Ambiente

GIZ

FAO México

SEMARNAT

Secretaría de Salud

SADER

CONABIO

Cámara de Senadores

Cámara de Diputados

CONANP

## Comité Directivo TEEB AgriFood

CONAGUA

INIFAP

Asociación Nacional de Empresas Comercializadoras de Productores del Campo

INECC

CIMMYT

Fundación Gonzalo Río Arronte



INICIATIVA BIODIVERSIDAD Y AGRICULTURA EN MÉXICO:

**TEEBAgriFood México**

RESALTAR LOS VALORES  
DE LA NATURALEZA<sup>®</sup>  
PARA UN SECTOR  
AGROALIMENTARIO  
SOSTENIBLE

# Opciones de estudio

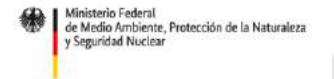
## TEEBAgriFood – México



Programa de las Naciones  
Unidas para el Medio Ambiente



Por encargo de:



de la República Federal de Alemania

# Cintéotl – Chjöö – Maíz – Maize - Mais

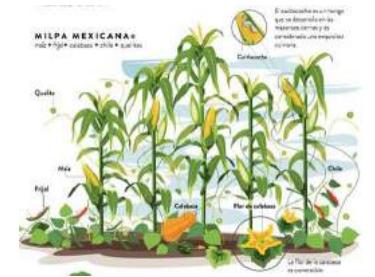
- Podría analizar las disyuntivas existentes entre, la obtención de **altos rendimientos para reducir la dependencia de las importaciones**, y, por otra, analizar los **factores ambientales como el uso y la contaminación del agua, el uso de la energía y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)**.
- También podría hacer especial hincapié en la **sostenibilidad a largo plazo de intensificar la producción de maíz y el analizar el agotamiento de la fertilidad del suelo** en comparación con los enfoques tradicionales.





# Milpa – milpan – milpa – maifield

- Se podría realizar una evaluación nacional de su **contribución a la seguridad alimentaria**, y analizar la diferencia en los medios de vida entre las **pequeñas explotaciones de cultivos comerciales y las que mantienen un sistema más diverso**.
- Se puede medir el **valor no comercial de los servicios de los ecosistemas**, incluidos los servicios culturales
- Además, se podría ver la **interrelación entre el capital natural basado en la tierra y el capital social**, con la creación de empleo o la prevención de la migración.



# Café – cafetzin – kjøxú – Coffee – cafe

- **Disyuntiva entre la protección de la biodiversidad y el volumen de ingresos en los sistemas agroforestales**, por lo que los costos de los servicios de los ecosistemas debidos a la intensificación se deben sopesar en contraposición con los beneficios de aumentar los ingresos
- Los **sistemas de certificación** (“cultivado bajo sombra”) pueden compensar los menores ingresos en los contextos diversificados



# Sistema silvopastoril

- Puede **ayudar a reducir la erosión del suelo y la escorrentía de nutrientes**. Se podría cuantificar y valorar esas externalidades y disyuntivas
- Generalmente los programas de pago por servicios de los ecosistemas orientados a la conservación de los bosques han demostrado tener pocos beneficios económicos, **redirigir los recursos para favorecer estos sistemas quizá puede ofrecer una mayor rentabilidad de la inversión**



# Agenda 2030



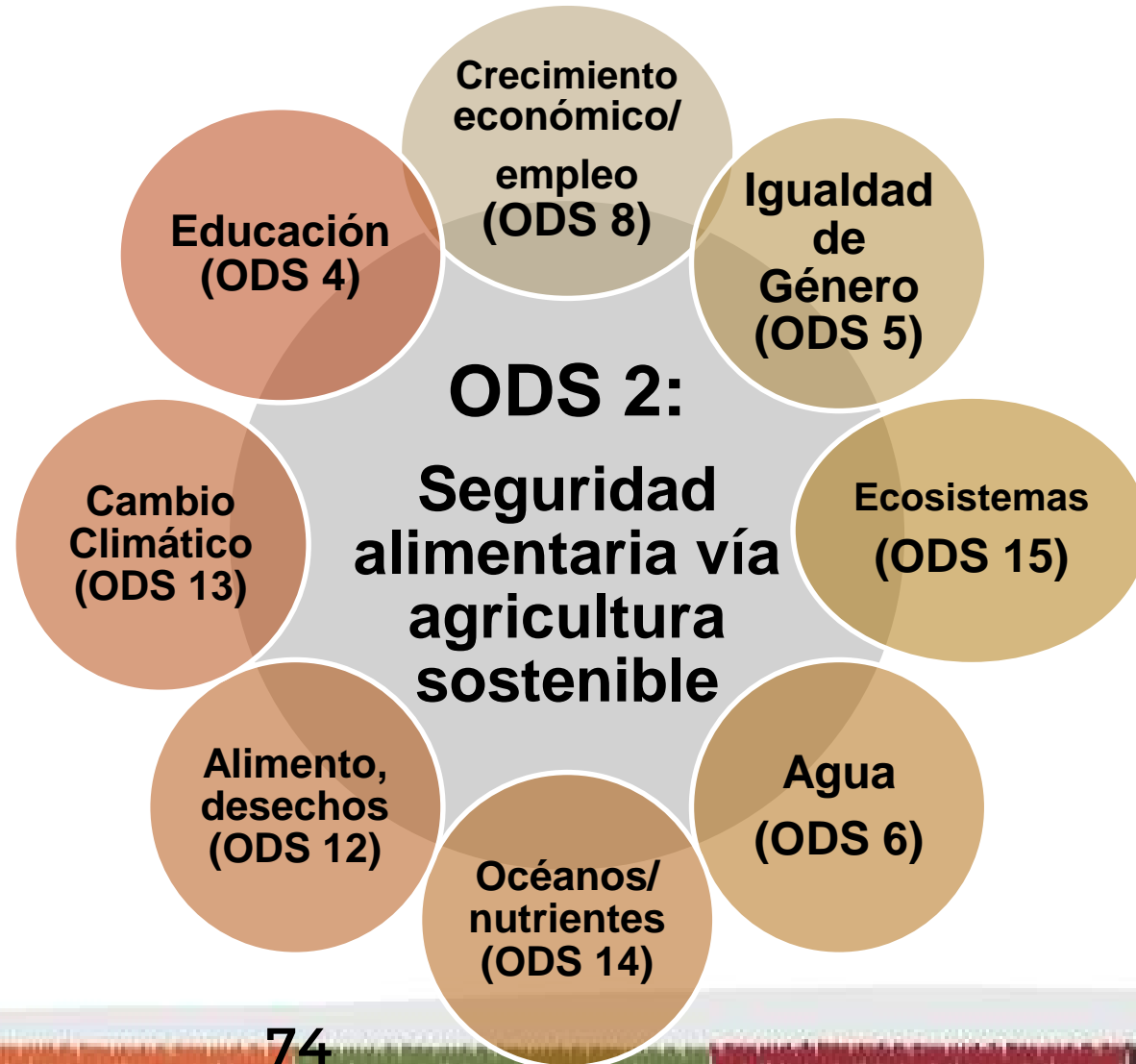
# 17 OBJETIVOS, 169 METAS, [229 INDICADORES]



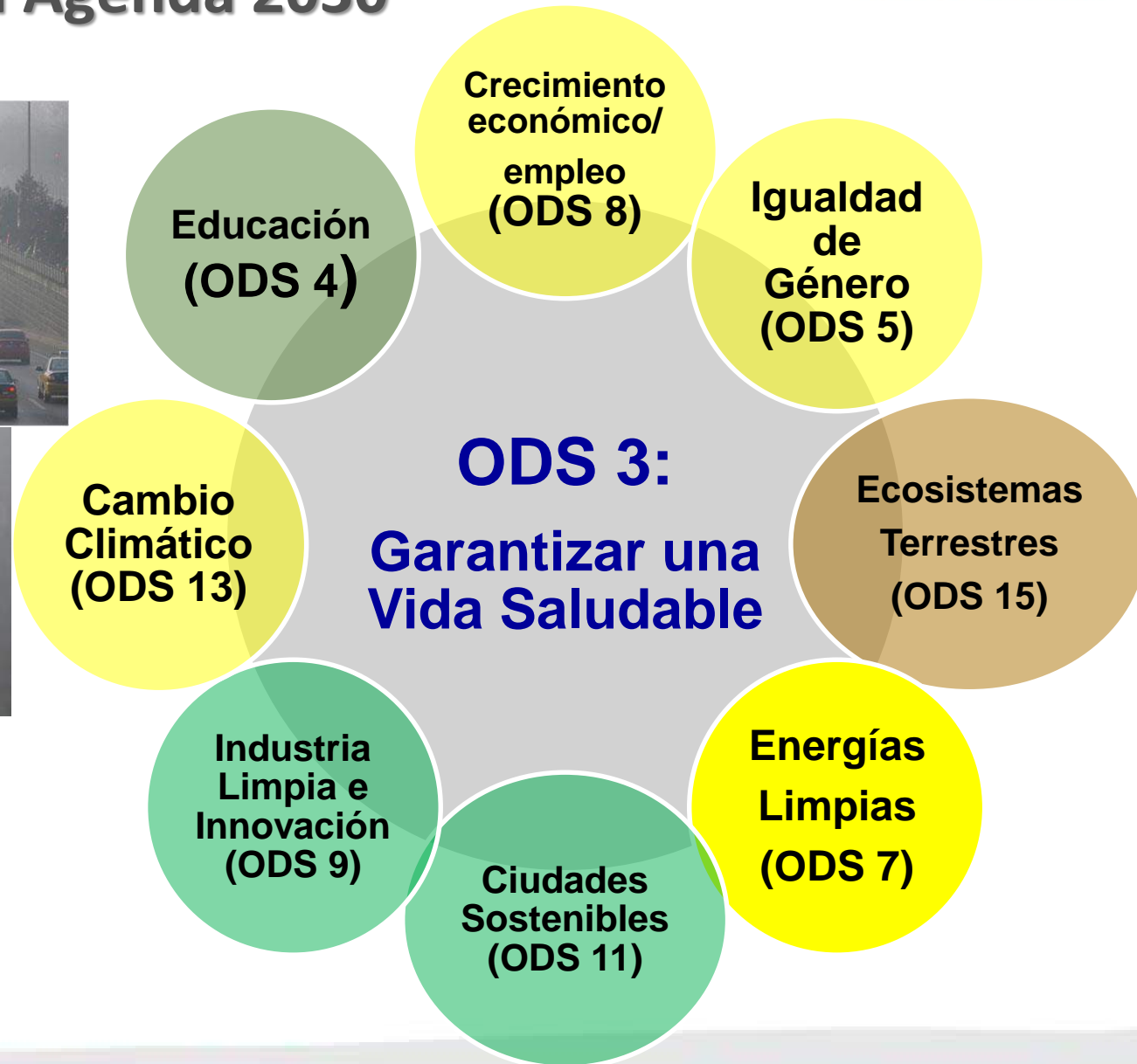
[Portada](#) [2015](#) [Secretario General](#) [Objetivos](#) [Actuemos](#) [Eventos](#) [Noticias](#) [Mira y escucha](#)



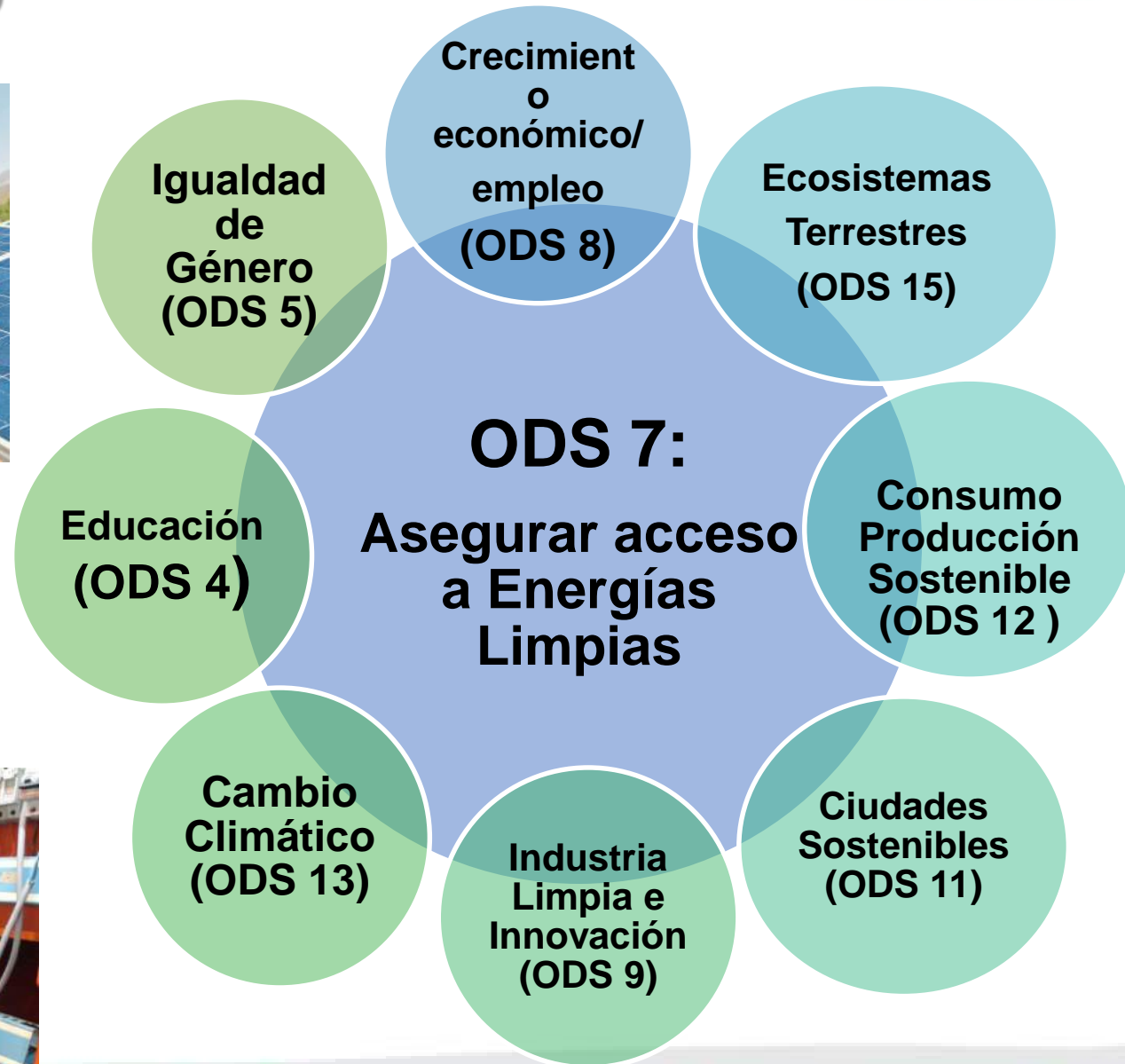
## Integración a través de la Agrupación



# Enfoque Integrado de la Contaminación Atmosférica en la Agenda 2030



# Enfoque Integrado de las Energías Limpias En la Agenda 2030





# Dolores Barrientos Alemán



**Representante en México**  
**Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente**

Email: [dolores.barrientos@un.org](mailto:dolores.barrientos@un.org)

[www.unenvironment.org](http://www.unenvironment.org)

[www.pnuma.org](http://www.pnuma.org)



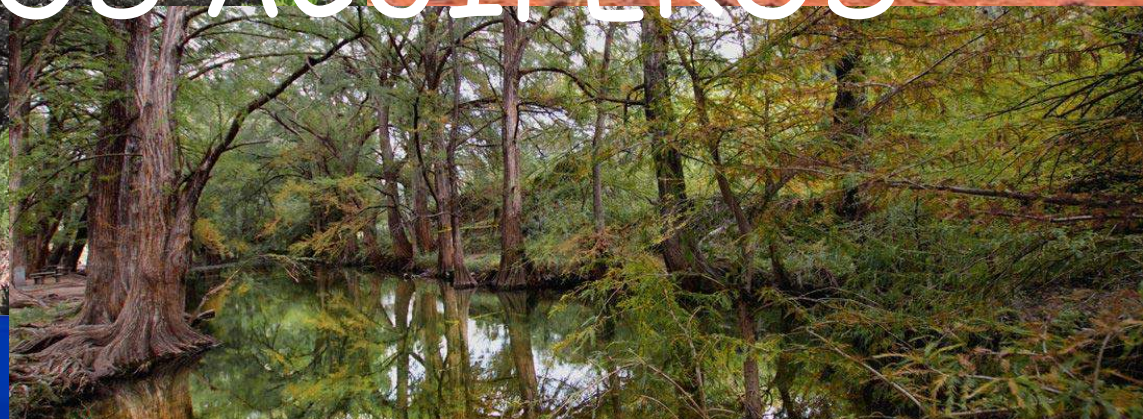


**GTO**

**Grandeza de México**



# MANEJO DE ANP'S COMO ESTRATEGIA DE RECARGA DE MANTOS ACUÍFEROS



# PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL

Instrumentos de Planeación y Ordenamiento Territorial

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO  
**GUANAJUATO 2040**  
CONSTRUYENDO EL FUTURO



**PEDUOET**  
PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO URBANO  
Y DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL

Programas Regionales



Programas Metropolitanos



Programas Municipales



Programa Parciales



El PEDUOET, es un instrumento de planeación territorial que reconoce a cada uno de los sectores y actividades productivas de nuestro Estado, ubicándolas, geográficamente, en zonas adecuadas para garantizar el desarrollo sostenible.

Constituye las políticas federales de ordenamiento ecológico y de asentamientos humanos; guiando la política territorial para los 46 municipios de Guanajuato.

Esto lo convierte en un modelo a seguir para el resto del país, ya que es pionero a nivel nacional.

# PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL



Consolida el ordenamiento territorial, mediante la delimitación de 817 zonas homogéneas por las características de su suelo, relieve, vegetación y población; llamadas, Unidades de Gestión Ambiental y Territorial (UGAT).

Por ello, el PEDUOET integra el reconocimiento de usos del suelo para aprovechamiento sustentable, conservación, protección y restauración dónde se determinan las actividades compatibles e incompatibles dentro de las UGAT.

# ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS



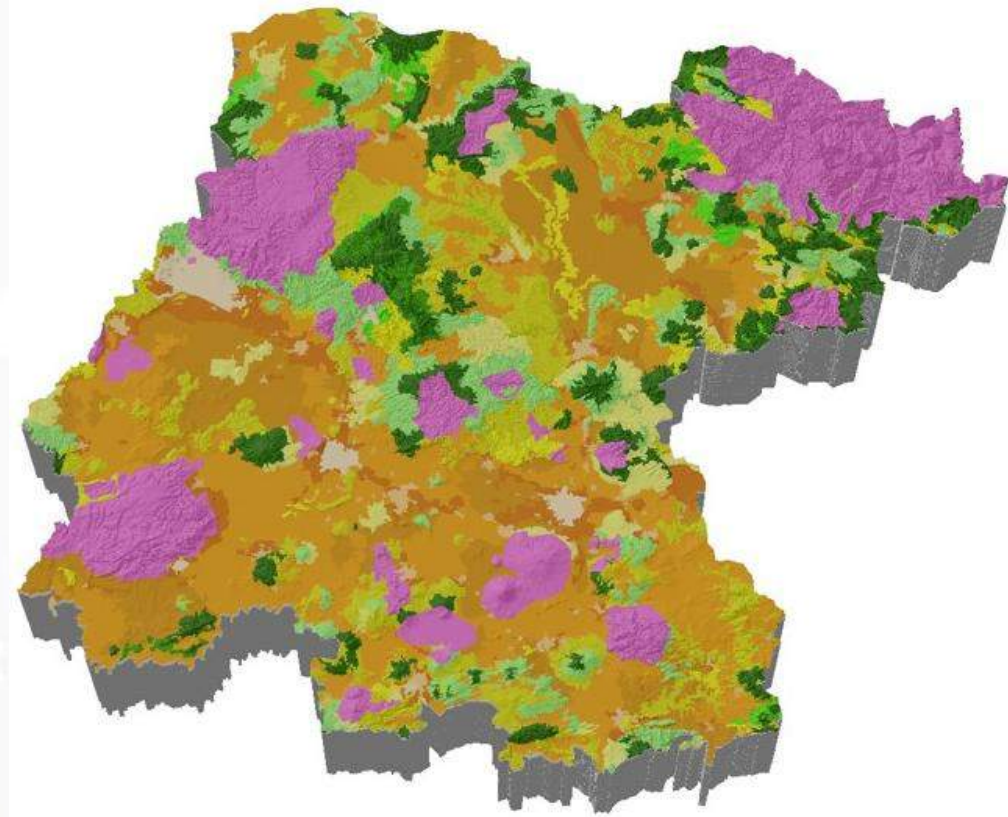
El gobierno del Estado de Guanajuato estableció Áreas Naturales Protegidas, con el *objetivo* de protegerlas para la conservación de los ecosistemas, paisajes, especies y sus recursos genéticos, así como los valores culturales que forman parte del patrimonio natural de sus habitantes.

# ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN GUANAJUATO

Actualmente cuenta con 23 ANP con decreto bajo la jurisdicción estatal y una federal.

Otros instrumentos de conservación complementarios que se han impulsado son las ANP municipales (se han decretado una en León y tres en Celaya) y;

Las áreas destinadas voluntariamente a la conservación (dos en San Miguel de Allende);



La superficie de protección es de 608,408.72 Has.

# ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN GUANAJUATO

Existen cinco categorías estatales (Reservas de Conservación, Área de Uso Sustentable, Área de Preservación Ecológica, Monumento Natural, Parque Ecológico) y una federal (Reserva de la Biosfera). La mayor superficie y cantidad de ANP se encuentra en la categoría de Área de Uso Sustentable.

## LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS ESTATALES

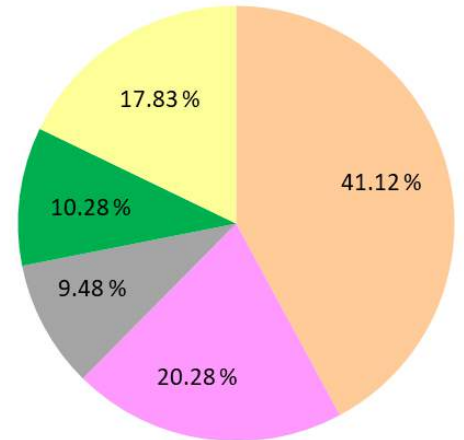
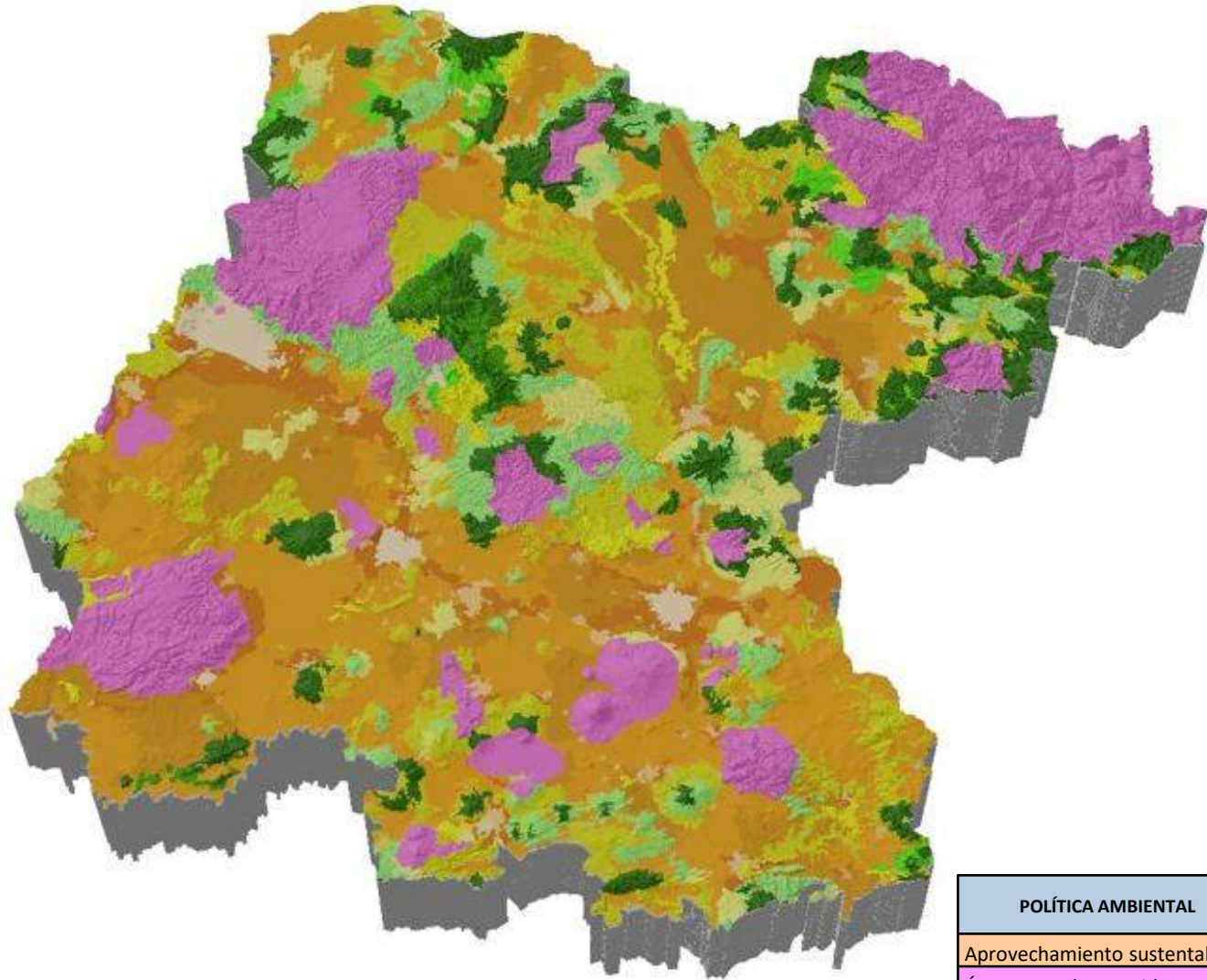
1. Cerro de Arandas - Irapuato
2. Cerro de los Amoles - Moroleón y Yuriria.
3. Cerro del Cubilete - Guanajuato y Silao.
4. Cerro del Palenque - Purísima del Rincón.
5. Cerros del Culiacán y La Gavia - Cortazar, Jaral del Progreso, Salvatierra y Celaya.
6. Cuenca Alta del Río Temascalatío - Salamanca y Juventino Rosas.
7. Cuenca de la Esperanza - Guanajuato.
8. Cuenca de la Soledad - Guanajuato.
9. Lago Cráter La Joya - Yuriria.



# ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN GUANAJUATO

10. Laguna de Yuriria - Yuriria, Valle de Santiago y Salvatierra.
11. Las Fuentes - Juventino Rosas y Salamanca.
12. Las Musas - Manuel Doblado.
13. Megaparque Bicentenario - Dolores Hidalgo.
14. Parque Metropolitano - León.
15. Peña Alta - San Diego de la Unión.
16. Pinal del Zamorano - Tierra Blanca y San José Iturbide.
17. Presa de la Purísima - Guanajuato.
18. Presa de Neutla - Comonfort.
19. Presa de Silva - San Francisco del Rincón y Purísima del Rincón.
20. Región Volcánica Siete Luminarias - Valle de Santiago.
21. Sierra de Lobos - León, Ocampo, San Felipe y Silao.
22. Sierra de Los Agustinos - Acámbaro, Jerécuaro y Tarimoro.
23. Sierra de Pénjamo - Cuerámbaro, Manuel Doblado y Pénjamo.

# ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN GUANAJUATO



- Aprovechamiento sustentable (422 UGAT)
- Área Natural Protegida (30 UGAT)
- Conservación (92 UGAT)
- Protección (90 UGAT)
- Restauración (182 UGAT)

POLÍTICA AMBIENTAL	2014		2019	
	Superficie (%)	Núm. UGAT	Superficie (%)	Núm. UGAT
Aprovechamiento sustentable	41.11	421	42.12	422
Área Natural Protegida	19.84	24	20.28	30
Conservación	8.07	57	9.48	92
Protección	9.07	58	10.28	90
Restauración	21.91	200	17.83	182

# ÁREA NATURAL PROTEGIDA "SIERRA DE LOBOS"




 Categoría

Área de Uso Sustentable

 Ubicación

León, Ocampo, San Felipe, Silao

 Superficie

127.058 ha

VOLKSWAGEN DE MÉXICO Invirtió en un período de 6 años \$ 5,181,800.00 (cinco millones ciento ochenta y un mil ochocientos pesos) para llevar a cabo el proyecto "Restauración y Cosecha de Agua en el Área Natural Protegida Sierra de Lobos".

# ÁREA NATURAL PROTEGIDA "SIERRA DE LOBOS"

Existe un parteaguas: antes y después del proyecto en sus habitantes beneficiados: al inicio desconfianza y desarraigo de sus predios: al final un gusto por ver cómo ha cambiado el panorama, por sus árboles; por ver venados que no habían visto nunca, por ver muchas aves y fauna que ha regresado a la zona.

**2012**



**16,663.38 ton\*114 has/año**

**2018**

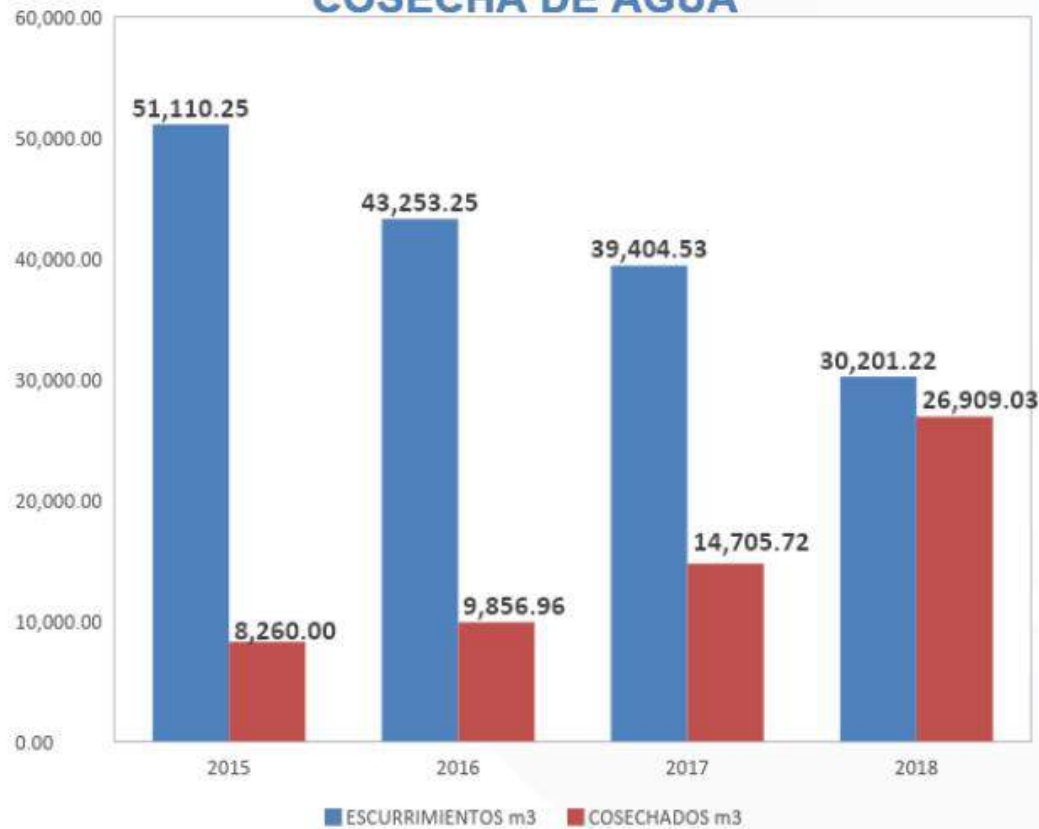


**483.36 ton\*114 has/año**

# ÁREA NATURAL PROTEGIDA "SIERRA DE LOBOS"



## COSECHA DE AGUA



**163,970.25m<sup>3</sup>**

Captados en tinas ciegas  
2012 - 2018 a través de los  
escurrimientos superficiales.

**59,731.31m<sup>3</sup>**

Cosechados de 2012 –  
2018 gracias a las obras de  
conservación y  
restauración.

# ÁREA NATURAL PROTEGIDA "SIERRA DE LOBOS"

## Resultados Consolidados

2012 - 2018



**114**

Hectáreas Reforestadas



**35,568**

Tinas Ciegas



**152,040**

Arboles plantados



**3**

Bordos de captación de agua pluvial 3,500m<sup>3</sup>



**114**

Hectáreas con mantenimiento de obras de conservación de suelo y agua



**5.4 km**

De cercado para exclusión de ganado



**7 km**

De apertura y mantenimiento de brecha corta fuego

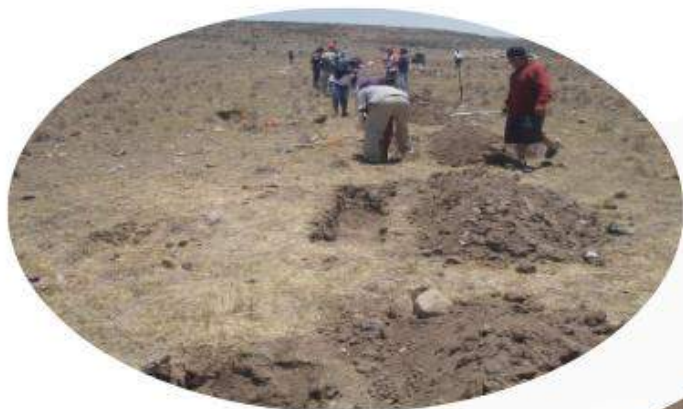


**6**

Ecotecnias: baños secos, techos captadores de agua pluvial, cisternas para la captación de agua.

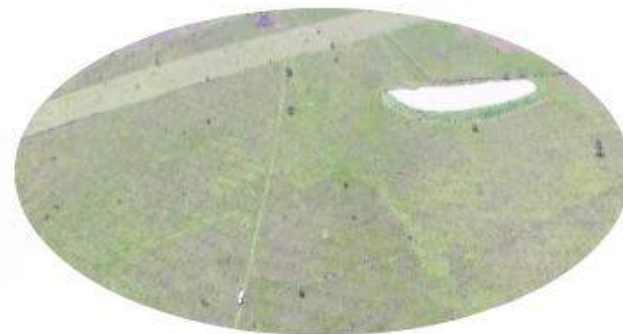
# ÁREA NATURAL PROTEGIDA "SIERRA DE LOBOS"

2012



# ÁREA NATURAL PROTEGIDA "SIERRA DE LOBOS"

2018





# AREA NATURAL PROTEGIDA "CUENCA DE LA ESPERANZA"



 Categoría  
Reserva de Conservación

 Ubicación  
Guanajuato

 Superficie  
1832,65 ha

VOLKSWAGEN DE MÉXICO Invertirá en un período de 4 años \$ 11,083,563.00 (once millones ochenta y tres mil quinientos sesenta y tres pesos) para llevar a cabo el proyecto "Acciones de conservación y restauración en 300 has en las ANP's Cuenca de la Esperanza y Cuenca de la Soledad".

# ÁREA NATURAL PROTEGIDA "CUENCA DE LA SOLEDAD"



📍 Categoría

Área de Preservación Ecológica

📖 Ubicación

Guanajuato

🖼️ Superficie

2782,01 ha

Obras de Conservación de Suelo y Agua en 300 Has en 5 años.

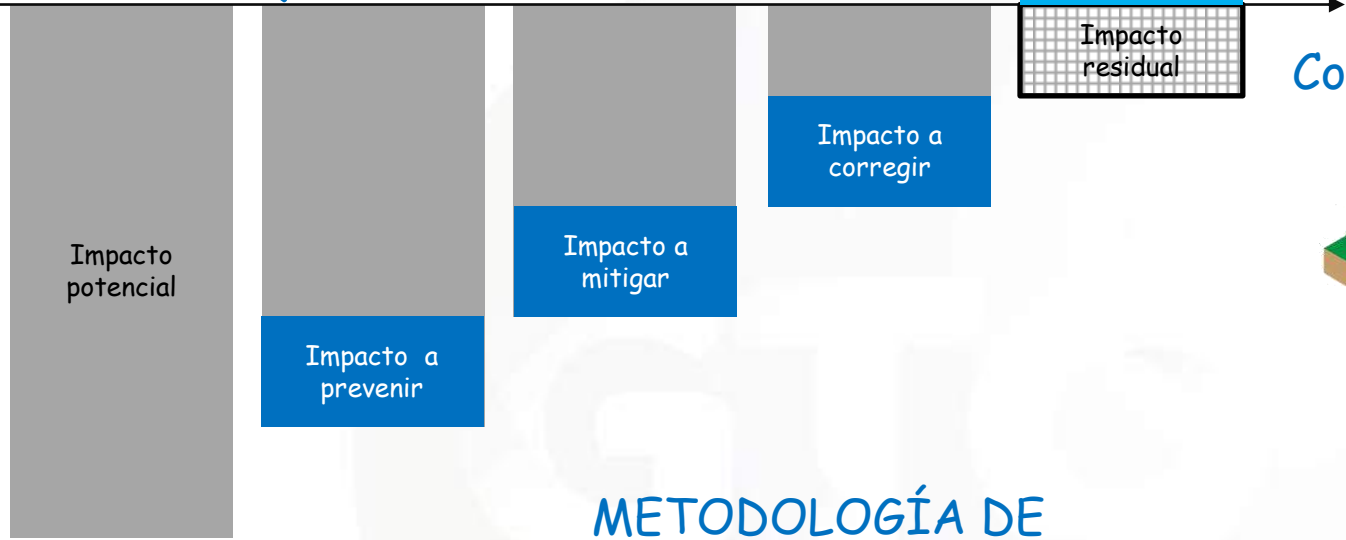
Cercado perimetral.

Plantación y vivero rústico.

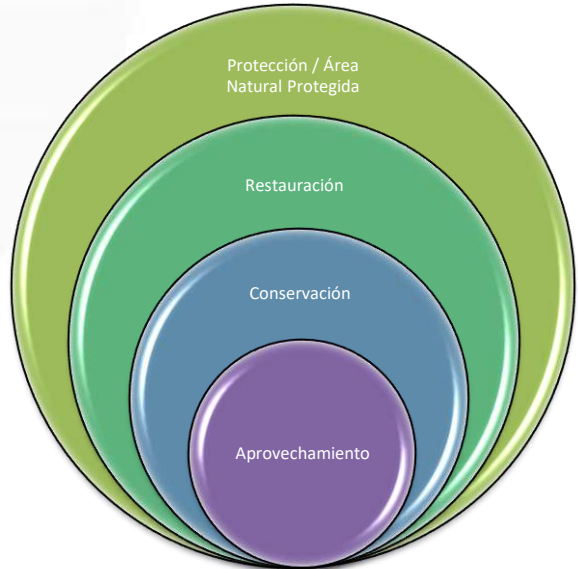
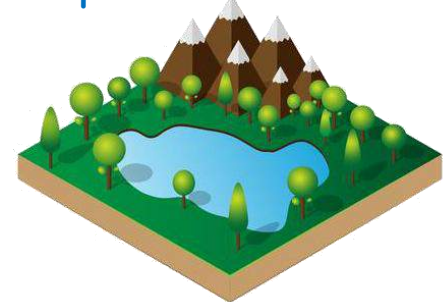
Entre otras.

# PRINCIPIO BÁSICO: JERARQUÍA DE LA MITIGACIÓN

BIODIVERSIDAD



Compensación en ANPs



METODOLOGÍA DE  
DESARROLLO PROPIO:  
Ponderación de impacto  
a factores ambientales  
en base a su ubicación  
con respecto del

**PEDUOET**  
Programa Estatal de Desarrollo  
Urbano y Ordenamiento  
Territorial

Identificación de  
factores impactados  
por el proyecto



NPN= No perdida neta

# METODOLOGÍA DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL EN BASE A PONDERACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES CON RESPECTO A SU UBICACIÓN

2019

2,345 Has  
intervenidas

48,370m<sup>3</sup> de  
agua  
capturados



# Guanajuato

• la Casa Común •

Por la Grandeza Ambiental

GRACIAS  
POR SU  
ATENCI  
ÓN



**GTO**

**Grandeza de México**





## La Industria, el Cambio Climático Y las ventajas Tecnológicas.

### Impuestos verdes



25 de septiembre de 2019





## Crisis Climática

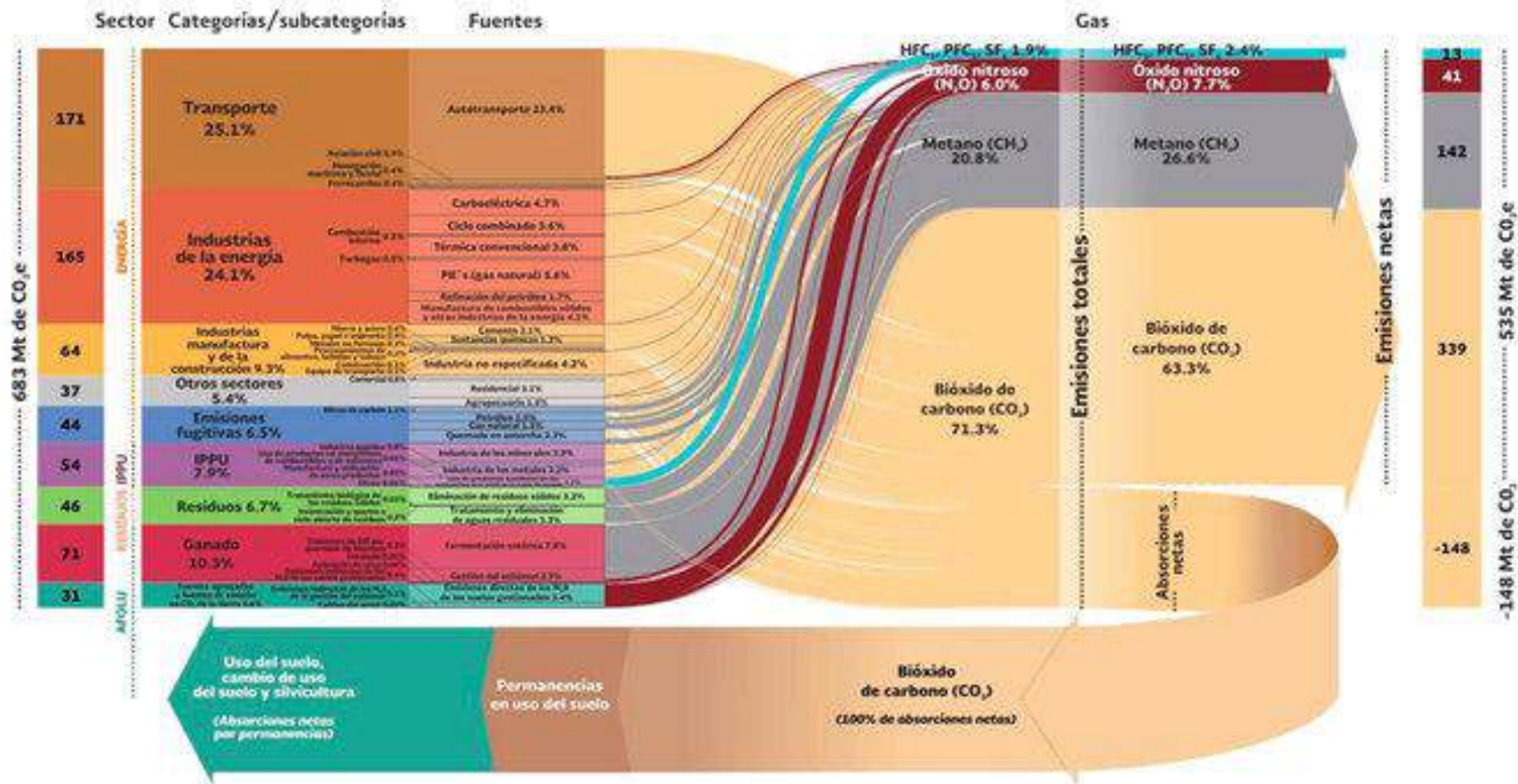
Greta Thunberg  
Huelga Escolar 2018  
Parlamento Sueco.





Huelga Escolar 20 septiembre 2019.  
En todo el mundo.





## ▶ LAS 10 CLAVES DEL ACUERDO DE PARÍS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

### OBJETIVO GLOBAL

- Mantener el incremento de la temperatura global "muy por debajo de los 2°C", respecto a los niveles pre industriales.
- Proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento a 1,5 °C y evitar así efectos catastróficos para los países más vulnerables.

### APLICACIÓN

- Se espera que los 195 países firmen de manera simbólica el acuerdo entre abril del 2016 y abril del 2017.
- El acuerdo de París entrará en vigor 30 días después de que al menos 55 países u organizaciones de países, que sumen el 55% de las emisiones globales, lo hayan ratificado a nivel nacional.

### FORMA LEGAL

- Documento final compuesto por el Acuerdo (18 pag. en su versión en español), con estatus de tratado internacional legalmente vinculante, y una Decisión que lo acompaña, no legalmente vinculante.
- Por el momento, no se plantean sanciones para los países que no cumplen con los compromisos. En los próximos años, se definirán reglamentos para desarrollar puntos específicos del acuerdo.

### BALANCE GLOBAL Y TRANSPARENCIA

- Establece un mecanismo de balance del avance colectivo en el cumplimiento de los objetivos del acuerdo. Se realizará por primera vez en el 2023 y luego cada 5 años.
- Los países deben publicar periódicamente sus inventarios de emisiones, así como información sobre la implementación de las contribuciones nacionales y aportes en financiamiento, entre otros. La información se someterá a un examen técnico por expertos, que será transparente y no punitivo.

### MECANISMOS REPOTENCIADOS

- Queda legitimado en el acuerdo el mecanismo REDD+, reconociendo así el rol de los bosques en la lucha contra el cambio climático.
- También legitima el mecanismo de desarrollo y transferencia de tecnología.
- Además, se crea un mecanismo de desarrollo sostenible, que promoverá la mitigación de las emisiones de GEI, fomentando al mismo tiempo el desarrollo sostenible de los países.

### PÉRDIDAS Y DAÑOS

- Son los efectos del cambio climático a los cuales un país ya no se puede adaptar, como las tormentas extremas o la subida del nivel del mar. Queda finalmente como un elemento independiente en el acuerdo.
- Acuerdo reconoce la necesidad de medidas y apoyo con respecto a las pérdidas y los daños, pero no establece metas concretas en cuanto a indemnización. El Mecanismo Internacional de Varsovia se mantiene.

### REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI

- Meta a largo plazo: Emisiones deberían alcanzar su punto máximo "lo antes posible" y a partir de ese momento "reducirse rápidamente".
- Lograr el equilibrio entre los gases emitidos y los que pueden ser absorbidos en la segunda mitad del siglo, en otras palabras ser carbono neutral.

### CONTRIBUCIONES NACIONALES

- Todos los países deben comunicar cada 5 años sus contribuciones de reducción de emisiones de GEI.
- Cada nueva contribución debe ser más ambiciosa que la anterior.
- Más de 155 países, que suman más de 95% de las emisiones globales, ya presentaron su contribución tentativa. Los países presentaran sus contribuciones oficiales al ratificar el acuerdo.

### RESPONSABILIDAD Y FINANCIAMIENTO

- Reconoce la responsabilidad histórica de los países desarrollados y se les exige continuar mostrando liderazgo en la lucha contra el cambio climático.
- Obligación clara de proveer apoyo financiero a los países en desarrollo, de manera balanceada entre mitigación y adaptación.
- Meta de US\$100,000 millones anuales de financiamiento como mínimo a partir del 2020. Deberá existir predictibilidad, con información cuantificable de los aportes de los países publicada cada 2 años.

### ADAPTACIÓN

- Por primera vez, incluye una meta global cualitativa en adaptación, que consiste en aumentar la capacidad de adaptación, fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático.
- Establece como fin proteger a las personas, los medios de vida y los ecosistemas, teniendo en cuenta las necesidades urgentes e inmediatas de los países más vulnerables.
- Pide que los países presenten de manera periódica reportes cuanto a problemáticas y avances en adaptación.

ACUERDO DE PARÍS

*"Nos han entregado un acuerdo que todos podemos llevar a casa. Sabemos que es difícil mantener la atención de 195 países, no podemos darle gusto a todos, pero nos vamos con un mensaje: todos estamos comprometidos a lograr un futuro seguro."*

Islas Marshall (isla vulnerable del Pacífico)

\*GEI: Gases de efecto invernadero, principalmente el CO<sub>2</sub> y el metano.

# Los Gobiernos de los Estados cuenta con facultades para legislar impuestos verdes, derivado de lo establecido en el art. 30 de la Ley General de Cambio Climático:

Ley General de Cambio Climático

Artículo 30. ...las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, implementarán acciones para la adaptación conforme a las disposiciones siguientes:

(...)

III. Proponer e impulsar mecanismos de recaudación y obtención de recursos, para destinarlos a la protección y reubicación de los asentamientos humanos más vulnerables ante los efectos del cambio climático;



En sesión del día 11 de febrero de 2019, por mayoría de 9 votos, el pleno de la SCJN avaló el proyecto de la ministra Norma Piña Hernández y declaró que **esta facultad en materia ambiental no es exclusiva de la Federación.**

Como ejemplo de ello, se declaró la constitucionalidad de los artículos de la Ley de Hacienda del Estado de Zacatecas, donde se prevén impuestos por concepto de remediación ambiental por extracción de minerales; **emisión de gases a la atmósfera**; emisión de contaminantes al suelo, subsuelo y agua, y por depósito o almacenamiento.



La mayoría de los ministros coincidió que el Congreso de la Unión no tiene la atribución exclusiva de legislar en materia de contribuciones, porque las contribuciones se encuentran encaminadas a hacer efectivos los objetivos y atribuciones, tanto de la Federación como de los Estados y municipios, lo que implica que cada uno en su esfera de competencia puede establecer diversos gravámenes.

No se deben legislar contribuciones en las que exista una relación directa entre el objeto de la contribución y una competencia destinada a la Federación.

Ej. Explotación minera

(Minerales o sustancias a que hace referencia el art. 4 de la Ley Minera).





## ¿Qué sigue?

Que el Ejecutivo Estatal, a través presente al Congreso del Estado, una iniciativa de reforma que adicione la Ley de Ingresos del Estado de Nuevo León, a fin de proponer e impulsar mecanismos de recaudación y obtención de recursos, para destinarlos a la protección y reubicación de los asentamientos humanos más vulnerables ante los efectos del cambio climático.

Pero no solo eso, con base en el criterio de la SCJN podría explorarse la posibilidad de legislar respecto a impuestos por concepto de:

- Emisión de gases a la atmósfera
- Emisión de contaminantes al suelo, subsuelo y agua
- Por depósito o almacenamiento.

## ACCIONES DE LOS ESTADOS

1. Diagnóstico en materia de gases efecto invernadero, que identifiquen las actividades de competencia estatal, que incidan de mayor manera, conforme al Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y Vulnerabilidad del Estado ante el Cambio Climático Global.
2. Exposición de motivos y propuesta de iniciativa de reforma que adicione la Ley de Ingresos del Estado de Nuevo León.
3. Manual de operación y procedimientos relativo al uso y destino de los recursos fiscales obtenidos por la fiscalización derivado de la ejecución de obras y actividades de competencia estatal que se graven, para destinarlos a la protección y reubicación de los asentamientos humanos más vulnerables ante los efectos del cambio climático; así como para la asignación y aplicación de incentivos fiscales para la ejecución de proyectos de inversión verdes.

# ¿QUÉ PODEMOS HACER NOSOTROS?

1. Informarnos, alzar la voz y actuar.
2. Usar bicicleta, transporte público, compartir auto.
3. Utilizar envases que no estén en plástico, reutilizar, reciclar.
4. Demandar uso de energía renovables.
5. Exigir Leyes que disminuyan residuos.

# Iniciativa de la Ley General de Envases, Empaques y Embalajes.

La Diputada Silvia Garza Galván propuso esta iniciativa que plantea cuatro clasificaciones;

1. Cien por ciento biodegradables.
2. Cien por ciento reciclables.
3. No reciclables al cien por ciento.
4. No biodegradables y no reciclables.

# CONTACTO

Sergio Herrera Torres

[sergio.herrera@gmbabogados.com.mx](mailto:sergio.herrera@gmbabogados.com.mx)

Javier Govea Soria

[javier.govea@gmbabogados.com.mx](mailto:javier.govea@gmbabogados.com.mx)

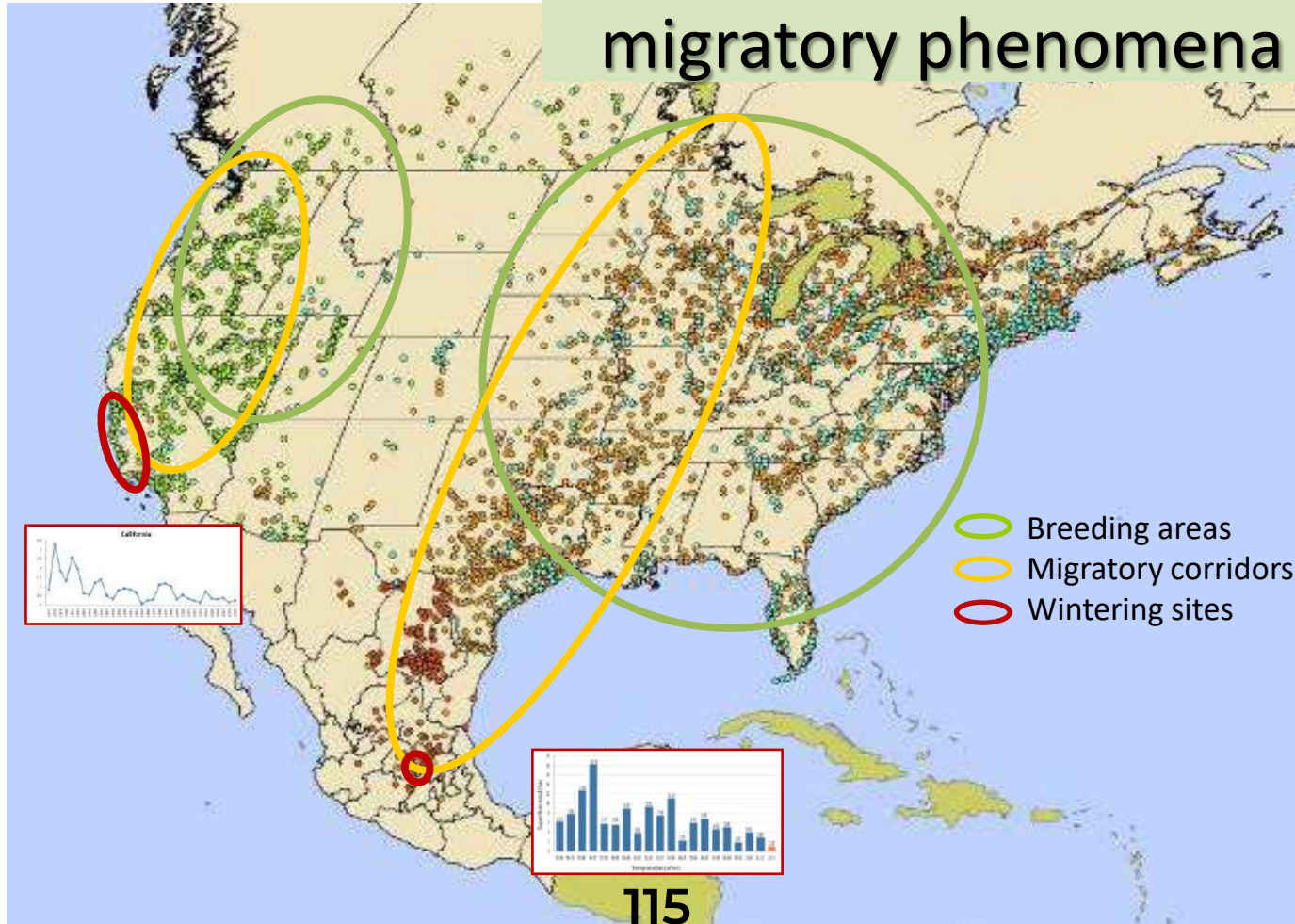
Boulevard Adolfo Ruíz Cortines,4302, Torre II,209, colonia Jardines del Pedregal de san Ángel, Alcaldía Coyoacán, CP 04500, Ciudad de México. Teléfono. (55) 87 18 92 32

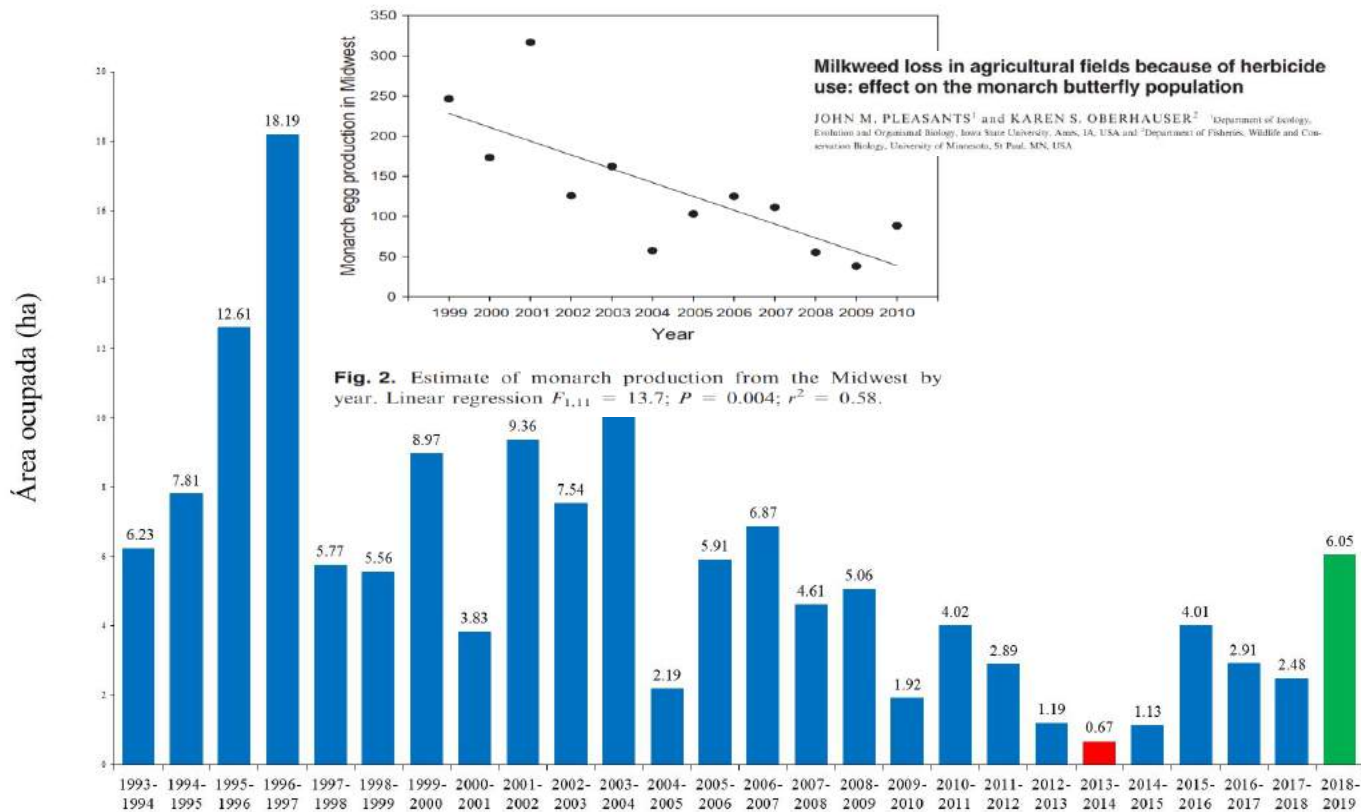
# Conservación de la ruta migratoria de la mariposa monarca: un caso de éxito

Víctor Sánchez-Cordero  
Instituto de Biología UNAM  
victor@ib.unam.mx



# Monarch butterfly migratory phenomena





Superficie de bosque ocupada por las colonias de mariposas monarca en México de 1993-1994 a 2018-2019.

Datos de 1993-1994 a 2001-2002 de García-Serrano *et al.* 2004. Datos de 2003-2004 a 2013-2014 de Vidal y Rendón-Salinas 2014.

Datos de 2003-2004 a 2018-2019 de Rendón Salinas *et al.* 2019.



# Hipótesis del declive poblacional de las colonias de hibernación de la mariposa monarca en la Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca

- *Deforestación y degradación del hábitat en las zonas de hibernación de la RBMM*
- *Eventos climáticos extremos en la zonas de hibernación de la RBMM*
- Falta de disponibilidad de algodoncillo (*Asclepias*), del cual se alimentan las monarcas del néctar en las zonas de reproducción
- Mortalidad durante la migración de otoño



# Monitoreo forestal en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca

Instituto de Biología, UNAM y World Wildlife Fund



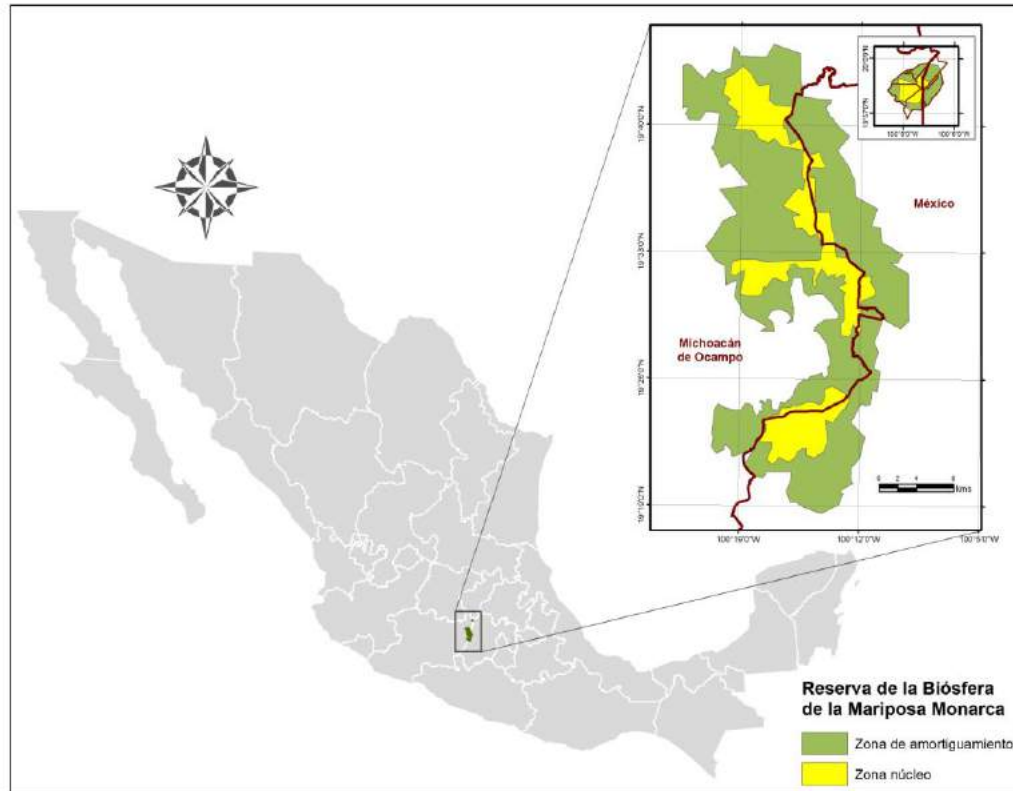






# Metodología

# Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca



20°N

19°N

Michoacán

Estado de México



Sitios históricos con colonias

Reserva Mariposa Monarca



Zona de Amortiguamiento



Zona Núcleo

Límite Estatal



Estado de México



Michoacán



Límite Municipal

San Andrés

Río de Parras

Contepec

El Calabozo Fracción I

Cerro Prieto

El Rosario

La Mesa

Carpinteros

Crescencio Morales

Nicolas Romero

El Capulín

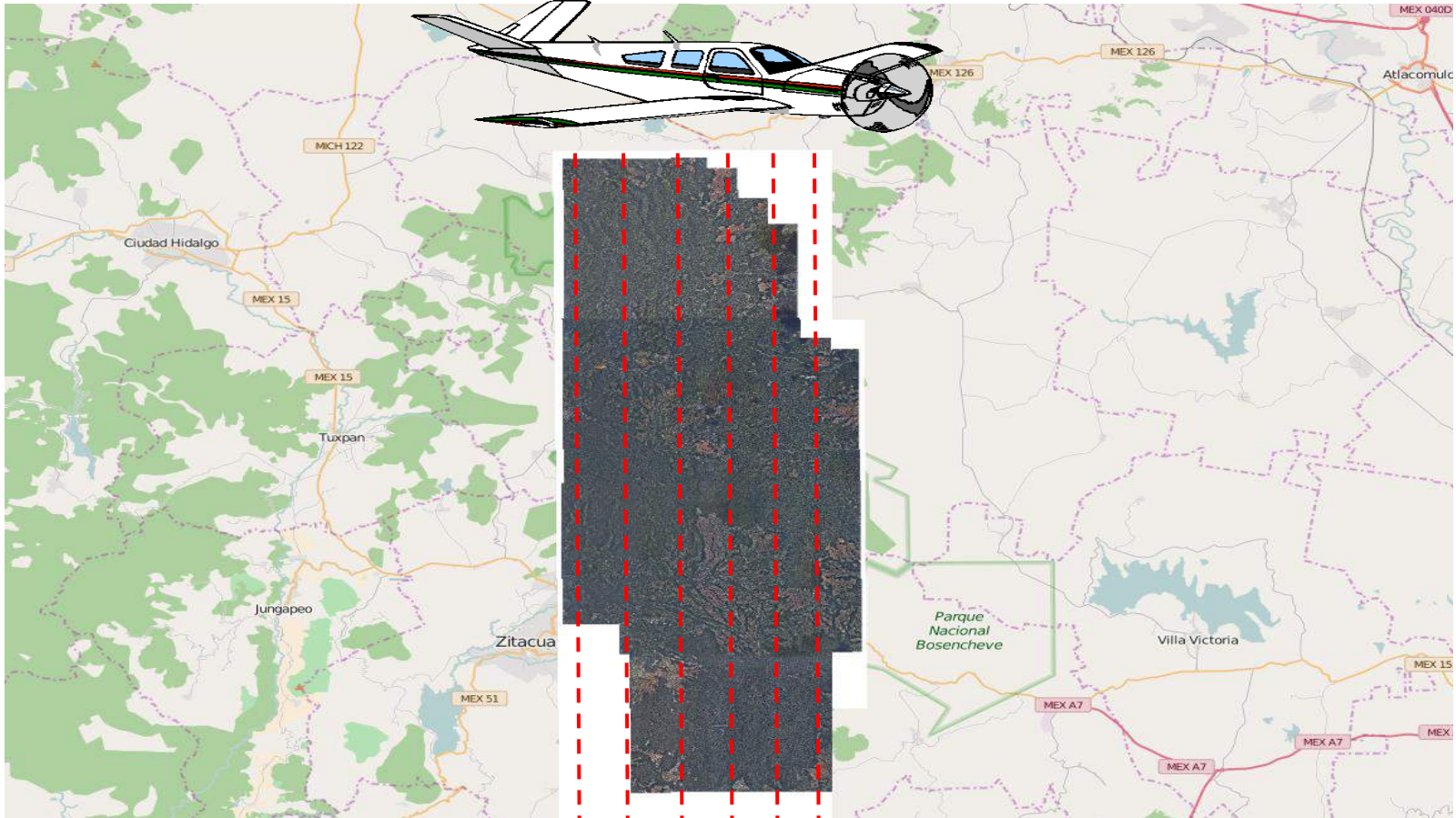
San Mateo Almomoloa

San Francisco Oxtotilpan

San Antonio Albarranes



# Toma de imágenes aéreas



125

# Mosaico aéreo de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca

Marzo  
2018



Marzo  
2019

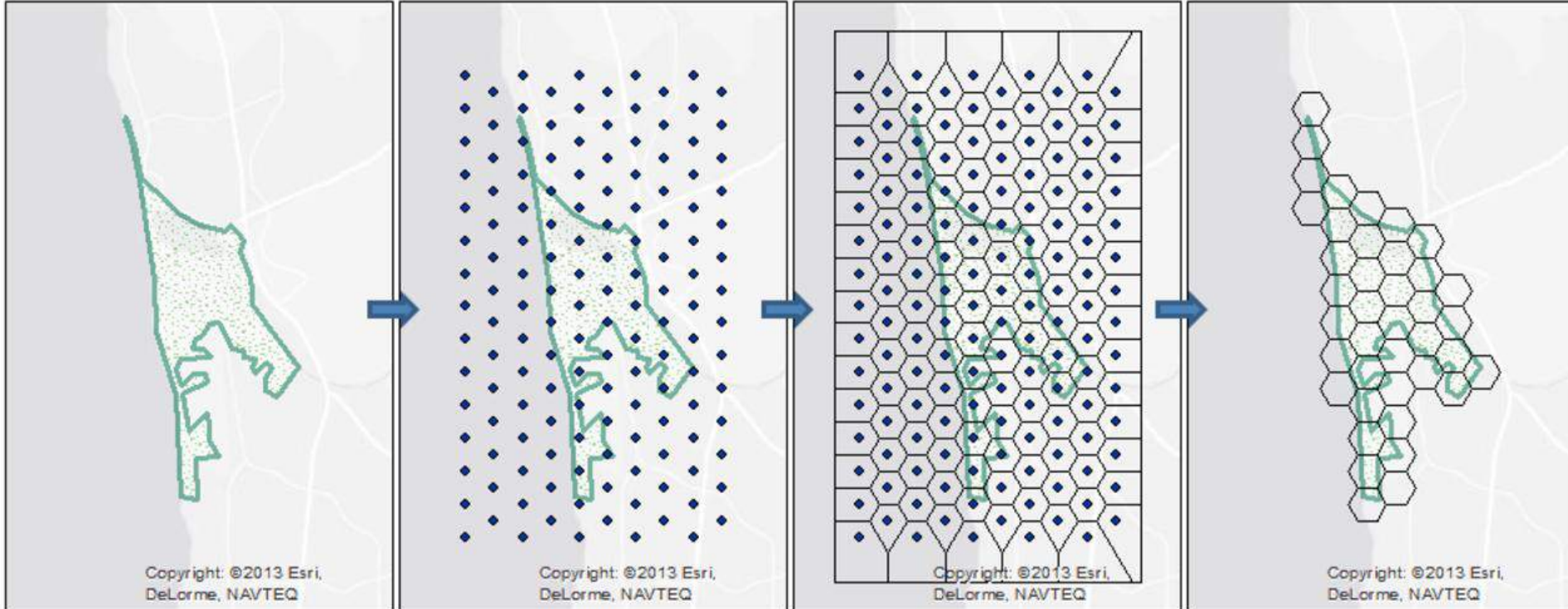


# Superposición de mosaicos aéreos 2018-2019



# Malla de hexágonos regulares que cubran al área de estudio

## POLIGONOS THIESSEN



Área de estudio

Generar red de puntos  
128

Polígonos Thiessen

Hexágonos

SAN  
CRISTÓBAL



2018

San Felipe  
Los Alzati



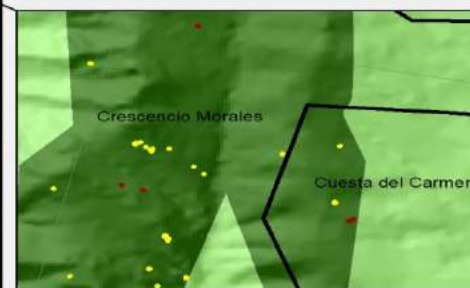
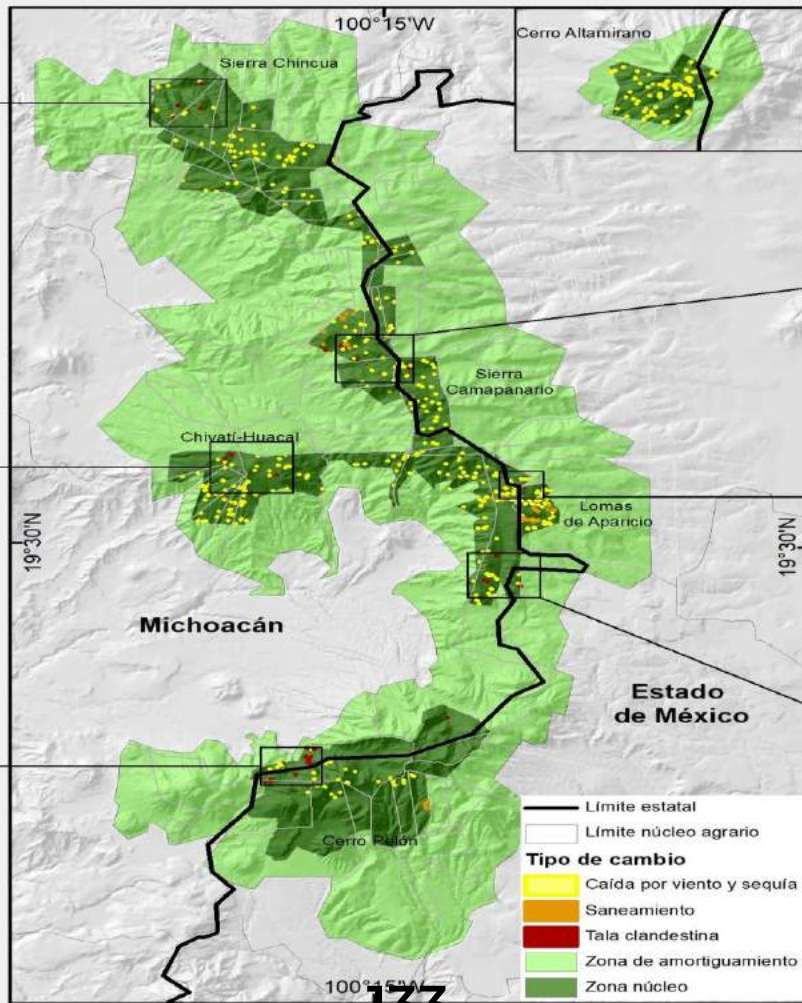
2018



# Resultados Monitoreo Forestal 2018-2019

Estado	Municipio	Predio	Saneamiento (ha)	Caída de árboles por viento y sequía (ha)	Tala clandestina (ha)	Total general
Estado de México	Donato Guerra	E. El Capulín		0.029		0.029
		E. Mesas Altas Xoconusco	0.131	0.018		0.149
		P. P. Cañada Seca		0.032		0.032
	San Jose del Rincon	E. El Deposito	0.084	0.322	0.005	0.411
		E. La Mesa		0.289	0.016	0.305
		P. P. Catingo I y II		0.021		0.021
		P. P. Catingo III		0.008		0.008
		P. P. Catingo IV		0.018		0.018
	Temascalcingo	E. Pueblo Nuevo Solís		0.078		0.078
			E. Pueblo Nuevo Solís		0.115	
Subtotal Estado de México			0.215	0.93	0.021	1.166
Michoacán	Angangueo	E. Hervidero y Plancha		0.06		0.06
		E. Santa Ana		0.013		0.013
		Propiedad Estatal		0.02		0.02
		Propiedad Federal		0.303	0.023	0.326
	Contepec	E. Contepec		0.665		0.665
	Ocampo	Cl. San Cristobal		0.013	0.008	0.021
		E. Cerro Prieto		0.017		0.017
		E. El Asoleadero		0.072		0.072
		E. El Rosario	0.14	0.224	0.036	0.4
	Senguio	E. Los Remedios		0.028		0.028
		E. Chincua		0.009		0.009
		E. El Calabozo I		0.02		0.02
		E. El Calabozo II		0.041	0.014	0.055
	Zitacuaro	E. Senguío		0.03	0.024	0.054
		C. I. Carpinteros		0.063		0.063
		C. I. Crescencio Morales	0.01	0.295	0.036	0.341
		C. I. Curungueo		0.195		0.195
		C. I. Donaciano Ojeda		0.215	0.012	0.227
		C. I. Francisco Serrato		0.174		0.174
		C. I. Nicolas Romero		0.086	0.209	0.295
C. I. San Felipe los Alzati			0.004		0.004	
E. Crescencio Morales	0.016	0.705	0.035	0.756		
		E. Nicolas Romero		0.008	0.014	0.022
Subtotal Michoacán			0.166	3.26	0.411	3.837
Total, general			0.381	4.19	0.432	5.003



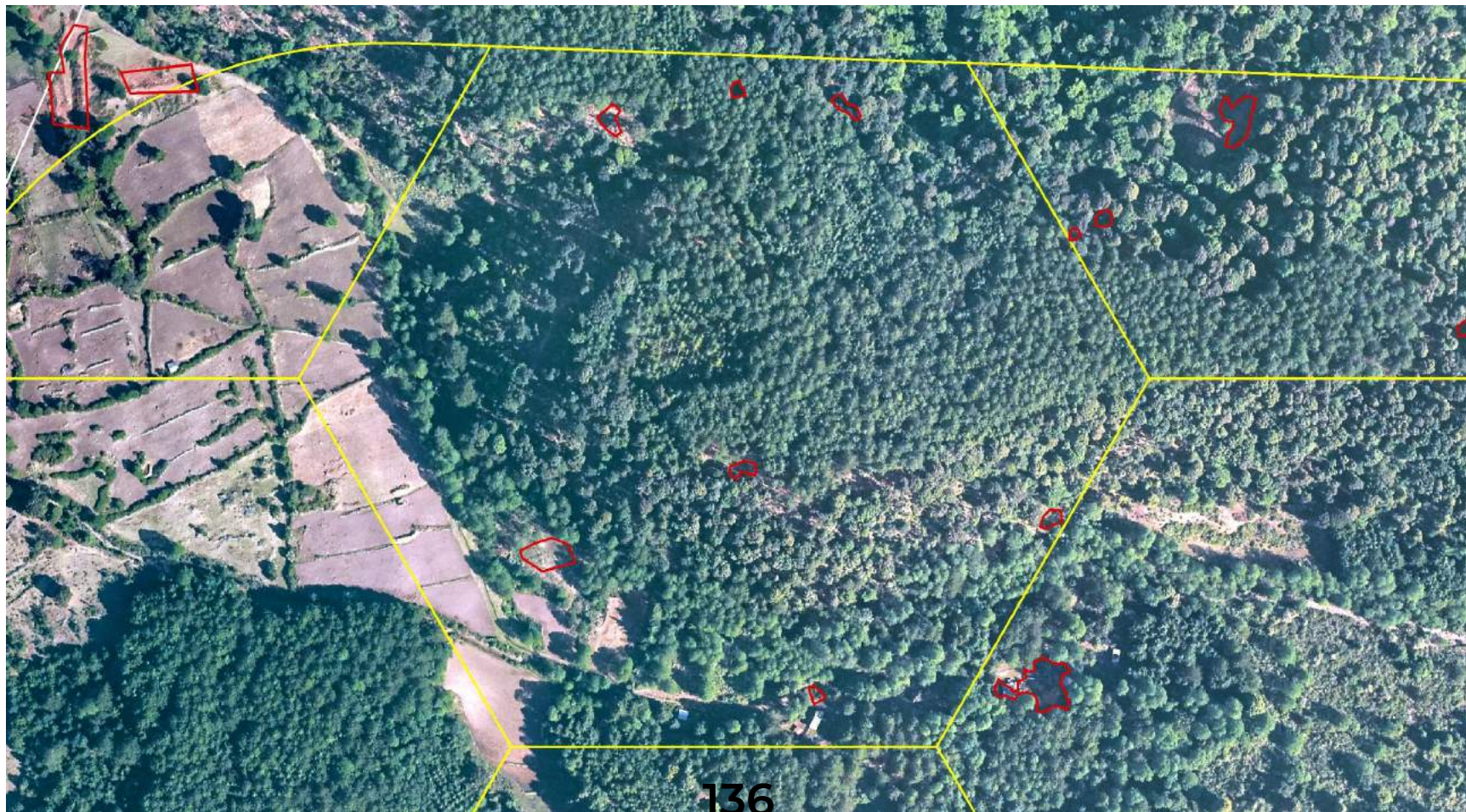


# San Juan Xoconusco





# Nicolás Romero C.I (limite con zona núcleo)



# Crescencio Morales C.I



# Pequeña propiedad (limite zona núcleo)



# San Cristóbal C.I (limite zona núcleo)



# Verificación en campo

Fondo Mundial para la Naturaleza

Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza

Fondo Monarca

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

Comisión Nacional Forestal

Representantes de Ejidos y Comunidades

Protectora de Bosques

Instituto de Biología, UNAM

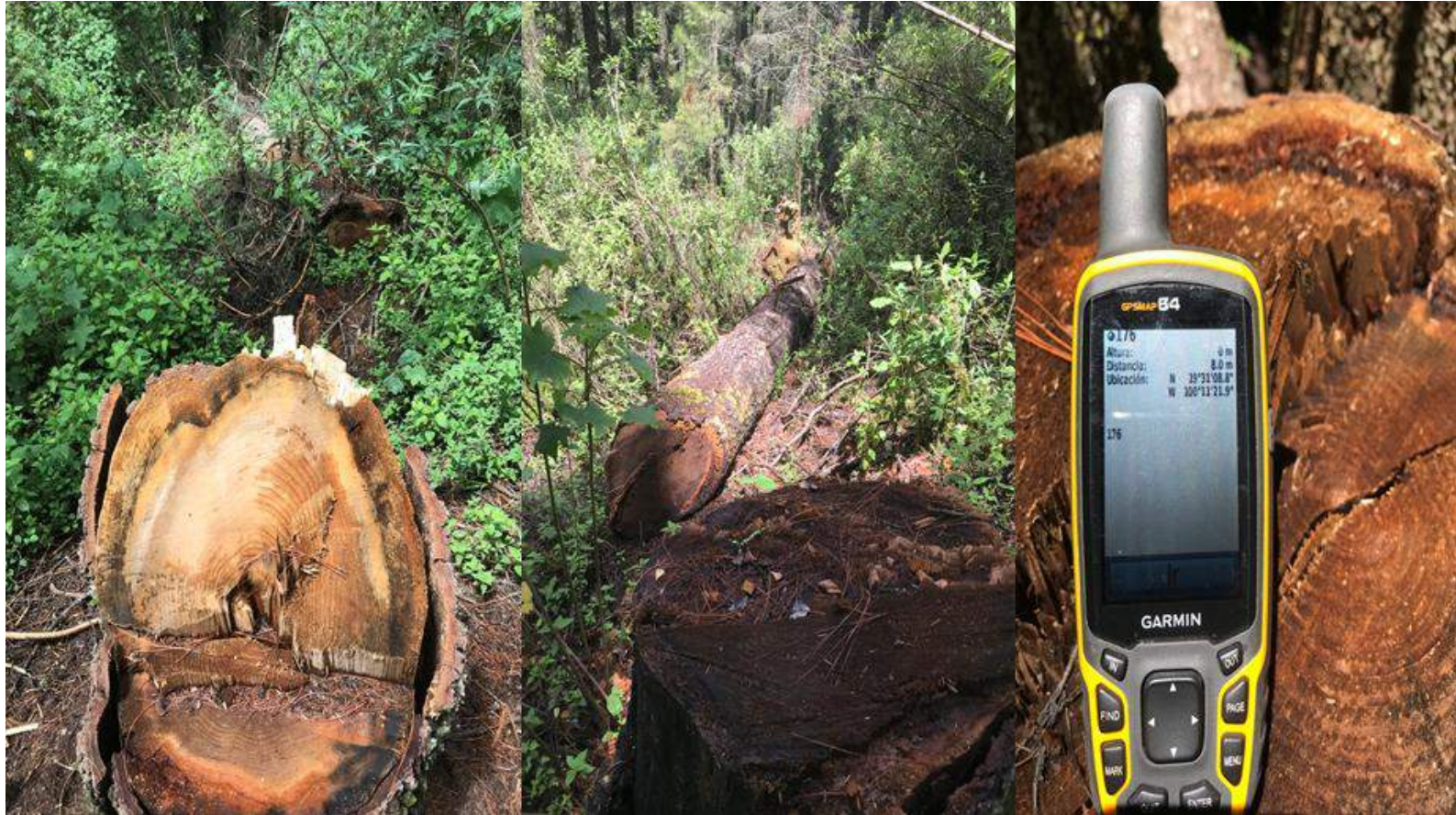




# Ejido El Calabozo II



# Ejido El deposito



# Ejido La Mesa.



# Comunidad Indígena Nicolás Romero





**Propiedad Federal**



**Ejido Senguio**

# Comunidad Indígena San Cristóbal



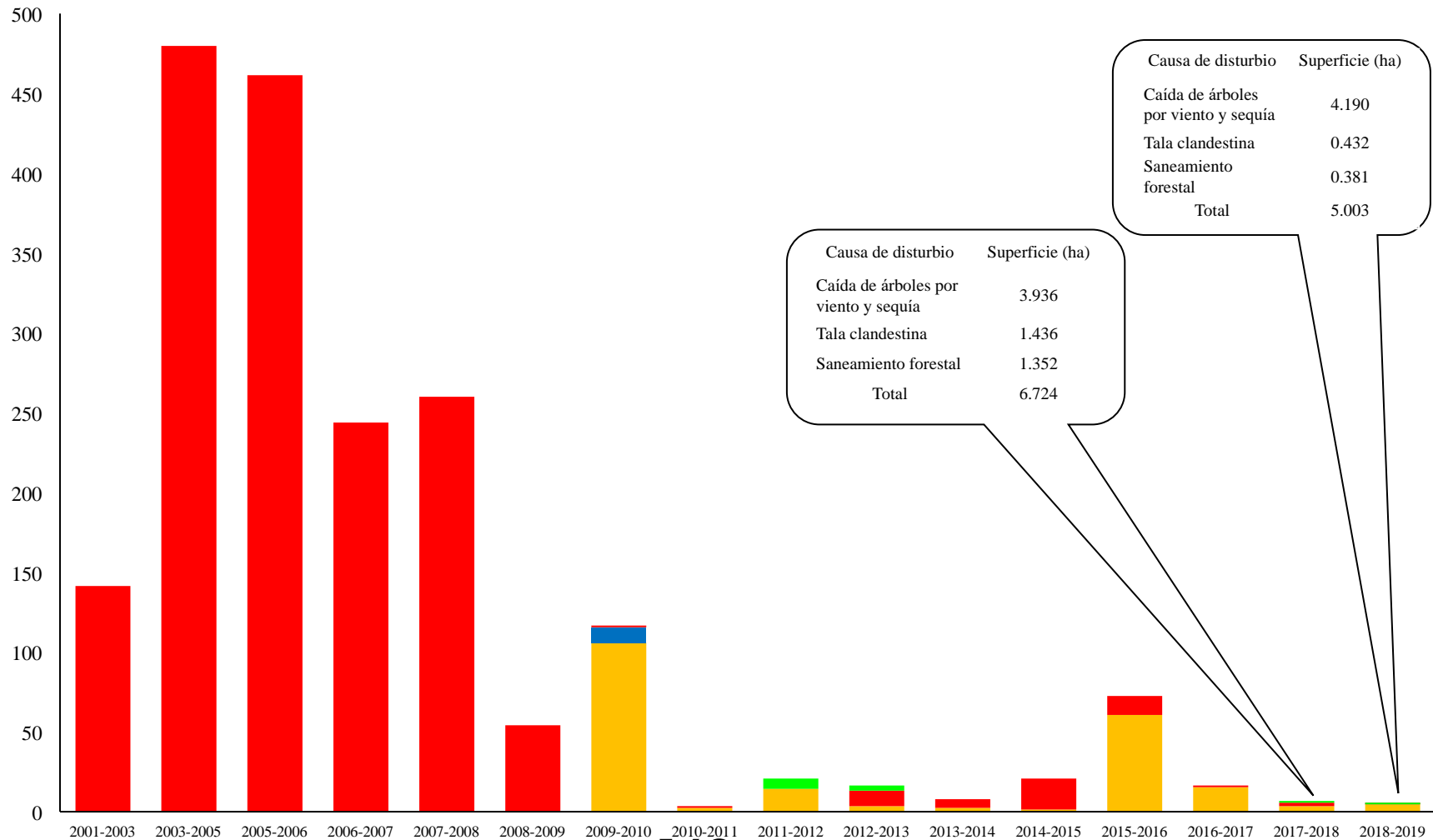
# Caída de árboles por vientos y tormentas

Ejido El Rosario, 9 de marzo 2016





Superficie degradada (ha)



2018

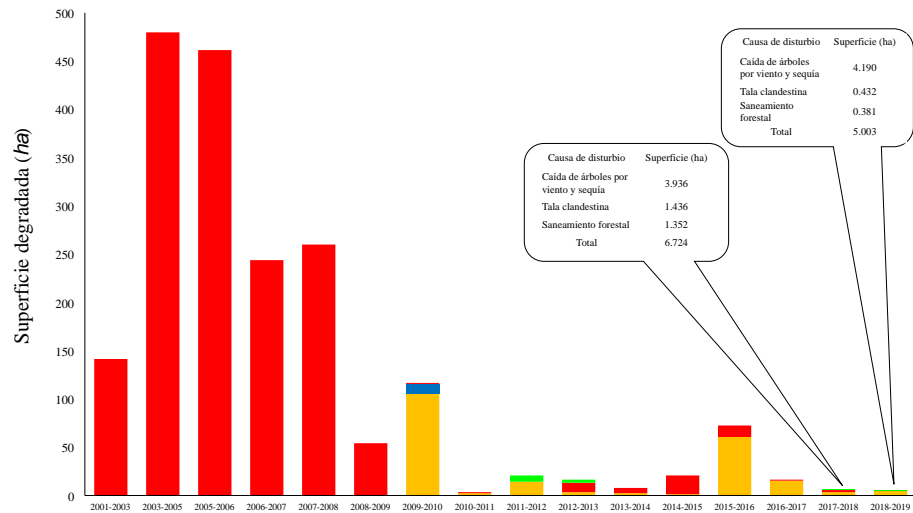
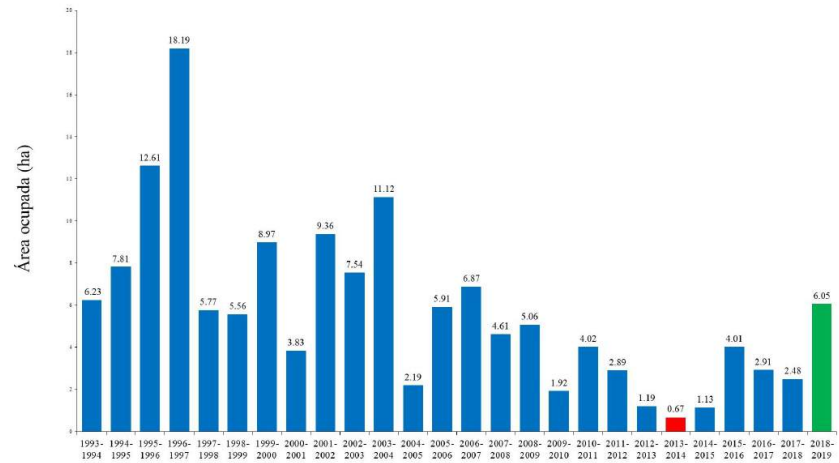
E. Rosa de Palo Amarillo	0.045
C.I. San Cristóbal	0.646
C.I. Nicolás Romero	0.067
C.I. San Felipe los Alzati	0.624
E. Crescencio Morales	0.054

1.436

2019

E. El Depósito	0.005
E. La Mesa	0.016
Propiedad Federal	0.023
C.I. San Cristóbal	0.008
E. El Rosario	0.036
E. El Calabozo II	0.014
E. Senguio	0.024
C.I. Crescencio Morales	0.036
C.I. Donaciano Ojeda	0.012
C.I. Nicolás Romero	0.209
E. Crescencio Morales	0.035
E. Nicolás Romero	0.014

0.432



***A join effort of government, citizens, local communities, universities, research centers, non governmental organizations and cooperative international agencies***



# Major outcomes

High Level Group for the Monarch Butterfly Conservation

Mexican Scientific Committee

Research (Ecology, Threats, Climate Change, etc.)

Ecological Restoration

Environmental Gendarmerie to ensure protection

Citizen Science Records & Observations

Flyways across Mexico

Overwintering Areas

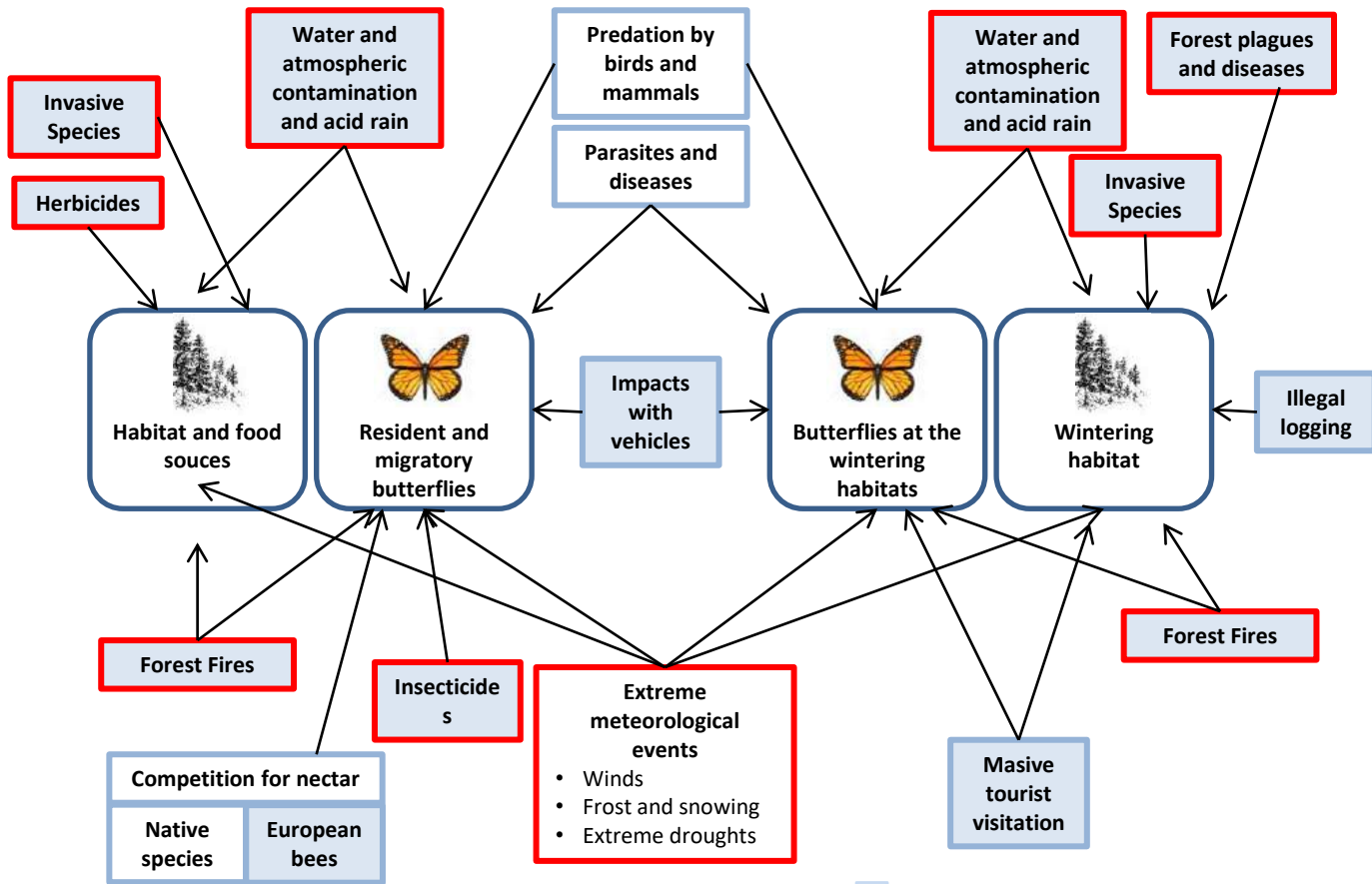
National Monitoring Database

Monitoring Network across flyways

Signals for reduction of speed in highways

Sustainable Forestry Products & Tourism

Join Strategy for Sustainable Forestry



Direct anthropogenic factors  
 Factors exacerbated by climate change

# Gracias!





# MODELO DE SUSTENTABILIDAD TURÍSTICA

**@SECTURGTO**

**@ObservaTur\_GTO**

<http://sectur.guanajuato.gob.mx/sustentabilidad/>



**¡BIENVENIDOS!**

- **Turismo en cifras**
- **Sustentabilidad y Turismo**
- **Agenda de Sustentabilidad SECTUR  
Guanajuato**
- **Consejos para el viajero responsable**



# TURISMO EN CIFRAS

**@SECTURGTO**

**@ObservaTur\_GTO**

<http://sectur.guanajuato.gob.mx/sustentabilidad/>



# NUMERALIA MUNDIAL

**2018**

**Llegadas internacionales  
1,400 millones.**

**AMÉRICA**

**217 millones llegadas  
internacionales**

**EMPLEO**

- **9.9%** de empleos a nivel mundial
- **122.9 millones** personas ocupadas

**2030**

**Llegadas internacionales  
1,800 millones.**

**ECONOMÍA**

**2.7 billones de USD  
Contribución al PIB  
10.4%**





# NUMERALIA NACIONAL

## TURISMO RECEPTIVO

Llegada de turistas  
**41 millones**

Ingreso de divisas  
**22.5 millones USD**

## TURISMO EMISOR

Salida de turistas  
**19.8 millones**

Egreso de divisas  
**8.1 millones**



# 2018

## TURISMO DOMÉSTICO

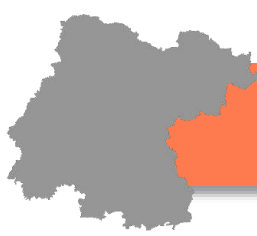
Llegada de turistas a hotel  
**73.6% nacionales**

## EMPLEO

**4.2 millones de personas ocupadas**

## PIB

Contribución  
del **17.2%**



# NUMERALIA ESTATAL

## 5TO ESTADO MAS VISITADO

Ranking nacional

### LLEGADAS

**Visitantes**  
**30.7 millones**  
**Turistas**  
**5.7 millones**

### PROCEDENCIA

- **61% Nacional**
- **35% Estatal**
- **4% Internacional**



# 2018

### EMPLEO

**167,598 empleos turísticos**  
**56% mujeres**  
**44% hombres**

### ECONOMÍA

**Derrama económica**  
**85.8 MDP**  
**Contribución**  
**al PIB 8.3%**



# SUSTENTABILIDAD Y TURISMO

**@SECTURGTO**

**@ObservaTur\_GTO**

**<http://sectur.guanajuato.gob.mx/sustentabilidad/>**

# SUSTENTABILIDAD

# Sustentabilidad Sostenibilidad



**Económico**



**Social**

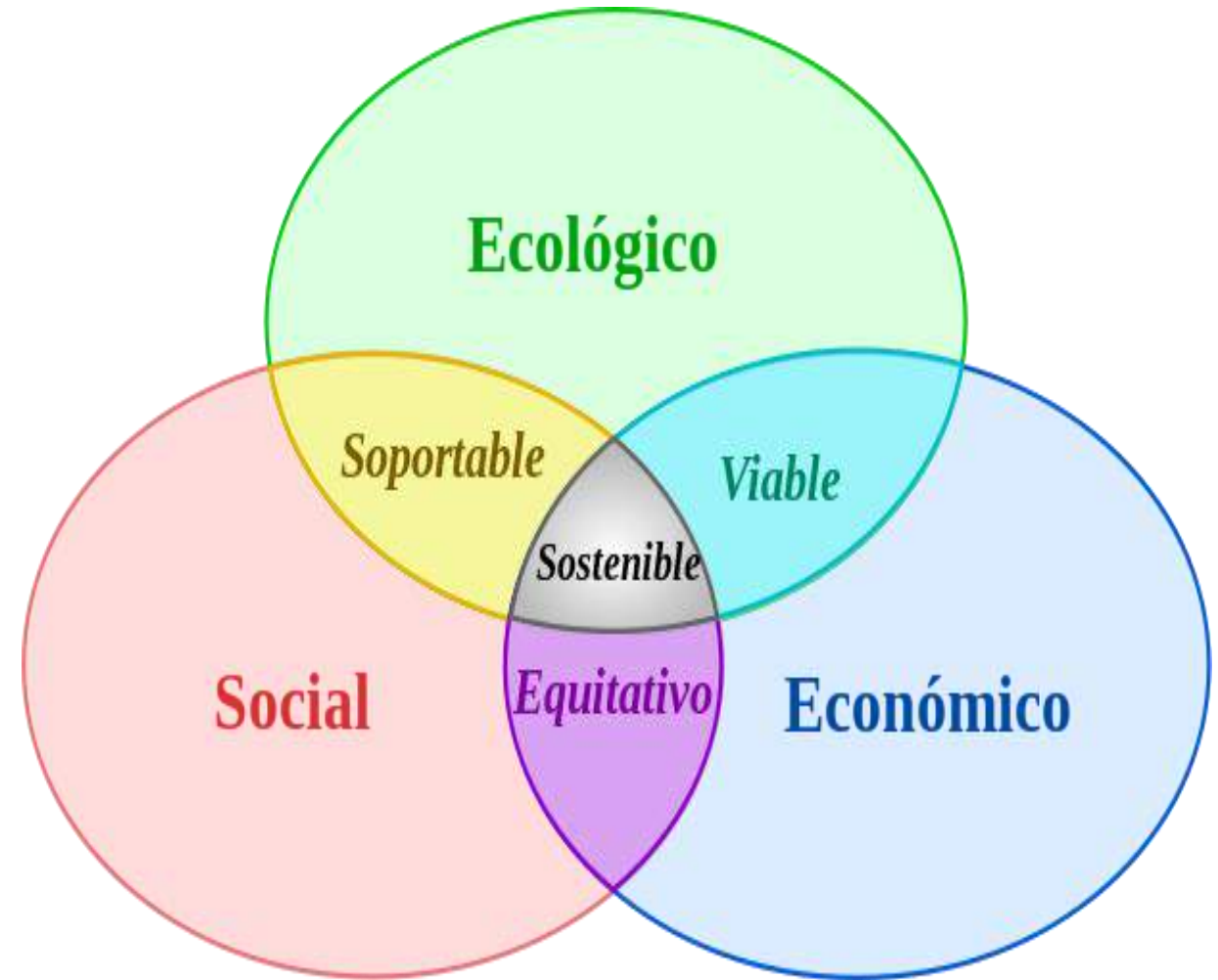


**Ambiental**

# DESARROLLO SUSTENTABLE

“El desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.”

-Informe Brundtland (1987)





## DEFINICIÓN

*“Aquel que satisface las necesidades de los turistas y regiones anfitrionas del presente, al mismo tiempo que protege y mejora las oportunidades del futuro.”*

**De acuerdo a la OMT, el turismo sustentable no es una forma de hacer turismo sino que cualquier forma de turismo debería de tratar de ser más sustentable.**

# PRINCIPIOS DEL TURISMO SUSTENTABLE

## Socio-cultural

- ✓ Participación
- ✓ Democracia
- ✓ Equidad
- ✓ Inclusión
- ✓ Solidaridad

## Economía

- ✓ Justicia.
- ✓ Competitividad.
- ✓ Igualdad.
- ✓ Desarrollo.

## Medio Ambiente

- ✓ Conservación.
- ✓ Respeto.
- ✓ Recuperación.
- ✓ Cumplimiento.

## EXIGENCIAS DEL TURISMO SUSTENTABLE



Optimiza recursos naturales.



Fomentar en el turista prácticas sostenibles.



Respeta la autenticidad sociocultural.



Participación informada de todos los agentes relevantes.



Asegura actividades económicas viables.



Satisfacción del visitante y experiencias significativas.

# CONSEJO GLOBAL DE TURISMO SOSTENIBLE



Organismo sin fines de lucro que establece y gestiona los estándares mundiales de sostenibilidad, conocidos como los Criterios GSTC.

GSTC Actúa como organismo de acreditación para la sustentabilidad de los viajes y el turismo.

## CRITERIOS GSTC

Requisitos mínimos que las empresas y los destinos deben aspirar a alcanzar para proteger y mantener los recursos naturales y culturales

- **Destinos 2013**
- **Empresas 2016**



# AGENDA DE SUSTENTABILIDAD

**@SECTURGTO**

**@ObservaTur\_GTO**

**<http://sectur.guanajuato.gob.mx/sustentabilidad/>**

# MODELO DE SUSTENTABILIDAD TURÍSTICA

## ¿QUÉ ES?

Herramienta basada en los Criterios Globales de Turismo Sostenible, dedicada al impulso de prácticas sustentables en organismos del sector turismo.

## GRUPOS DE ENFOQUE

1) SECTUR      2) Destinos      3) Empresas

## OBJETIVOS

- ✓ Mejorar los efectos del turismo en las comunidades receptoras.
- ✓ Incrementar la protección al medio ambiente.
- ✓ Crear conciencia sustentable.
- ✓ Obtener ventaja competitiva a través de la sustentabilidad

## 3 LÍNEAS DE ACCIÓN



# 1

**Formar y fortalecer capacidades para la gestión sustentable**



# 2

**Mecanismos para la gestión sustentable de la empresa**



# 3

**Desarrollo de políticas, programas y planes.**



# FORMAR Y FORTALECER CAPACIDADES PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE

## PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

- +2 mil personas atendidas
- +50 actividades
  - ✓ Talleres y cursos
  - ✓ Conferencias
  - ✓ Webinars
  - ✓ Presentaciones
- Participan:
  - ✓ Empresas turísticas
  - ✓ Cocineras tradicionales
  - ✓ Enlaces municipales de turismo
  - ✓ Equipo SECTUR

**1er lugar en Concurso Nacional de Cultura por un  
Turismo Sustentable 2017 categoría “Sector Público”**



# FORMAR Y FORTALECER CAPACIDADES PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE

## Avances Capacitación 2019

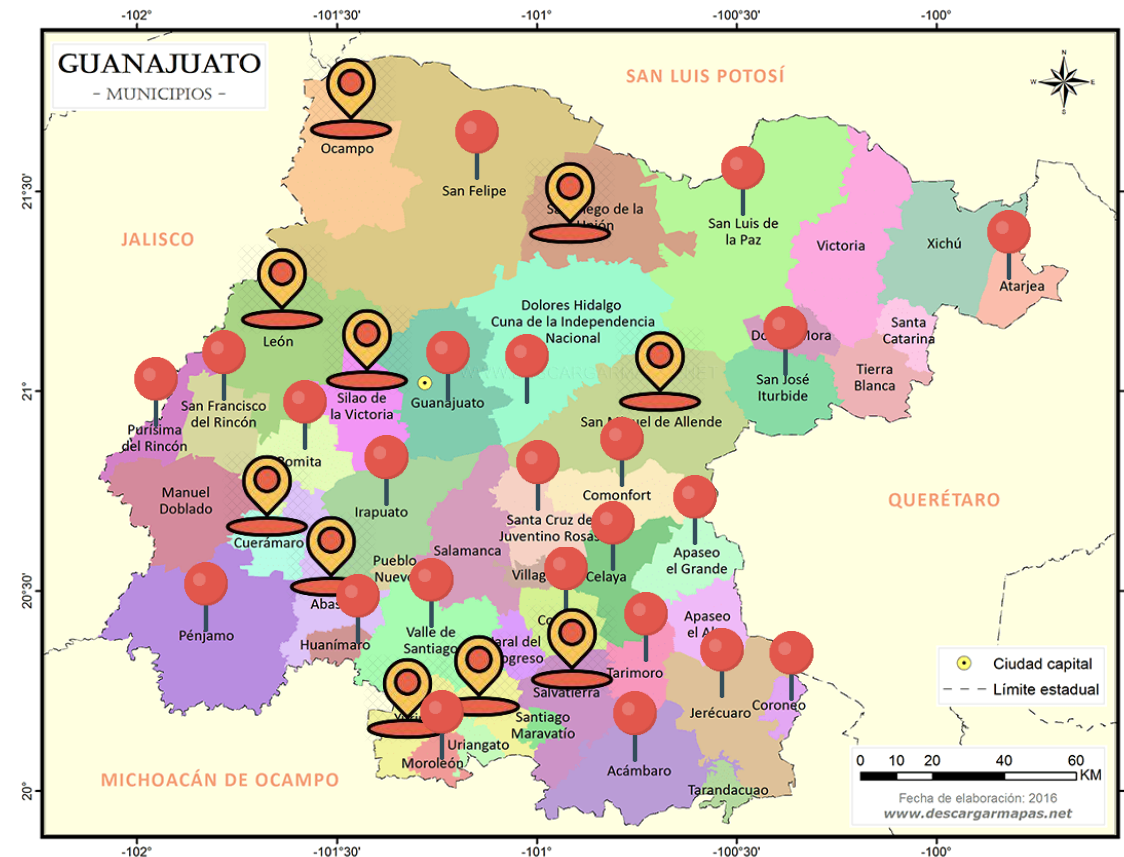
- ✓ Buenas prácticas ambientales
- ✓ Mesa de Intercambio de Buenas Prácticas Hospedaje Técnicas de manejo de grupos para prestadores de servicios en comunidades rurales.
- ✓ Inclusión de personas con discapacidad
- ✓ Principios de sustentabilidad en el ecoturismo de acuerdo a la NMX-133
- ✓ Seguridad e Higiene para Cocineras Tradicionales Entendiendo los Criterios Globales de Turismo Sostenible
- ✓ Atención a Clientes para Cocineras Tradicionales



= sede



= procedencia participantes







# FORMAR Y FORTALECER CAPACIDADES PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE

## DESARROLLO DE CONTENIDO DE SENSIBILIZACIÓN



- Guía de Buenas Prácticas para la Organización de Eventos.
- Recomendaciones para Operadores Turísticos Responsables.
- Recomendaciones para Turistas Responsables.
- Decálogo para el Ecoturista Responsable.
- Decálogo para el Turista Cultural Responsable.
- Decálogo para Operadores y Guías Turísticos Responsables.
- Decálogo anti desperdicio de alimentos.
- Consejos para restaurantes.

**Contenidos disponibles en:**

**<http://www.sectur.guanajuato.gob.mx/sustentabilidad/>**



# MECANISMOS PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE DE LA EMPRESA

## CERTIFICACIÓN



Biosphere Responsible  
Tourism



Sello Turismo Incluyente

## ACCESIBILIDAD EN EL TURISMO

Impresión braille de menús  
y elementos informativos



Capacitación complementaria  
al Sello Turismo Incluyente

## MESAS DE INTERCAMBIO DE BUENAS PRÁCTICAS

**ALIMENTOS Y BEBIDAS** (2019)  
**40** personas de **27** empresas

**EMPRESAS DE HOSPEDAJE** (2019)  
**30** personas de **18** empresas



# DESARROLLO DE POLÍTICAS PROGRAMAS Y PLANES

## PROGRAMA DE REFORESTACIÓN



- Parque Ecológico.
- Trabajo transversal: Sociedad civil, gobierno y empresa privada.
- 11 mil árboles plantados.
- Mantenimiento y riegos de auxilio.

## POLÍTICAS INTERNAS



- Política para eventos y reuniones.
- Sistema de Manejo Ambiental:
  - ✓ Distintivo Eficiencia Energética
  - ✓ Distintivo Buenas Prácticas Ambientales.



# DESARROLLO DE POLÍTICAS PROGRAMAS Y PLANES

## PROGRAMA ADAPTUR PARA SAN MIGUEL DE ALLENDE

ADAPTUR



- Coordinado por la Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo Sustentable (GIZ)
- Proyecto a nivel nacional.
- Participación de SECTUR como contraparte local.
- Apoyo en actividades de formación de capacidades.

## PRUEBA PILOTO PROGRAMA “ÓRALE GUANAJUATO”

**órale**  
orientando jóvenes en el mundo laboral



UNIVERSIDAD  
DE GUANAJUATO



- Apoyo en la reducción de la rotación de personal.
- Desarrollo de habilidades para la vida y el trabajo.
- Atención a jóvenes en situación de vulnerabilidad.
- Alianzas: Sociedad civil, academia y sector privado.



# DESARROLLO DE POLÍTICAS PROGRAMAS Y PLANES

## ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

- Trabajo transversal con SMAOT
- Comités Técnicos de las Áreas Naturales Protegidas
  - ✓ 11 ANP's
  - ✓ Comisiones de Turismo: Cerro del Culiacán y Las fuentes
- Visitas Diagnóstico Servicios e Infraestructura
  - ✓ Peña Alta 03 mayo
  - ✓ 7 Luminarias 14 mayo
  - ✓ Sierra de los Agustinos 16 mayo





# DESARROLLO DE POLÍTICAS PROGRAMAS Y PLANES

## Próximamente en ANP's

- Capacitación en Observación de Aves
  - ✓ Formación y fortalecimiento de capacidades para guías locales.
  - ✓ Capacitación especializada para locales.
  - ✓ Destinos con potencial:
    - Las Fuentes
    - Peña Alta
    - 7 Luminarias
    - Sierra de los Agustinos
- Código del Visitante a las ANP's





# CONSEJOS PARA EL VIAJERO RESPONSABLE

**@SECTURGTO**

**@ObservaTur\_GTO**

<http://sectur.guanajuato.gob.mx/sustentabilidad/>

**CONSEJOS PARA EL VIAJERO  
RESPONSABLE**

**CUIDA EL  
PATRIMONIO**

**#ViajeroResponsableGuanajuato**



**CONSEJOS PARA EL VIAJERO  
RESPONSABLE**

**PROTEGE  
EL PLANETA**

**#ViajeroResponsableGuanajuato**

**CONSEJOS PARA EL VIAJERO  
RESPONSABLE**

**APOYALA,  
ECONOMÍA  
LOCAL**



**#ViajeroResponsableGuanajuato**



**¡¡GRACIAS!!**

**“SÉ EL CAMBIO QUE QUIERES SER EN EL  
MUNDO”**

-Mahatma Gandhi



## *Sesión Plenaria II*

*Presidente:* **Dra. Alina Gabriela Monroy Gamboa.**  
*Coordinadora de la Comisión de Gestión y Vinculación.*  
*Asociación Mexicana de Mastozoología. México.*

*Copresidente:* **Lic. Sergio Herrera Torres.**  
*Derecho Ambiental en GMB Abogados. México.*

A hand holding a glass sphere that reflects a landscape with a tree and a field of yellow flowers. The background is a blurred landscape with a tree and a field of yellow flowers under a cloudy sky.

# La economía de los recursos naturales, base del desarrollo económico sustentable

Carmina Ramírez Contreras.  
León, Gto. Septiembre 2019.

**El crecimiento económico es condición *sine qua non* del desarrollo dice la teoría económica.**



# **Pero la realidad nos lleva a que: el crecimiento es condición necesaria del desarrollo, pero no suficiente...**

*De acuerdo a información de la ONU, el mundo de hoy es más rico pero más desigual que nunca. 800 millones de personas en el mundo viven en condición de pobreza extrema. La desigualdad en los ingresos está en aumento, ya que el 10 por ciento más rico de la población mundial gana hasta el 40 por ciento del ingreso total. Algunos informes sugieren que el 82 por ciento de toda la riqueza creada en 2017 fue al 1 por ciento de la población más privilegiada económicamente, mientras que el 50 por ciento en los estratos sociales más bajos no vio ningún aumento en absoluto.*

**Fuente:** Noticias ONU, *El mundo de hoy es más rico, pero también más desigual que nunca.*  
<https://news.un.org/es/story/2018/12/1447091>



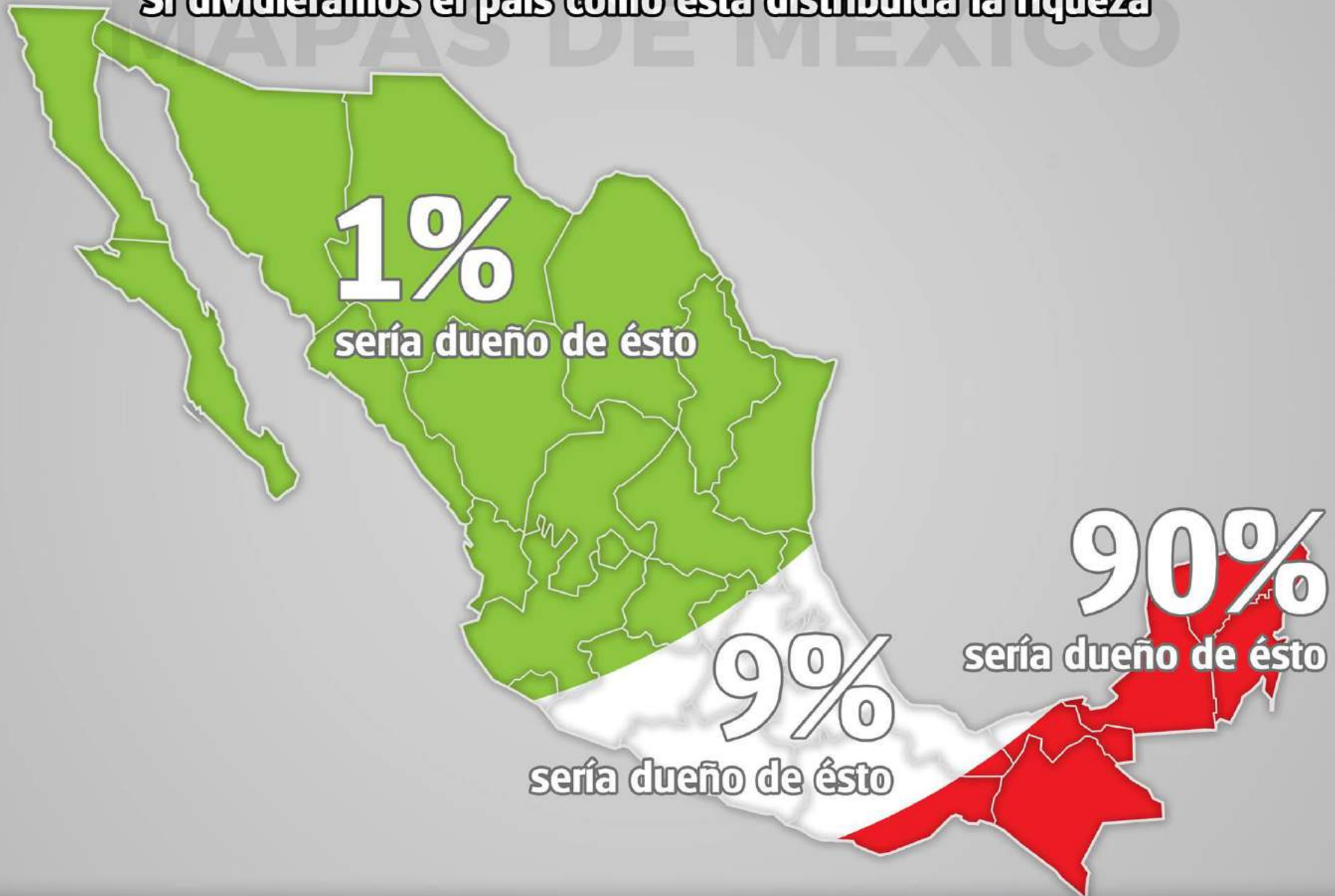
**En nuestro país la situación no es mejor:**

De acuerdo a la Cepal, México es el país de América Latina en donde se concentra más la riqueza.

En lo que va del siglo, no se han mostrado cambios significativos en el índice de reducción de desigualdad con base en la distribución del ingreso.

# Distribución de la riqueza

Si dividieramos el país como está distribuida la riqueza



Pero ¿por qué es importante hacer este señalamiento?

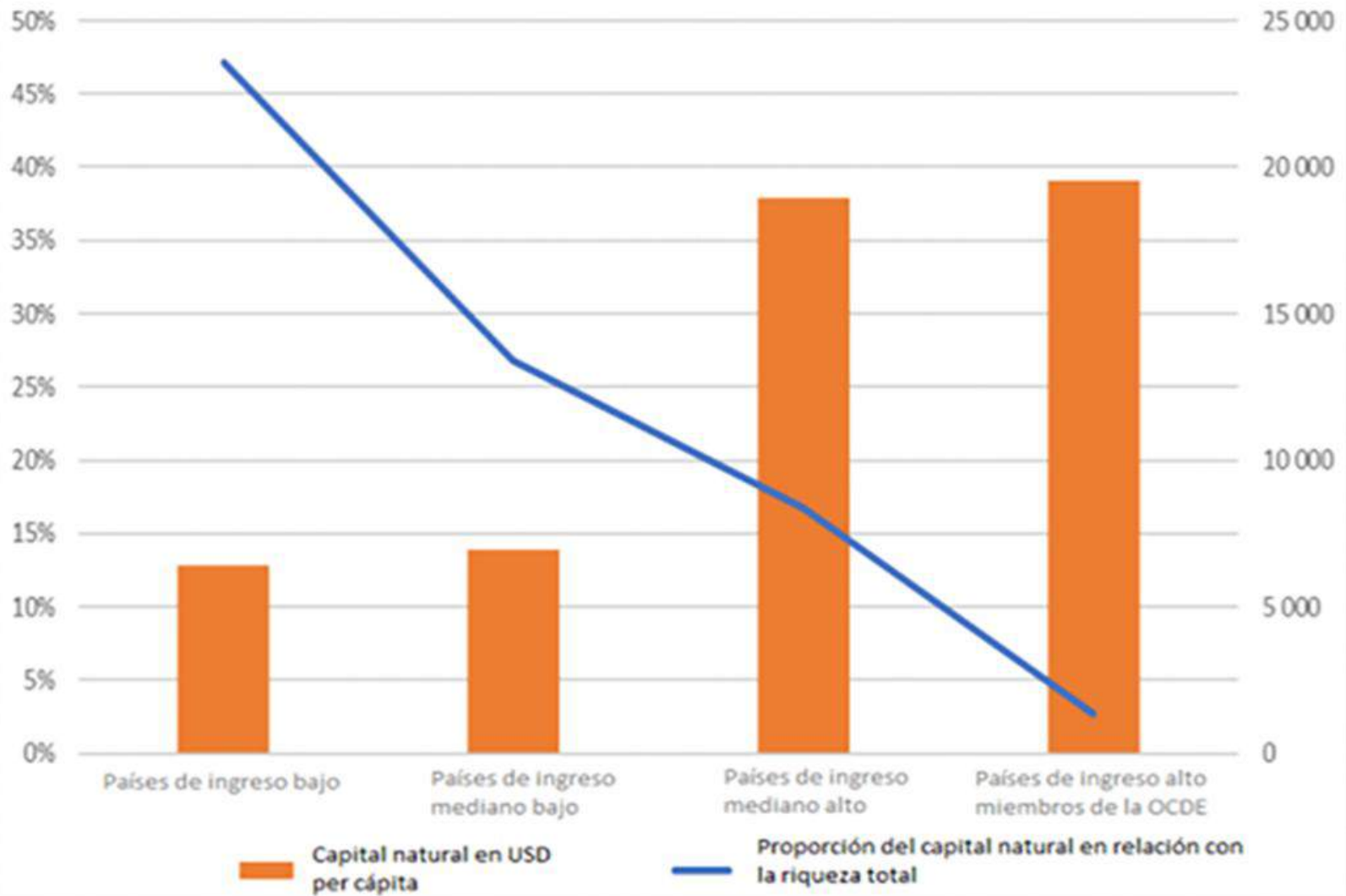
Porque **desarrollo implica calidad de vida.**

Es decir contar con aspectos esenciales como: educación, salud, vivienda, servicios básicos y por supuesto a “... *un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar.*” (Artículo 4. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Entonces lo que se evidencia es la gran inequidad en la distribución de la riqueza, lo que se refleja a nivel de países también, y en ello los recursos naturales juegan un rol importante.

el Banco Mundial en su informe *Ir más allá del PIB como medida de la riqueza del mundo* señala que: *El capital natural sigue siendo el componente más importante de la riqueza de los países de ingreso bajo. En 10 de 24 de estos países, el capital natural representa más del 50 % de su riqueza, principalmente debido a la tierra agrícola y los bosques.*

## Proporción en relación con el valor per cápita

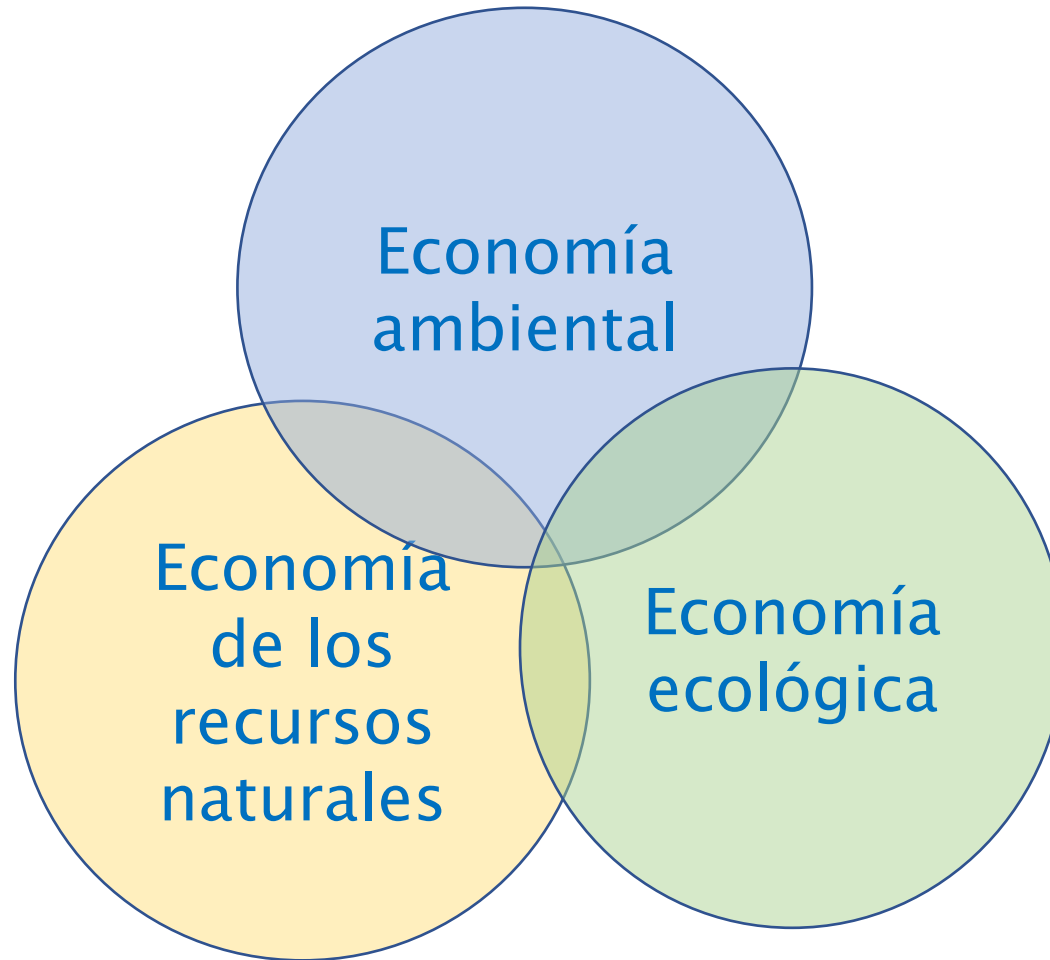


A lo largo de la historia las civilizaciones se han beneficiado de los recursos naturales para satisfacer sus necesidades primarias como alimentación, vivienda, como fuente de energía y como depósito de desechos.

El crecimiento económico se ha apoyado en los recursos naturales.

Y es a partir de tres enfoques que se analizan los efectos de las actividades económicas en el medio ambiente.

# Tres corrientes teóricas:



No existe una delimitación estricta entre estas corrientes. En algunos casos sus métodos y análisis suelen ser coincidentes.

La **Economía de los recursos naturales** emplea conceptos de la economía neoclásica de optimización en el tiempo y de teoría de juegos.

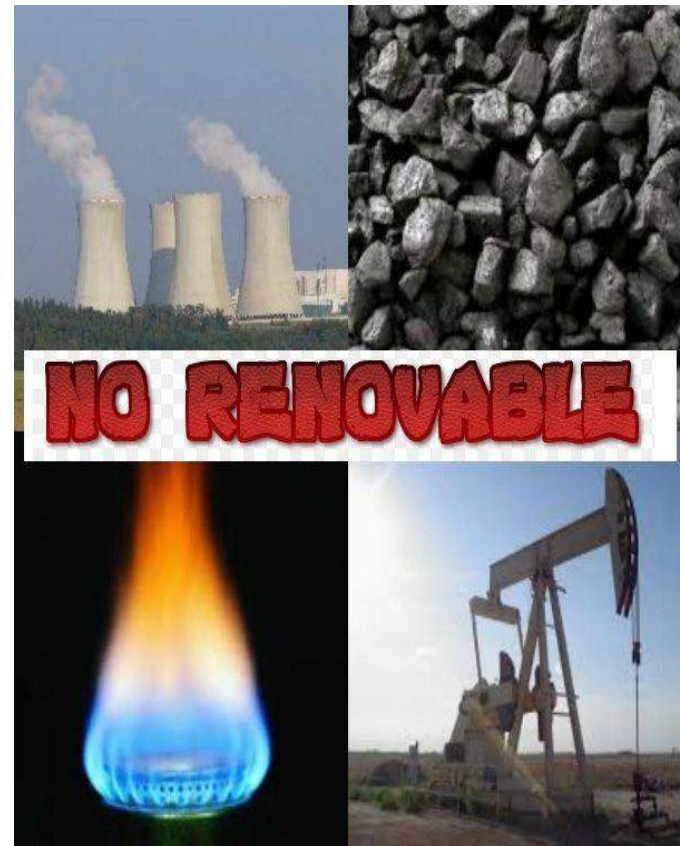
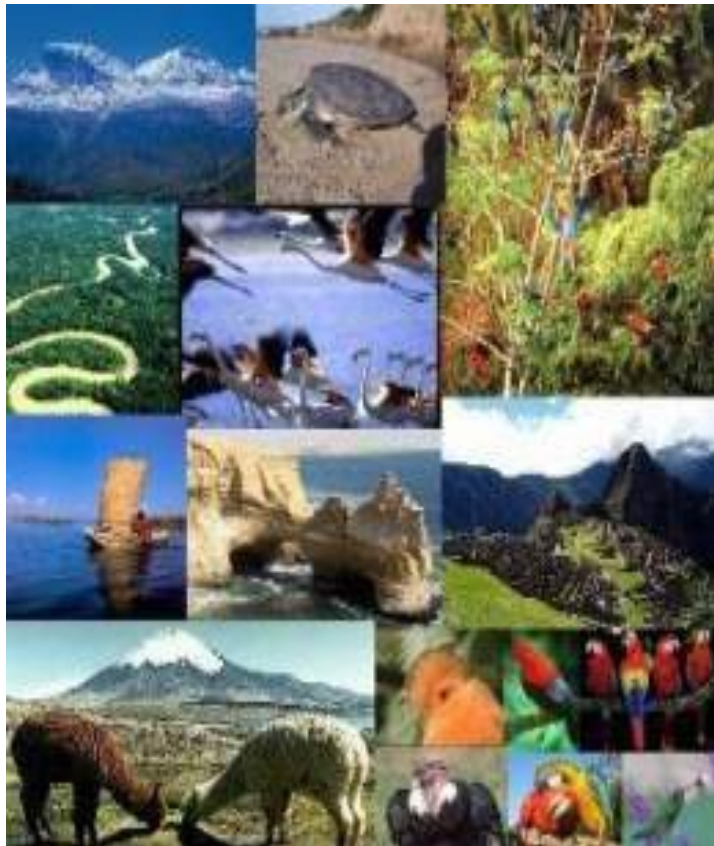
La **Economía ambiental** se ocupa del efecto de la economía en el ambiente y de la regulación de la actividad económica para que exista un equilibrio entre la calidad del ambiente, los intereses económicos y los sociales.

La **Economía ecológica** aporta un enfoque diferente y complementario a la Economía ambiental y a la Economía de los recursos naturales. Uno de sus principales postulados es el cómo percibimos la relación entre medio ambiente y sociedad.



Enfoquémonos en la Economía de los recursos naturales.

Por lo general la naturaleza se clasifica en recursos naturales **renovables** y **no renovables** de acuerdo a su tasa de recuperación



## Recursos renovables:

- Biomasa, bosques, madera, restos de residuos de cultivo, etc.
- Agua.
- Energía hidráulica.
- Radiación solar.
- Viento.
- Olas.
- Energía geotérmica.
- Plantas y animales.

Tienen una tasa de recuperación mayor que cero y pueden renovarse siempre que su tasa de extracción sea menor que la de recuperación.

## Recursos no renovables:

- Minerales.
- Metales.
- Petróleo.
- Gas natural.

Si su tasa de recuperación es cero, cualquier cantidad que se extraiga se perderá y de continuar con la extracción, se llegará al agotamiento total.

En los años treinta el matemático Harold Hotelling propuso una regla de extracción óptima para los recursos no renovables, conocida como la regla de Hotelling.

La clasificación de renovables y no renovables en realidad es artificial y debe definirse para un ámbito espacial y temporal determinado.

Y esto nos lleva entonces a los conceptos de **sustentabilidad**, bajo dos enfoques: **débil y fuerte**.

**Sustentabilidad débil:** inversión neta total (INT) de cualquier tipo de capital que se mantenga igual o mayor que cero a lo largo del tiempo (regla de Hartwick):  $INT \geq 0$ . Esto en términos matemáticos se denomina *desigualdad débil*.

El capital creado y mantenido puede ser o no natural.

**Sustentabilidad fuerte:** David Pierce modifica la Regla de Hartwick y propone que el capital natural o su mantenimiento fuese estrictamente positiva, lo que se traduce en:  $INT > 0$ , lo que en términos matemáticos se denomina *desigualdad fuerte*, de donde surge el término de **sustentabilidad fuerte**, que asume al capital natural como insustituible y evita la posibilidad de perder capital natural a expensas del creado por el ser humano.

Ello supone que capital natural y el creado, son complemento y no sustitutos.

Sin embargo, estamos lejos de cumplir con estos principios.

De acuerdo a la Red Global de Huella Ecológica que calcula el Earth Overshoot Day (EOD), que representa el día en que la humanidad entra en un gasto de déficit ecológico, en 2019 dicho déficit se alcanzó el 29 de julio, 21 días antes que en 2009.

Dicha medición, es desde una perspectiva económica.

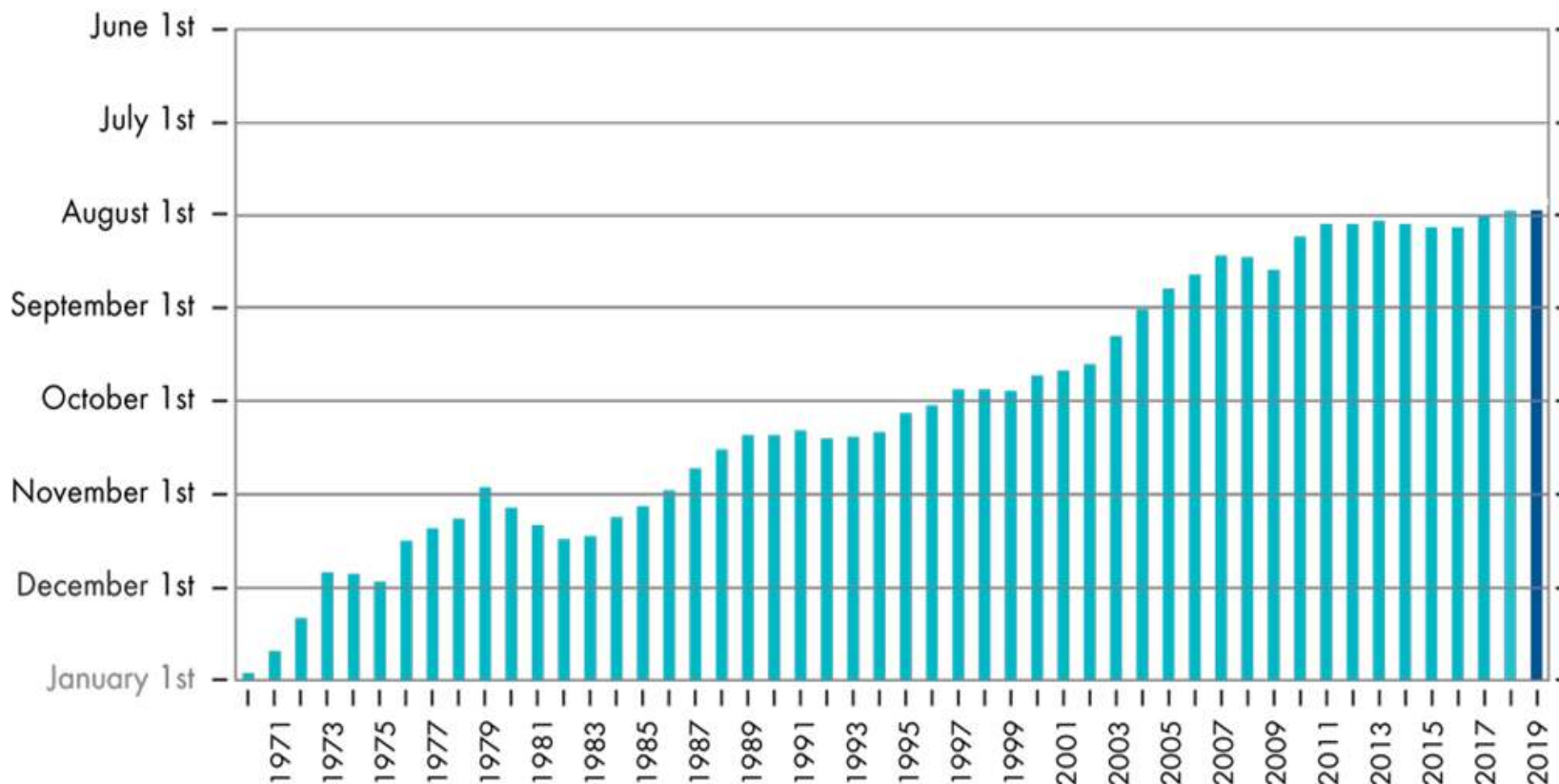


1 Earth

# Earth Overshoot Day 1970-2019



1.75 Earths



Source: Global Footprint Network National Footprint Accounts 2019

Earth Overshoot Day durante los últimos 50 años

# Country Overshoot Days 2019

When would Earth Overshoot Day land if the world's population lived like...

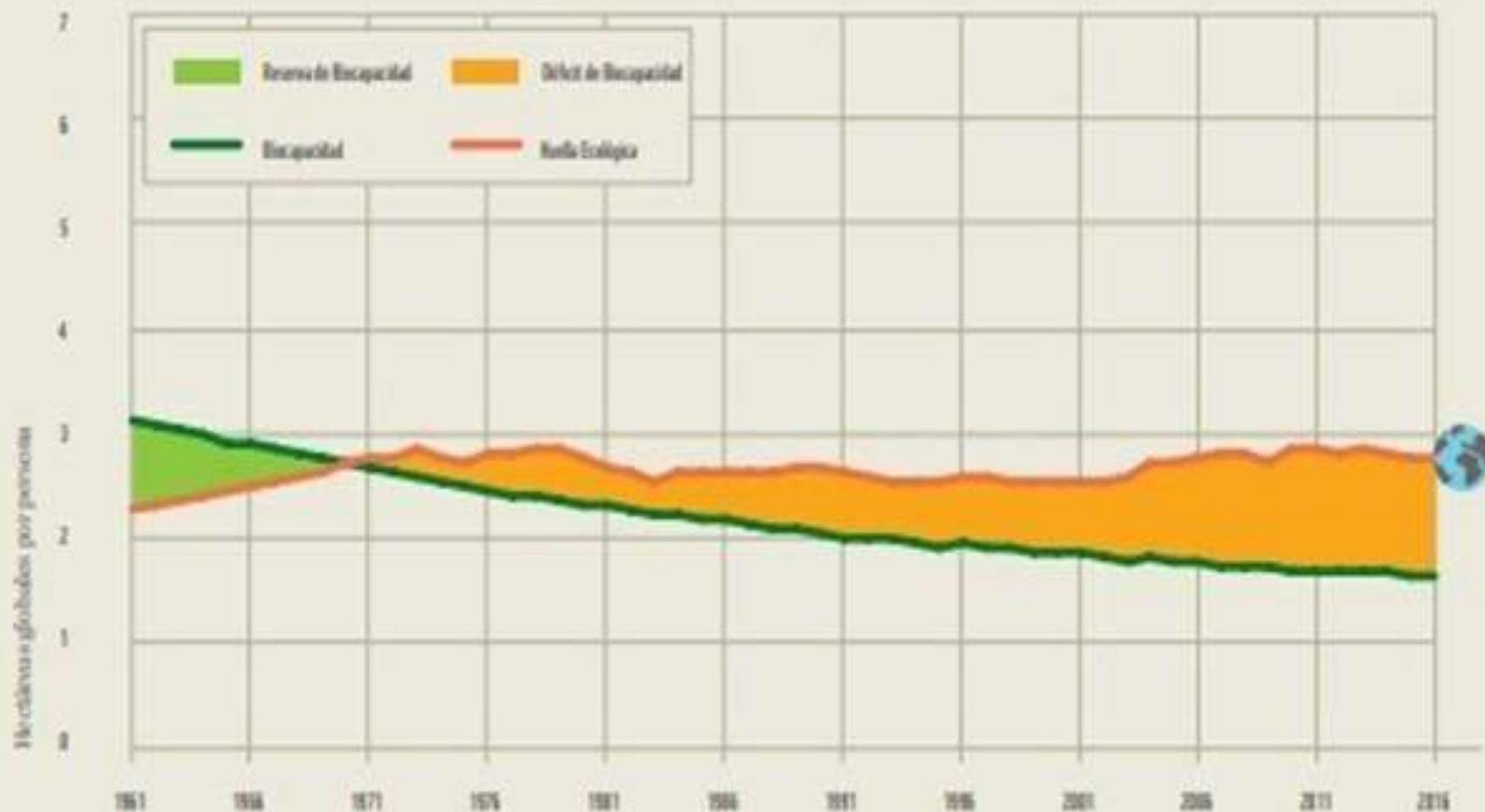


Source: Global Footprint Network National Footprint Accounts 2019





# EVOLUCIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA GLOBAL Y LA BIOCAPACIDAD



Fuente: Global Footprint Network, Cuentas Nacionales de Huella y Biocapacidad 2019

Actualmente la visión de desarrollo, como vimos en el inicio de esta presentación, no puede considerar como condición imprescindible el crecimiento económico.

No sólo pueden considerarse las actividades rentables o lucrativas. Existen, además de la calidad del medio ambiente elementos como los derechos humanos, la equidad de género, la redistribución del ingreso, la calidad de las instituciones, entre otros elementos que ya están muy presentes en las agendas de los gobiernos.

**!!! Muchas gracias!!!**

**ramirezcarmina@hotmail.com**

# Plantaciones Forestales Comerciales en México: Avances y Perspectivas

---

Coordinación General de Producción y Productividad  
Gerencia de Plantaciones Forestales Comerciales

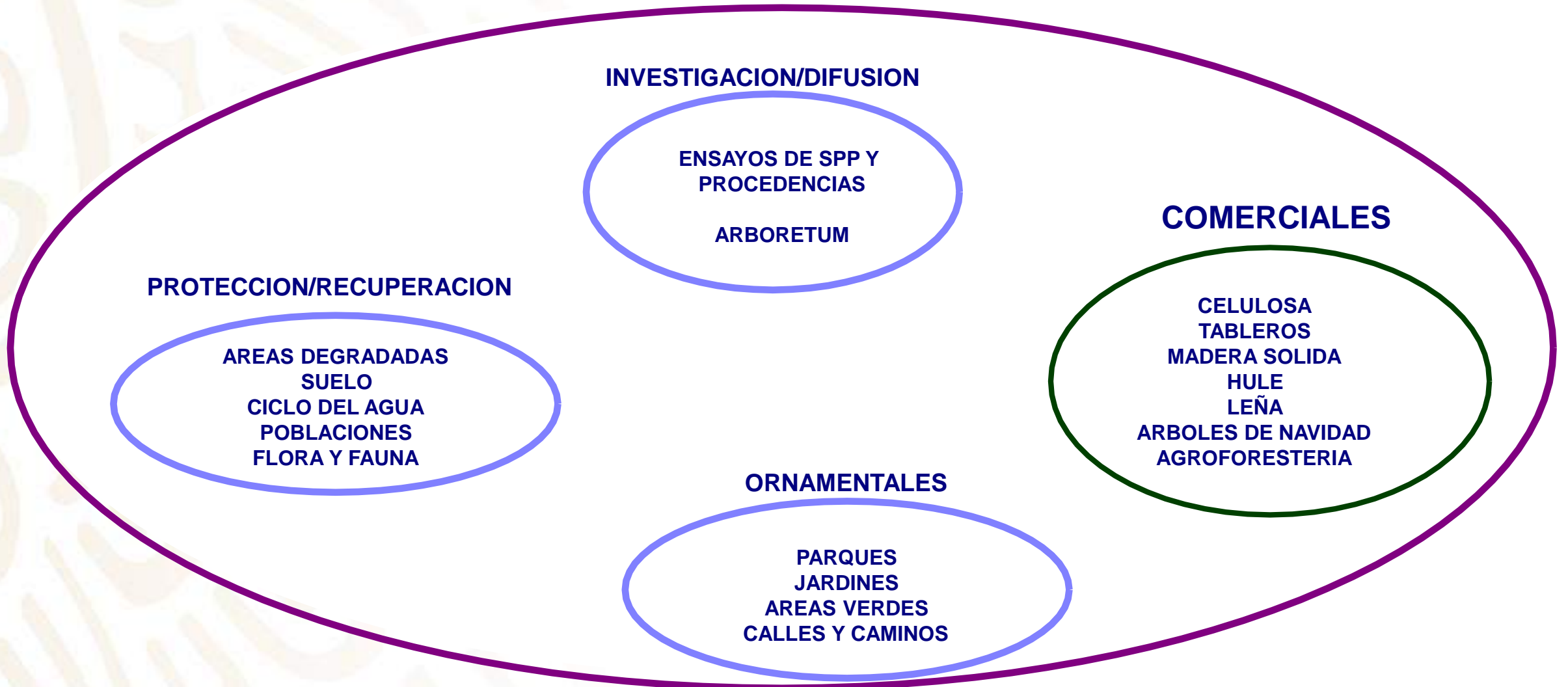


**CONAFOR**  
COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

# LOS CULTIVOS HUMANOS:

- ❖ Agricultura
- ❖ Ganadería
- ❖ Piscicultura o Acuacultura o Acuicultura o Granjas de camarones, etc.
- ❖ Cultivo forestal o Arboricultura o Bosques plantados o Plantaciones Forestales

# TIPOS DE PLANTACIONES FORESTALES (Según su Objetivo)



# LOS CULTIVOS HUMANOS:

## Antigüedad:








❖ Agricultura	10,000 años ?
❖ Ganadería	10,000 años ?
❖ Acuicultura	300 años
❖ Plantaciones Forestales Comerciales (PFC)	300 años

# Definición de Plantación Forestal Comercial

“Es el cultivo de especies forestales en terrenos no forestales, con propósitos comerciales.”

En México, está prohibido el establecimiento de PFC en sustitución de la vegetación natural.

Tipo de plantaciones forestales según su objetivo:

Natural forest		Planted forest			Non-forest	
Primary	Modified natural forests	Semi-natural forests		Plantations		Trees outside forest (TOF)
		Assisted natural regeneration	Planted component	Productive	Protective	
						
Forest of native species, where there are no clearly visible indications of human activity and ecological processes are not significantly disturbed	Forest of naturally regenerated native species, where there are clearly visible indications of human activity	Intensive silvicultural management, e.g. weeding, fertilizing, thinning, selective logging	Forest of native species, established through planting, seeding, coppice	Forest of primarily introduced and native species, established through planting or seeding mainly for production of wood or non-wood products	Forest of native or introduced species, established through planting or seeding mainly for provision of environmental services	Smaller than 0.5 ha; tree cover in agricultural land (e.g. agroforestry), trees in urban environments, and scattered along roads and in landscapes



# Objetivo de las PFC

Obtención de materias primas forestales de calidad a costos competitivos



# ENTORNO DE LAS PFC

## GLOBAL

- Incremento en la demanda de productos forestales.
- Presión social creciente para proteger bosques naturales.
- Incremento en superficies de PFC en áreas tropicales.

## NACIONAL

- Rezago del sector rural y Necesidad de reconversión productiva.
- Balanza Comercial Forestal Negativa.
- Amplio potencial para PFC.
- Incentivos oficiales y crédito para plantadores.

# ¿Porqué plantar comercialmente?

## Beneficios financieros de las PFC

Uniformidad de  
productos

Alta  
productividad

**Materias primas  
de bajo costo y  
alta calidad**

Reducción de  
turno

Concentración  
de volúmenes



# Los otros beneficios de las PFC

## ✓ Ambientales

- Disminución de la presión sobre los bosques naturales
- Fijación de CO<sub>2</sub>
- Recuperación de la frontera forestal (cobertura forestal)

## ✓ Económicos

- Disminución del déficit de la balanza comercial (México)
- Generación de derramas económicas
- Permanencia y expansión de la industria forestal
- Uso productivo de terrenos subutilizados

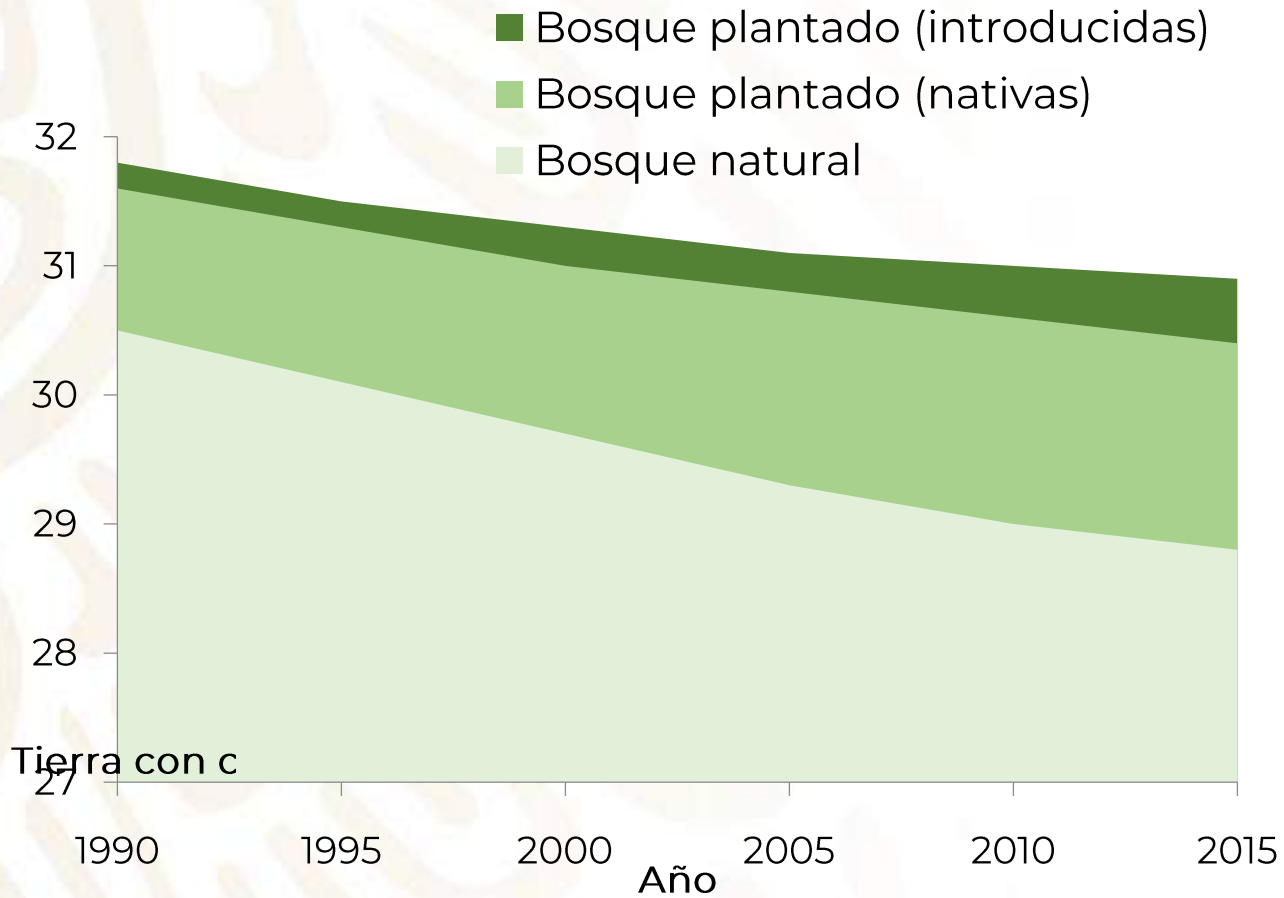
## ✓ Sociales

- Generación de empleos
- Arraigo de la población rural
- Estabilidad en el campo

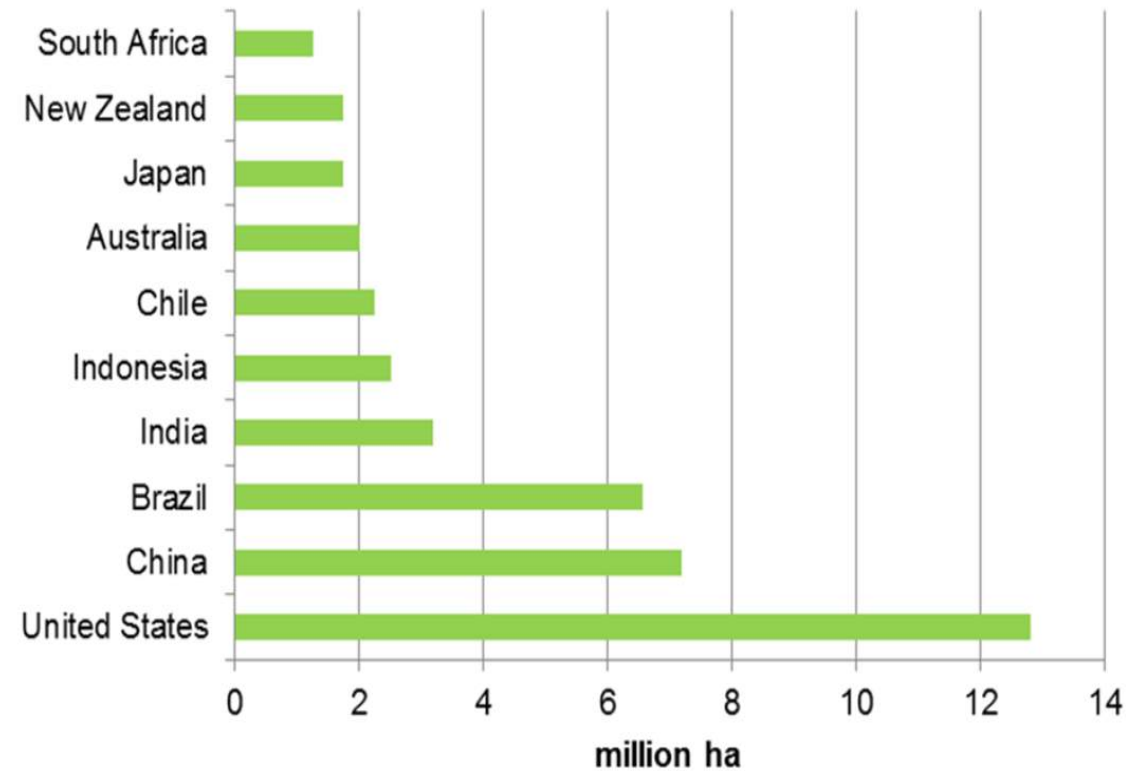
Justificación de los subsidios

# Contexto Internacional de las PFC

## Cobertura forestal del planeta



## Principales países con PFC



# Contexto Internacional de las PFC

## Producción forestal proveniente de PFC

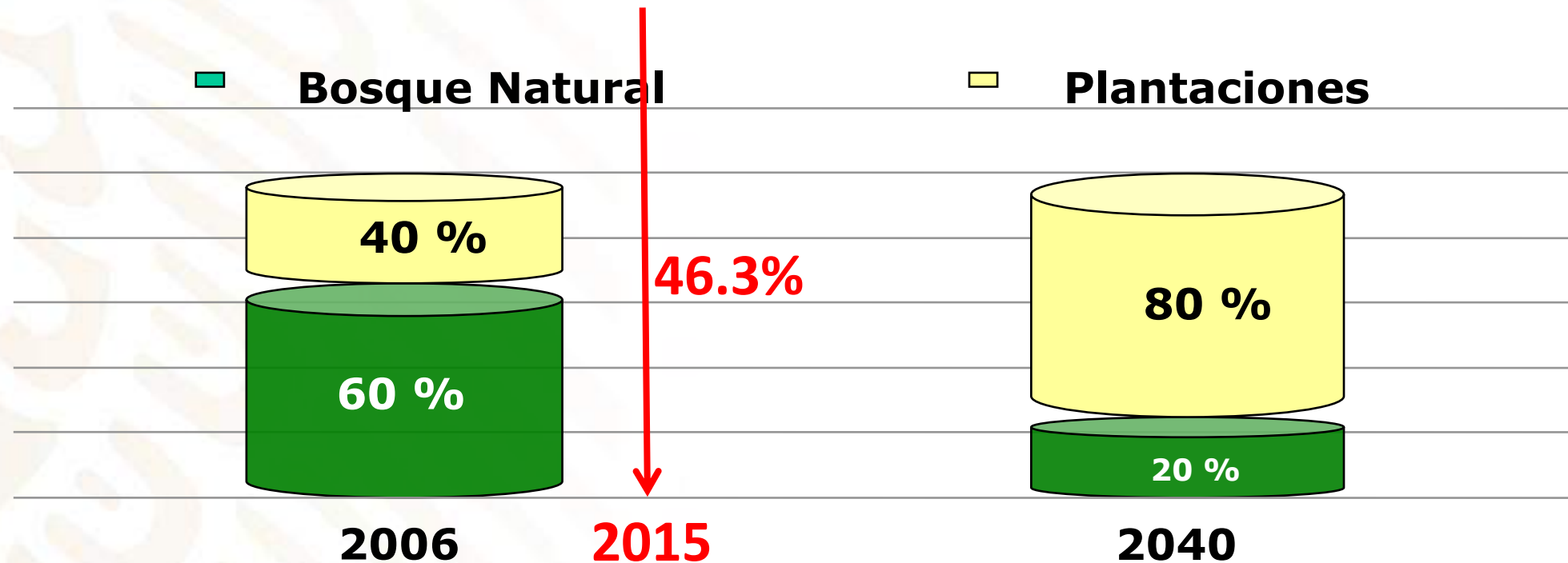
A nivel mundial, las PFC cubren el 7% de la superficie forestal y producen el 46% de la madera industrial.

**Table 4**

Planted forest roundwood production in 2012 by region and climate domain adapted from [Jürgensen et al., 2014](#).

	Total forest area 2015 (Million ha)	Planted forest area 2015 (Million ha)	Annualised% change in planted forest area 1990–2015	Planted forest industrial roundwood 2012 (1000 m <sup>3</sup> )	Planted forest % of total industrial roundwood	2012 Planted forest roundwood productivity index based on 1990 area (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup> )
World	3999.1	277.9	2.0	770,200	46.3	4.6
Tropical	1770.1	56.8	2.5	255,300	63.7	8.4
Subtropical	320.0	24.7	1.2	69,600	64.7	3.8
Temperate	1031.5	154.4	2.0	410,100	45.2	4.4
Boreal	877.3	41.9	2.0	35,200	13.9	1.4
South America	842.0	15.0	2.5	193,000	89.8	24.0
Oceania	173.5	4.3	1.9	47,500	84.0	17.2
East and Southern Africa	274.8	4.6	1.2	20,700	64.7	6.0
Caribbean	7.1	0.7	2.4	300	24.7	0.7
East Asia	257.0	91.8	2.2	78,700	46.9	1.5
Central America	86.2	0.4	0.6	1600	18.0	4.3
West and Central Africa	313.0	3.2	3.2	5100	14.1	3.5
Southern and SE Asia	292.8	29.9	3.4	82,700	52.0	6.4
North Africa	36.2	8.4	0.9	400	15.7	0.1
Europe	1015.4	70.4	1.3	166,200	33.4	3.2
West and Central Asia	43.5	6.7	2.1	3900	19.1	1.0
North America	657.1	42.1	2.5	170,100	36.0	7.6

# La tendencia mundial del abasto futuro de madera señala a las plantaciones forestales comerciales como la fuente principal

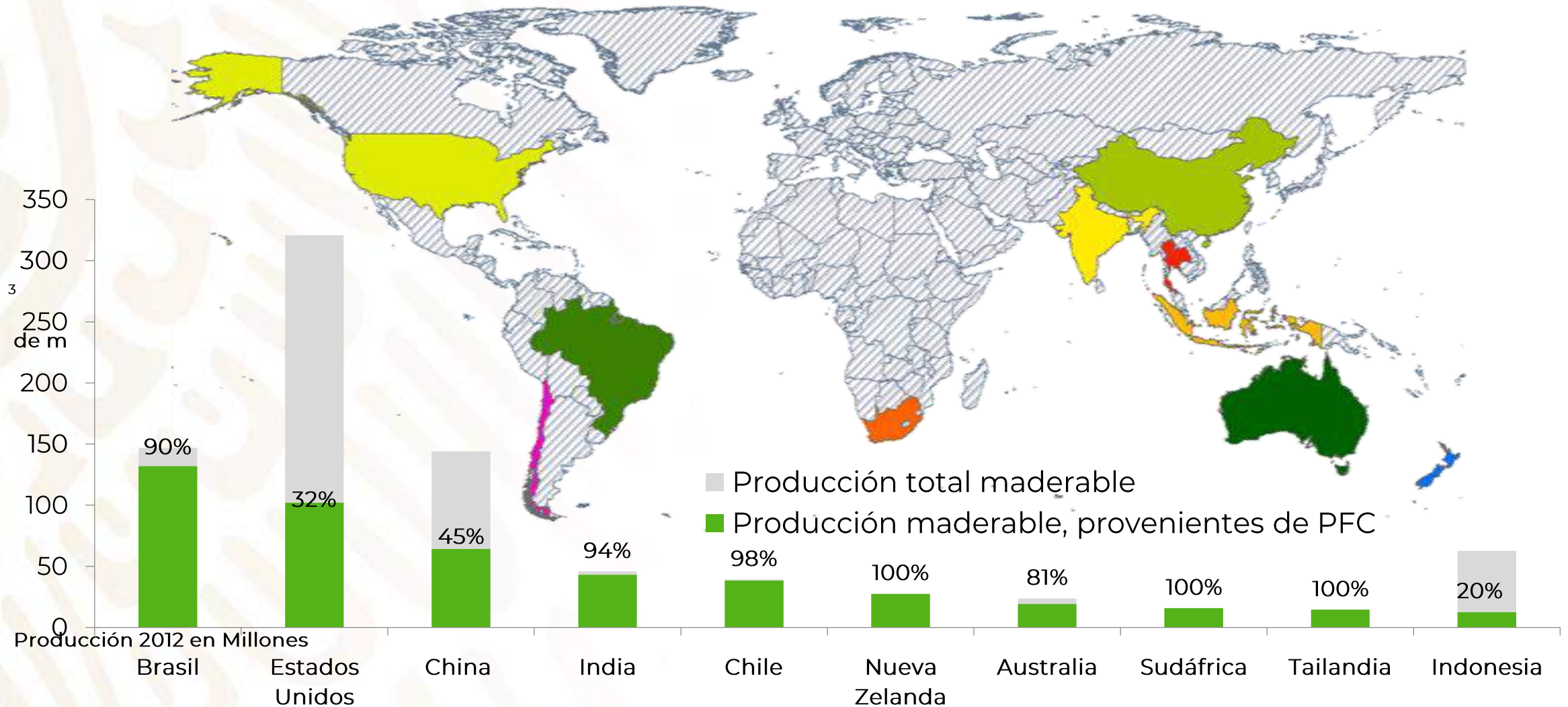


FUENTE: FAO, Situación de los bosques del mundo, 2006.

Hasta hace muy poco –menos de cien años- la totalidad de la madera que se consumía en el mundo provenía de la extracción de bosques nativos. Actualmente, el 40 por ciento de los productos forestales provienen de cultivos o plantaciones de árboles, mientras que el restante 60 por ciento todavía proviene de bosques y selvas nativas. Según la FAO, para el año 2040 se cultivará el 80 por ciento de la madera demandada y solo el 20 por ciento se extraerá de bosque nativos.

# Contexto Internacional de las PFC

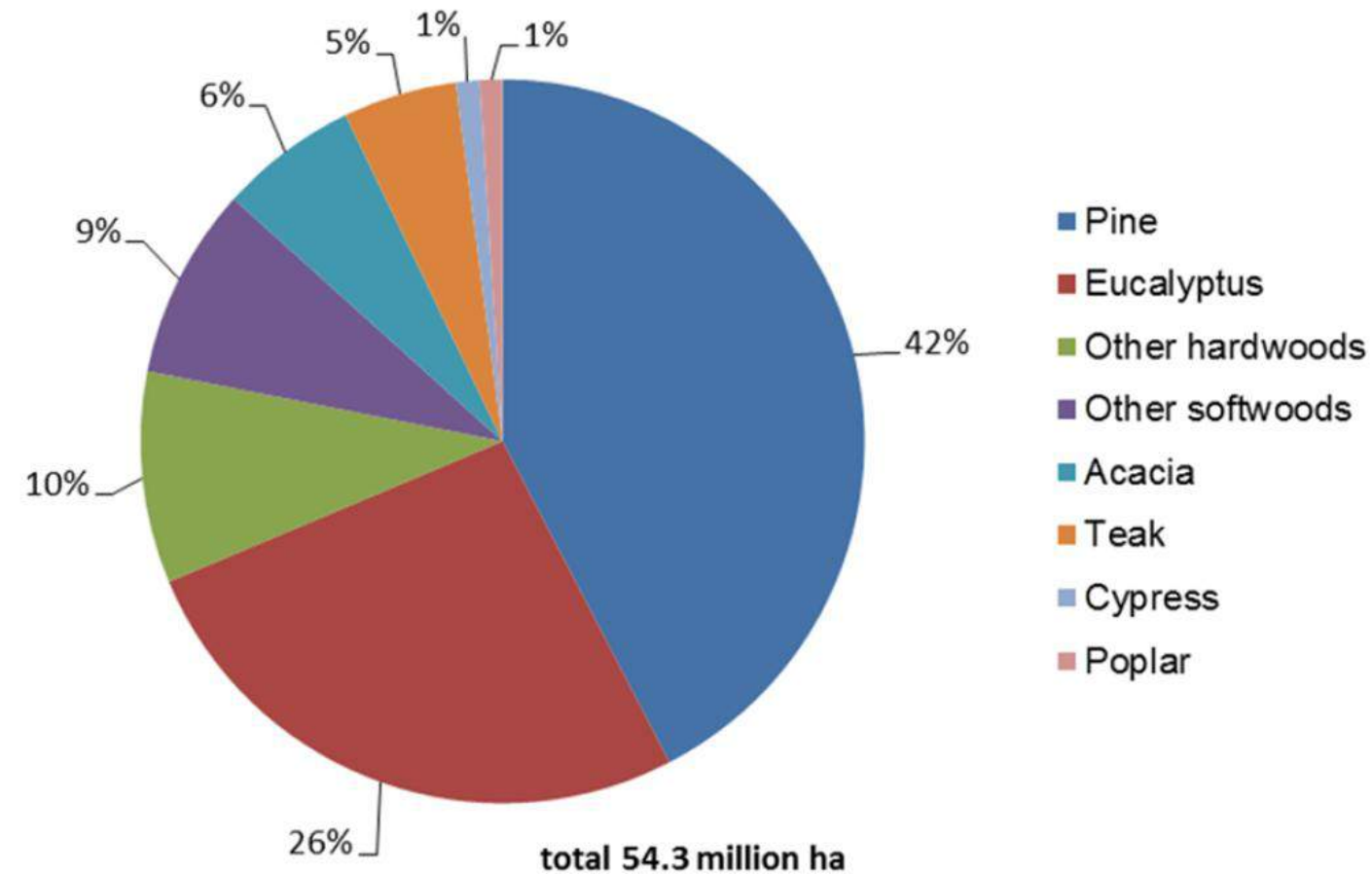
## Producción forestal proveniente de PFC





# ¿Qué especies se plantan comercialmente?

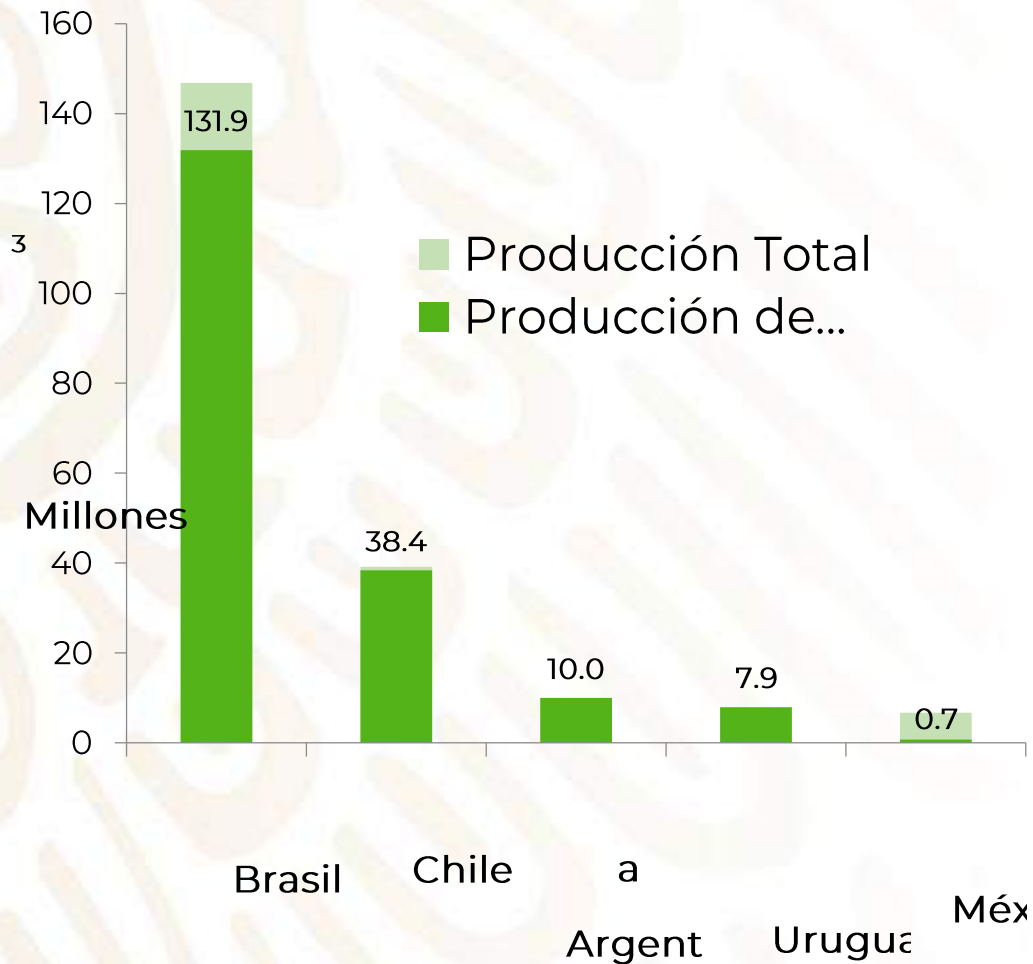
## Principales especies establecidas en el mundo



Fuente: Strategic review on the future of Forest Plantations. INDUFOR, 2012.

# Contexto Internacional de las PFC

## Producción forestal en Latinoamérica





---

**CONAFOR**  
COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

# Las importaciones forestales de México

## Principales países de los cuales importa México productos forestales

**EUA:** papel y cartón, papel periódico, papel desperdicio, madera aserrada, celulosa de madera, triplay, madera de partículas.

**Chile:** madera aserrada de coníferas, tableros de partículas, triplay.

**Brasil:** madera aserrada de coníferas y tableros de fibras.

**Canadá:** papel periódico, papel y cartón, tableros de partículas, triplay, madera aserrada de coníferas.

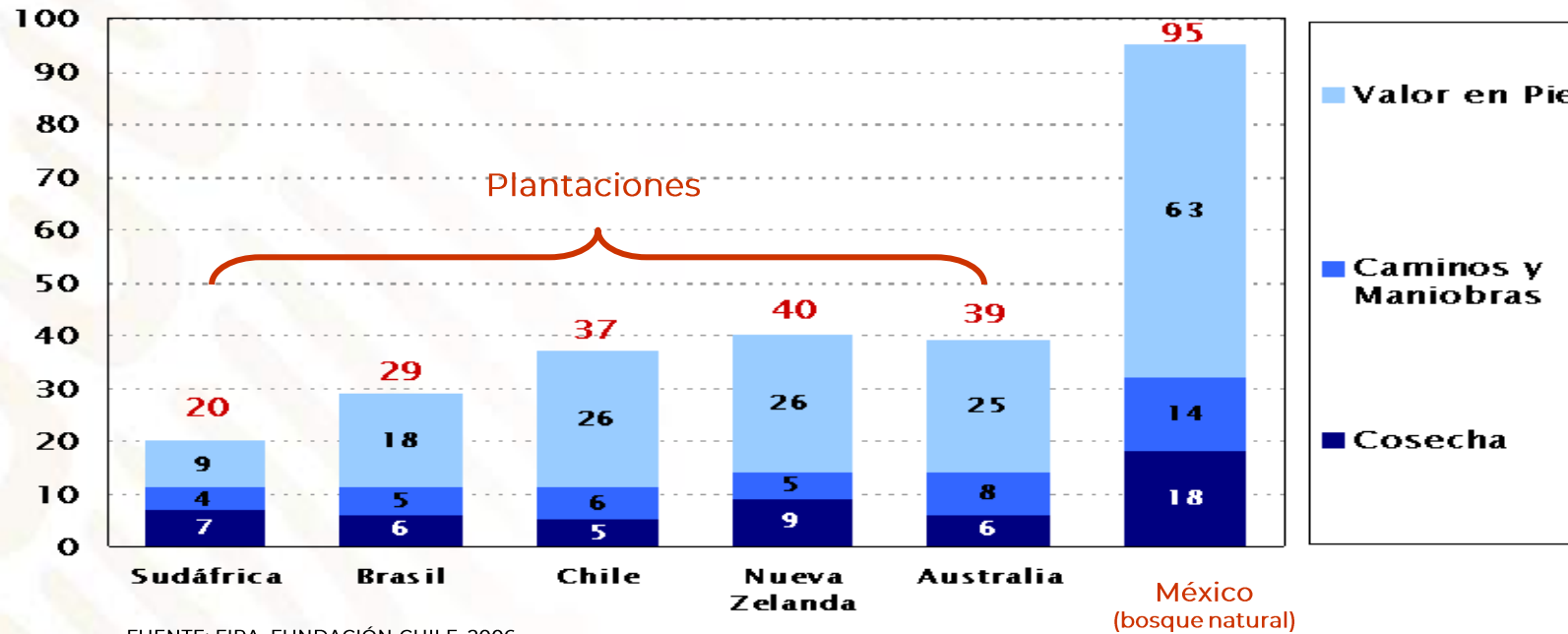
**Finlandia:** papel y cartón.

**Alemania:** papel y cartón.

# El auge de las importaciones forestales:

La producción nacional actual –basada casi exclusivamente en la extracción maderable de bosques nativos- no es competitiva a nivel mundial. Actualmente los países líderes obtienen su madera mediante el cultivo de árboles.

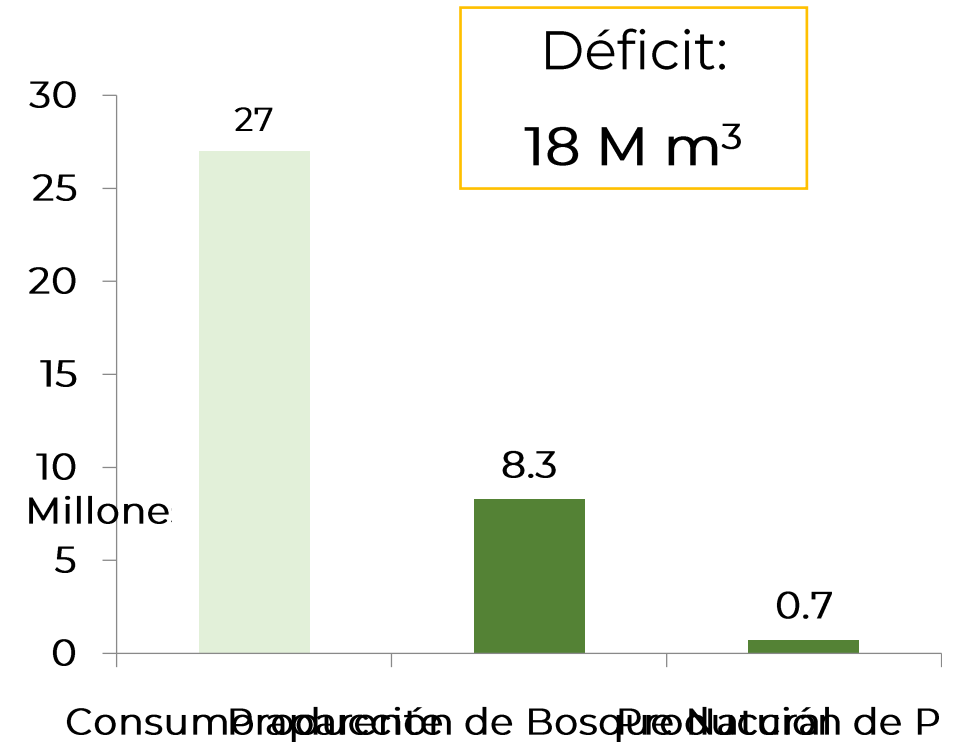
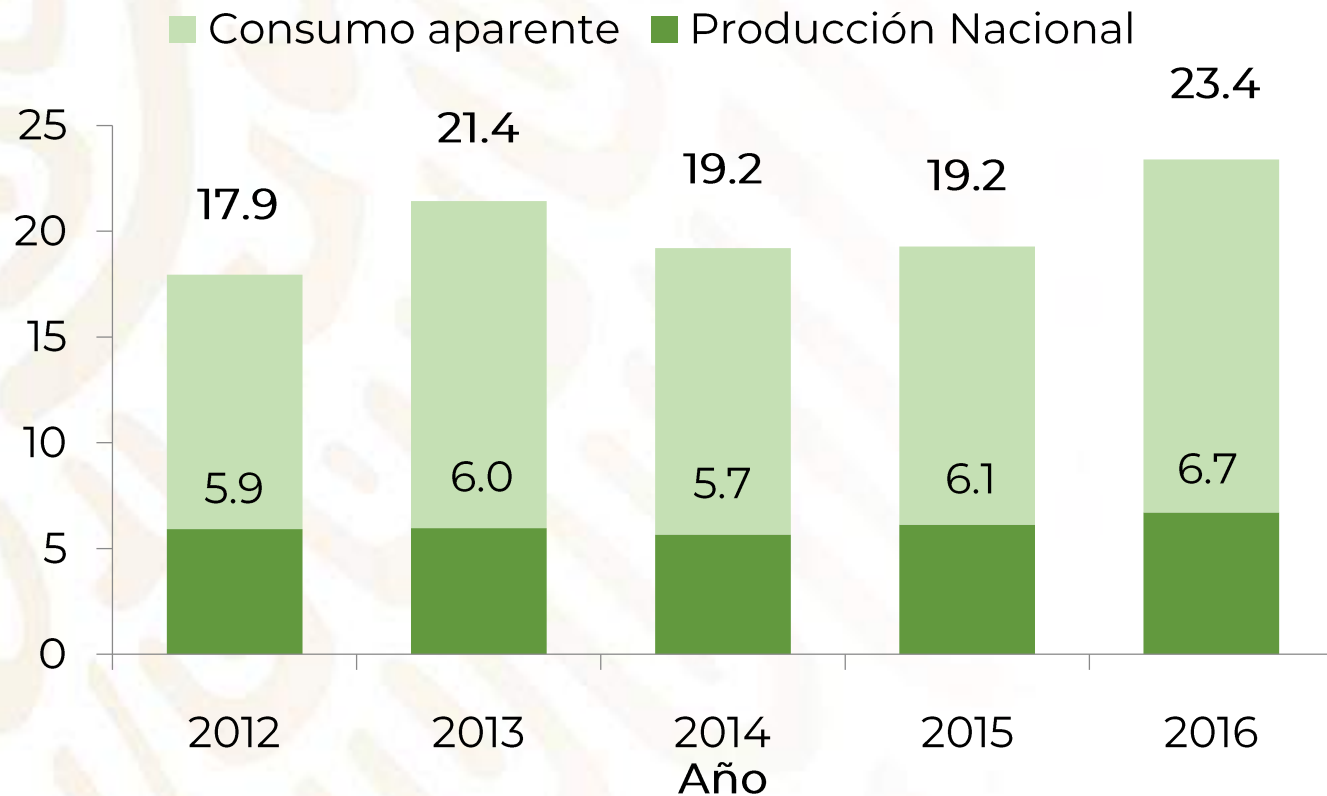
**Costo de trocería LAB aserradero**  
(Dólares EUA/m<sup>3</sup>)



Los costos de materia prima forestal en México equivalen aproximadamente al doble de los países líderes. Esta es la principal razón de la falta de competitividad nacional y del creciente déficit comercial forestal.

# ¿Porqué fomentar PFC en México?

## Producción y Consumo Aparente de Productos Forestales en México



Fuente: Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2016 (SEMARNAT, 2017).

Fuentes: Datos preliminares para el Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2017 (SEMARNAT, 2018). Estimaciones de la CONAFOR.

# ¿Porqué fomentar PFC en México?

Porque México tiene potencia para el desarrollo de PFC !!!



Potencial:  
8.5 millones de  
hectáreas

3 millones de  
hectáreas en el  
Sureste

# ¿Porqué fomentar PFC en México?

## Ventajas de las PFC

Uniformidad de  
productos

Alta  
productividad

**Materias primas  
de bajo costo y  
alta calidad**

Reducción de  
turno

Concentración  
de volúmenes





# ¿Porqué fomentar PFC en México?

## Beneficios de las PFC



### Ambientales

- Reincorporación del suelo al uso forestal.
- Disminución de la presión sobre los bosques naturales
- Captura de CO<sub>2</sub>



### Económicos

- Permanencia y expansión de la industria forestal
- Generación de derramas económicas
- Disminución del déficit de la balanza comercial



### Sociales

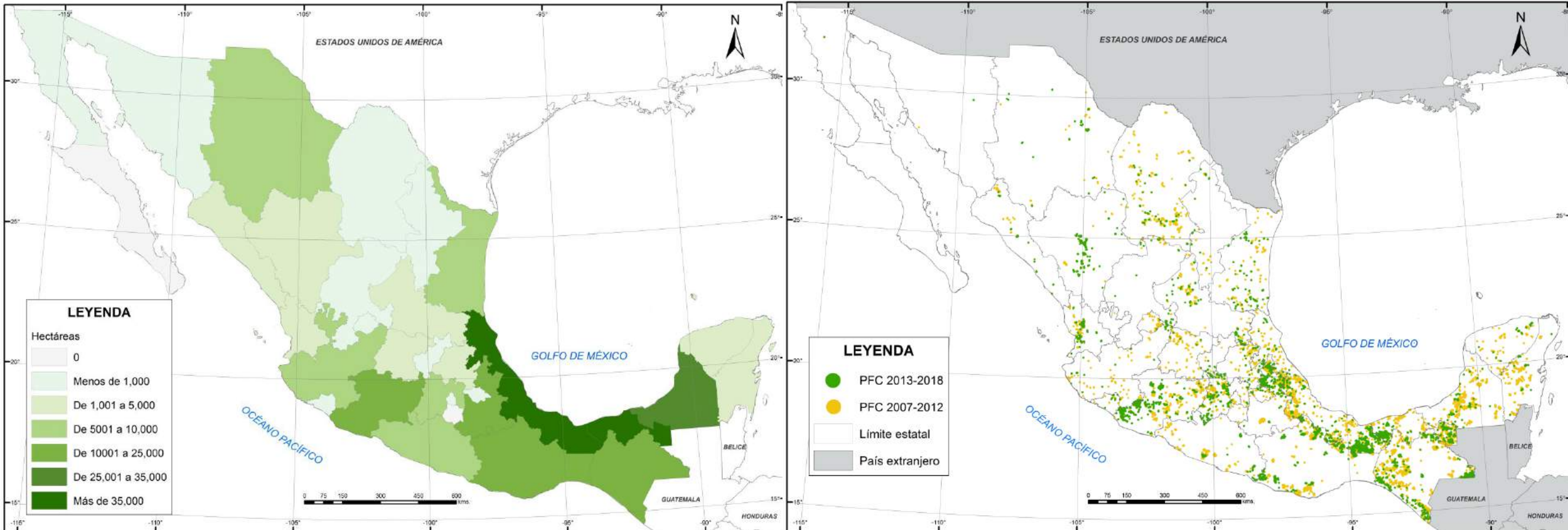
- Generación de empleos
- Arraigo de la población rural
- Estabilidad en el campo

Justificación de los subsidios oficiales



# Plantaciones Forestales Comerciales en México

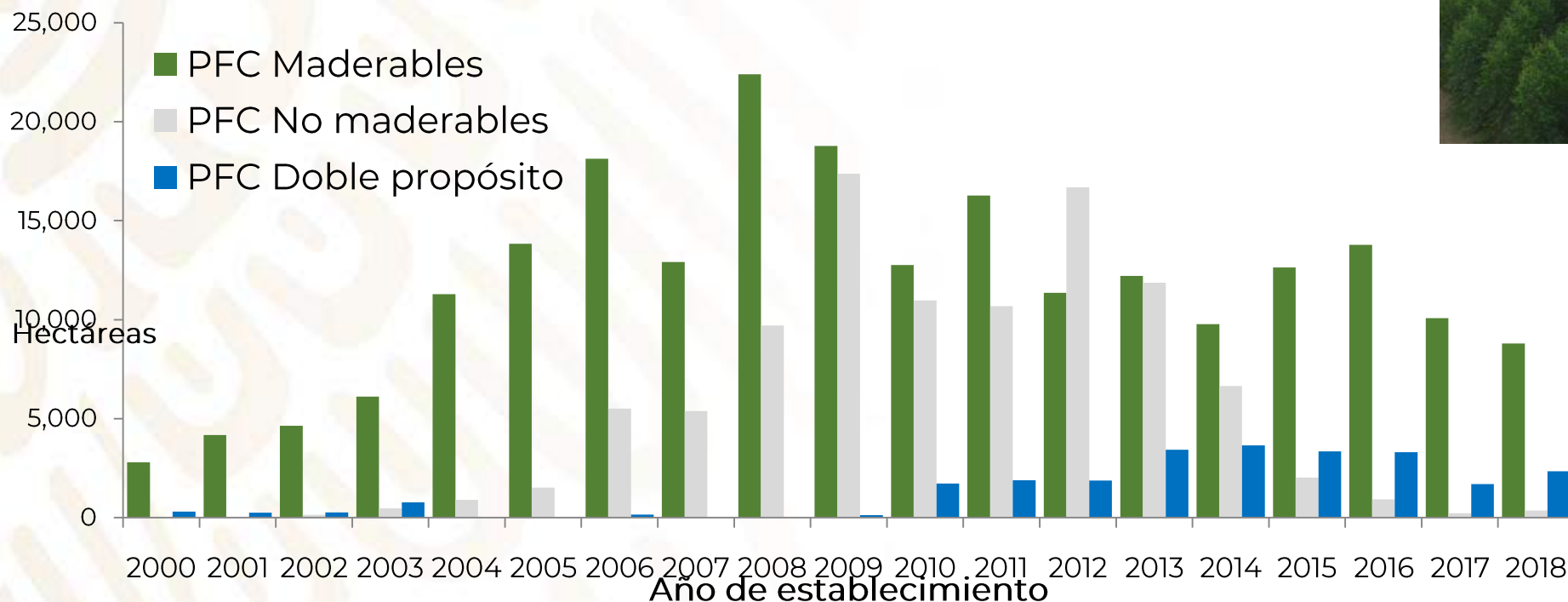
## Ubicación de las PFC en México



# Plantaciones Forestales Comerciales en México

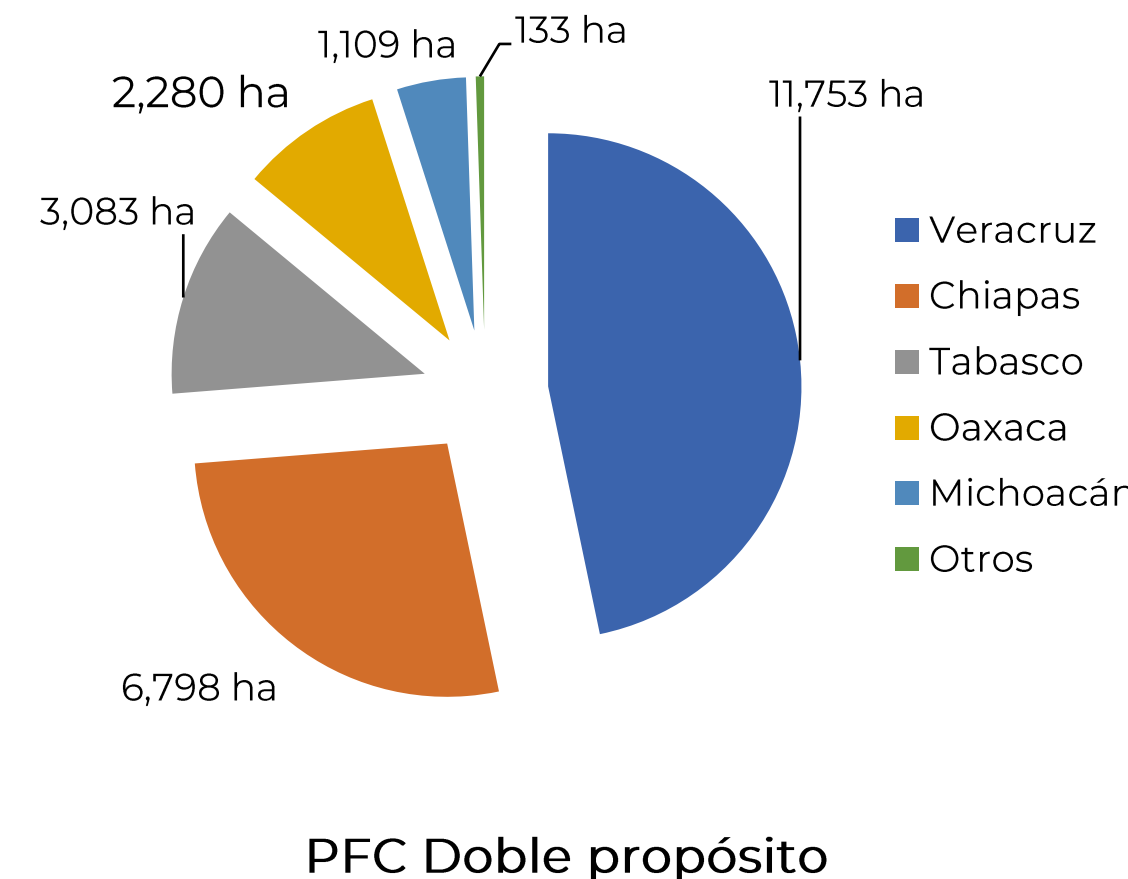
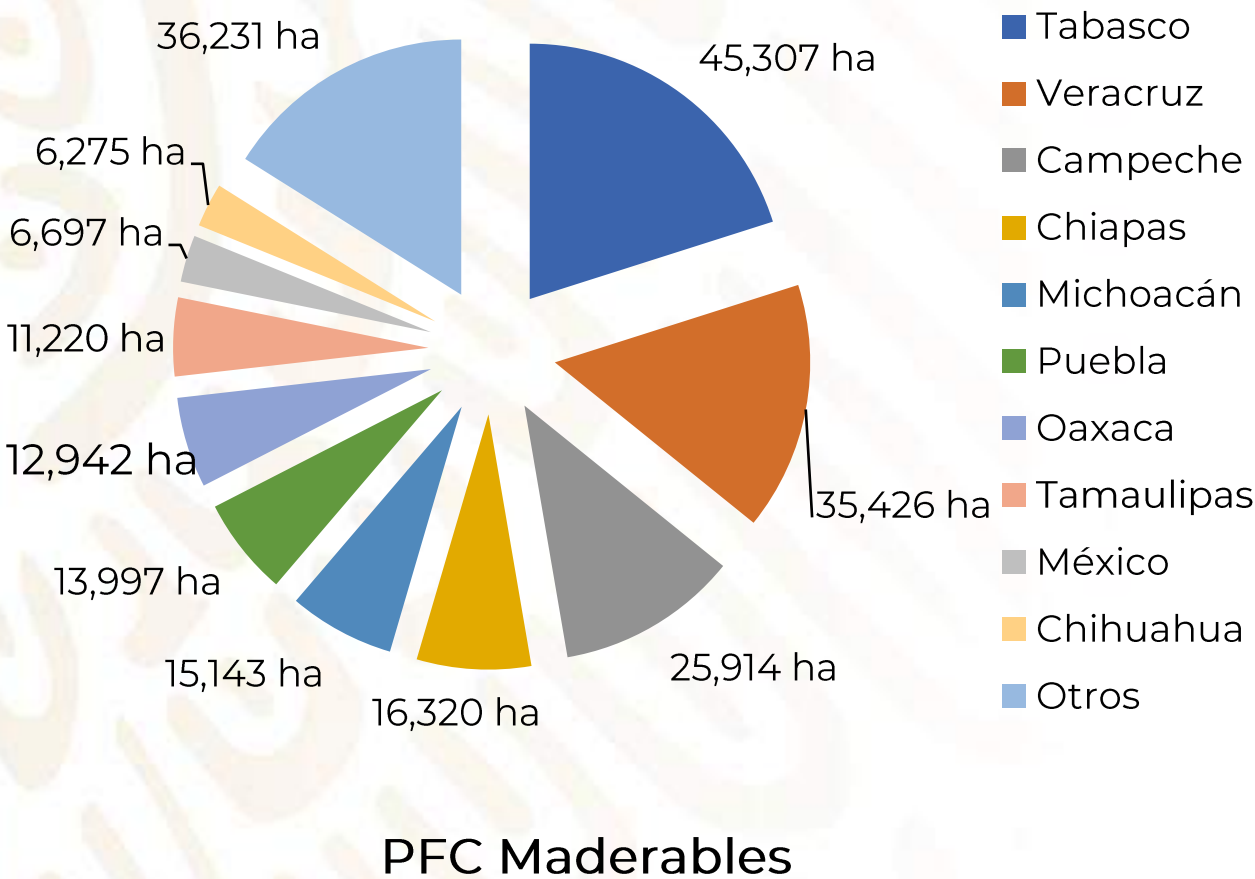
Durante el periodo 2000-2018, se han establecido 349 mil hectáreas con apoyos de la CONAFOR, de las cuales:

- 64% (225 mil ha) son maderables,
- 7% ( 25 mil ha) son doble propósito, y
- 29% (101 mil ha) son no maderables



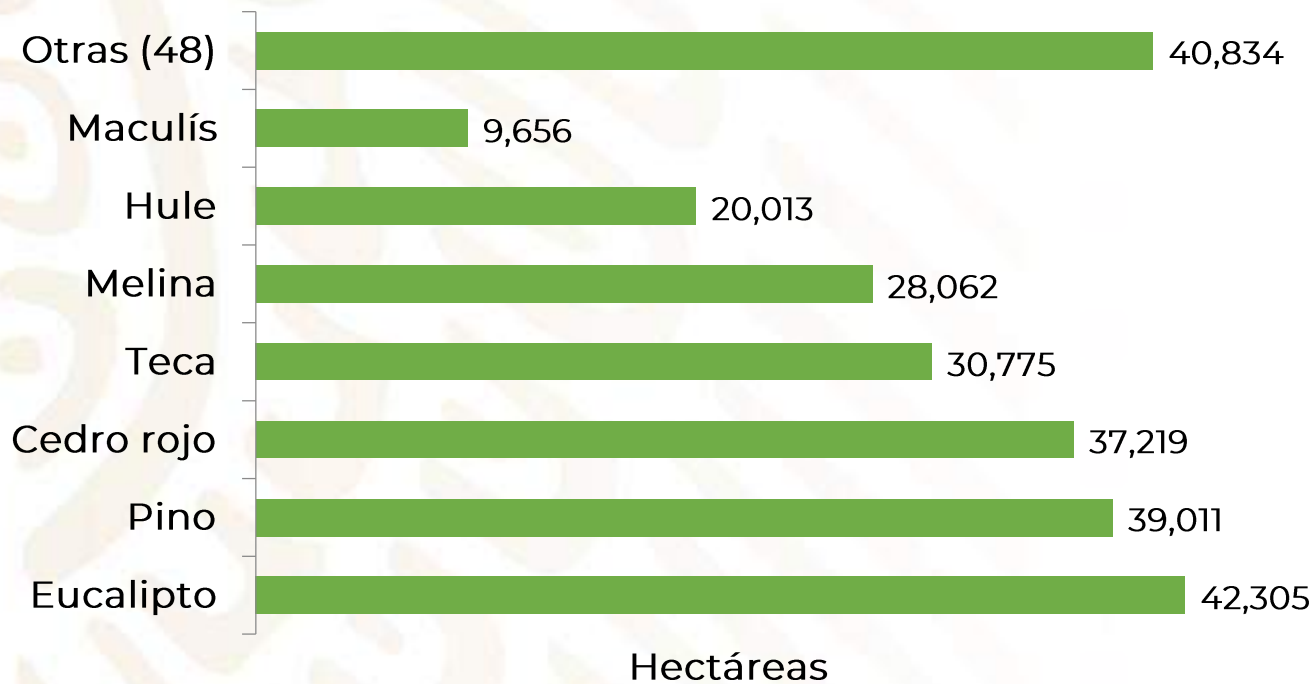
# Plantaciones Forestales Comerciales en México

## Distribución de las PFC establecidas



# Plantaciones Forestales Comerciales en México

## Principales especies maderables establecidas



En 2017, el 10% de la producción forestal provino de PFC.

Existen 46,000 hectáreas de PFC con certificación FSC



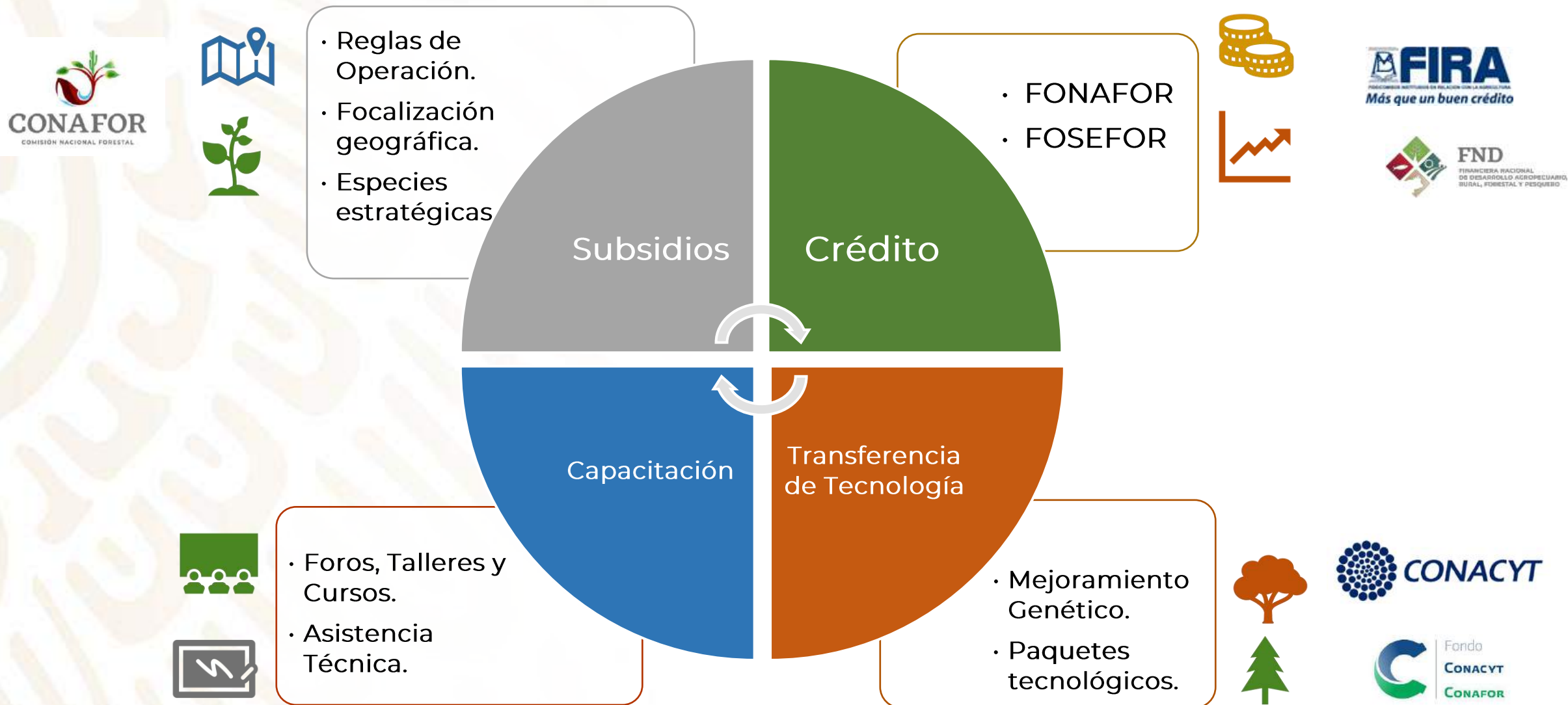
# ¿Qué esperamos lograr?

Desarrollar PFC considerando los siguientes criterios:

1. Mercado local o regional identificado.
2. Especies estratégicas.
3. Paquete tecnológico desarrollado.
4. Asistencia técnica especializada.
5. Germoplasma con selección.
6. Concurrencia de recursos.
7. Plantador informado / capacitado en PFC.



# Modelo de intervención para el desarrollo de PFC

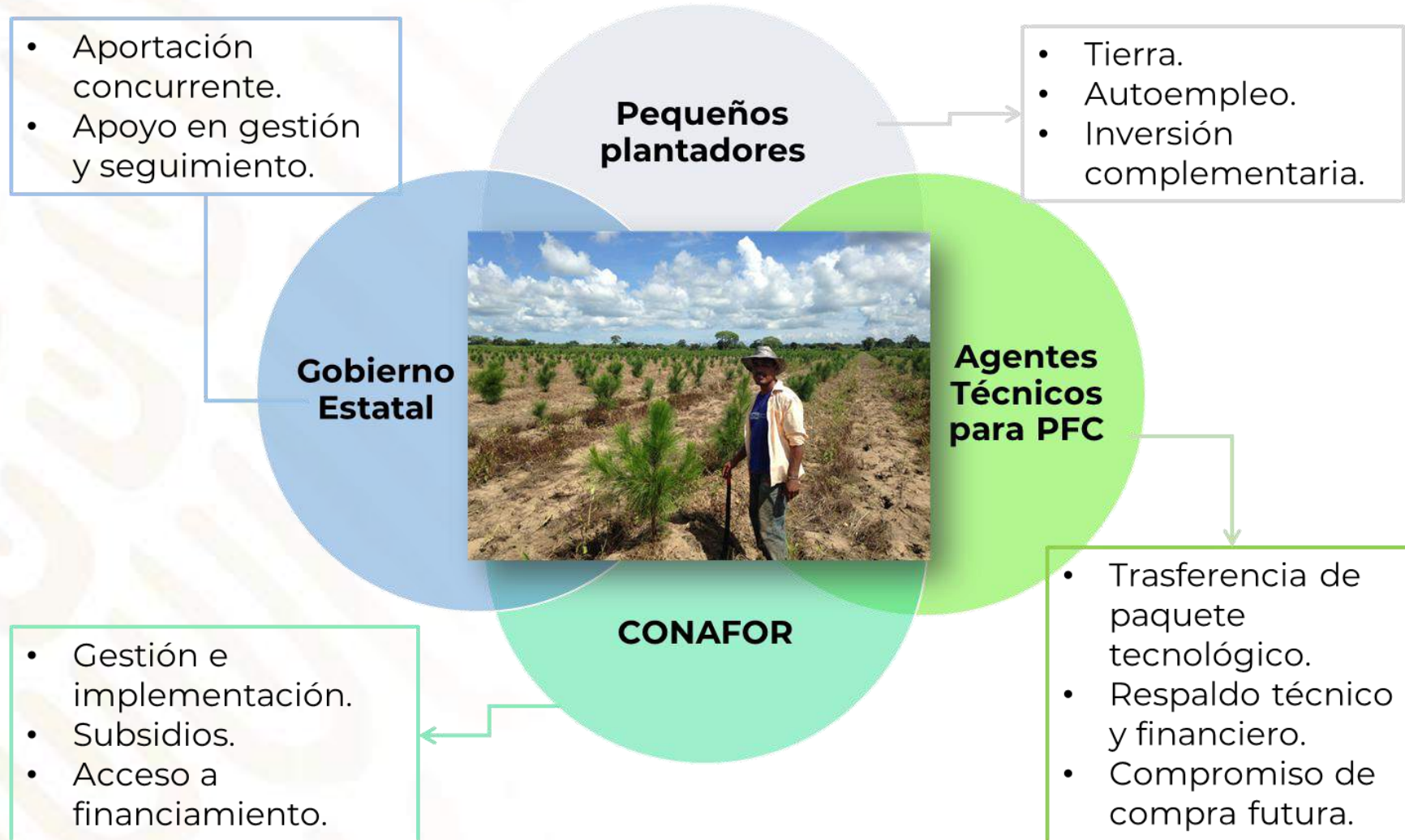


### 2. Alineación con las políticas nacional y sectorial

- Atención a Zonas Prioritarias
- Orientación de apoyos a pequeños propietarios
- Promoción de la certificación de las PFC en proyecto pequeños
- Inclusión de especies nativas como elegibles de apoyos
- Explorar coordinación con Sembrando Vida
- Vinculación con SADER para fomento de Sistemas Agroforestales.



# Desarrollo de pequeños plantadores forestales comerciales vinculados a la industria



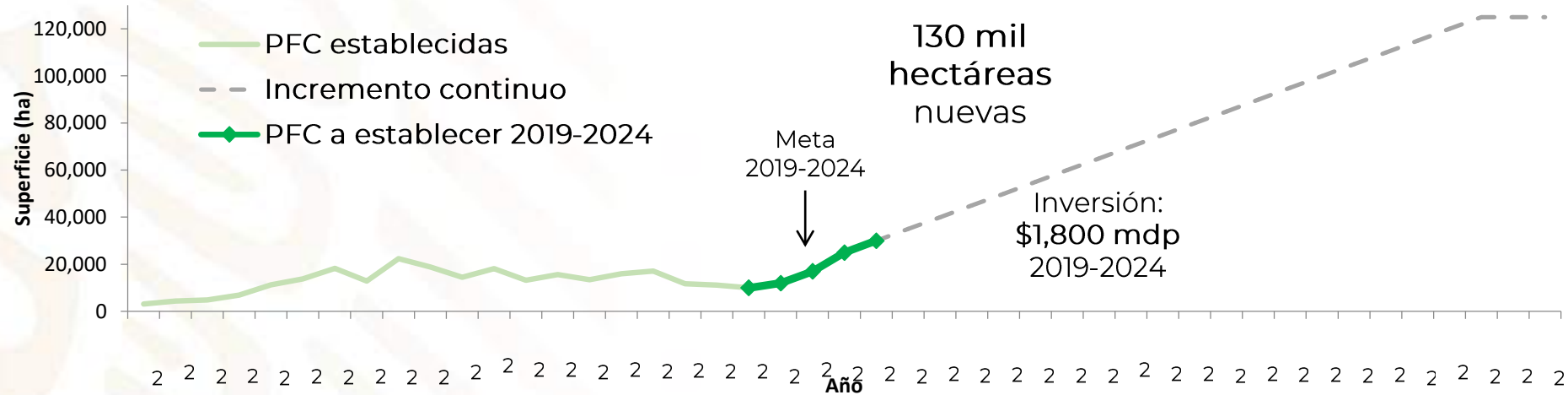
Ejemplos:

PFC resineras en Michoacán y Tabasco.

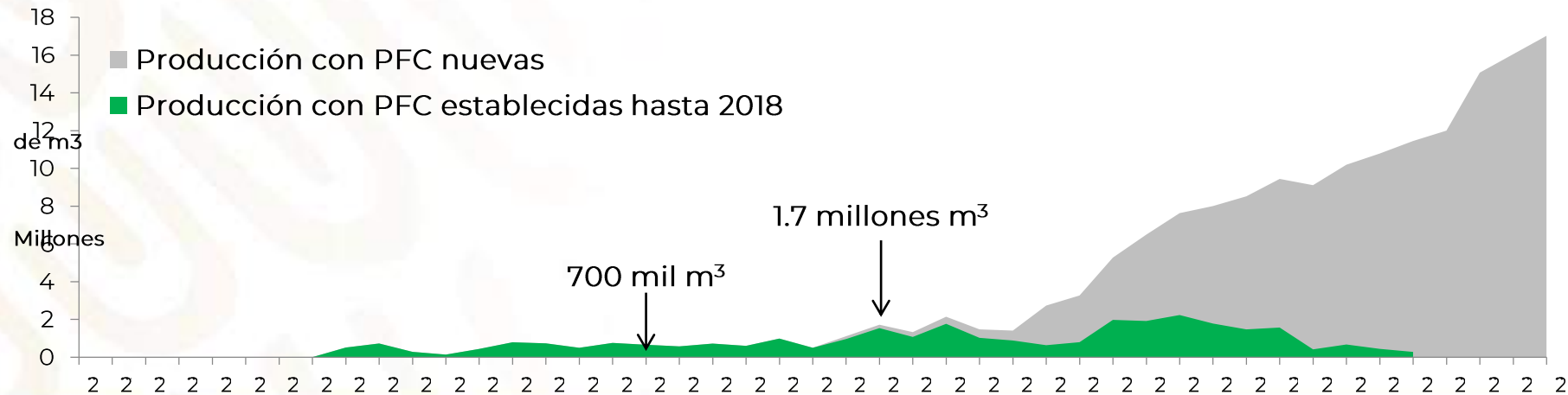
PFC de rápido crecimiento en Tabasco.

# ¿Qué esperamos lograr?

## 1. Incrementar la superficie de PFC sustentables.



## 2. Sostener el incremento futuro en la producción forestal proveniente de PFC.



# Gracias

Contacto

Ramón Burciaga  
Gerente de Plantaciones Forestales Comerciales

[ramon.burciaga@conafor.gob.mx](mailto:ramon.burciaga@conafor.gob.mx)

Ext. 2200



**GOBIERNO DE  
MÉXICO**





# **EL TURISMO CINEGÉTICO COMO HERRAMIENTA DE MEJORA ECONÓMICA Y SUSTENTABILIDAD.**



# I) CAZA SUSTENTABLE O CAZA DEPORTIVA

Es la actividad cinegética que sólo se ejerce con elementos comprobados de sustentabilidad y dentro de un marco legal, para lo cual, entre otros elementos, se requiere:

- a) Análisis del hábitat para ejercer el aprovechamiento mediante la caza deportiva.
- b) Identificación de especies de fauna silvestre susceptibles de aprovechamiento
- c) Conteo de número de ejemplares.
- d) Determinación del número de especies aprovechables y sus características.
- e) Plan de Manejo del Área que garantice la sustentabilidad con un Responsable Técnico.
- f) Responsable de la Actividad Cinegética u organizador y personal calificado para el desarrollo de la misma.
- g) Infraestructura para la adecuada práctica de la actividad y la reproducción y conservación de las especies.



## **II) RESULTADOS LOGRADOS CON EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE MEDIANTE LA CAZA DEPORTIVA**





- 170 millones de Dólares derrama la actividad cinegética cada año en México.
- 100 mil cazadores
- Más 8 mil UMAs
- 57 mil de empleos directos e indirectos en la industria cinegética
- Potencial de 2 millones de kilómetros cuadrados





# CREACIÓN DE UMAS

UMA: Unidad de Manejo para la Conservación de Vida y/o Fauna Silvestre.

Hay más de 13,000 UMAS activas y son 8,500 aproximadamente las que cuentan con aprovechamiento extractivo para la cacería.

Sólo aproximadamente un 30% del territorio nacional está destinado a UMAS.



# BONDADES DE LA INDUSTRIA CINEGÉTICA

- Disminuir la pobreza de nuestros compatriotas más pobres; la gente del campo.
- 40 millones viven en la pobreza (1 de cada 2.5 mexicanos).



- **MANEJO SUSTENTABLE QUE PRODUCE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES APROVECHABLES Y NO APROVECHABLES.**

La población del Venado Cola Blanca en el Noreste de México se ha **QUINTUPLICADO**



# CUIDADO, MANTENIMIENTO Y MEJORA DE HÁBITATS.



# GENERACIÓN DE RECURSOS Y MOTIVACIÓN PARA LLEVAR A CABO ACTIVIDADES QUE PUDIERAN ESTAR A CARGO DEL GOBIERNO FEDERAL Y QUE POR FALTA DE RECURSOS NO SE LLEVAN A CABO (PLANES DE MANEJO, CONTEOS POBLACIONALES, VIGILANCIA)

- La caza es un medio comprobado mundialmente para el manejo sustentable de la fauna silvestre



# CASOS DE ÉXITO Y EFECTOS OBTENIDOS (FAUNA DE INTERÉS CINEGÉTICO RECUPERADA, EJEMPLO DE VENADOS EN EL NORTE DEL PAÍS, CAMPECHE, LA MIXTECA, ETC.)

Un ejemplo es el borrego cimarrón de  
Sonora que hace 40 años costaba cazarlo  
\$3,000 dólares.



- Ahora pagan los cazadores coleccionistas entre **\$50,000.00** y **\$80,000.00** dólares por cazar uno.
  - Esto ha fomentado que los dueños de los predios los cuiden mucho y han logrado crecer la población en forma importante.



# Caso de Éxito en la Mixteca Poblana

## Ejido Santa Cruz Achichipilco, Pue.

- Aumento de la población de Venado Cola blanca en **300%** en solo 6 años.
- Ingresos anuales por más de **\$300,000.00** por la actividad cinegética.
- Los jóvenes del Ejido ya **NO** están emigrando a EUA





# INCREMENTO DE LA ACTIVIDAD TURÍSTICA.

## TURISMO CINEGÉTICO

- 3,000 Km. de frontera con EE.UU.
- 20 millones de cazadores sólo en EE.UU.
- Inversión Mínima
- Se evita la MIGRACIÓN del campesino
- Incremento de la población de Fauna Silvestre



# POTENCIAL QUE TIENE MÉXICO

- Crecer a 300,000 UMAS
- Incrementar a 2.8 millones de cazadores
- Derrama por \$20,000 millones de dólares anuales
- Generar 4 millones de empleos



# VIGILANCIA

El gobierno mexicano ha demostrado no tener capacidad ni presupuesto suficiente para ejercer una adecuada vigilancia en el aprovechamiento de la fauna silvestre.

La caza sustentable genera recursos y por ello produce interes en la vigilancia para el cuidado de las especies y sus hábitats, evitando la necesidad de la cacería para subsistencia y el efecto nocivo que ello implica cuando no se ejerce con control.

- UN VENADO =TAMALES PARA 3 DIAS



Cacería TODO el año sin respetar sexo  
**RESULTADO:** Disminución de la Fauna



### **III) CASOS DE ÉXITO EN OTROS PAÍSES Y COMPARATIVA CON MÉXICO**

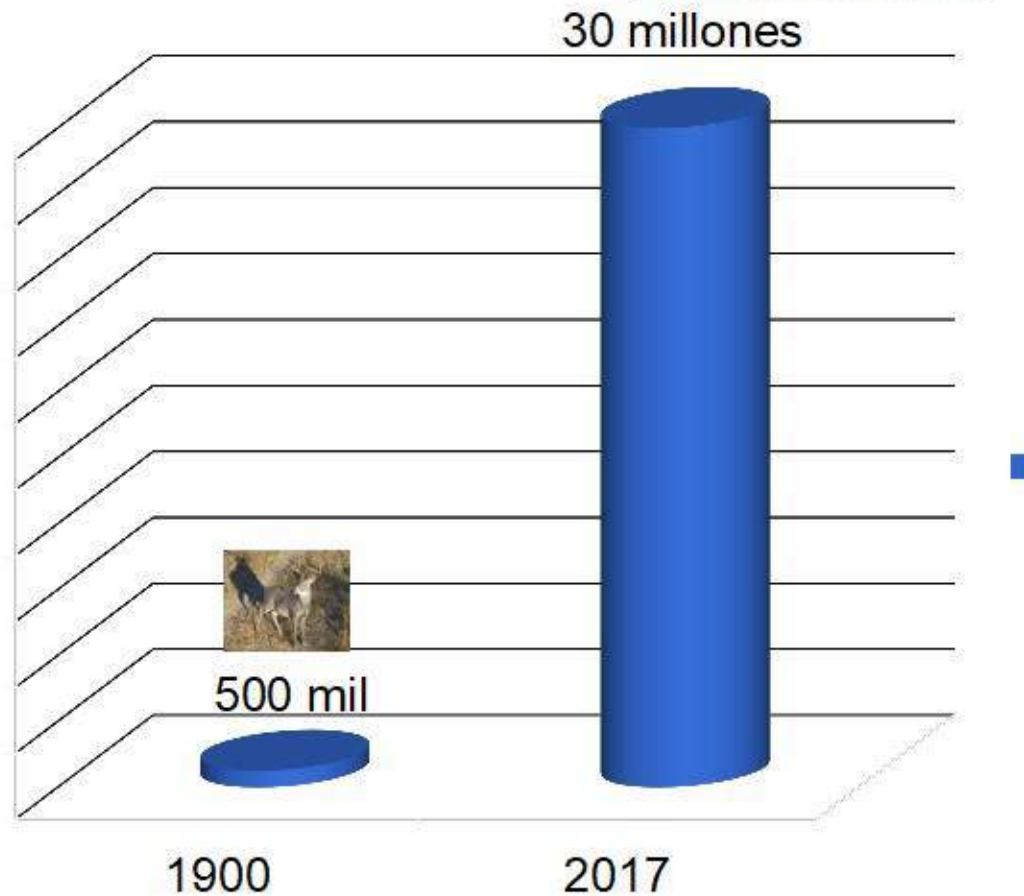


# FAUNA CINEGÉTICA RECUPERADA

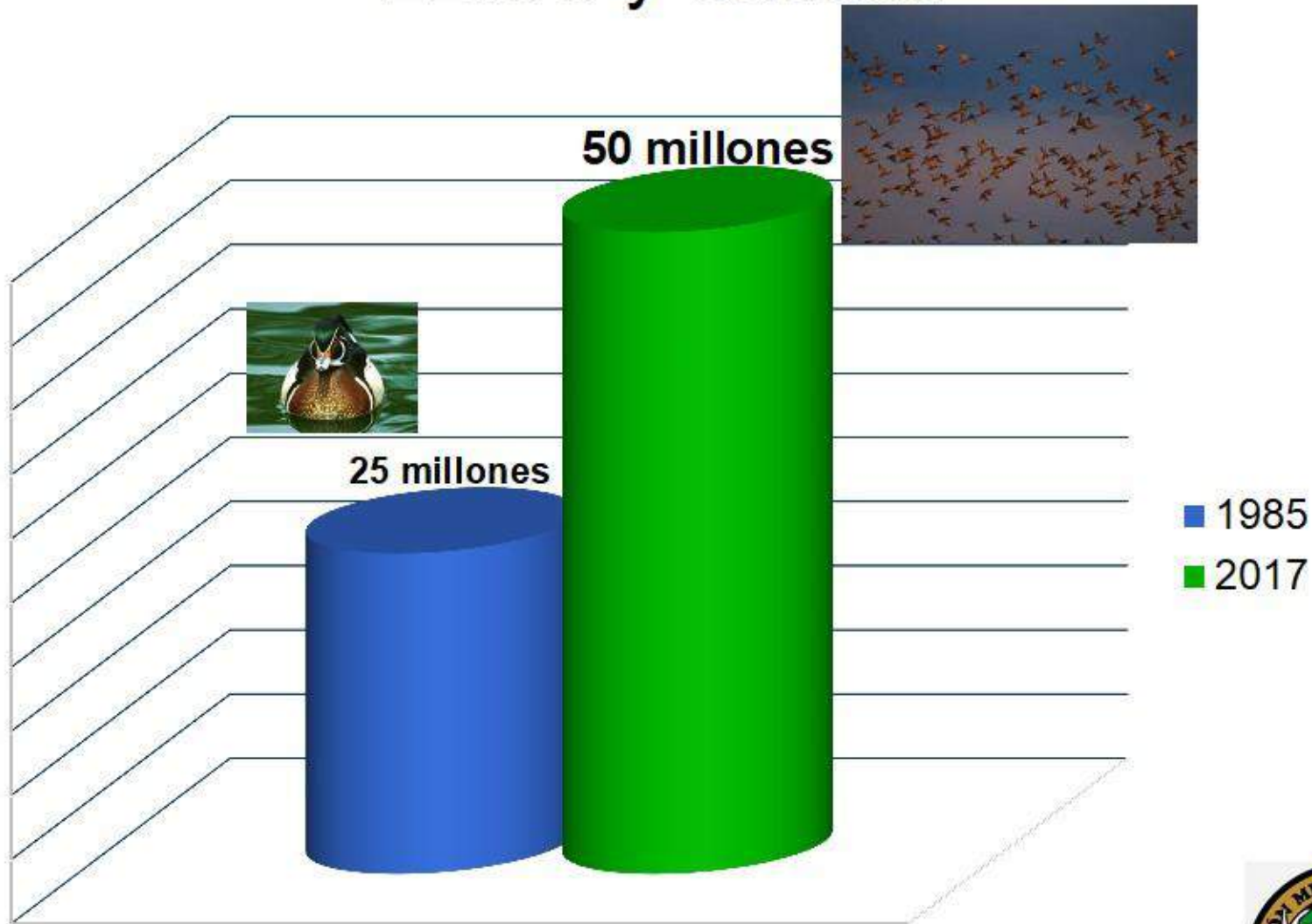
Casos de éxito en E.U.A. y África  
Fracaso en Kenia



# Venado Cola Blanca en EUA



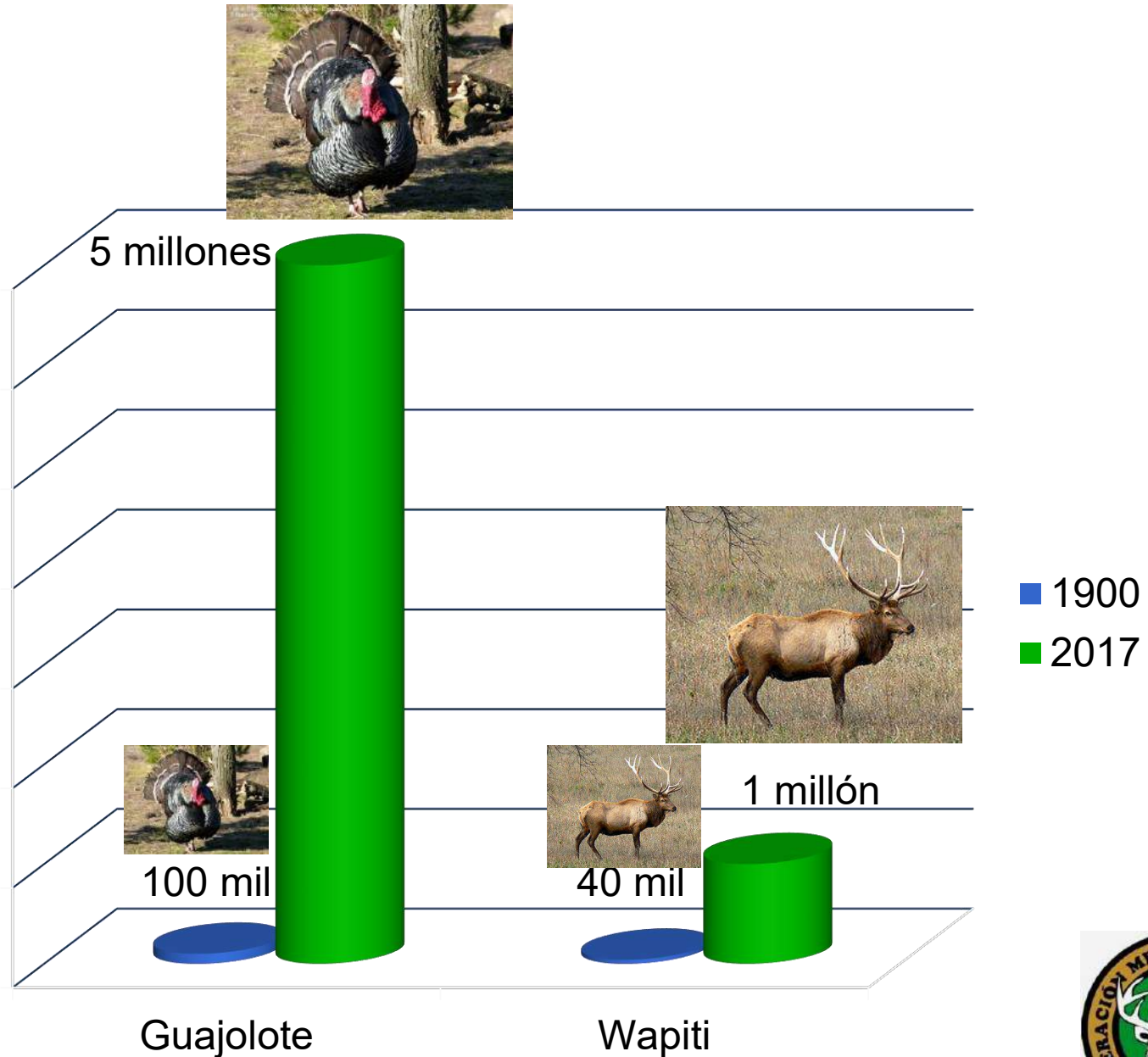
# Población de Patos Silvestres en EE.UU y Canadá



Patos



# Guajolote Silvestre y Wapiti en E. U. A.

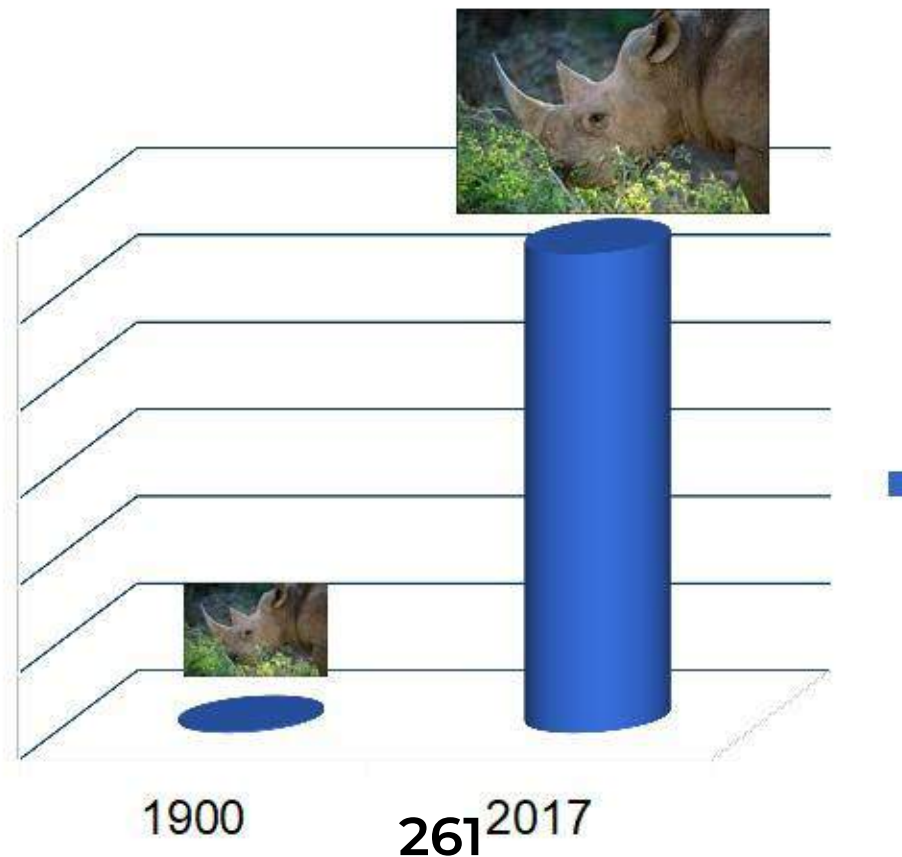


Fuente: U.S. Fish and Wildlife Department **260**

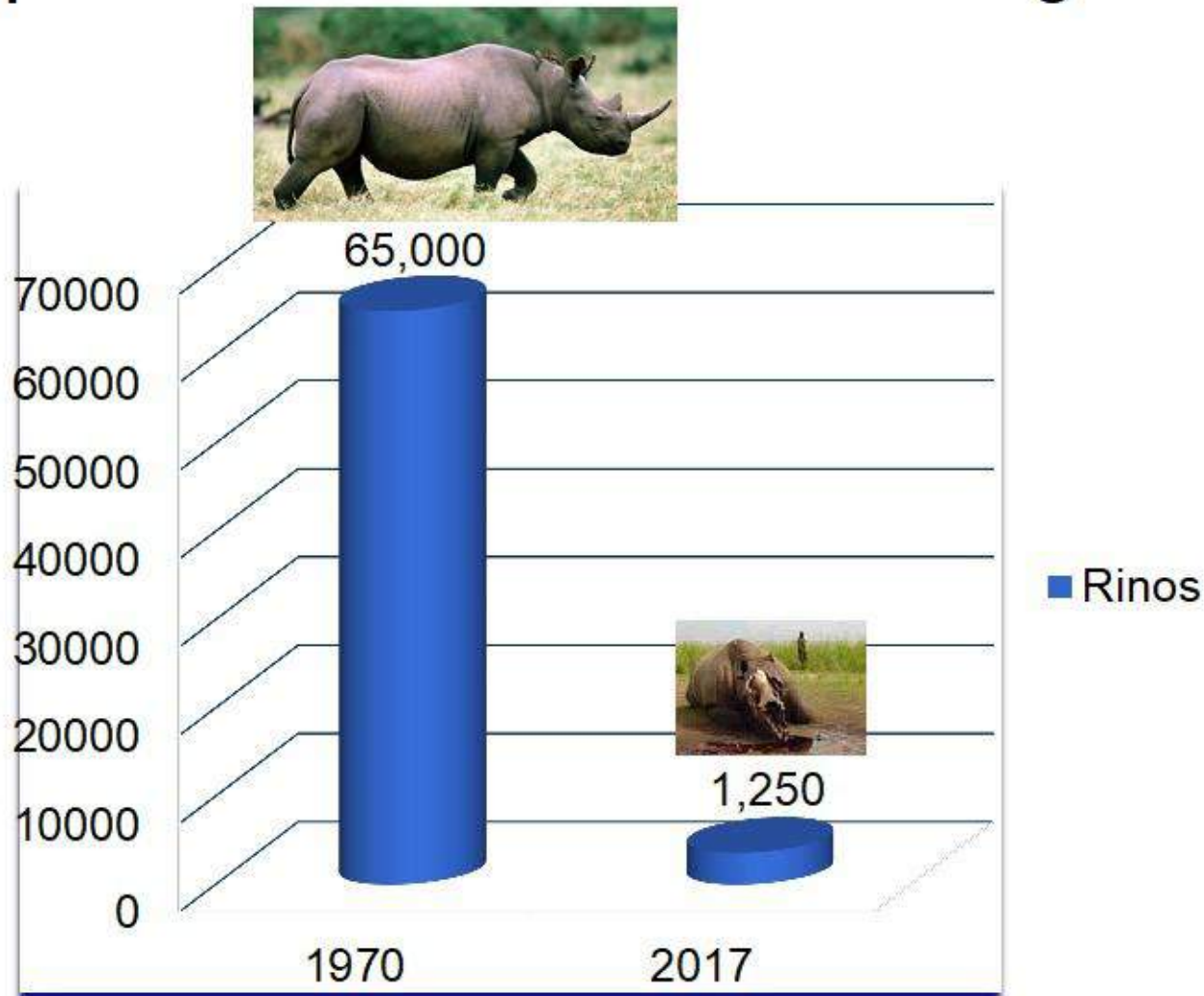




En Sudáfrica había 50 rinos blancos hace apenas 100 años y después de hacer un manejo racional de la cacería sustentable durante este tiempo, el último censo arrojó una cantidad de 13,000 ejemplares.



- Estadística de la población de rinoceronte negro en Kenia antes y después de la prohibición de la cacería en general





SUBSCRIBE NOW | LOG IN

# Botswana Ends Ban on Elephant Hunting



Elephants in the plains of the Chobe district in the northern part of Botswana, in 2018.

Monirul Bhuiyan/Agence France-Presse — Getty Images



Let Africa Live

Ayer a las 10:51 · 🌐

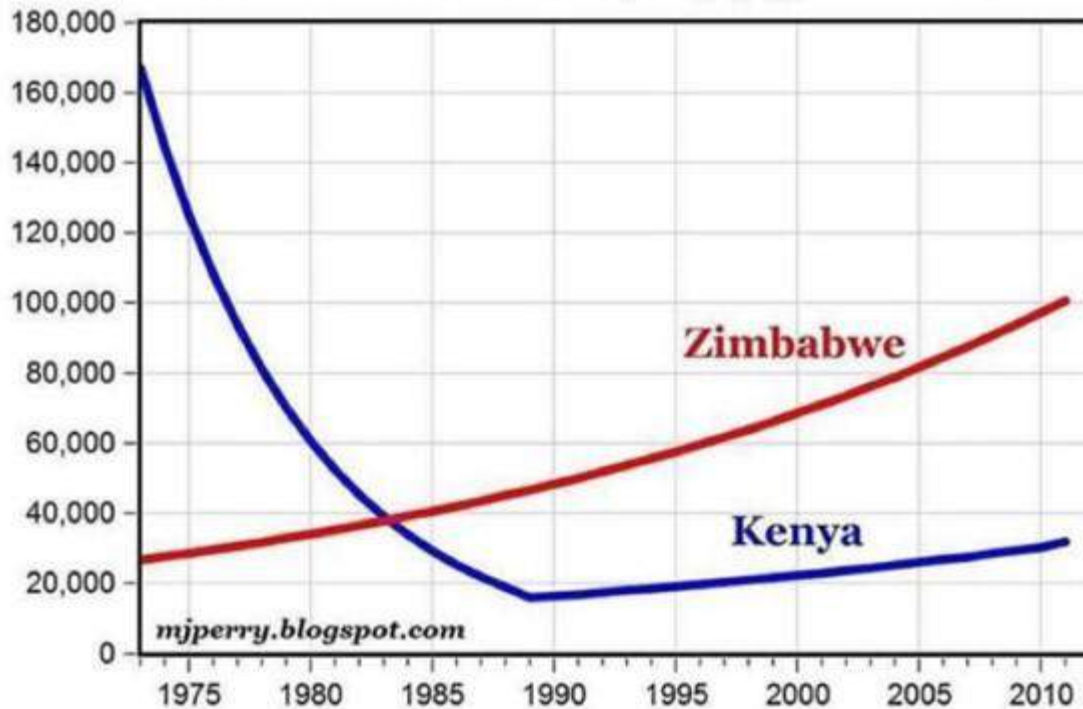


Thanks to Let Africa Live and those who fight everyday to promote and educate on the POSITIVE effects of sustainable wildlife conservation— Botswana President Mokgweetsi Masisi has announced plans to reverse the blanket hunting ban!

Thank you President Mokgweetsti for your contributions to the greater good of the people AND wildlife in Botswana! #LetAfricaLive



# Elephant Populations: Kenya vs. Zimbabwe, 1973 to 2011



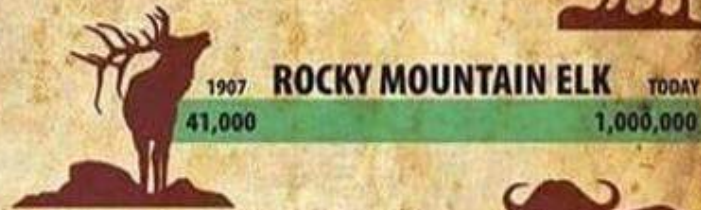
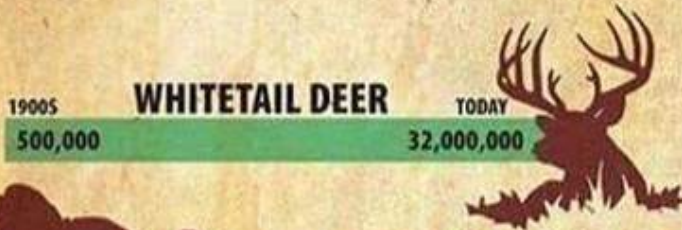
79 Me gusta

**game.animals** This is a perfect example between a country, Kenya, that ended hunting in the 70s, and another country, Zimbabwe, that has had an effective hunting program in place for decades.



# Sportsmen Saved Species

Wildlife is thriving due to successful conservation efforts brought forth and funded by hunting sportsmen and women. NO species has become extinct due to hunting. Here are some facts on saved species.



**SCI FIRST FOR HUNTERS®**

SOURCES  
 QUALITY DEER MANAGEMENT ASSOCIATION, 2013 (WHITETAIL DEER)  
 USFWS, 2013 (DUCKS & WATERFOWL) | NATIONAL PARK SERVICES, 2013 (ELK)  
 BWYF, 2013 (TURKEY) | TEXAS PARKS & WILDLIFE (ANTELOPE) (OWN)



# UN-ENDANGERED SPECIES

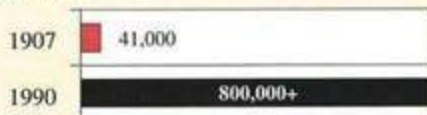
North American wildlife is thriving due to the successful conservation efforts brought forth and funded by hunting sportsmen and women. In fact, NO species has become extinct due to sport hunting. Here are some facts on North America's un-endangered species:



Safari Club International



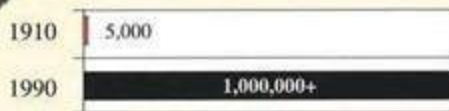
## White-tailed deer



## Rocky Mountain & Roosevelt Elk



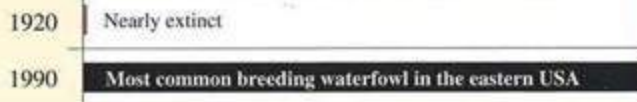
## Wild Turkey



## Pronghorn Antelope



## Canada Goose



## Wood Duck



All game and many non-game animals have increased in numbers due to the conservation efforts of sport hunters.



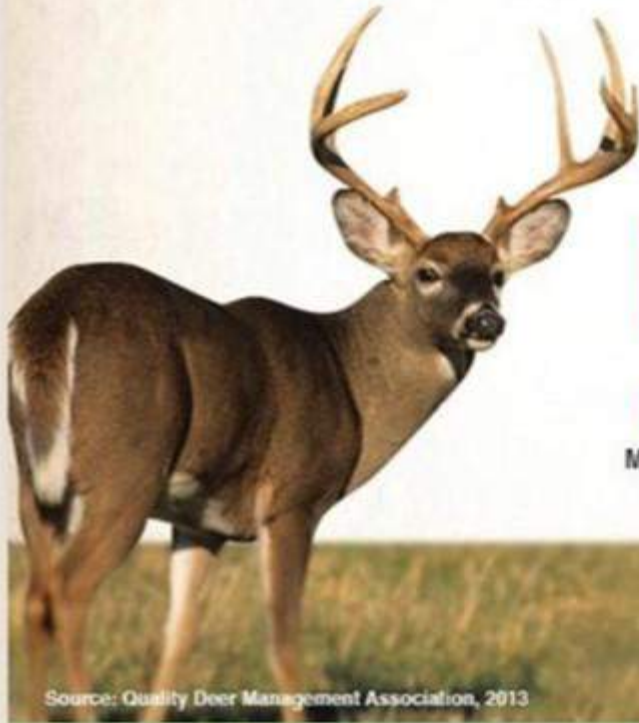
Thank You, North American Hunters!



SOURCES: USFWS, Wildlife Management Institute, Wildlife Unlimited, Ducks Unlimited and National Wild Turkey Federation.



# THANKS to HUNTERS



## White-Tailed Deer Population

1900	Today
500,000	32 Million

Many people aren't aware that hunters are the largest contributors to conservation, paying for programs that benefit all Americans and wildlife.

Source: Quality Deer Management Association, 2013

[NSSF.ORG/HUNTING](http://NSSF.ORG/HUNTING)



# COMPARATIVA DE MÉXICO CON ESPAÑA



➤ 2,230 millones de Euros derrama la actividad cinegética cada año en España.



➤ 170 millones de Dólares derrama la actividad cinegética cada año en México.

➤ 1'2 Millones cazadores



➤ 100 mil cazadores

➤ Más 80 mil cotos de caza



➤ Más 8 mil UMAs

➤ 1 millón de empleos directos e indirectos en la industria cinegética



➤ 57 mil empleos directos e indirectos en la industria cinegética

➤ 500 mil kilómetros cuadrados



➤ 2 millones de kilómetros cuadrados







- 1'973 millones kms<sup>2</sup>
- En México somos más de 100,000 cazadores pero no hay un dato exacto
- Más de 8,000 cotos de caza
- Más de 300,000 empleos directos e indirectos en la industria cinegética



- 505, 990 km<sup>2</sup>
- 2,230 millones de Euros derrama la actividad cinegética cada año.
- 1'200,000 cazadores
- Más 80,000 cotos de caza
- 1'000,000 de empleos directos e indirectos en la industria cinegética



**IV) OTRAS ACTIVIDADES MOTIVADAS POR  
LA CACERIA SUSTENTABLE QUE  
COADYUVAN EN EL FOMENTO A LA  
CONSERVACIÓN CON EL INCENTIVO DEL  
APROVECHAMIENTO**



# CURSOS DE CACERIA RESPONSABLE Y DE SEGURIDAD EN LA ACTIVIDAD CINEGETICA Y EL TIRO



- Fomentar la ética, honestidad y comportamiento responsable con los recursos naturales.



# OBJETIVOS Y CONCLUSIONES

- a).- Apoyo a las comunidades de bajos recursos.
- b).- Opciones para cazadores de escasos recursos y quienes ejercen la caza para subsistencia.
- c).- Motivar mayor apoyo de las autoridades competentes y la simplificación en la tramitología.
- d).- Mejoramiento de las leyes aplicables.
- g).- Eficientar de los sistemas de vigilancia, control y monitoreo.
- h).- Difusión de los beneficios de la actividad cinegética.
- i).- Formación académica para el adecuado ejercicio de la caza sustentable.
- j).- Incentivar el turismo cinegético nacional e internacional.



# FEMECA

## FEDERACION MEXICANA DE CAZA



[www.femeca.org](http://www.femeca.org)

[femeca2008@prodigy.net.mx](mailto:femeca2008@prodigy.net.mx)

Tel.: (55) 52-64-77-94



## *Sesión Técnica 1*

*La Economía de la Naturaleza y el Desarrollo Sustentable de los Recursos Naturales*

*Presidente: Dr. Miguel Caballero Deloya. Profesor-Investigador del Colegio de Postgraduados. Posgrado en Ciencias Forestales. Montecillo, Edo. De México. México.*

*Copresidente: Álvaro Celestino Alonso Vázquez, Ph.D. Ciencias Forestales y Agropecuarias, Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Pinar del Río. Cuba.*

## **SIMULACIÓN DE LA RELACIÓN OFERTA – DEMANDA HÍDRICA DEL RÍO TEJO, MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA**

### **SIMULATION OF THE WATER SUPPLY-DEMAND RELATIONSHIP OF THE RIVER TEJO, MUNICIPALITY OF OCAÑA, NORTH OF SANTANDER, COLOMBIA**

Juan Carlos Hernández Criado, M. en C. Docente Investigador del Grupo de Investigación GI@DS. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Ocaña, Colombia. Estudiante de Doctorado en Desarrollo Sostenible. Universidad de Manizales, Manizales, Colombia. [ichernandezc@ufpso.edu.co](mailto:ichernandezc@ufpso.edu.co)

#### **RESUMEN**

**Antecedentes.** Se realizó una modelación hidrológica del río Tejo dentro de una proyección de 50 años para evaluar la vulnerabilidad del recurso mediante la relación de balance hídrico y constituir una herramienta en el apoyo de la gestión integral del recurso hídrico. **Objetivo.** Evaluar la relación oferta demanda hídrica del río Tejo como principal fuente abastecedora de agua del municipio de Ocaña, Norte de Santander, mediante simulación dinámica de escenarios prospectivos. **Método.** Se realizó consulta en base de datos de estaciones hidrológicas y meteorológicas e igualmente de datos demográficos, se construyó un modelo de simulación basado en los principios de la dinámica de sistema y se establecieron escenarios prospectivos, con dinámicas de precipitación, temperatura y cambios en las dotaciones y porcentaje de pérdidas hídricas, usando el software STELLA 9.0.2. **Resultados.** Todos los escenarios prospectivos establecidos para el río Tejo presentan situaciones de escasez con diferentes años de déficit que se alteran de acuerdo a las condiciones establecidas en cada uno de ellos. **Conclusiones.** La vulnerabilidad del río Tejo muestra que la presión al mismo es considerablemente media, afectado principalmente por influencia del cambio climático.

**Palabras clave:** Balance hídrico, demanda hídrica, modelación, oferta hídrica, prospectiva, simulación.

#### **ABSTRACT**

**Background.** A hydrological modeling was carried out within a projection of 50 years to evaluate the vulnerability of the resource through the water balance relation and to constitute a tool in the support of the integral management of the water resource. **Objective.** To evaluate the water supply demand relationship of the Tejo river as main source of water supply of the municipality of Ocaña, North of Santander, through dynamic simulation of prospective scenarios. **Method.** A hydrological and meteorological station database was consulted, as well as demographic data, a simulation model was built based on the principles of the system dynamics and prospective scenarios were established, with dynamics of precipitation, temperature and changes in endowments And percentage of water losses, using the software STELLA 9.0.2. **Results.** All the prospective scenarios established for the Tejo River present situations of shortage with different years of deficit that are altered according to the conditions established in each one of them. **Conclusions.** The vulnerability of the Tejo River shows that



the pressure on the river is considerably average, affected mainly by the influence of climate change.

**Keywords:** Water balance, water demand, modeling, water supply, prospective, simulation.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha establecido una fuerte y nueva interacción entre sostenibilidad y recurso hídrico, que ha promulgado una nueva cultura y nuevos modelos de gestión integral del recurso, y por tanto se constituye como una característica preponderante para la toma de decisiones (Martínez, 2006). La razón de ello, es que se demanda y se es cada vez más dependiente, especialmente en zonas urbanas, a la disponibilidad del recurso, que aún más es escaso por la intensidad del fenómeno del cambio climático, difícilmente predecible y mucho más extenso a través del tiempo, sin dejar aparte que la acción antrópica aporta al problema (Escalante, Charpentier, & Diez, 2011).

Pero la planificación en la gestión no debe tratarse como algo seguro que ocurrirá en el tiempo, del cual ya se han establecido acciones a ejecutar, sino como algo dinámico, de exhaustivo estudio, con visión integral y holístico (Banco Mundial, 2012). Es allí donde la dinámica de sistemas muestra su característica principal como herramienta o técnica, que guía en la modelación de un sistema real complejo, aplicable a diferentes escalas espaciales y temporales que permite la experimentación de datos disponibles, que pueden ser sometidos a análisis estadísticos, y la proyección de los mismos a futuro (García, 2014). En este proyecto se

pretende además de evaluar la vulnerabilidad del río como fuente principal de suministro en el municipio, de crear posibilidades a futuro en las dinámicas de demanda y disponibilidad hídrica, para que guíen en la creación de acciones, como por ejemplo, los planes de ordenamiento de cuencas hidrográficas y otras relacionadas, acordes a dichas potenciales alteraciones y permitir la recuperación, conservación y manejo racional presente y futuro del recurso.

La dinámica de sistemas, concretamente constituye una metodología, desarrollada por Jay W. Forrester en los años cincuenta, que se cobija en el marco del enfoque sistémico que propone la teoría general de sistemas (Andrade, Lince, Hernández y Monsalve, 2011; Aracil, 1995). La innovación de Forrester radicó en la extensión de esta disciplina a los diferentes campos científicos (Santa Catalina, 2010). Según Tapia (2010), cuando se aplica esta metodología para el estudio y análisis de los sistemas, el modelo que lo representa no es constituido perfectamente por las leyes del comportamiento establecidas en el sistema real. La abstracción de los sistemas implica combinar o eliminar variables, establecer suposiciones y determinar las restricciones del modelo limitando el sistema en consideración (Tarifa, 2001). Sin embargo, esto no restringe las aplicaciones de la dinámica de sistemas; según Sutherland (como se

citó en Tapia, 2010) todos los fenómenos de la naturaleza pueden ser modelados al considerar cuatro directrices de análisis: uno, las variables de estado y su nivel, examinando los aspectos cualitativos y estructura del fenómeno o sistema; dos, los parámetros y coeficientes para la asignación numérica y matemática de las variables que simulan el comportamiento; y finalmente, la naturaleza de las relaciones de los componentes.

La teoría general de sistemas se presenta como una base metodológica, caracterizada por su perspectiva holística para la representación de la realidad; siendo su único propósito, en un sentido amplio, la búsqueda de un modelo válido universalmente (Arnold y Osorio, 1998; Calvache, 1989; Pulecio, 2008). Su formulación se atribuye al biólogo Ludwig von Bertalanffy, hacia mediados de 1928, quien en contraposición a los supuestos del método científico de que un sistema podría descomponerse en sus componentes individuales, para analizarlos como entidades independientes y añadirlos de forma lineal para describir la totalidad del sistema, hace hincapié de que los sistemas se caracterizan por las interacciones de sus componentes y en la no linealidad de esas interacciones (Walonick, 1993). Para Bertalanffy (como se citó en Hurtado, 2011), la T.G.S. es un área de la lógica – matemática cuya función es formular y derivar principios que sean aplicables a los sistemas en general, para ello y según West Churchman, se debe identificar el objetivo que se persigue y después la estructura del fenómeno en estudio (Hurtado, 2011).

Posteriormente, a los postulados de Bertalanffy se unen especialistas de otras disciplinas, entre los cuales cabe mencionar algunos como W.R. Ashby (médico neurólogo), R. Wiener (matemático, fundador de la cibernética), K.W. Boulding (destacado en la teoría económica), A. Rapport (matemático y biólogo), W. Churchman (teórico de la organización y management); quienes extienden el enfoque sistémico a cada una de sus campos científicos, y aportan a la T.G.S. postulados, conceptos y marcos de referencias (Calvache, 1989). De esta forma, a la pluralidad científica de sus principales autores, le corresponde la integralidad multidisciplinaria que la caracteriza y que hace posible su aplicación a cualquier sistema, natural o artificial (Johansen, 2004).

Para su desarrollo, la misma teoría sugiere dos enfoques o marcos de referencia los cuales, según (Johansen, 2004) son dos caminos complementarios. El primero hace referencia a la construcción de un modelo teórico que sea representativo de ciertos fenómenos generales, los cuales corresponden a aquellos que se encuentren en diferentes disciplinas, una vez haya sido observado el universo empírico (Hurtado, 2011). Su propósito es reducir el conjunto de todos los sistemas que se manifiestan en el fenómeno en cuestión, para generar un modelo tenga validez y pueda aplicarse a diferentes disciplinas (Pineda, 2013). El segundo enfoque de la T.G.S. conduce a un sistema de sistemas o conjunto de teorías interactuantes. Consiste en establecer un orden de las diferentes disciplinas del saber, en una jerarquía que se

basa en la complejidad de la organización de sus componentes para establecer un nivel de abstracción propio de cada uno (Johansen, 2004).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Recolección de la información**

La adquisición de los datos fue de enfoque secundario, cuya obtención bibliográfica corresponde a revistas, libros, tesis, otras investigaciones y documentos y base de datos electrónica, todos certificados en validez, oficialidad y calidad (UNAD, s.f.b; Centty, 2006). Se requirió de la información periódica proporcionada por instituciones en sus bases de datos, principalmente para esta investigación fueron datos hidrológicos y meteorológicos como también demográficos de sus respectivas instituciones, IDEAM y DANE.

Para la información meteorológica e hidrológica, se consultó el catálogo nacional de estaciones del IDEAM en formato Excel y SHP y se hizo una superposición, en la plataforma QGIS, con las coordenadas de las estaciones en el área de estudio para verificar aquellas que estuvieran activas y tuvieran un registro de información mayor o igual a 25 años. Además por cada estación, se solicitaron datos de precipitación y temperatura necesarios para la cuantificación de la oferta hídrica.

Para la información demográfica, se consultó las proyecciones de población municipal por área 2005-2020 y las estadísticas de nacimientos y defunciones del DANE, necesarios para la cuantificación y proyección de la demanda.

### **Preparación y análisis de la información**

La preparación de la información meteorológica requirió de un ajuste en el primer registro de toma de dato de precipitación y temperatura que difiere por cada estación, así como la completación de datos faltantes. Para hacer coincidir el año del primer registro para las estaciones, se tomaron los datos acumulados de los últimos 25 años, por recomendación de la UNESCO (1981). Para completar la serie anual incompleta se valoraron métodos de estimación de datos faltantes que igualmente propone la UNESCO-ROSTLAC, en el marco del balance hídrico para América del Sur en 1982 (como se citó en Pizarro, Ausensi, Aravena y Sangüesa, 2009), se aplicaron todos a la investigación calculando para cada uno su error relativo, entre los métodos de razones de distancias, razones promedios, promedios vecinales, correlación con estaciones vecinas, correlación lineal y regresión múltiple, éste último es el que mejor se ajusta a los datos originales y tiene menor error. La homogeneidad de los datos de cada estación se determinó por gráficos de curva de doble masa.

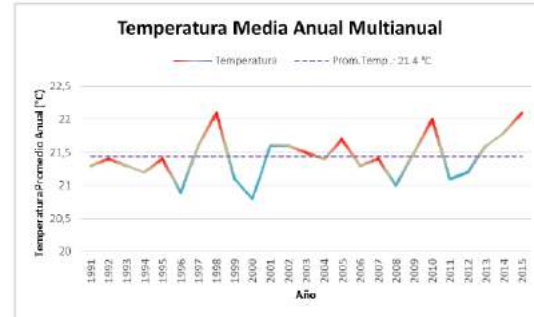
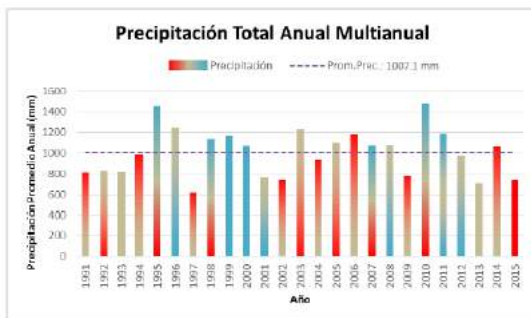
Para la evaluación de la oferta y demanda hídrica, el modelo se ejecutó por cada escenario prospectivo con el software STELLA 9.0.2 y se estableció réplicas por cada simulación de escenario, su comportamiento se describe por comparaciones entre corridas y escenarios. El análisis de la relación oferta y demanda se da mediante el índice de escasez que define una categoría y magnitud de presión de la demanda sobre la oferta y define la sostenibilidad del sistema por cada escenario y corrida simulada.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Descripción climatológica de la fuente de estudio

Las características climatológicas del río Tejo como se observan en la (Fig. 1) con base a los registros pluviométricos y térmicos obtenidos de los últimos 25 años muestra un promedio o una media de precipitación anual de 1007.14 mm con lluvias máximas que superan los 1400 mm y mínimas que llegan hasta los 618.4 mm. Para la temperatura, su media es de 21.43°C su rango va desde los 20.8 °C y los 22.1°C como su máximo. Se comparó con el patrón climático El Niño / Oscilación del Sur (ENSO), mediante el Índice Oceánico del Niño (ONI) y las máximas y mínimas precipitaciones coincide con anomalías positivas del fenómeno del Niño e igualmente anomalías negativas del fenómeno de la Niña.

**Figura 1.** Precipitación total y temperatura media anual multianual de la cuenca del río Tejo, relacionada con la ocurrencia de eventos del Niño (rojo) y la Niña (azul) y fase neutra (gris). Para la elaboración de las gráficas se utilizaron los registros de las estaciones meteorológicas, solicitados al IDEAM. Fuente: Elaboración propia.



### Construcción del modelo y diseño de simulación

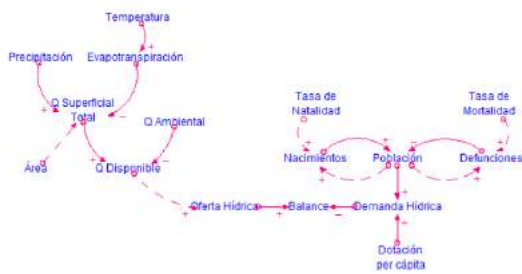
#### Sistema a modelar y variables

El sistema a modelar destacó como variables principales a la oferta y la demanda hídrica. Para la oferta, atendiendo que la escala temporal es anual y es amplia y los cambios en el almacenamiento o regulación de un sistema hídrico en esa escala se toman como nulos, se tomó en consideración las variables de la ecuación del balance hídrico que son la precipitación, la evapotranspiración y la escorrentía, sin dejar a un lado aquellas variables que influyen en éstas últimas como la temperatura, el caudal superficial, etc. Con respecto a la demanda está condicionada a la cantidad de agua que puede dotarse a cada habitante de una población en particular, de forma que permita satisfacer las necesidades de dicha población.

#### Diagrama de influencias

El diagrama de influencias como se muestra en la (Fig. 2) se construyó con base a las variables identificadas y se establecieron relaciones de influencia positiva o negativa que simbolizan el comportamiento de un variable con respecto a la otra en un incremento o en una sustracción e igualmente relaciones de tipo material y de información.

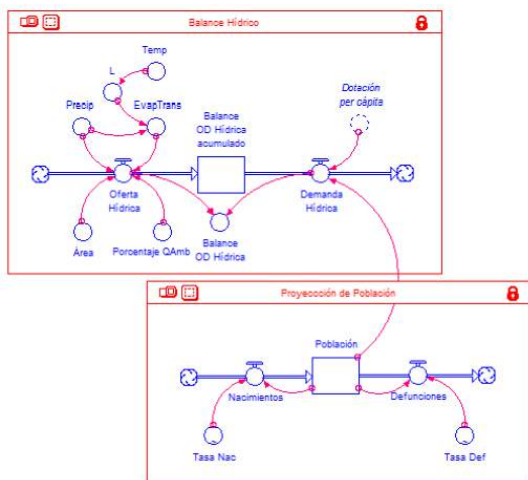
**Figura 2.** Diagrama de Influencias Oferta – Demanda Hídricas. Fuente: Elaboración propia.



### Diagrama Forrester

Dentro de este diagrama se establecieron dos subsistemas o sectores: Balance hídrico y proyección de población. A éstos sectores o stocks se vinculan variables como depósitos de relaciones algebraicas o variables de tipo constante como depósito de funciones gráficas de sus registros gráficos que definen el comportamiento de las mismas, representados como reguladores de flujo o converters. Dicho diagrama se muestra en la (Fig. 3).

**Figura 3.** Diagrama Forrester Oferta – Demanda Hídricas. Fuente: Elaboración propia.



### Descripción del sistema de ecuaciones

La integración matemática de la demanda hídrica corresponde al “número de habitantes por un volumen de uso per cápita de agua expresado en un valor de dotación neta o factor de consumo” (IDEAM, 2008, p.40). Para ello, se siguieron las recomendaciones y lineamientos de la actualización del título B (Sistemas de Acueducto) del RAS – 2000, y la resolución 2320 de 2009. Y específicamente para la ecuación de población está dada por los flujos de nacimientos y defunciones que a su vez se determinan por las tasas de natalidad y mortalidad.

Con respecto a la oferta hídrica, ésta variable se guió principalmente por la ecuación de balance hídrico correspondiente a la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración dando lugar a la escorrentía superficial. La determinación de la evapotranspiración se hizo por medio de la ecuación de Turc, en donde intervienen las variables de precipitación y evapotranspiración y éstos a su vez fueron definidos mediante la función de distribución normal. Y se empleó el índice de escasez definido como la “relación porcentual entre la demanda potencial de agua del conjunto de actividades socioeconómicas y la oferta hídrica disponible en las fuentes abastecedoras, luego de aplicar factores de reducción por régimen de estiaje y fuentes frágiles, necesario para mantener la salud de la fuente abastecedora” (IDEAM, 2008, p.30; Lecaros y Viale, 2008, p.31).

### Verificación y validación del modelo

La verificación permitió la detección de errores en la sintaxis del sistema de ecuaciones y, por otro, en la coherencia entre las unidades que se utilizan en el modelo. La verificación en cuanto a las relaciones matemáticas se ejecutó automáticamente a medida que éstas se establecían, ya que el software no permite establecer la ecuación si detecta un error en ella.

Para validar el comportamiento del modelo, se corrió éste con los datos de precipitación y temperatura. De esta forma, se computarizó el caudal medio superficial, y se comparó con datos de caudal medio anual medidos sobre el río Algodonal, que provee la estación LA CABAÑA AUTOMÁTICA [16057030].

Para evaluar la calidad de la simulación del modelo se utilizó la raíz del error medio cuadrático, la diferencia agregada y sus respectivos valores porcentuales. Estos estadísticos permiten cuantificar el error y sesgo del modelo, respectivamente (Kusch, 2011). Así mismo, se calculó el índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe el cual, según Páez (2010) y Cabrera (2012) ha sido ampliamente utilizado en modelos hidrológicos, para indicar qué tanto se ajustan los valores observados respecto a los valores simulados en un ajuste de línea 1:1 (Arnold *et al.*, 2007).

Resolviendo los índices anteriores, se obtuvo para la raíz del error medio cuadrático un 33,72% de desviación de los valores simulados con respecto a los observados. El valor negativo de la diferencia agregada -32.602.218,4 indica una tendencia a la

subestimación de los valores observados, alcanzando un valor de sesgo de 13,88%. Así mismo, el criterio de Nash-Sutcliffe calculado 0,10 indica que el ajuste de la simulación es insuficiente.

Con el ajuste del modelo, se obtuvo un valor de raíz del error medio cuadrático en un 8,4% menos del valor anterior, ya que en este caso se presentó un 25,32% de desviación de los valores simulados con respecto a los observados. La diferencia agregada alcanzó un valor de sesgo de 1,92%, con una leve subestimación. Finalmente, el criterio de Nash-Sutcliffe indica ahora que la simulación se ajusta bien a la variabilidad de los valores observados.

### **Escenarios prospectivos**

La definición de escenarios comprendió tres etapas, teniendo en cuenta la metodología propuesta por Godet (2000) en la Caja de Herramientas de la Prospectiva Estratégica. La primera consistió en la construcción de la base o el análisis estructural, se comenzó con la depuración de las variables que caracterizan al sistema. Se identificaron, por tanto, las variables internas y externas que inciden o son factores que pueden modificar el sistema, en este caso, de oferta y demanda hídrica, como se observa en la (Tabla 1). Las variables externas o exógenas son aquella que despliegan mayor influencia y explicación, es decir, son determinantes del sistema, mientras que las internas o endógenas son sensibles a tal contexto (Herrera y Didriksson, 2006).

**Tabla 1.** Caracterización de las variables

VARIABLES	CARACTERÍSTICAS	
	Internas	Externas
1 Precipitación		X
2 Evapotranspiración		X
3 Temperatura		X
4 Caudal Ambiental		X
5 Nacimientos	X	
6 Defunciones	X	
7 Tasa de nacimientos		X
8 Tasa de defunciones		X
9 Oferta hídrica	X	
10 Demanda hídrica	X	
11 Dotación per cápita	X	
12 Población	X	
13 Dotación neta	X	
14 % pérdidas		X
15 % otros usos		X
16 Índice de escasez	X	
17 Área		X

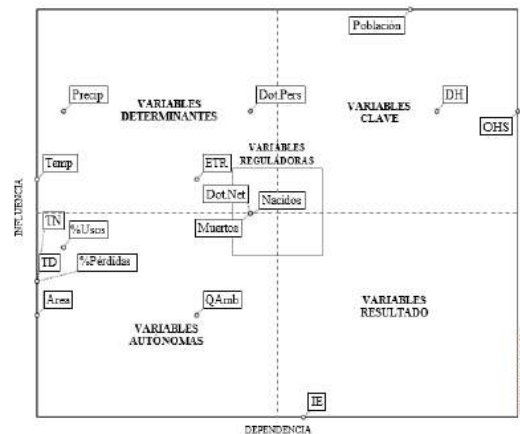
Obtenida la lista de variables, el análisis estructural también abordó el estudio del conjunto de relaciones que se establece entre ellas, identificando las variables dependientes e influyentes, para definir la estabilidad o no del sistema. Se recurrió a la matriz estructural o matriz de doble entrada, como se muestra en la (Tabla 2), que permitió la representación de la relación de variables con base en una escala valorativa de influencia (Salas, 2013).

**Tabla 2.** Matriz estructural. Fuente: Elaboración propia

MATRIZ DE INFLUENCIA DIRECTA (MID)																		
VARIABLES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Σ Influencia
1 Precipitación	0	1	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
2 Temperatura	0	0	3	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
3 Evapotranspiración	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
4 Caudal Ambiental	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
5 Área de la Cuenca	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
6 Oferta Hídrica Superf.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	9
7 Demanda Hídrica	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	9
8 Dotación per cápita	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	9
9 Dotación Neta	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
10 % Otros usos	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5
11 % Pérdidas en sistema	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
12 Población	0	0	0	0	0	0	3	1	3	0	0	0	2	2	0	0	0	12
13 Nacimientos	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	6
14 Defunciones	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	6
15 Tasa Nacimientos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	4
16 Tasa Defunciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	4
17 Índice de Escasez	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ Dependencia	0	1	6	6	0	22	22	8	8	1	0	22	8	8	0	0	0	103

Posteriormente dicha relación de variables se esquematizó en un plano de influencia dependencia, que permitió conocer la estabilidad del sistema, así como la identificación de la o las variables claves ilustrada en la (Fig. 4).

**Figura 4.** Plano de influencias / dependencias directas. Fuente: Elaboración propia.



En la segunda etapa es balizar el campo de los posibles en donde se hizo un análisis morfológico. Torre (como se citó en Saiz, 2005) define que es una técnica analítico-combinatoria, que busca dar soluciones a problemas de un sistema mediante el estudio de las partes que

lo constituyen. Según Godet (2000), el análisis morfológico permite elaborar futuros posibles, generando hipótesis que evidencien el mantenimiento de una tendencia o su ruptura. Consiste en la desintegración del sistema en componentes o subsistemas, en donde se eligen aquellos que sean tan independientes como posibles y considerando los resultados del análisis estructural. Estos subsistemas o componentes pueden generar varias configuraciones, por lo cual, existirán tantos escenarios posibles como combinaciones de configuraciones y se formará en su conjunto un espacio morfológico. Teniendo en cuenta esto para el presente proyecto, el espacio morfológico está constituido por tres componentes y cada uno de ellos con tres configuraciones, generando exactamente 27 combinaciones posibles, como se muestra en la (Tabla 3).

**Tabla 3.** Espacio morfológico. Fuente: Elaboración propia.

ENFOQUES	ESPACIO MORFOLÓGICO		
	SUPUESTOS DINÁMICOS		
	A1	A2	A3
Cambio Climático	* La precipitación anual disminuye	* La precipitación anual aumenta	* La precipitación se mantiene en su régimen natural
	* La temperatura anual disminuye	* La temperatura anual aumenta	* La temperatura se mantiene en su régimen natural
Demanda Hídrica	B1	B2	B3
	* Aumento en el consumo de agua * Aumento del porcentaje de pérdidas	* Disminución del consumo de agua * Disminución del porcentaje de pérdidas	Demanda hídrica sin cambios
Crecimiento Poblacional	C1	C2	C3
	Aumento de población	Disminución de la población	Crecimiento normal

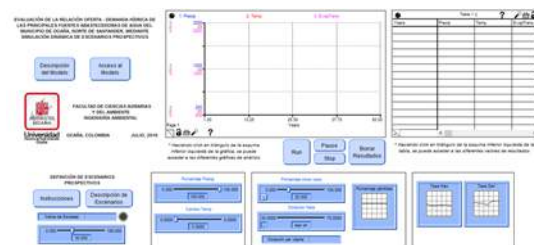
Finalmente la tercera etapa es la elaboración de los escenarios. Dentro de esta fase se intenta describir las diferentes trayectorias que puede seguir el contexto actual. Dentro del presente proyecto se construyeron cuatro escenarios, el tendencial, dos escenarios optimistas y el pesimista. El escenario tendencial no presenta ninguna modificación en sus variables,

el sistema se mantiene con los datos de información histórica recolectadas. El escenario pesimista considera los estudios del IDEAM, sobre los nuevos Escenarios de Cambio Climático 2011-2100 que, dentro del departamento, prevén cambios en la precipitación con disminuciones del 20% y aumentos de 1,7°C en la temperatura, (IDEAM, PNUD, MADS, DNP y CANCELLERÍA, 2015). Con respecto a la demanda las dotaciones se mantienen o aumentan con el crecimiento de la población y su consumo y el porcentaje de pérdidas del sistema se mantiene. Finalmente el escenario optimista plantea una situación en donde se reduce la dotación neta hasta alcanzar el mínimo vital de agua e igualmente una reducción lineal en el valor de pérdidas del sistema. La otra situación del escenario optimista es integrar la condición anterior con la del escenario tendencial y otra con la del escenario pesimista.

### Corridas del modelo

Las simulaciones estuvieron delimitadas en un espacio temporal de 50 años, con 5 corridas del modelo por cada escenario, mediante la interfaz de trabajo que se muestra en la (Fig. 5).

**Figura 5.** Interfaz de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

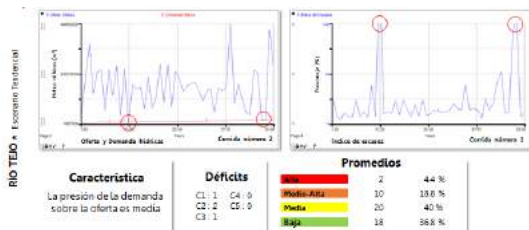


Los resultados de la simulación del escenario tendencial para el río Tejo



muestran que la oferta supera a la demanda, sin déficit en el sistema, sólo para las corridas 4 y 5. Para las demás la presión del recurso es media y los picos de mayor balance negativo se da en la corrida 2, representada en la (Fig. 6), donde el sistema cae en déficit 2 veces superando el 100% del índice de escasez, para las corridas 1 y 3 sólo cae una vez en déficit. El periodo de retorno para la corrida 2 es de 25 años con promedio de magnitud de déficit de 364.544,955 m<sup>3</sup>/año y para las corridas 1 y 3 es de 50 años, con magnitud de déficit de 1.174.196,08 m<sup>3</sup>/año y 12.801,37 m<sup>3</sup>/año respectivamente. Dentro de las categorías de índice de escasez, el promedio entre las corridas es 2 veces en alto, 9 veces en medio alto y 20 veces en categoría media.

**Figura 6.** Simulación del escenario 1, corrida número 2, de la cuenca río del Tejo. Fuente: Elaboración propia.

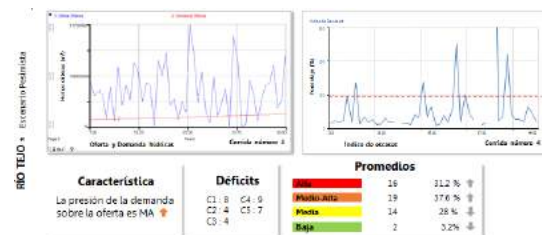


Bajo las condiciones del escenario pesimista, es posible notar la reducción en la precipitación en comparación al escenario anterior, así como el aumento de la temperatura. En este caso, la presión sobre el recurso hídrico también aumentó notablemente, incluso cuando la demanda era la misma, con respecto al escenario tendencial. La simulación de este escenario dio como resultado que el sistema entró en déficit en todas las corridas, situación que no se presentó en el escenario tendencial. En la (Fig. 7) se observa la corrida

número 4, en la cual se presentaron 9 años con déficit, la mayor de las cinco corridas, seguido de las corridas 1 y 5. La magnitud promedio del déficit de la corrida 4 fue de 1.332.006,401 m<sup>3</sup>/año donde el índice de escasez presentó valores de 101,12% y 697,93%. Teniendo en cuenta lo observado en las cinco corridas de este escenario y el índice de escasez calculado, para el río Tejo el sistema hídrico obtuvo la categoría de alto en promedio 16 veces, en 19 años la demanda estuvo entre el 20 y 50% de la oferta y en 14 años la demanda alcanzó el 10% y 20% de la misma.

Por otra parte, es de observar que la gráfica del índice de escasez (Fig. 7), presentó tres cortes en su representación, la razón de ello, se debe a que durante la simulación la oferta alcanza un valor de 0, por cumplimiento a la condición dentro de la ecuación de Turc donde si  $P / L < 0,316$  entonces la precipitación es igual a la evapotranspiración, por consiguiente hay un déficit que es igual a la demanda hídrica, dicha situación se da además en todas las corridas a excepción de la corrida 3.

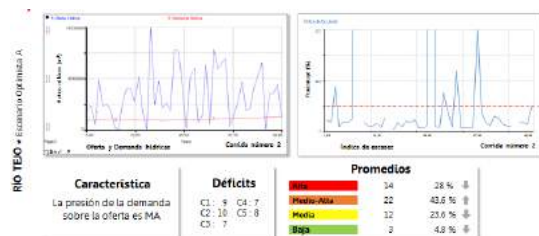
**Figura 7.** Simulación del escenario 2, corrida número 4, de la cuenca río del Tejo. Fuente: Elaboración propia.



En el primer escenario optimista En cuanto a la simulación del río Tejo, se mantuvieron balances negativos en todas sus corridas, principalmente para la número 2 que cayó 10 veces

con promedio de magnitud de déficit de 1.137.987,679 m<sup>3</sup>/año, su índice de escasez alcanzó más de 4000%. Le sigue la corrida 1 que cayó 9 veces en déficit con magnitud de 796.965,3389 m<sup>3</sup>/año, la corrida 5 es deficitario 8 veces con 854.062,96 m<sup>3</sup>/año y las corridas 3 y 4 declinaron 7 veces en 459.684,4486 m<sup>3</sup>/año y 1.437.631,596 m<sup>3</sup>/año respectivamente. En las gráficas de índice de escasez presentaron vacíos en sus corridas a excepción de la número 3. En los promedios de índice de escasez en proporción al escenario anterior, la categoría alta para este escenario fue 2 veces menor, la de medio alto fue 3 veces mayor, y la categoría medio fue 2 veces menor. En la (Fig. 8), se observa la corrida de mayor déficit.

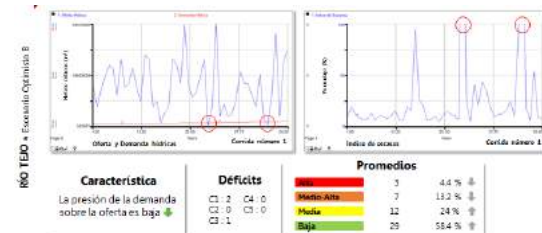
**Figura 8.** Simulación del escenario 3A, corrida número 2, de la cuenca río del Tejo. Fuente: Elaboración propia.



Y finalmente para el segundo escenario optimista hubo una destacada reducción en cuanto a cantidad de déficit, ya que en el escenario optimista anterior todas las corridas presentaron escasez y en la presente las corridas 2, 4 y 5 se conservaron sin déficit y nuevamente la corrida 4 presentó una demanda que no superó el máximo valor sino que registró un valor medio alto de 46,64%, la corrida 1 entró en déficit dos veces con un promedio 1.148.564,975 m<sup>3</sup>/año y la corrida 3 una vez con 1.719.070,78 m<sup>3</sup>/año y con un vacío en el índice de escasez.

El promedio de índice de escasez alto fue de 3 veces, en medio alto fue de 8 veces y medio fue 12 veces. La (Fig. 9) presenta la corrida de mayor déficit.

**Figura 9.** Simulación del escenario 3B, corrida número 1, de la cuenca río del Tejo. Fuente: Elaboración propia.



## CONCLUSIONES

El modelo construido para el presente estudio, basado tanto en teorías básicas como en las normas específicas al tema, las cuales permitieron establecer las relaciones de las variables identificadas, proporciona en términos generales una buena representación del balance entre la oferta y demanda hídrica. Uno de los beneficios de este, es que permite simular diferentes escenarios bajo supuestos críticos o por el contrario supuestos favorecedores a la fuente evaluada. Además, permite el análisis y evaluación de escenarios diferentes a los propuestos en este estudio, ya que éste presenta las bases para conformar el espacio morfológico de los supuestos. Sin embargo, es importante resaltar que los resultados de las simulaciones presentadas no son una predicción de la situación futura de la fuente hídrica. Se trata de la representación de una respuesta simulada del balance entre la oferta y la demanda hídricas. En otras palabras, se intenta analizar el comportamiento interno dinámico del sistema de la fuente hídrica ante unos supuestos hipotéticos.

En cuanto a la vulnerabilidad del recurso, tomando como referencia el número de años de escasez y escenarios con mayor déficit en las cinco corridas y con base a un análisis general de los escenarios, se tiene que el río Tejo tiene una presión considerablemente media. En ningún escenario se descarta la presencia de insuficiencias hídricas, pero con base a las condiciones establecidas, hay una diferenciación significativa entre ellas. Las tendencias actuales indican que en la proyección de los 50 años de simulación, sólo 1 año es deficitario. El escenario pesimista fue afectado principalmente por el impacto del cambio climático, aumentó 5 años y medio más que el anterior en cuanto a la limitación del recurso. El primer escenario optimista evidencia que nuevamente es el cambio climático el que genera desequilibrios en el sistema, y no tanto por las reducciones de consumo y porcentaje de pérdidas, así el río Tejo en vez de mitigarse por ser optimista, crece a 8 años y medio. Esto puede deberse a que los datos simulados no son estáticos, por efectos de la función normal que genera valores aleatorios con base a la media y desviación estándar de las series. Al variar los datos de precipitación y evapotranspiración por la temperatura, por cada corrida del modelo, modifican proporcionalmente los de oferta y éstos a los de balance. Finalmente el segundo escenario optimista demuestra que el balance no se afecta tanto por los cambios en las dotaciones que por efectos del cambio climático, al eliminar ésta última condición, el río retorna a 1 año de escasez.

## RECOMENDACIONES

Con base en lo presentado en este estudio, se recomienda para investigaciones futuras lo siguiente. Para la evaluación del balance hídrico debe tenerse en cuenta el ámbito rural, y especificar la demanda en los respectivos sectores, de forma que se mejore la capacidad proyectiva del modelo. Así mismo se recomienda incluir otros componentes ambientales que intervienen en este balance, como las coberturas vegetales y los usos del suelo, embalses o incluso el trasvase de cuencas, la calidad del recurso hídrico, el manejo y cantidad de vertimientos líquidos sobre los mismos, entre otros. Con ello pueden definirse nuevas relaciones, retroalimentaciones y retrasos en el modelo. Y a su vez permitirá mejores ajustes en la toma de decisiones o en la propuesta de nuevas estrategias o supuestos dinámicos.

Si se desea ampliar la resolución temporal del modelo, ya sea a nivel mensual o incluso diario, esto implicaría cambios en la ecuación de balance hídrico. Se recomienda tener en cuenta otras metodologías como las propuestas en la resolución 865 de 2004 o las que recomiendan organismos internacionales que trabajan en el tema. Sería igualmente interesante evaluar escenarios a dichas escalas, ya que podría tenerse en cuenta la estacionalidad de la dinámica hidrológica para las simulaciones, al mismo tiempo que podrían presentarse variables que son desapercibidas a escala anual, como lo es el componente subterráneo, para evaluar la oferta y demanda a través de pozos hídricos.

Se sugiere hacer uso de otros software, que apoyen el tratamiento de la información o hagan también las veces de simuladores, para valorar el ajuste del modelo y la calidad de los resultados, considerando que los software difieren en metodologías y en las funciones que ofrecen.

Finalmente, se exhorta a incluir en talleres con los actores que intervienen en los procesos de las cuencas, el uso de herramientas de dinámica de sistemas, de forma que permita “sensibilizar a los participantes acerca de la respuesta que el sistema puede tener a sus acciones, o a las acciones de otros grupos” (Fernández, Suárez y Pérez, 2007, p.13). Además, es posible que junto a ellos, investigadores que profundizan en dinámica de sistemas, puedan perfeccionar las relaciones del modelo y ajustarlo mejor a la realidad del sistema. E igualmente, que la presente investigación sea un punto de partida para posteriores investigaciones dentro del enfoque de recursos hídricos y desde la óptica de la dinámica de sistemas dentro del municipio, pues se dan fundamentos e información para futuros análisis en el abordaje de la presente problemática. Se recomienda, por tanto, el manejo de este documento por parte de autoridades ambientales como CORPONOR, ESPO y ADAMIUAIN, entre otros, para que incorporen recursos en herramientas que apoyen en la toma de decisiones para la conservación del recurso, y fortalezcan en la estructuración de los programas y sistemas de gestión del recurso hídrico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, H. H., Lince, E. J., Hernández, A. E. y Monsalve, A. J. (2011). Evolución: Herramienta software para modelado y simulación con Dinámica de Sistemas. *Revista de Dinámica de Sistemas*, 5(1), 3-29.
- Aracil, J. (1995). *Dinámica de Sistemas*. Madrid: Isdefe.
- Arnold, J., Bingner, R., Harmel, R., Moriasi, D., Van Liew, M., Veith, T. (2007). *Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations*. *Transactions of the Asabe*. Vol. 50(3): 885-900.
- Arnold, M. y Osorio, F. (1998). *Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas*. Universidad de Chile, Departamento de Antropología.
- Banco Mundial. (2012). *Gestión Integral de Aguas Urbanas Síntesis*. Recuperado de: <http://siteresources.worldbank.org/INT/LAC/Resources/257803-1351801841279/1PrincipalGestionIntegralAguasUrbanasESP.pdf>
- Cabrera, J. (2012). *Calibración de Modelos Hidrológicos*. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Lima, Perú.
- Calvache Pérez, M. (1989). *La Enfermería Sistémica. Propuesta de un Modelo Ecológico*. Madrid: Ediciones DÍAZ DE SANTOS, S.A.
- Centty, D. B. (2006). *Manual metodológico para el investigador científico*. Universidad de San Agustín de Arequipa, Facultad de Economía, Arequipa.
- Escalante, L., Charpentier, C. Hernández, J. (2011). *Avances y limitaciones de la gestión integrada de los recursos hídricos en Panamá*. Recuperado: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/25424/39261>

- García, J. (2014). *Teoría y ejercicios prácticos de dinámica de sistemas*. Recuperado de: <http://www.dinamica-de-sistemas.com/>
- Godet, M. (2000). *La caja de herramientas de la prospectiva estratégica*. México: Grupo de Desarrollo Económico de la Región Centro Occidente.
- Herrera, A., & Didriksson, A. (2006). Manual de planeación prospectiva estratégica: su aplicación a instituciones de educación superior. UNAM, Centro de Estudios Sobre la Universidad.
- Hurtado, D. (2011). *Teoría General de Sistemas: Un Enfoque Hacia la Ingeniería de Sistemas*. Lulu.com.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2008). Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos renovables en Colombia: Estudio Nacional del Agua, relaciones de demanda de agua y oferta hídrica. Bogotá, D.C.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], Departamento Nacional de Planeación [DNP] y Ministerio de Relaciones Exteriores [CANCILLERÍA]. (2015). Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100, Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Enfoque Nacional – Departamental: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.
- Johansen, O. (2004). *Introducción a la teoría general de sistemas*. México: Limusa.
- Kusch Schumacher, E. J. (2011). Comparación de dos modelos de predicción del largo de internudo a nivel de rodal para *Pinus radiata* D. Don. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Valdivia.
- Lecaros, G. y Viale, A. (2008). Manual de Estadísticas Ambientales Andinas. Secretaría General de la Comunidad Andina, Lima, Perú.
- Martínez, J. (2006). *Agua y sostenibilidad: algunas claves desde los sistemas áridos*. Recuperado de: <https://polis.revues.org/5096>
- Páez, D. (2010). *Modelación Hidrológica de la cuenca del río Limarí usando un enfoque de Dinámica de Sistemas*. Universidad de la Serena, Facultad de Ingenierías, La Serena, Chile.
- Pineda, E. (2013). *Dinámica de Sistemas*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, Bucaramanga.
- Pizarro, R., Ausensi, P., León, L., Aravena, D., Sangüesa, C. y Balocchi, F. (2009). Evaluación de métodos hidrológicos para la completación de datos faltantes de precipitación en estaciones de la región del Maule, Chile. *Aqua-LAC: revista del Programa Hidrológico Internacional para América Latina y el Caribe*, 1(2), 172-184.
- Pulecio, J. C. (2008). *Modelación Hidráulica del río Consota, sector "La Curva" y "Mercasa - Galicia"*. Corporación Autónoma Regional de Risaralda, Subdirección de Gestión Ambiental Territorial, Pereira.
- Saiz, M.A. (2005). Como Potenciar la Generación de Nuevas Ideas en la Fase Creativa del Proceso de Innovación Tecnológica en aplicaciones de la Ingeniería Industrial. Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, Escola

Técnica Superior D'Enginyers Industrials de Barcelona, Barcelona.

Salas, M. A. (2013). *Prospectiva Territorial: aproximación a una base conceptual y metodológica*. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Mérida.

Santa Catalina, I. M. (2010). Modelo de dinámica de sistemas para la implantación de tecnologías de la información en la gestión estratégica universitaria. Tesis de Doctorado, Universidad del País Vasco, España.

Tapia, C. A. (2010). Fases que comprende todo estudio que utiliza la simulación. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería. Buenos Aires.

Tarifa, E. E. (2001). Teoría de Modelos y Simulación. Universidad Nacional de Jujuy, Facultad de Ingeniería, San Salvador de Jujuy.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia [UNAD]. (s.f.). Lección 28. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos. Recuperado el 25 de Julio de 2016, de Biblioteca Virtual de la UNAD: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211621/PROY-GRADO\\_EN\\_LINEA/leccin\\_28\\_tcnicas\\_e\\_instrumentos\\_para\\_la\\_recoleccin\\_de\\_datos.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211621/PROY-GRADO_EN_LINEA/leccin_28_tcnicas_e_instrumentos_para_la_recoleccin_de_datos.html)

UNESCO. (1981). Métodos de cálculo del balance hídrico. Guía internacional de investigación y métodos. (A.A Sokolov y T.G. Chapman, Ed.) París: UNESCO.

Walonick, D. S. (1993). *General Systems Theory*. Recuperado de StatPac Inc.: <http://www.statpac.org/walonick/systems-theory.htm>



# CRIANZA DE *Archaeoprepona demophon* Linnaeus (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) EN TRES TIPOS DE ÁREAS DE MANEJO EN TINGO MARÍA, PERÚ

Yané Levi Ruíz, Dra.

Zalesky D. Cáceres Levi, Ing.

Eduardo A. Cáceres Levi, Bach.

Universidad Nacional Agraria de la Selva. Departamento Académico de Ciencias de los Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú.

[ylevir2001@gmail.com](mailto:ylevir2001@gmail.com)

León-México, 25, 26 y 27 de septiembre de 2019

# INTRODUCCION

- El Perú por la disminución de mariposa causado por el deterioro y destrucción del hábitat, la caza excesiva y furtiva, la tala y quema de la vegetación (BRACK, A. Y MENDIOLA C., 2000), minería ilegal, monocultivos, tala ilegal, construcción de carreteras (GONZALES W., 2019).
- Con el objetivo de conocer el ciclo de vida, el porcentaje de supervivencia de *Archaeoprepona demophon* L., alimentadas con *Theobroma cacao* en tres tipos de áreas de manejo (laboratorio, sala de vuelo y rancheo), se estableció dos ciclos de crianza por cada tipo de área de manejo en el Zoocriadero Mariposario Monte Alto de EECO EIRL

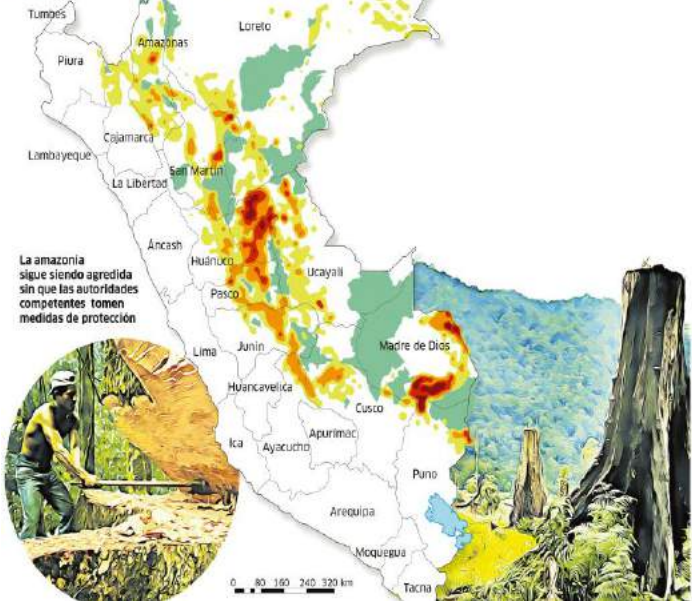




### Concentración de deforestación 2017

Niveles  
 Bajo  
 Medio  
 Alto  
 Muy alto

Áreas naturales protegidas



La amazonia sigue siendo agredida sin que las autoridades competentes tomen medidas de protección

### Top 10 Countries Losing the Most Tropical Primary Rainforest in 2018



\*Only countries with more than 100,000 hectares of primary forest included

# Deforestación

## REALIDAD NACIONAL

### Deforestación en ANP:

2001-2005 = 3.26%  
 2006-2010 = 9.9%  
 2011-2015 = 1.63%

### Deforestación en TI:

2001-2005 = 2.75%  
 2006-2010 = 3.45%  
 2011-2015 = 2.14%

### Deforestación en áreas sin protección:

2001-2005 = 36%  
 2006-2010 = 36%  
 2011-2015 = 28%

## Gran preocupación

Pérdidas de bosque que oscilan entre 100 000 y 120 000 hectáreas por año

Al 2017: Perú ha perdido 7.7 millones de ha del 60% de bosques del territorio nacional (GONZALES W., 2019) , unos 3 mil millones de soles.

2018: 140,185 ha de bosques

# *Archaeoprepona demophon*

Reino:	Animal
Phyllum:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Lepidoptera
Familia:	Nymphalidae
Sub Familia:	Charaxinae
Género:	<i>Archaeoprepona</i>
Especie:	<i>A. demophon</i> (Linnaeus, 1758)



Macho y hembra: ala 54-58 mm. Color marrón, con una banda azul verdosa en la parte superior. (De Vries, 1987).

# *Theobroma cacao*

Reino: Plantae  
Subreino: Tracheobionta  
Clase: Magnoliopsida  
Familia: Malvaceae  
Sub Familia: Byttnerioideae  
Tribu: Theobromeae  
Género: Theobroma  
Especie: *T. cacao*  
(Linnaeus, 1753)



# I. OBJETIVO

Conocer el ciclo de vida, el porcentaje de supervivencia y la alimentación de *Archaeoprepona demophon* L., en tres tipos de áreas de manejo (laboratorio, sala de vuelo y rancheo).



# II. METODO

## Área de estudio



*Pais* : Perú  
*Región* : Huánuco  
*Departamento* : Huánuco  
*Provincia* : Leoncio Prado  
*Distrito* : Rupa Rupa  
*Ciudad* : Tingo María

*Las coordenadas geográficas son:*

*Latitud Sur* : 39°05'00" 00E  
39°10'00" 00E  
*Longitud Oeste:* 89°73'65" 00N  
89°73'40" 00N

*Área* : 10,000 m<sup>2</sup> (1.00 Ha.)



# II. METODO – INSTALACIONES ZOOCRIADERO



Laboratorio



Jardín



Area de Ranqueo



Area de pupa



Sala de vuelo



Vivero



Area de Cuarentena



Lepidoteca



Área: 20,000 m<sup>2</sup>:

- Sala de vuelo: 765 m<sup>2</sup> (15m x 30m x 4.5m).
- Laboratorio: 25 m<sup>2</sup> (5.00m x 5.00m x 2.50m).
- Lepidoteca: 32.40 m<sup>2</sup> (5.15m x 6.30m x 2.50m).
- Vivero: 40 m<sup>2</sup> (5.0m x 8.0m),
- Área de cuarentena: 9m<sup>2</sup> (3m x 3 m x 3 m)
- Área de ranqueo y jardín: 1.0 Ha.

## II. METODO

### Colecta de reproductores



- Las hembras reproductoras colectadas se colocaron en la sala de vuelo donde había plantas de “cacao” *Theobroma cacao* como planta hospedera para colocar los huevos y fuente de alimento a base de frutos para los reproductores.

## II. METODO

- Se colectó huevos de la planta hospedera para laboratorio y el aislamiento de ramas de cacao con huevos en sala de vuelo y rancheo con mallas raschell.
- Las larvas se alimentaban con hojas de cacao en las 3 áreas de estudio.
- Las pupas fueron cosechadas y trasladadas al pupario para completar su ciclo.





## II. METODO

### Cría de mariposas

- Manejo de huevos, larvas, pupas y adultos
- Manejo de plantas hospederas, nectaríferas y otras fuentes

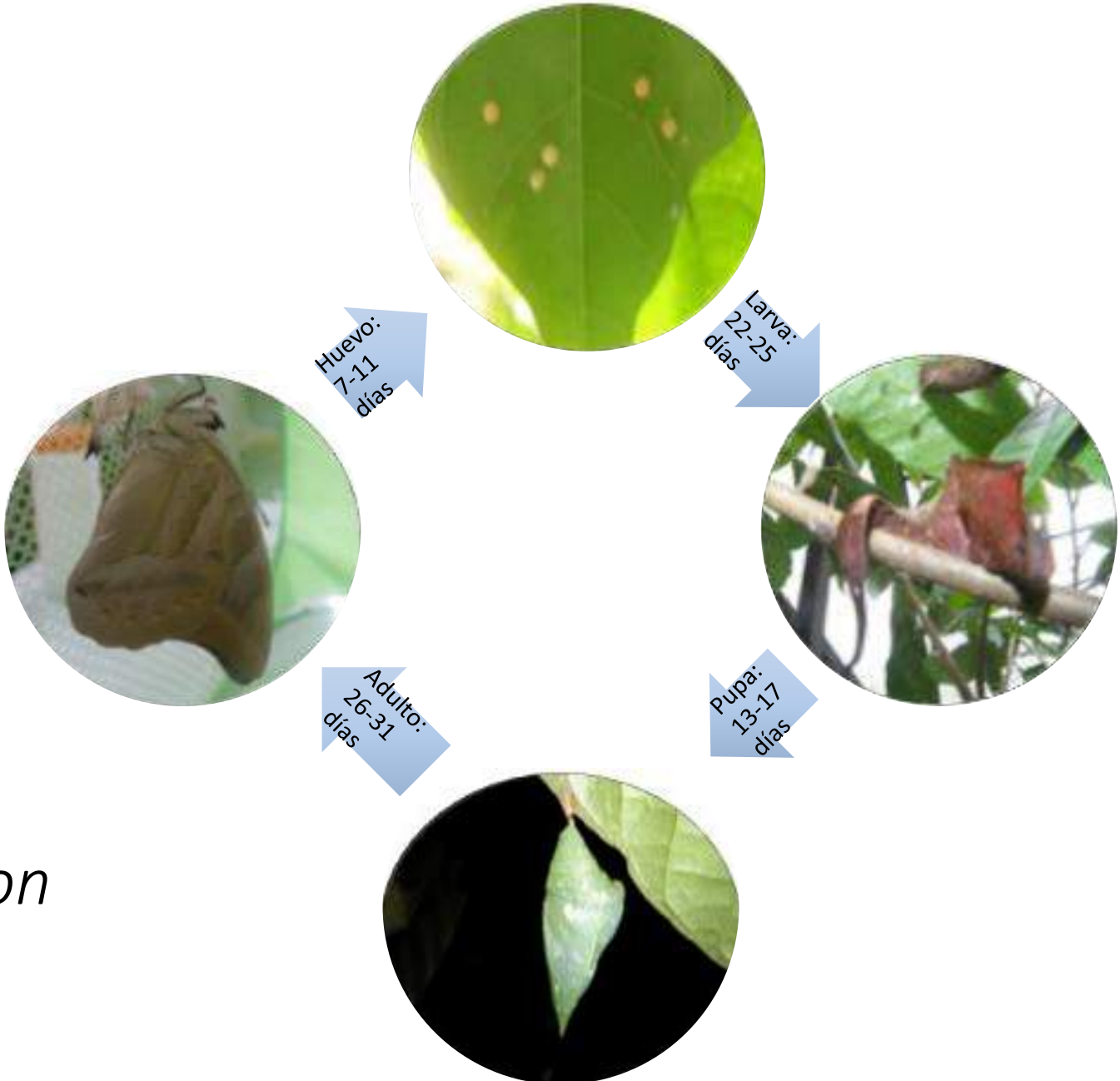




# III. RESULTADOS

## 1. Ciclo de vida de *A. demophon* por áreas de manejo

Área de manejo	Laboratorio					Sala de vuelo					Rancho				
	H	L	P	A	T	H	L	P	A	T	H	L	P	A	T
<i>Phoebis philea</i>	-	-	-	-	-	5	18	11	25	58	5	19	14	26	64
<i>Archaeoprepona demophon</i>	7	24	16	28	74	9	23	16	30	76	9	23	15	29	76
<i>Morpho menelaus didius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	46	32	35	125
<i>Caligo illioneus</i>	8	21	19	0	47	7	22	24	34	86	-	-	-	-	-
<i>Morpho deidamia</i>	-	-	-	-	-	11	42	25	16	93	-	-	-	-	-



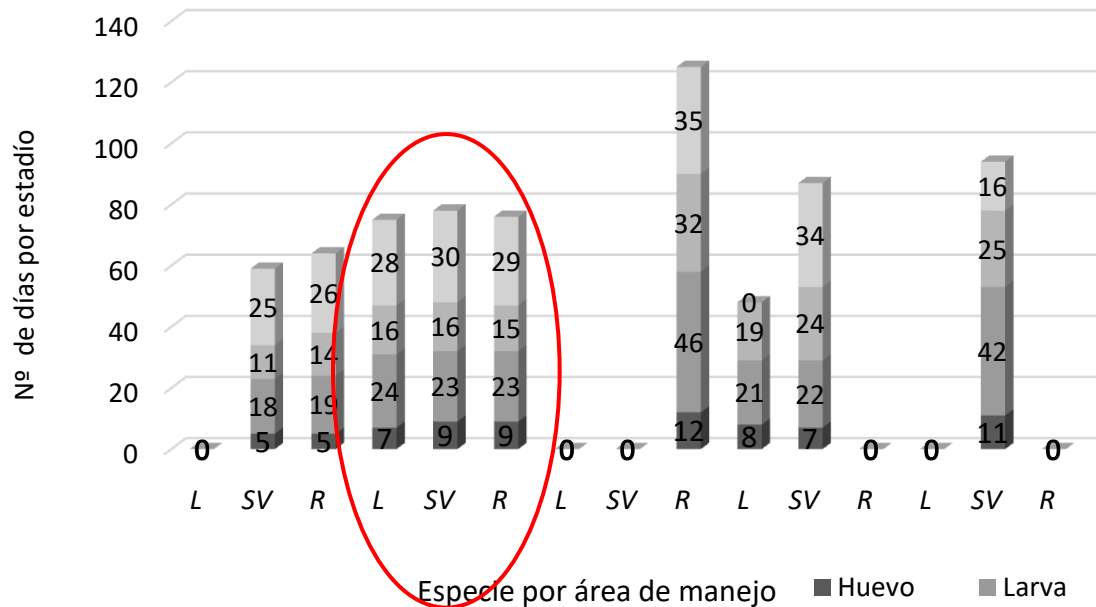
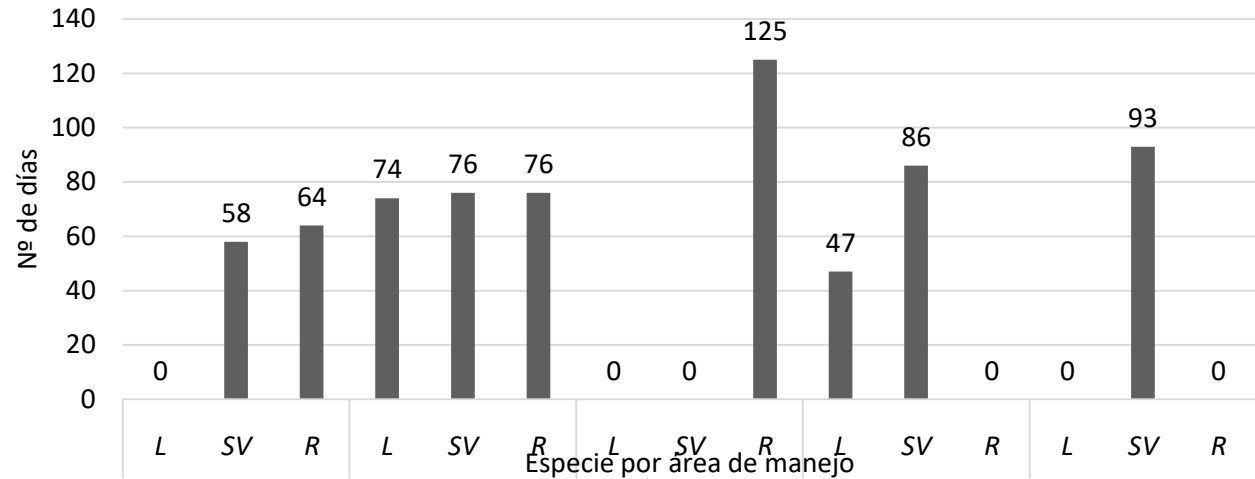
*Archaeoprepona demophon*

# Ciclo de vida de A. demophon por áreas de manejo

*Phoebis philea*: Sala de vuelo= 58 días; Rancho=64 días

*Archaeoprepona demophon*: Laboratorio=74 días

Sala de vuelo y Rancho=76 días



*Morpho menelaus didius*: Rancho=125 días

*Caligo illioneus*: Sala de vuelo=86 días

*Morpho deidamia*: Rancho=93 días.

# Ciclo de vida de *A. demophon* según autores

*A. demophon* por estadio (días) por autores

Estadio	Estudio			YZERSKYY (2013); DE	MULANOVICH (2007)
	L	SV	R	VRIES (1987)	
Huevo	7	9	9	8 a 11	-
Larva	24	23	23	23 a 30	-
Pupa	16	16	15	15 a 17	-
Adulto	28	30	29	30 a 35	-

# Ciclo de vida de *A. demophon* y *Phoebis philea*

Ciclo de vida de <i>Phoebis philea</i> por estadio (días) por autores						<i>A. demophon</i> por estadio (días) por autores					
Estadio	Estudio			YZERSKYY (2013);	MULANOVICH	Estudio	YZERSKYY (2013);			MULANOVICH	
	L	SV	R	DE VRIES (1987)	(2007)		L	SV	R	DE VRIES (1987)	(2007)
Huevo	-	5	5	6 a 8	-	7	9	9	8 a 11	-	
Larva	-	18	19	12 a 21	-	24	23	23	23 a 30	-	
Pupa	-	11	14	12 a 15	-	16	16	15	15 a 17	-	
Adulto	-	25	26	25 a 30	-	28	30	29	30 a 35	-	
Total	-	58	64	55 a 74	31	74	76	76	76 a 93	68	

# Ciclo de vida de *Caligo illioneus* y *Morpho menelaus didius*

Ciclo de vida de <i>C. illioneus</i> por estadio (días) por autores						<i>M. m. didius</i> por estadio (días) por autores				
Estadio	Estudio			YZERSKY	MULANOVICH	R	Estudio			MULANOVICH
	L	SV	R	(2013)	(2007)		YZERSKY (2013)	(2007)		
Huevo	8	7	-	7 a 10	-	12	12	-	10 a 12	-
Larva	21	22	-	24 a 28	-	44	48	-	45 a 50	-
Pupa	19	24	-	21 a 26	-	29	24	-	28 a 36	-
Adulto	0	34	-	40 a 60	-	32	37	-	30 a 35	-
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>86</b>	<b>-</b>	<b>92 a 124</b>	<b>83</b>	<b>308</b>	<b>117</b>	<b>131</b>	<b>-</b>	<b>113 a 133</b>



# Ciclo de vida de *Morpho deidamia*

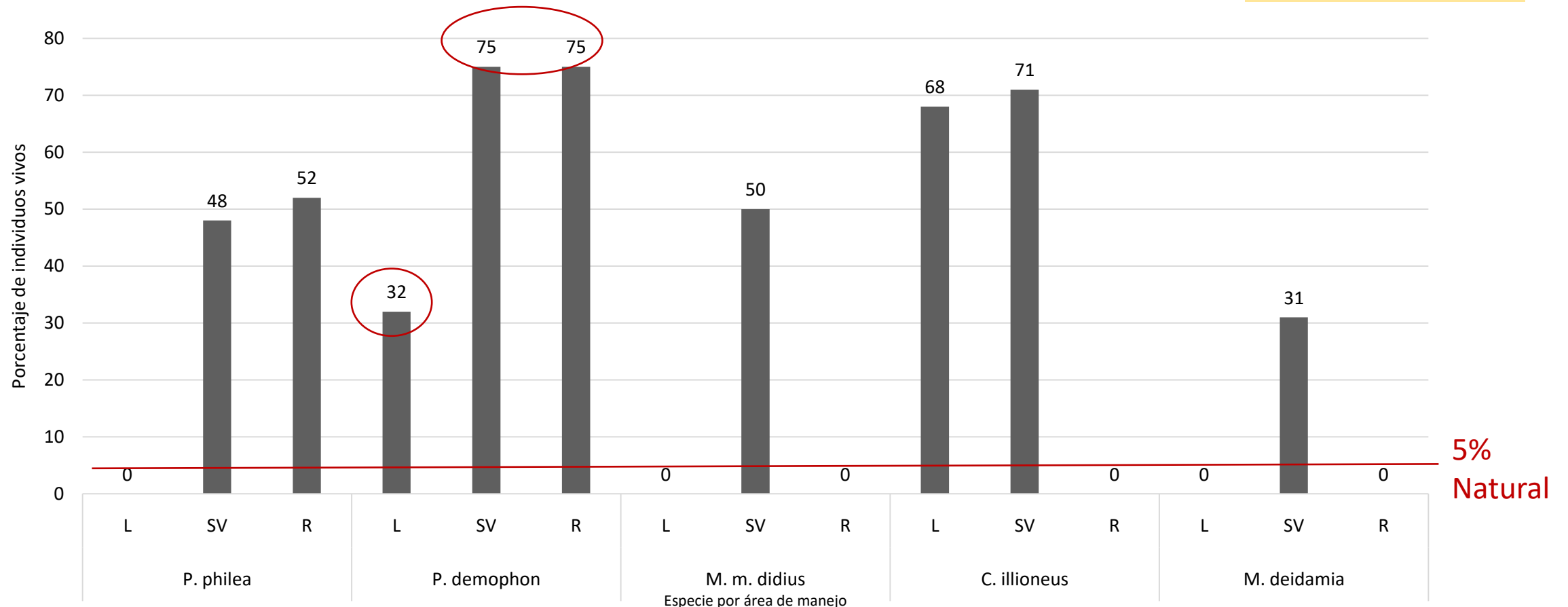
Ciclo de vida de *M. deidamia* por estadio (días) por autores

Estadio	Estudio			GUERRA- YZERSKYY (2013)	SERRUDO & LEDESMA, 2008
	SV	-	-		
Huevo	11	11	-	10 a 12	-
Larva	30	53	-	45 a 50	-
Pupa	20	29	-	28 a 36	-
Adulto	11	20	-	30 a 35	-
Total	72	113	-	113 a 133	110



## 2. Porcentaje (%) de supervivencia de *A. demophon* por área de manejo (laboratorio, sala de vuelo y rancheo)

Rango de 32 a 75%



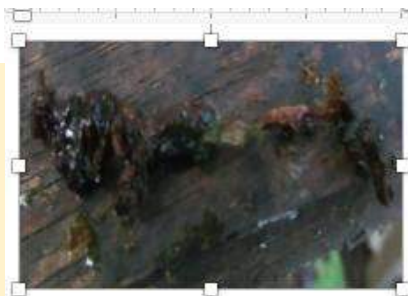
Sobreviven 2% (AWACACHI, 2006) hasta un 5% (SANCHEZ, 2004; MULANOVICH, 2007)

# Factores de mortalidad en *A. demophon*

- **Enemigos naturales:** moscas (Diptera), avispa (Vespidae), hormigas (Formicidae), arañas (Arachnida), grillos (Gryllidae), mantis (Mantodea), chinches (Hemiptera), roedores (Muridae) y hongos (Fungi);
- **Manejo:** malformación de pupas, daños mecánicos por manipulación de las larvas al trasladarlas de una planta hospedera a otra, atrapamiento

- **Muerte natural**

(GARCÍA-ROBLEDO et al., 2002)



### 3. Manejo

ANVA:

Las estrategias de manejo no influyen sobre el número de huevos para las especies (p-valor 0.1864);

En el manejo de larvas, pupas y adultos, existe influencia sobre el número de individuos que pasan al siguiente estadio (p-valor <0.0001);

TUKEY  $\alpha=0.05$  :

La sala de vuelo y el rancheo son las **mejores estrategias de manejo** para *A. demophon* en larvas y pupas y también para las otras especies.



### 3. Manejo

- La interacción entre el área de manejo (laboratorio, sala de vuelo y rancheo) y los estadios de las mariposas no resultaron significativos estadísticamente
- Implica que las condiciones para la cría en la sala de vuelo y rancheo han sido las más adecuadas lo que muestra el éxito de la crianza y una buena alternativa para la conservación *ex situ* de las mariposas.



# Alimentación de *A. demophon*

Alimento	Estadio	
	Larva	Adulto
<i>Theobroma cacao</i>	Brotes	Fruta Fermentada
Planta hospedera	Hojas nuevas	Excremento de animales
	Hojas maduras	Orina



# Alimentación de *A. demophon*



Fruta fermentada



Orina y excremento



Hojas nuevas

# 3. Manejo

## Liberaciones:

campo abierto (10%),  
sala de vuelo (5%),  
rancheo (5%)

## CONSERVACION *EX SITU*

## Cosecha





## 4. Valor comercial de *A. demophon*

Es una especie de valor comercial alto, de bajo precio y altos volúmenes en el mercado internacional

Especies	Derecho de aprovechamiento S/.	Precio Venta Mercado Internacional US\$ (S/.)		Precio Venta Mercado Local S/.	
		M	H	M	H
<i>C. illioneus</i>	2.07	3.0 (9.80)		2.50	
<i>A. demophon</i>	2.07	2.0 (6.60)		2.00	
<i>P. philea</i>	2.07	0.40 (1.30)	5.0 (16.40)	0.25	
<i>M. m. didius</i>	2.96	2.5 (8.20)	20.0 (65.60)	2.00	30.00
<i>M. deidamia</i>	2.07	2.0 (6.60)	20.0 (65.60)	2.00	30.00

Fuente: Resolución Directoral N°09-2013-AG-DGFFS-DGEFFS; PROEXPORT COLOMBIA, 2003.

## IV. CONCLUSIONES

- El ciclo de vida de *Archaeoprepona demophon* es de ciclos cortos de 74-76 días, de 74 días en laboratorio y 76 días en sala de vuelo y rancheo, con una supervivencia de 32% en laboratorio y 75% en sala de vuelo y rancheo.
- La alimentación para larvas fue *Theobroma cacao* (hojas nuevas y maduras) para larvas y frutas fermentadas, excremento de animales y orina para adultos.
- Las áreas de manejo no influyen en el número de huevos (p-valor 0.1864); si influye el manejo de larvas, pupas y adultos en el número de individuos que pasan al siguiente estadio (p-valor <0.0001); la sala de vuelo y el rancheo son las mejores estrategias para larvas y pupas.
- El valor comercial corresponde a especies de bajo precio y alto volumen de S/.2.00 en el mercado local y de US\$2.0 en el mercado internacional.

# GRACIAS

Yané LEVI RUIZ

[ylevir2001@gmail.com](mailto:ylevir2001@gmail.com)

Zalesky Diana CÁCERES LEVI

[zcaceres44@gmail.com](mailto:zcaceres44@gmail.com)

Eduardo Alejandro CÁCERES LEVI

[edlevi17@gmail.com](mailto:edlevi17@gmail.com)

# PROPUESTA TEORICO-METODOLOGICA PARA EL ESTUDIO DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS DE LOS SOLARES

[THEORETICAL-METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE STUDY OF ECOSYSTEM SERVICES OF HOMEGARDENS]

**Arcos Severo Minerva <sup>1</sup>, Gutiérrez Cedillo Jesús Gastón <sup>2</sup>, Balderas Plata Miguel Ángel <sup>2</sup> y Martínez-García Carlos Galdino <sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México. Paseo Colón esquina Paseo Tollocan, Toluca, Estado de México. C.P. 50130. Autor para correspondencia: [min.arcos@hotmail.com](mailto:min.arcos@hotmail.com). <sup>2</sup> Facultad de Geografía, UAEM. Cerro de Coatepec S/N, Ciudad Universitaria, Toluca, México. 50110. <sup>3</sup> Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto Literario #100, CP 50000 Toluca, México

## RESUMEN

Los solares o huertos familiares constituyen uno de los principales medios de vida para las familias rurales, razón por la cual han sido ampliamente estudiados, no obstante, los aportes que se tienen están documentados en relación a diversos trabajos florísticos, botánicos, etnobotánicos y agroecológicos principalmente y con escasas aproximaciones en lo referente a planteamientos teórico-metodológicos. Así el objetivo del presente trabajo es presentar una propuesta teórico- metodológica que permita analizar los servicios ecosistemicos (SE) de los agroecosistemas de huertos familiares (AEHF), a nivel local, en tres municipios al sur del estado de México. Los aportes teóricos de la propuesta, están integrados por: La Teoría General de Sistemas (TGS), la Teoría de Sistemas Complejos (SC), y la Teoría de la Sustentabilidad (TS). En su componente metodológico se incorpora la planeación geográfica integral (PGI), el método etnográfico, el análisis FODA y el enfoque del marco lógico (EML). A partir de estas teorías; así como de los distintos métodos y metodologías se planteó el análisis de los servicios ecosistemicos de AEHF desde sus componentes: sociales, culturales, ambientales y económicos, mismos que para su mejor abordaje se dividieron en seis etapas metodológicas: 1) análisis los SE de importancia socio- cultural, 2) identificación de los SE de regulación y soporte, 3) análisis de los SE de provisión y su valoración económica, 4) análisis de las implicaciones que tienen los SE de AEHF en la calidad de vida de las familias rurales, 5) diseño de una propuesta sustentable y 6) fundamentación e Integración de la propuesta teórico- metodológica. Este análisis permitirá abordar la complejidad de los AEHF, bajo el enfoque de servicios ecosistemicos, contribuyendo con ello a crear estrategias de manejo sustentable haciendo énfasis en la conservación de los recursos naturales.

Palabras clave: *servicios ecosistemicos, agroecosistemas, solares, familias rurales.*

## INTRODUCCIÓN

Los solares o huertos familiares se caracterizan por ser ecosistemas agrícolas sustentables, los cuales forman parte del área de residencia de las familias campesinas en México, poseen una gran diversidad de especies vegetales y animales cuya finalidad es la de satisfacer las necesidades de las familias campesinas (Chávez, 2007). Estos agroecosistemas operan en pequeña escala, representando unidades productivas tradicionales en las que interactúan aspectos biológicos, sociales y económicos (Buchmann 2009). Dentro de sus principales componentes están: los árboles, cultivos y animales (Lerner, 2008; Chávez, 2007; Torres, 2010). Como prestadores de bienes y servicios, también juegan un papel importante, siendo los principales los siguientes: 1). Son un medio donde se producen múltiples satisfactores para la familia, principalmente productos con valor de uso, 2). Representan un medio donde la familia puede generar ahorros, o incrementar sus recursos económicos por inversión en productos de valor de uso, transformados a bienes con valor de cambio, 3). Son un espacio donde se transmite cultura y se reproduce la unidad familiar, 4). Representan un espacio de habitación, trabajo, recreación y prestigio, 5). Son un espacio de convergencia de productos de otros sistemas de producción: leña, fauna y flora silvestres, 5). Representan un espacio social y 6). Tienen aportaciones significativas en términos ambientales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Fases de la investigación: 1). Revisión de literatura sobre los antecedentes teórico-metodológicos utilizados en huertos familiares: El trabajo se desarrolló durante el periodo de agosto-diciembre de 2018, a partir de una revisión de literatura en tesis, libros, capítulos de libros y artículos científicos y 2). Trabajo de campo: consistirá en una fase posterior al planteamiento de la propuesta y este se centrará en una Zona de Transición Ecológica (Ecotono) del Estado de México, donde se practica la tradición de los huertos familiares, específicamente en tres municipios; Malinalco, Tenancingo y Villa Guerrero ubicados al sur de Estado de México y una localidad de cada municipio (Tabla 1). La investigación se sustenta en el uso de una metodología mixta, la cual de acuerdo con Morgan (2007) y Hernández (2006), consiste en la combinación o asociación de herramientas cuantitativas y cualitativas. Dado que el estudio abarca diversos componentes (sociales, culturales, económicos y ambientales) el uso de este enfoque será útil porque proveerá de un mejor análisis y entendimiento del problema, así como de diferentes formas de coleccionar y analizar los datos; ya que al final se buscará triangular la información. De acuerdo con el enfoque metodológico y de las etapas metodológicas aquí propuestas, las principales herramientas para coleccionar los datos en campo incluirán: Recorridos, observación directa, observación participativa, elaboración de calendarios agrícolas, entrevistas y cuestionarios.

Tabla 1. Localidades bajo estudio

Municipio	Localidad	Población	Altitud (msnm)
Malinalco	Colonia Juárez	757	1241
Tenancingo	El Carmen	1,032	2418
Villa Guerrero	Progreso Hidalgo	1,010	1704

Fuente, Elaboración propia con base en el Censo de Población Vivienda Inegi, 2010

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la revisión bibliográfica, se diagnosticaron ausencias en cuanto a teorías y metodologías aplicadas en el estudio de los servicios ecosistémicos para agroecosistemas de HF., ya que trabajos como los de White (2013), Gaytán *et al.* (2001), Gutiérrez *et al.* (2015) y Juan (2013), entre otros, se han enfocado mayoritariamente en enfoques florísticos, botánicos y taxonómicos. De esta manera se consideró el planteamiento de una propuesta teórico-metodológica que guiara el análisis de los AEHF, bajo el enfoque de SE.

### Aportes teóricos de la propuesta

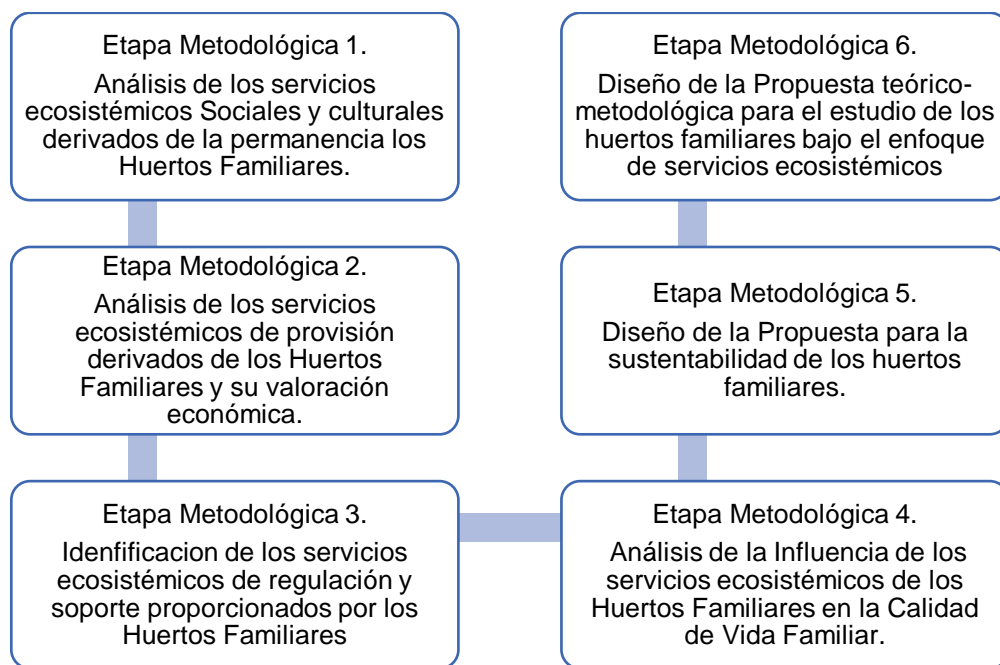
- La Teoría General de Sistemas (TGS), se considera dado que "es necesario estudiar no sólo las partes y procesos aislados, sino también resolver los problemas hallados en el sistema, resultantes de la interacción dinámica de las partes y que hacen diferente el comportamiento de éstas cuando se estudian aisladas que dentro del todo" (Bertalanffy, 1976). Los supuestos básicos de la TGS son: 1). Existe una nítida tendencia hacia la integración de las ciencias naturales y sociales, 2). Dicha teoría de sistemas puede ser una manera más amplia de estudiar campos no-físicos del conocimiento científico, especialmente en las ciencias sociales, 3). Con esta teoría, al desarrollar principios unificadores, se aproxima al objeto de la unidad de la ciencia, 4). La TGS afirma que las propiedades de los sistemas no pueden ser descritas en términos de sus elementos separados; su comprensión se presenta cuando se estudia globalmente (Bertalanffy, 1993).
- La Teoría de Sistemas Complejos (SC), se introduce en tanto que los solares son considerados como sistemas complejos, dada que involucra la intervención de varios componentes los cuales se encuentran interactuando constantemente. Esta idea es apoyada por García (2006), el cual introduce el concepto de sistema complejo como un ecosistema modificado por el hombre, en el cual actúan diferentes procesos, que a su vez están vinculados entre sí; debido a ello su interacción no es mecánica ni lineal, ya que están constituidos por elementos heterogéneos y de ahí su denominación de complejos. Más aun, los SC tienen la característica de estar en evolución, en función de su flexibilidad y capacidad de autoorganización, pues son sistemas abiertos donde los procesos son irreversibles (Serrano-Barquín 2008).
- La Teoría de la Sustentabilidad (TS) se incorpora a partir de conceptos como desarrollo sustentable, el cual se ha definido por "Brundtland Commission: Our Common Future" de 1987, como: "*Un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones a fin de satisfacer sus propias necesidades*". Otro concepto que incorpora esta teoría es propiamente la sustentabilidad, la cual se relaciona con la habilidad de un agroecosistema para mantener su producción a través del tiempo y frente a cambios externos, teniendo en cuenta las limitaciones ambientales, la capacidad de carga del mismo y las presiones socioeconómicas (Altieri y Nicholls, 2000). Particularmente Elizalde (2003), engloba este concepto como la interrelación de tres elementos: ambientales, sociales y económicos.

## **Aportes metodológicos de la Propuesta**

- El Método etnográfico es uno de los procedimientos cualitativos de investigación aplicado al estudio de la realidad social, debido a su carácter flexible, holístico, naturalista, amplio, subjetivo, polisémico y descriptivo. Este método trata de comprender la complejidad de los fenómenos en que viven y les son significativos a las personas involucradas en cierta problemática asociada a su cotidianidad (Álvarez, 2011). Integra técnicas cualitativas como: observación directa, observación participante, entrevistas, cuestionarios, conversaciones, historias de vida y estudios de caso. (Sabaté, 2008; Richards y Munsters, 2010). En este sentido la investigación retoma y considera este método en función de su carácter participativo y dado que se establece en función de la percepción de los actores.
- El análisis FODA permite realizar una evaluación de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Las fortalezas se definen como las capacidades, habilidades o atributos del sistema. Las debilidades por otro lado se constituyen por los factores negativos del sistema. Las oportunidades representan crecimiento o mejoría. Las amenazas representan la suma de las fuerzas ambientales no controlables, pero que representan aspectos negativos y problemas potenciales. Las oportunidades y amenazas establecen la necesidad de emprender acciones de carácter estratégico (Ponce, 2007). Con este método se podrá realizar un análisis de la situación actual del sistema, lo cual brindará un panorama más amplio del fenómeno bajo estudio.
- El Enfoque del Marco Lógico (EML), establece la planificación por objetivos, como cualquier método de planificación se trata de un sistema de mejor toma de decisiones. Se ha utilizado como elemento esencial para analizar los problemas, diseñar objetivos, analizar las alternativas y posteriormente diseñar las propuestas enfocadas a un desarrollo viable y sostenible, teniendo presentes acciones de sensibilización y concientización social, (Camacho *et al.*, 2001). Se basa principalmente en análisis de causalidad por métodos gráficos de árboles, los cuales se elaboran una vez orientados los problemas reales; y en matrices para analizar y evaluar las alternativas. Este se utilizará de manera complementaria con el FODA.
- La Planeación Geográfica Integral (PGI), será la metodología que funcionará como eje rector dentro de la presente investigación y esto considerando su secuencia ordenada de pasos, los cuales nos llevan a un resultado concreto. De acuerdo con su autor esta consta de una secuencia de acciones a realizar con el fin de lograr los objetivos y así alcanzar las metas propuestas. El proceso se compone de dos grandes fases que, a su vez están divididas en etapas: La Fase I de Investigación incluye las etapas de: 1) Organización, 2) Caracterización, 3) Diagnóstico y 4) Propuesta (Gutiérrez, 2013). Esta metodología permitirá realizar cubrir las etapas de la investigación desde su diagnóstico hasta la elaboración de la propuesta sustentable.

A partir del diseño de la propuesta teórico-metodológica surgen las categorías de análisis para el abordaje de los servicios ecosistémicos de huertos familiares, mismas que para su mejor comprensión de han dividido en seis etapas metodológicas principales: Etapa Metodológica 1. Análisis de los SE sociales y culturales derivados de la permanencia los Huertos Familiares, Etapa Metodológica 2. Análisis de los SE de provisión derivados de los Huertos Familiares y su valoración económica, Etapa Metodológica 3. Identificación de los SE de regulación y soporte proporcionados por los Huertos Familiares, Etapa Metodológica 4. Análisis de la Influencia de los SE de los Huertos Familiares en la Calidad de Vida Familiar, Etapa Metodológica 5. Diseño de la Propuesta para la sustentabilidad de los huertos familiares y Etapa Metodológica 6. Diseño de la Propuesta teórico-metodológica para el estudio de los huertos familiares bajo el enfoque de SE (Figura 2).

Figura 2. Etapas metodológicas de la investigación



## CONCLUSIONES

El diseño de la propuesta teórico-metodológica, así como el análisis de sus diferentes etapas metodológicas, clasificadas en diferentes categorías, permitirán abordar la complejidad de los agroecosistemas de HF, bajo el enfoque de servicios ecosistémicos, contribuyendo con ello en la creación de estrategias de manejo sustentable con énfasis en la conservación de los recursos naturales de los AEHF.



## REFERENCIAS

- Altieri, M y Nicholls C. 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. México: PNUMA. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental.
- Álvarez, R. M. 2011. La investigación etnográfica: una propuesta metodológica para Trabajo Social. Trabajo Social UNAM. Técnica Trabajo Social. No 20. UNAM, México.
- Bertalanffy, L. V. 1976. Teoría general de los sistemas. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica. Pp. 1-9, 30- 53, 54-56 y 204-207.
- Bertalanffy, L. V. 1993. General Systems Theory, (N. York. G: Brasiller).
- Buchmann, C. 2009. Cuban homegardens and their role in social-ecological resilience. Human ecology 37: 705-721
- Camacho, H; Camara, L. Cascante, R. y Sainz H. 2001. El Enfoque del Marco Lógico: 10 casos prácticos. CIDEAL. Madrid.
- Chávez, G. E. 2007. Desarrollo y vida rural. Estudio de caso del huerto familiar en la región del Plan Chontalpa, Tabasco, México. Tesina de Maestría Agroecología, sociología y desarrollo rural sostenible. Universidad Internacional de Andalucía. España. 15-19 pp.
- Elizalde, H.A. 2003. Desde el desarrollo sustentable hacia sociedades sustentables. Polis, Revista de la Universidad Bolivariana, vol. 1, núm. 4, 2003. Universidad de Los Lagos Santiago, Chile. 24pp.
- García, R. 2006. Sistemas complejos: conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Barcelona: Gedisa.
- Gaytán Á. C. y Vibrans H. 2001. Manejo de Huertos Familiares Periurbanos de San Miguel Tlaixpan, Texcoco, Estado de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México Sociedad Botánica de México, A.C.
- Gutiérrez, J. 2013. La Investigación Geográfica: Fundamentos, Métodos e Instrumentos. En Prensa
- Gutiérrez, J; White, L; Pérez, J y Chávez, C. 2015. Agro ecosistemas de huertos familiares en el subtrópico del altiplano mexicano. Una visión sistémica. Tropical and Subtropical Agroecosystems, vol. 18, núm. 3, 2015, pp. 237-250
- Hernández, R. 2006. Metodología de la Investigación. México D. F.: McGraw Hill. Huízar Javier e Isidro Cerda (). Migrantes mexicanos indígenas en el Censo del año 2000 en Estados Unidos: los indios hispanoamericanos.

- Juan, J. 2013. Los huertos familiares en una provincia del subtrópico mexicano. Análisis espacial, económico y sociocultural. Eumed. México. 136 p.
- Lerner, M. T. 2008. Importancia del huerto familiar Chol en la economía campesina, el caso de Suclumpá, Chiapas, México. El Colegio de la Frontera Sur. Tesis de Maestría. 9-20pp.}
- Morgan, D. L. 2007. "Paradigmas perdido y recuperado el pragmatismo: implicaciones metodológicas de la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos". Revista de Métodos de Investigación Mixto, vol. 1, núm. 1, pp 48-76.
- Ponce, H. 2007. La matriz FODA: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. Enseñanza e investigación en psicología. Vol. 12, Núm. 1: 113-130
- Richards, G. y Munsters, W. 2010. Cultural Tourism Research Methods. London: CABI
- Sabaté, F. 2008. "El territorio rural como encuentro entre la naturaleza y la cultura humana. Reflexiones sobre su construcción histórica y su crisis contemporánea". Revista *Rincones del Atlántico*. No. 5. Pp. 80-129
- Serrano-Barquín, R. 2008. "Hacia un modelo teórico-metodológico para el desarrollo, la sostenibilidad y el turismo". Revista Economía, sociedad y territorio. Vol. VIII, no. 26. México.
- Torres, R. N. N. 2010. El solar: sitio de conservación de Germoplasma y Biodiversidad, en tres localidades del municipio de Cárdenas, Tabasco. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Cárdenas, Tabasco. 110 p.
- White, O. L. 2013. Conocimiento tradicional de los recursos vegetales: plantas medicinales y huertos familiares una aproximación teórico metodológica. Tesis de Doctorado. Facultad de Química. UAEM. Toluca, México.

## **Estrategia de gestión del conocimiento para el Sistema de Innovación Agropecuario Local en la provincia de Pinar del Río, como herramienta de una agricultura sustentable.**

Autores: Dra. C Mileisys Benitez Odio, DrC. Alexei Yoan Martínez Robaina MSc.  
Pedro Luis Páez Fernández

### **Resumen**

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar una estrategia de gestión del conocimiento para el Sistema de Innovación Agropecuario Local en la provincia de Pinar del Río. La investigación se desarrolló mediante el método empírico de investigación no experimental transeccional-descriptiva. La misma se estructuró en cuatro etapas que se definieron en el diagnóstico del proceso de gestión del conocimiento en el Sistema de innovación agropecuario local, el análisis de la Matriz FODA, la estructuración de la estrategia y por último la validación de la propuesta de la estrategia por el método Delphi. El resultado de la ponderación de la matriz FODA, mostró que el proceso de gestión del conocimiento en el Sistema de Innovación Agropecuario Local, se encontró en el cuadrante de reorientación, con una posición adaptativa. Este resultado indica que las condiciones para la propuesta de la estrategia son de (Mini-Maxi)-(Debilidades -Oportunidades), en la cual se diseñaron acciones para reducir las limitaciones de las debilidades, en el máximo aprovechamiento de las oportunidades que se han identificado en el proceso de gestión del conocimiento en el Sistema de Innovación Agropecuario Local.

**Palabras clave: estrategia; sistema de innovación; gestión del conocimiento.**

**Abstract: estructurado y hasta 250 palabras (Arial, cursiva, 12 puntos)**

**Keywords:**

## Introducción

La producción de alimentos constituye un tema de interés a escala internacional, influenciado por el cambio climático, la crisis económica y la desigual distribución de los recursos. Para Cuba, producir alimentos constituye un asunto de seguridad nacional y se materializa en los programas de autoabastecimiento alimentario implementados en cada municipio del país (Expósito y González 2018).

Los actores relevantes de mayor protagonismo son la comunidad de personas que habitan en las localidades, los técnicos y los agricultores, los que necesitan ser educados para transformar los sistemas agrarios (Vázquez, 2009), por tanto, la gestión del conocimiento (GC) constituye una vía imprescindible para la transición puesto que esta de, acuerdo con Nuñez (2006) y Cuevas *et al.* (2016), permite colaborar en la identificación de problemas locales que requieran del conocimiento para su solución y contribuir a identificar las organizaciones o personas que puedan aportarlo entre otras ventajas.

La contribución de la GC en el contexto local cubano, debe crear un ambiente que propicie el desarrollo de una cultura de participación social para la solución de los problemas que permita generar, procesar y gestionar la información para transformarla en conocimiento y transmitirlo a las personas, de manera que se incentiven estrategias de conocimientos que vayan al encuentro de las necesidades de la localidad y resolverlas, donde intervengan disímiles disciplinas y tecnologías. (Boffill,.2009).

Entre las principales experiencias de GC agropecuario se encuentra el PIAL, sin embargo, aún se necesita que los agricultores/as deben desarrollar capacidades para enfrentar los desafíos actuales, lo cual les permita adquirir el conocimiento necesario para la toma de decisiones tanto operativas como creativas.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue: diseñar una estrategia de gestión del conocimiento para el Sistema de Innovación Agropecuario Local en la provincia de Pinar del Río.

## **Metodología**

### **Diseño metodológico de la investigación**

La investigación se desarrolló mediante el método empírico de investigación no experimental transeccional-descriptiva según Sampieri (2006). La misma se estructuró en cuatro etapas como se muestra en la figura 3.

### **Etapas de la investigación**

La metodología diseñada para la ejecución de la investigación se condujo de forma participativa y por etapas, donde cada una de ellas, originó la información necesaria para la concepción de la Estrategia de Gestión del Conocimiento en el SIAL en la provincia de Pinar del Río.

#### **Etapa 1: Diagnóstico del proceso de gestión del conocimiento en el SIAL**

Para la realización del diagnóstico se realizaron actividades de reflexión grupal entre las que se encontraron: el debate colectivo, las visitas a los municipios y la realización de talleres de sensibilización del equipo provincial con el eje de gestión del conocimiento, además del análisis de las estrategias de desarrollo local de cada municipio.

#### **Etapa 2: Análisis de la Matriz FODA**

Los resultados que se obtuvieron en la etapa uno aportó un número de factores que ejercen su influencia sobre el proceso de gestión del conocimiento en el Sistema de Innovación Agropecuario Local en la provincia de Pinar del Río.

Para realizar el análisis de la matriz FODA se realizó un diagnóstico interno (debilidades y fortalezas) de este proceso en el cual se determinaron las debilidades (todo aquello que internamente tiene el sistema, que impide cumplir el objetivo proyectado) y las fortalezas (todo en lo que internamente se es fuerte y propicia a que se logre el objetivo proyectado). Posteriormente se estableció una

etapa de esclarecimiento de ideas para finalizar a una reducción de las mimas y el establecimiento de las prioridades.

### **Etapa 3: Estructuración de la estrategia**

Para la estructuración de la estrategia se realizaron algunas acciones entre las que se encuentran:

- ✓ Estudio de la teoría de gestión del conocimiento donde se tuvo en cuenta la estructuración de los sistemas de Gestión del Conocimiento, los diferentes procesos de gestión del conocimiento, así como, la gestión del conocimiento en el sector agropecuario.
- ✓ Se analizó las insuficiencias, carencias y bondades del proceso de gestión del conocimiento en el sistema de innovación agropecuario local.
- ✓ Elaboración de la propuesta de la estrategia, en la cual se tuvo en cuenta la fundamentación, el diagnóstico, el planteamiento del problema y objetivo estratégico y la planeación estratégica.

### **Etapa 4: Validación de la propuesta de la estrategia por el método Delphi**

Se validó la propuesta de la estrategia mediante el método Delphi de consulta a expertos, considerado uno de los métodos subjetivos de pronóstico más confiables al combinar criterios de análisis de base subjetiva, con análisis matemático-estadístico de los resultados (Fernández y Astrid, 2013). La validación teórica se dividió en tres fases:

#### **Fase de preparación:**

En esta fase se seleccionaron los expertos según los criterios de Dalkey (1970) y Landeta (2002) quienes señalan como necesario un rango entre 7-30 posibles expertos. Se identificaron 23 posibles candidatos, de los cuales se seleccionaron 14 posibles expertos, los cuales se corresponden con miembros del equipo provincial y los coordinadores del eje de gestión del conocimiento en los municipios. El procedimiento empleado fue la autovaloración de los mismos, pues

estos reflejan sus competencias y las fuentes que les permiten argumentar sus criterios en el tema, según lo indicado por Lufriú (2009), Pérez (2010) y Ferriol (2011).

Para el procesamiento de los datos se aplicó el coeficiente de competencia (K), mediante la fórmula:  $K = \frac{(Kc+Ka)}{2}$  donde:

(Kc): promedio de los coeficientes de competencia

(Ka): promedio de los coeficientes de argumentación

#### **Fase de consulta:**

Se empleó un cuestionario de análisis y evaluación, que se socializó de conjunto con la propuesta teórica de la estrategia, lo cual permitió una retroalimentación con los expertos.

#### **Fase de consenso:**

Los datos ofrecidos por los expertos fueron procesados a través de las matrices de frecuencias absolutas, acumuladas y el cálculo de las probabilidades acumuladas, lo que permitió determinar los puntos de corte, a partir de los cuales se catalogó cada uno de los indicadores según su nominación (muy adecuado, bastante adecuado, adecuado, poco adecuado y no adecuado). Finalmente se reportaron los resultados.

### **Resultados y discusión**

#### **Argumentación del proceso de gestión del conocimiento para el Sistema de Innovación Agropecuario Local en Pinar del Río.**

La actualización del modelo económico cubano privilegia el escenario local para hacer más sostenible el desarrollo del país. Autoridades institucionales y gubernamentales asumen nuevos retos ante las transformaciones en curso, sin prisa, pero sin pausa, se impulsan la planificación y la gestión descentralizada del

desarrollo, a partir de potencialidades y recursos endógenos según indica Expósito (2018).

Según Ortiz (2015), los desafíos del desarrollo en los sistemas agropecuarios son complejos, es difícil que individuos o instituciones aisladas puedan manejarlo con éxito, porque con frecuencia implican cambios en diferentes instancias.

El proceso de gestión del conocimiento para el Sistema de Innovación Agropecuario Local, no aspira a negar los aportes de los expertos e investigadores básicas o aplicadas, sino de producir un diálogo entre el saber académico y el campesino y complementar los aportes científicos con las capacidades locales para:

- Gestionar su aplicación práctica mediante la acción colectiva
- Asimilar los nuevos conocimientos y contextualizarlos con efectividad.
- Construir nuevas propuestas mediante el diálogo con las percepciones de los agricultores/as.
- Multiplicar los conocimientos y diseminarlos en una masa significativa de innovadores/as.
- La gestión del conocimiento en el Sistema de Innovación Agropecuario Local se plantea visiones más integrales de los desafíos del desarrollo agropecuario del territorio.
- Dinamiza y cataliza procesos participativos en la gestión de aprendizajes a partir de las demandas.

### **Resultados de la determinación de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) que intervienen en el proceso de gestión del conocimiento para el Sistema de Innovación Agropecuario Local**

Los resultados del diagnóstico participativo y la triangulación realizada, permitieron definir las principales fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que intervienen en el proceso de gestión del conocimiento del Sistema e innovación Agropecuario Local en Pinar de Río, permitiendo evaluar su presente y futuro.



El resultado de la ponderación de la matriz FODA, mostró que el proceso de gestión del conocimiento en el Sistema de Innovación Agropecuario Local, se encuentra en el cuadrante de reorientación, con una posición adaptativa (Johnson y Scholes, 1997). Este resultado indica que las condiciones para la propuesta de la estrategia son de (Mini-Maxi)-(D-O), en la cual se diseñan acciones para reducir las limitaciones que pueden imponerle a la empresa determinadas debilidades, en el máximo aprovechamiento de las oportunidades que se han identificado en el proceso de gestión del conocimiento en el Sistema de Innovación Agropecuario Local.

## **Propuesta de la estrategia de gestión del conocimiento para el Sistema de Innovación Agropecuario Local en la provincia de Pinar del Río**

### **Objetivo estratégico general**

Desarrollar una estrategia para la gestión del conocimiento en el Sistema de Innovación Agropecuario Local en la provincia de Pinar del Río, a partir de la consolidación y extensión de las experiencias en la innovación agropecuaria como herramienta necesaria para lograr la sostenibilidad alimentaria de los territorios.

### **Solución estratégica general**

Si sobre el proceso de gestión del conocimiento en el Sistema de Innovación Agropecuario Local están influyendo, la existencia de programas y proyectos como de estrategias para el desarrollo local y la presencia de políticas establecidas para la producción de alimentos y si este proceso se basa en la existencia de una red de actores locales, la capacidad para articular a estudiantes, profesores, investigadores y productores, así como la identificación de campesinos/as líderes para el desarrollo de la capacitación y la relación con universidades e instituciones vinculadas a la investigación y la docencia, estaremos en mejores condiciones de resistir que los gobiernos municipales no priorizan lo relacionado a este tema en la producción de alimento y la lejanía de los centros de investigación emisores de tecnologías.

## **Visión**

Sistema de Innovación Agropecuario Local, con acción colectiva y enfoque de visión compartida entre los actores del desarrollo local, con base en la demanda de los campesinos.

## **Misión**

Facilitar la gestión del conocimiento a partir de la acción-reflexión en el Sistema de Innovación Agropecuario Local, a través, de la integración de los actores locales en procesos de gestión participativa de la innovación, potenciando las buenas prácticas agropecuarias y las capacidades para el desarrollo local, sobre bases agroecológicas.

## **Principios de la estrategia**

El sistema de Innovación Agropecuaria Local se sustenta en varios principios que actúan desde el nivel ideológico, sobre sus bases conceptuales y metodológicas, y se transverbalizan en la acción. Los más importantes marcan pautas sobre el tipo de participación que promueve el SIAL. Ellos son la horizontalidad, la equidad e inclusión social (Ortiz, 2017).

## **Objetivos estratégicos específicos**

1. Fortalecer las redes de gestión del conocimiento a nivel local, vinculado a la innovación agropecuaria logrando una mayor identificación con el SIAL.
2. Gestionar las buenas prácticas agrícolas aportadas por la innovación agropecuaria local con los campesinos, basándose en su experiencia.
3. Capacitar a los actores locales para incidir en las estrategias de desarrollo municipales y en las políticas públicas del sector agropecuario.

## **Líneas de acción y actividades por objetivo estratégicos específico**

**Objetivo # 1.** Fortalecer las redes de gestión del conocimiento a nivel local, vinculado a la innovación agropecuaria logrando una mayor identificación con el SIAL.

### **Acciones:**

- Crear y formar un equipo auxiliar para la red de gestión del conocimiento a nivel local, que facilite, dinamice, y catalice los procesos de innovación en las Plataformas multiactorales de gestión. Responsable (Coordinadores de los municipios), 2019.
- Taller sobre sinergias entre el SIAL y la Estrategia de Desarrollo Local Responsable (Eje gestión del conocimiento), 2019.
- Seleccionar facilitadores y promotores en las fincas muestras de confianzas de cada municipio, como promotores de las redes de gestión del conocimiento. Responsable (Coordinadores de los municipios), 2019-2021.
- Intercambio con los Centro Universitario Municipales (CUM) para la visualización de los resultados del PIAL, a través de presentación de artículos científicos, presentación a premios de innovación y participación en eventos. Responsable (Eje gestión del conocimiento), 2019-2021.

**Objetivo # 2.** Gestionar las buenas prácticas agrícolas aportadas por la innovación agropecuaria local con los campesinos, basados en su experiencia.

### **Acciones:**

- Sensibilización del grupo auxiliar en cuanto a la tipificación de las necesidades de información de los campesinos. Responsable (Eje de gestión del conocimiento), 2019-2021.
- Realizar talleres de sensibilización sobre la inclusión de la perspectiva de género y liderazgo en las fincas de confianza y unidades productivas de base. (Eje de Género), 2019-2021.

- Taller sobre el uso de biodigestores como fuentes de energía Responsable (Eje de cambio climático), 2019-2021.
- Taller de sensibilización en cada municipio para el uso racional del agua y cosecha del agua a nivel de sistemas agrícolas. Responsable (Eje de cambio climático), 2019-2021.
- Desarrollar al menos una feria de diversidad por cada municipio que participe en el PIAL. Responsable (Eje de biodiversidad), 2019-2021
- Divulgar mediante plegables las buenas prácticas agrícolas con los mejores resultados obtenidos en Pinar del Río. Responsable (Eje de comunicación), 2019-2021.

**Objetivo # 3.** Capacitar a los actores locales para incidir en las estrategias de desarrollo municipales y en las políticas públicas del sector agropecuario.

**Acciones:**

- Desarrollo del Diplomado SIAL en la provincia de Pinar del Río. Responsable (Eje de Gestión del conocimiento).
  - Pinar del Río (noviembre-mayo 2019)
  - Diplomado Regional Sandino y Mantua (marzo-octubre 2019)
  - La Palma (diciembre-junio 2019)
  - Pinar del Río (noviembre-mayo 2020)
- Capacitación de los Polos Productivos en la provincia de Pinar del Río Responsable (Coordinador provincial y Municipales) 2019-2021.
- Introducción de temáticas relacionadas con la innovación local y participativa en el programa de la asignatura extensionismo agrícola. Responsable (Eje de Gestión del conocimiento) 2019-2021.

**Resultado de la aplicación del Método Delphi**

En la aplicación del método Delphi, se determinaron los valores de K (Coeficiente de competencia) considerados para determinar la inclusión de los expertos.

El comportamiento de la autovaloración en las respuestas dadas, mostró que los 14 expertos poseen valores iguales y superiores a 0,7. Al respecto, Okoli y Pawlowski (2004), recomiendan un rango óptimo entre 10 y 18. Por otra parte, Yáñez y Cuadra (2008), informaron que este rango para el número de expertos es razonable.

Los resultados de la evaluación del modelo a partir de las opiniones de los expertos, evidenció que, de los cinco indicadores evaluados, cuatro se categorizaron como muy adecuados y uno como bastante adecuado. El porcentaje de representación de los indicadores (Figura 5) fundamentos teóricos, grado de pertinencia científica y social, el valor práctico de la metodología y la estructuración del modelo, se categorizaron como muy adecuados y el carácter sistémico e integrador como bastante adecuados, lo que indicó la validez de la concepción teórica del modelo de gestión tecnológica para contribuir al fortalecimiento de la relación U-EEGC y su metodología de implementación.

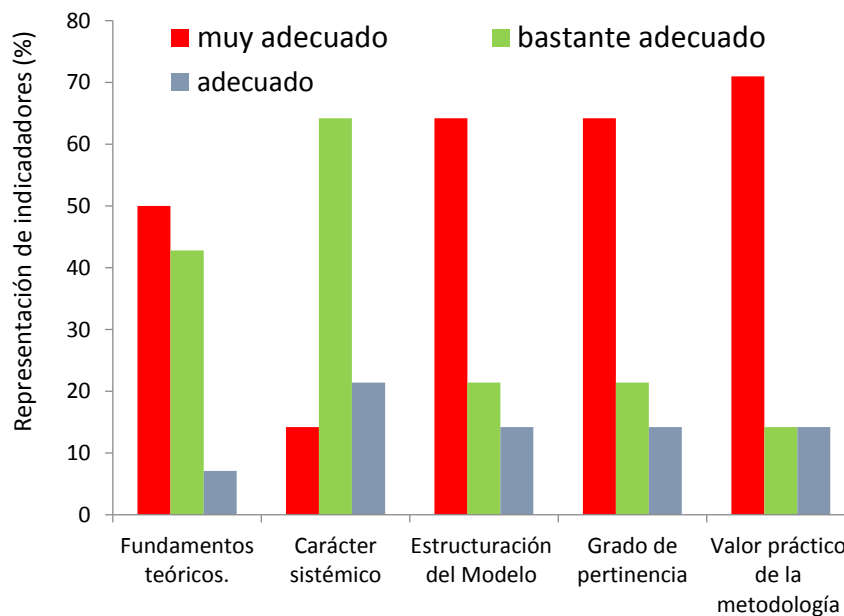


Figura 5. Porcentaje de representación de los indicadores de evaluación del modelo, según método Delphi.

Los párrafos se escribirán en Arial a 12 puntos, espaciado 1,5 y 6 puntos separando cada párrafo.

Las recomendaciones, deben estar dirigidas a proporcionar sugerencias a la luz de los resultados, en este sentido, usted puede:

1. Sugerir, respecto a la forma de mejorar los métodos de estudio
2. Sugerir acciones específicas en base a las consecuencias
3. Sugerencias para futuras investigaciones.

## **Conclusiones**

1. El análisis de la tendencia actual del proceso de gestión del conocimiento reveló, que este se considera un elemento clave para el desarrollo del sistema de innovación agropecuario local.
2. El proceso de gestión del conocimiento en el Sistema de Innovación Agropecuario Local en la provincia de Pinar del Río, permitió identificar las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades por la ausencia de procedimientos y sistematización de este proceso en el contexto.
3. La valoración general de la estrategia a partir de la consulta a expertos permitió corroborar la validez y factibilidad de la misma, pues de los cinco indicadores evaluados cuatro se categorizaron como muy adecuado y uno como bastante adecuado.

## **Recomendaciones**

1. Incorporar progresivamente los resultados de la estrategia, como un procedimiento de trabajo para el avance del proceso de gestión del conocimiento en las plataformas multiactorales de gestión en los diferentes municipios de la provincia donde incide el PIAL.
2. Interactuar de forma permanente con los grupos de innovación agropecuario local para las necesidades y hacerlo parte de la estrategia de gestión del conocimiento.

## Bibliografía

- Expósito, A. M., González O. (2018). Contribución desde el proyecto de innovación agropecuaria Local (pial) a la seguridad alimentaria en el municipio Jobabo. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. Recuperado de: [www.eumed.net/rev/caribe/2018/06/innovacion-agropecuaria-cuba.html](http://www.eumed.net/rev/caribe/2018/06/innovacion-agropecuaria-cuba.html). Consultado: 25/03/2019.
- Vázquez, L. L. (2009). Agricultores experimentadores en agroecología y transición de la agricultura en Cuba. En: Altieri M. *Vertientes del pensamiento agroecológico: Fundamentos y aplicaciones*. Medellín, Colombia. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA); p. 229-248.
- Nuñez, Jorge. (2006). La gestión del conocimiento, la ciencia, la tecnología y la innovación en la Nueva Universidad: una aproximación conceptual. *La nueva universidad cubana y su contribución a la universalización del conocimiento*. P. 11 -17.
- García Cuevas, Jose luis y Maricela González Pérez (2016). “Curso 2: Gestión universitaria del conocimiento y de la innovación para el desarrollo local”. En Congreso Internacional Universidad 2016. La Habana, Cuba.
- Boffill, S., Suárez, J., Reyes, R; Luna, C., Prado Pire, D., Calcines, C. (2009) Programa integral para la producción de alimentos en el contexto del Desarrollo local. La experiencia del municipio Yaguajay. *Pastos y Forrajes*. Vol. 32 (2) 197-209.
- Ortiz, R., M. La O, S, Miranda y Roselló, T. (2015). Sistema de Innovación Agropecuario Local (SIAL) por un enfoque participativo en la gestión del desarrollo. Documentos de trabajo del proyecto de innovación Agropecuario Local (PIAL).
- Ortiz, R., 2017. Construir una cultura de la participación. P.85.

- Okoli, C. y Pawlowski, S. (2004). The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications, Information y Management, USA, 42, p. 15-29.



## **Simulación y calibración de modelo numérico e índice para la toma de decisiones en materia de uso de recursos escasos (\*)**

José Trinidad de la Rosa Villorín. Instituto Tecnológico de La Paz. [jose Trinidad de la Rosa Villorín@yahoo.com.mx/](mailto:jose Trinidad de la Rosa Villorín@yahoo.com.mx)  
María Fernanda Bernal Viguerras. Instituto Tecnológico de La Paz. [mfbernal@itlp.edu.mx/](mailto:mfbernal@itlp.edu.mx) Arturo de la Rosa Villorín. Instituto Tecnológico de La Paz. [Solart53@gmail.com/](mailto:Solart53@gmail.com)\*Lorenzo Fidel Cota Verdugo. Instituto Tecnológico de La Paz [lfcota@itlp.edu.mx](mailto:lfcota@itlp.edu.mx) Autor de correspondencia

### **Resumen**

El presente artículo contiene un modelo y un índice con capacidad para analizar de forma integral los aspectos económicos, financieros, sociales, culturales y ambientales, útiles para la toma de decisiones en materia de uso de recursos escasos, orientado a contribuir a que el uso de los recursos escasos- en especial el agua- impacten positivamente en la naturaleza y en el bienestar del hombre. Las herramientas fueron simuladas y calibradas mediante un proyecto para dotar de infraestructura hidráulica a La Ciudad de La Paz, Baja California Sur, México. Sostiene la idea de que los organismos operadores municipales del agua que carezcan de modelos numéricos-ambientales y/o de instrumentos para evaluar la sustentabilidad de los recursos, elaborados a partir sobre bases científicas y preceptos teóricos vigentes, contribuyen de manera significativa a exacerbar los nexos entre pobreza, privación social, integridad ambiental, disponibilidad del agua y salud. Los resultados obtenidos permitieron validar la viabilidad operativa del modelo e índice, ya que, mediante su simulación y calibración se pudo evaluar la viabilidad del proyecto de infraestructura hídrica, es decir, mediante estos instrumentos se obtuvo información útil que permitió visualizar el impacto que genera el uso de un recurso escaso en la naturaleza y en bienestar del hombre, o sea, su impacto en el agua y en el desarrollo sustentables; de igual forma, los datos así obtenidos representan información de gran valía para el diseño de políticas públicas relacionadas con la dotación de agua potable en las zonas áridas de la República Mexicana. Su contenido se integra por problemática, marco referencial, método y técnicas, desarrollo y resultados.

**Palabras clave.** -Recursos escasos; Agua potable; Sustentabilidad de los recursos y Desarrollo sustentable.

**Abstrac.** - The present work contains a model and index for making decisions to the use of scarce resources, to contribute to a more equitable management of resources and to establish a strategic vision that promotes the sustainability of the macro environment and that guarantees the harmonious conservation of the environment for future generations. The tools were simulated and calibrated through a project to provide hydraulic infrastructure in the Federal Entity of Baja California Sur, Mexico and the data obtained are very useful for the design of public policies related to the provision of drinking water in the arid zones of the Mexican Republic. Its content: Problematic; Referential framework; Method and Techniques; Development; Results and conclusions.

Keywords. - Scarce resources; Drinking water; Sustainability of resources and sustainable development.

### **Problemática**

El presente artículo parte del reconocimiento de que un gran número de problemáticas que aquejan al recurso agua se encuentran relacionadas con las herramientas utilizadas en la toma de decisiones, ya que, en su mayoría carecen de pertinencia, lo que provoca desequilibrios que ponen en riesgo las actividades económicas, sociales, financieras, ambientales, impactando en la naturaleza y en el actuar del hombre mismo; es por esta razón que el cuerpo del trabajo centra la atención en el diseño de una herramienta numérica y un índice construidos a partir de principios científicos, con criterios metodológicos y técnicos vigentes, caracterizadas por la cualidad de atender de forma integral este objeto de estudio; ya que, sólo de esta forma se garantizará que el uso de los recursos sea más racional y justo y que mediante esta acción se contribuya a que el crecimiento económico, el desarrollo social, ambiental y ecológico sean sustentables y con perspectivas de largo plazo.

### **Marco referencial.**

El estudio de caso en el que se realizaron las simulaciones y calibraciones correspondientes fue mediante un proyecto para dotar de infraestructura hidráulica a La Ciudad de La Paz, Baja California Sur, México, es por esta razón que la información que a continuación se presenta contiene un conjunto de referentes relacionados con la situación que guardaba este sector, antes de su ejecución, en dicha Entidad Federativa.

La CONAGUA en “**Situación del subsector agua potable y alcantarillado y saneamiento**” reporta que en 2010 habitaban en México 105, 268, 513 personas y que de ellas 10, 315, 836 no contaban con servicio de agua potable y 14, 143, 774 con el servicio de alcantarillado; así mismo, en Baja California Sur radicaban 512, 835 habitantes de los cuales el 14% no contaba con el servicio de agua potable, siendo este el más altos a nivel Nacional.

Durante ese año se invirtió a nivel Nacional \$ 21,517.4 millones siendo esta inversión la más alta registrada durante los 10 años previos y 13 % mayor que la realizada durante el 2009, por su parte, en Baja California Sur se invirtieron recursos por \$359.8 millones, siendo uno de los menores montos a nivel Nacional; de esta suma se aplicaron \$ 187.3 millones en obras de agua potable y \$ 101.2 millones en obras de alcantarillado y del monto total se destinaron \$ 39.3 millones a zonas no urbanas, de los cuales correspondieron a \$ 18.9 Millones para obras de agua potable y \$ 20.4 millones para alcantarillado; este monto ubica a la Entidad como el Estado con la menor inversión en zonas rurales; lo anterior de acuerdo con lo publicado por INEGI en “**Anuario estadístico y geográfico de Baja California Sur**”, 2017.

Las localidades marginadas de Baja California Sur ubicadas en zonas no urbanas que no cuentan con los servicios antes referidos son 551, de ellos en el “Municipio de La Paz” se ubican 222 (40%); en el Municipio de “Los Cabos” 115 (21%), en el Municipio de “Comondú” 102 (19%); en el Municipio de “Mulege” 92 (17%) y en el de “Loreto” 20 (4%), tal como lo establece el INEGI en “**Panorama sociodemográfico de Baja California Sur**”, 2014.

Sobre el particular, Javier Campos en “**Tasa de descuento social y evaluación de proyectos: algunas reflexiones prácticas para América Latina y el Caribe**”, 2016, enfatiza que hoy como ayer, el manejo de los recursos hídricos sigue siendo el meollo de la lucha por el crecimiento, el desarrollo sustentable y el abatimiento del nivel de pobreza.

### **Método y Técnicas.**

La investigación realizada fue exploratoria, basado en datos y el nivel de análisis fue teórico-práctico, ya que, se retomaron diversos planteamientos teóricos de disciplinas científicas y se aplicaron al estudio del consumo del agua en asentamientos humanos urbanos y rurales.

El objeto de estudio se abordó de la siguiente forma: 1.- Se atendió la problemática con criterios científicos, mismos que están referidos en los párrafos siguientes. 2.- La composición del trabajo fue 30% estadístico; 15% matemático; 15% ecológico y 40% económico-financiero. 3.- La propuesta de investigación se encuadró en 80% dentro de las ciencias exactas -investigación básica- y 20% dentro de las ciencias económico-administrativas-investigación aplicada-. 4.- El objeto de estudio corresponde a 60% Mercado del agua y 40 % Econometría.

Las etapas que lo integraron fueron: (1). - Diseño y creación de la arquitectura del modelo e índice, así como el diseño y aplicación de instrumentos captura de datos;(2). - Trabajo de campo consistió en tomas de muestra del objeto de estudio; (3). - Alimentación y simulación de las herramientas; (4). – Calibración de herramientas y (5). - Validación y generación de productos.

Para el diseño del **modelo** numérico se utilizó la “**teoría general de sistemas**”, desarrollada por Lowig Von Bertalanffy en 1954 y para lo referente al desarrollo sustentable se utilizaron los lineamientos y definiciones establecidos en el “**Informe Brundtland sobre el medio ambiente y el desarrollo**” de las Organización de las Naciones Unidas, así como la teoría marginalista desarrollada por Alfred Marshall en “**Principios de economía política**” y a partir de este marco teórico se construyó el **índice**, el cual, fue diseñado con la finalidad de reforzar la etapa de formulación de conclusiones.

La población en estudio fueron los asentamientos humanos establecidos en zonas periféricas de la Ciudad de La Paz, Baja California Sur, México y las asentadas en las localidades rurales dentro de la zona de extracción del recurso (Ejido “El Carrizal”) que no contaban con servicios de agua potable. Por lo que corresponde a las muestras estas la constituyeron los asentamientos humanos sin servicio de agua potable con poblaciones de hasta de 50 familias, establecidos en zona de extracción del recurso y en el área periférica de esta Ciudad.

Las modalidades estudiadas fueron: Inversión gubernamental, Gastos sociales y costos ambientales. Las variables utilizadas fueron (a). - Cuantitativas: Costos y gastos del sector gobierno Municipal (organismos operadores); Estatal y Federal (presupuesto); costos y gastos sociales y costos y gastos ambientales:(contaminación, desertificación, etc.). (b). - Cualitativas: Bienestar económico, social y ambiental.

El indicador de medida utilizado fue Nominal: costos y gastos, ingresos, rentabilidad. Las variables de control fueron:(a). -De entrada: Producto interno bruto, costos y gastos y presupuesto= Inversión. (b). -De salida: Eficiencia marginal.

Las Variables independientes fueron: Necesidad, escasez y uso eficiente y eficaz de los recursos y las variables dependientes: Inversión, uso racional de los recursos y desarrollo sustentable.

Las Técnicas de análisis comparativo de datos fueron: (a). -Mediante análisis de rentabilidades: rentabilidad ambiental: (Beneficio/Costo ambientales; Valor actual neto ambiental; Tasa de retorno de la inversión ambiental); rentabilidad social (Beneficio/Costo social; Valor actual neto social; Tasa de retorno de la inversión social) y rentabilidad económica- financiera (Beneficio/Costo; Valor actual neto; Tasa de retorno de la inversión).

Los conceptos utilizados fueron: Precio, consumo, necesidad, escasez, organismos operadores, inversión, recursos escasos, agua potable, sustentabilidad de los recursos, desarrollo sustentable y las Categorías: Eficiencia; eficacia y escasez.

**Desarrollo**

**Discusión.**

El presente apartado contiene breves reflexiones en torno a las fórmulas para el cálculo de la eficiencia marginal del capital; del valor actual neto; de la tasa interna de rendimiento y la relación beneficio/costo, las cuales fueron analizadas en función de su contribución a la conservación de recursos escasos desde una perspectiva integral y de su potencial utilidad en la integración de un planteamiento numérico alternativo. Los detalles en extenso del análisis de estas reflexiones fueron publicados por José Trinidad de la Rosa Villorín, et al. en “**Bases teóricas para evaluar el uso de recursos escasos**”, como capítulo del libro “*Gestión de la administración y el emprendimiento en un entorno competitivo*” publicado en 2016.

***Reflexiones en torno a la fórmula para al cálculo de la eficiencia marginal del capital.***

$$EMgK = 1 - \frac{\text{COSTOS + GASTOS DE OPERACIÓN}}{\text{INGRESOS DE OPERACIÓN}}$$

(Alfred Marschall, 2014:354)

Esta fórmula fue desarrollada por Alfred Marshall a principios del siglo XVIII, en “**Principios de economía**”, en la cual sostiene que los recursos escasos describen un comportamiento marginal decreciente. El planteamiento numérico de esta “**Ley económica**” consiste básicamente en relacionar costos y gastos y compararlos contra los ingresos (inicial- inversión- y de operación), para de esta forma obtener la eficiencia de la inversión y con base en esta premisa plantear que la eficiencia de la inversión depende de los movimientos registrados al interior de sus componentes; por lo que su finalidad consiste principalmente en determinar la rentabilidad económica generada por la inversión y establecer que de manera tendencial los recursos escasos describen un comportamiento marginal decreciente. Esta fórmula posee la virtud poder adicionarle otros componentes, ello sin alterar su balance algebraico, es decir, posee una estructura algebraica abierta, misma que facilita la posibilidad de re-expresar todos sus elementos; es por esta razón, por la cual este planteamiento numérico constituye la base sobre la cual se construye un planteamiento algebraico alternativo.

La fórmula propuesta por Marshall contiene un razonamiento bidimensional de corte económico-financiero (X=costos y gastos de operación/Y= inversión inicial), el cual resulta limitativo, ya que, hoy en día se reconoce que toda inversión genera beneficios y costos, no solo para los ámbitos económico y financiero, sino también en lo social y ambiental; es aquí donde la formula se queda corta, motivo por el cual se plantea la necesidad de re-expresarla, buscando con ello que la eficiencia de la inversión se incrementen mediante la incorporación de otros componentes como los sociales,

ambientales y financieros, para de esta forma garantizar el uso más racional de los recursos escasos y la sustentabilidad de los mismos.

Así mismo, se observa que la fórmula de la **eficiencia marginal** mantiene una estrecha relación con otras fórmulas para evaluar recursos escasos como el VAN, TIR y Beneficio/costo, es decir, todas poseen una característica que las unifica y que consiste en ser utilizados en otros contextos de análisis, es por esta razón que tanto sus principios teóricos, como sus planteamientos numéricos de estas tres fórmulas fueron utilizados como referentes fundamentales para incorporarlos dentro del diseño del planteamiento algebraico alternativo, ello a fin de facilitar evaluación de los recursos escasos y de esta forma garantizar que los recursos escasos y el desarrollo sean sustentables.

Para refuncionalizar el planteamiento numérico de la eficiencia del capital se consideró incorporar en la parte superior de la fórmula de la eficiencia marginal a todos los aspectos positivos y negativos (económicos, sociales, financieros y ambientales) que impactan en la **zona en de uso del recurso** y en la parte inferior, se aplicó el mismo criterio que el utilizado en la parte superior, pero referido a la **zona de extracción**, ello con la finalidad de contar con mayores elementos de análisis en la toma de decisiones, tal como se observa en la figura No.1.

Figura No. 1



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

**Reflexiones en torno la fórmula para al cálculo del valor actual neto.**

$$Formula: VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Bnt}{[1+rt]^t}$$

(CONAGUA, 2009. pp.127)

La fórmula evalúa a valor presente los beneficios económicos futuros que genera una inversión durante el periodo de vida de los bienes en los que fue invertidos, es decir, determina la capacidad de pago real que poseen los flujos de efectivo futuros generados por la inversión inicial, por lo que su aplicación da como resultado un flujo de efectivo descontado. Esta fórmula se operativiza mediante la incorporación de índices inflacionarios y resulta útil para evaluar el uso de recursos escasos de forma integral, es decir, puede ser útil no solo para calcular los aspectos económicos-financieros de la

inversión, sino también, para evaluar los impactos que generan una inversión en los aspectos sociales y ambientales para de esta forma obtener un conjunto de resultados reexpresados y unificados en unidades monetarias.

El hecho de que los recursos económicos, financieros, sociales y ambientales se re-expresen en términos cuantitativos coloca a este planteamiento numérico con capacidad para evaluar el uso recursos escasos y su impacto económico, financiero, social y ambiental y lo más importante es que de esta forma de re-expresar en términos cuantitativos se puede obtener una imagen integral del impacto que genera el uso de los recursos escasos en ambas zonas, sólo así se está en condiciones de garantizar la sustentabilidad de todos ellos.

En sí lo que se pretende es que la fórmula del VAN sea reformulada mediante la integración de componentes nuevos que lo habiliten, lo adapten, lo renueven, en una palabra, que lo transformen en una herramienta con capacidad para evaluar el uso de recurso escasos de forma integral, es decir, que mediante la incorporación del VAN para los aspectos social, económico, ambiental, financiero y la incorporación de estos a la fórmula de la eficiencia marginal queda garantizada la sustentabilidad de los recursos escasos, por tales motivos, es que resulta ser un modelo valioso en la construcción de un planteamiento numérico alternativo.

***Reflexiones en torno la fórmula para el cálculo de la tasa interna de rendimiento.***

$$\text{Formula: } TIR = \frac{BN_{t+1} - CN_{t+1}}{Ist}$$

(W.-Y. e. Chang, 2008:15)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es utilizada para calcular el rendimiento interno de la inversión a lo largo de un periodo de tiempo determinado, su planteamiento numérico puede ser utilizado para el análisis de las rentabilidades sociales y ambientales, para lo cual, es necesario incorporar dentro de la fórmula a estos componentes, lo que significa que al agregarle otros usos, la fórmula se refuncionaliza o se reexpresa a sí misma, es por esta razón que la fórmula de la TIR se incorpora dentro de un planteamiento numérico integral destinado garantizar que el desarrollo y el uso de los recursos escasos sean sustentables.

***Reflexiones en torno la fórmula para al cálculo de la relación beneficio-costos.***

$$\text{Formula: } B/C$$

(R. Dell anno, 2009:14)

La B/C es utilizada para obtener rendimientos unitarios de una inversión inicial, expresados en unidades monetarias o porcentajes, este planteamiento posee la cualidad de poder aplicarse bajo diversos contextos, por esta razón es que en la construcción del modelo numérico alternativo se retoma a la B/C como un componente del modelo, para lo cual esta es re-expresada a fin de incorporar los aspectos económicos, los sociales, ambientales y financieros.

En resumen, las fórmulas para el cálculo de la eficiencia marginal del capital, del VAN, de la TIR y el B/C, poseen diversos aspectos en común como el contar con capacidad para evaluar la rentabilidad de cualquier tipo de recurso invertido, sin embargo, de todas estas las herramientas la única que posee la cualidad para integrar a las otras fórmulas es la que mide la eficiencia del capital, ya que, dentro de ella pueden incorporarse diversos indicadores, lo cual la posibilita como la más apta para aprender de mejor manera la compleja realidad actual.

**Características generales del modelo e índice para medir la sustentabilidad.**

Este apartado relaciona los requisitos y procedimientos técnicos y metodológicos que fueron utilizados en el diseño del *modelo numérico* y explica la interrelación que guarda el modelo con el índice.

El **modelo** para la evaluación del desarrollo sustentable retoma todos los argumentos antes referidos y los utiliza para refuncionalizar el planteamiento numérico de la eficiencia del capital y de esta forma crear un modelo alternativo; al respecto cabe hacer mención que los detalles de su elaboración fueron publicados por José Trinidad de la Rosa Villorín, et al. en **“Principios numéricos para el diseño de modelos hidro-económicos”** en el libro **“Aplicaciones del saber: Casos y experiencias”** Volumen 2. Academia Journals. U.S.A. en 2016.

Para el diseño de la estructura algebraica del modelo se requiere que se cumplan tres requisitos: (1) Que dentro de su contenido se incluyan los factores económicos, financieros, sociales y ambientales y que estos se encuentren relacionados con el uso de recursos escasos; (2) Que su contenido incluya los análisis de las zonas de extracción y uso del recurso y (3) Que todos sus componentes sean expresados en una sola unidad de medida.

La representación numérica que resulta más apropiada para cubrir estos requisitos es mediante una ecuación que registre en la parte superior los datos numéricos correspondientes a los aspectos económicos, financieros y ambientales tanto de la zona de extracción y en la parte inferior a los mismos componentes, solo que ahora estos se aplican a la zona de uso del recurso, tal como se aprecia en la figura comparativa No. 2.

Figura No.2

TRADICIONAL	MODELO PROPUESTO
FLUJO DE EFECTIVO DE LA ZONA DE USO DE RECURSO	<b>FLUJO DE EFECTIVO:</b> (A) ZONA DE EXTRACCIÓN (B) ZONA DE USO DEL RECURSO



<b>EVALUACIÓN ECONOMICO-FINANCIERA DEL FLUJO DE EFECTIVO</b>	<b>EVALUACION DEL FLUJO DE EFECTIVO:</b> (A) ASPECTO ECONÓMICO (B) ASPECTO SOCIAL (C) ASPECTO AMBIENTAL
--	--

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Los flujos de efectivo referidos en al cuadro anterior, constituyen el elemento que vincula a todos los componentes de la formula, los cuales deben proyectarse para cada uno de años del periodo de vida del proyecto, tanto para los aspectos económicos, sociales y ambientales, el cuadro No 1, contiene una representación de esta idea.

Cuadro No.1

+ ASPECTOS ECONÓMICOS A ANALIZAR

CONCEPTO	AÑOS DE VIDA DEL PROYECTO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
BENEFICIOS (\$)															
( - ) COSTOS (\$)															
RESULTADOS (\$)															

+ ASPECTOS SOCIALES A ANALIZAR

CONCEPTO	AÑOS DE VIDA DEL PROYECTO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
BENEFICIOS (\$)															
( - ) COSTOS (\$)															
RESULTADOS (\$)															

+ ASPECTOS AMBIENTALES A ANALIZAR

CONCEPTO	AÑOS DE VIDA DEL PROYECTO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
BENEFICIOS (\$)															
( - ) COSTOS (\$)															
RESULTADOS (\$)															

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Lo anterior, significa que el modelo propuesto se integra por un conjunto de flujos de efectivo proyectados a futuro, para cada uno de los componentes de la fórmula.

Una vez obtenidos los flujos se procede a realizar las evaluaciones a los mismos, mediante aplicación de las formulas del VAN, TIR y B/C, tanto para los aspectos económicos, sociales y ambientales y para cada de las zonas en estudio, tal como se encuentran referenciados en el cuadro No 2.

Cuadro No.2

EVALUACIÓN DEL ÁREA URBANA Y RURAL

ASPECTOS ECONÓMICOS

HERRAMIENTAS	AÑOS DE VIDA DEL PROYECTO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
VAN ECONÓMICO															
TIR ECONÓMICO															
B/C ECONÓMICO															

ASPECTOS SOCIALES

HERRAMIENTAS	AÑOS DE VIDA DEL PROYECTO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
VAN SOCIAL															
TIR SOCIAL															
B/C SOCIAL															


ASPECTOS AMBIENTALES

HERRAMIENTAS	AÑOS DE VIDA DEL PROYECTO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
VAN AMBIENTAL															
TIR AMBIENTAL															
B/C AMBIENTAL															

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Mediante evaluaciones de la parte superior e inferior, se obtiene un índice o razón, mismo que para este caso corresponde a la tasa que garantiza el desarrollo sustentable. En la sección inmediata posterior- *Planteamiento numérico del modelo*-, se explica a detalle el procedimiento para la obtención de esta tasa.

Finalmente, para efectos de interpretar los datos, se diseñó un índice para medir la sustentabilidad de los recursos, mismo que se aprecia en la figura siguiente No. 3.

INDICE DE SUSTENTABILIDAD					
RANGOS	BENEFICIO / COSTO PARAMETROS	PROYECTOS	IMPACTO DEL RECURSO	SUSTENTABILIDAD DE LOS RECURSOS	RESULTADOS
4	23 y +	VIABLE	SUSTENTABLE	ALTA	
4	22	VIABLE	SUSTENTABLE	MEDIANA	
3	20	VIABLE	DESEABLE	MEDIANA	
3	18	VIABLE	DESEABLE	BAJA	
2	16	NO VIABLE	MODERADO	BAJA	
2	14	NO VIABLE	MODERADO	SIN SUSTENTABILIDAD	
1	12	NO VIABLE	ALTO	SIN SUSTENTABILIDAD	
1	10 o menos	NO VIABLE	MUY ALTO	SIN SUSTENTABILIDAD	

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Al respecto cabe hacer mención que los detalles de la construcción del índice fueron escritos por José Trinidad de la Rosa Villorín en “**Índice para medir la sustentabilidad de los recursos escasos**”, publicado como capítulo del libro “*Investigación Interdisciplinaria*”, Tomo III. 2017.

### **Planteamiento numérico del modelo.**

El presente apartado contiene un resumen de lo escrito por José Trinidad de la Rosa Villorín, et al bajo el título de “**Principios numéricos para el diseño de modelos hidro-económicos**”, como capítulo del libro “Aplicaciones del saber: Casos y experiencias” Volumen 2. 2016.

El desarrollo sustentable fue medido mediante el planteamiento siguiente:

$$Ds = \left(\frac{C}{Y}\right) \dots \dots (1)$$

Donde:

C = Representa los beneficios menos costos que genera el proyecto por el uso de los recursos escasos de la zona de extracción del recurso.

Y= Representa a los impactos positivos(beneficios) y negativos(costos) que genera el proyecto por el uso de los recursos escasos de la zona donde será utilizado el recurso.

Para obtener indicadores correspondientes a Y y C, se formularon las ecuaciones siguientes:

$$Y= a+b+c+d; \text{ y } C= a+b+c+d; (2)$$

Donde:

Y= La zona donde serán aprovechados los recursos, medibles estos en unidades monetarias.

a y b= Miden los aspectos económico-financiero.

c= Mide los aspectos sociales. d= Mide los aspectos ambientales.

C= La zona de extracción de los recursos, medibles en unidades monetarias.

a y b= Miden los aspectos económico-financiero.

c= Mide los aspectos sociales. d= Mide los aspectos ambientales.

Si lo anterior lo desagregamos se obtiene, para C, la siguiente equivalencia:

$$\underline{\underline{(((Beneficios menos Costos operacionales: económicos y financieros (\$) (a+b)) + (Beneficios menos Costos sociales (\$) (c)) + (Beneficios menos Costos (\$) ambientales (d)))) (3)}}$$

Y si desagregamos obtendremos Y, obtendremos lo siguiente:

$$\underline{\underline{(((Beneficios menos Costos operacionales: económicos y financieros (\$) (a+b)) + (Beneficios menos Costos sociales (\$) (c)) + (Beneficios menos Costos ales (\$) ambientales (d)))) (4)}}$$

De lo anterior se observa que el modelo posee la cualidad de analizar de forma simultanea diversos aspectos relacionados con los potenciales impactos que ocasiona el uso de los recursos escasos en las zonas de uso y extracción, lo cual, lo posibilita para realizar una toma de decisiones integral, eficiente y eficaz que garantice el uso de los recursos de manera sustentable.

El modelo(Ds) cumple con las recomendaciones técnicas establecidas en la metodología para elaborar proyectos diseñada por la CONAGUA, 2009, la cual establece que toda iniciativa de inversión dentro del sector de agua, que pretenda recibir apoyos gubernamentales, debe contener evidencias de haber aplicado las evaluaciones de la TIR, VAN y del B/C, en este sentido, para el caso de la fórmula que aquí se propone, esta cumple con dichos requisitos, ya que, recoge estas herramientas y las incorpora dentro de un planteamiento unificado, por lo que la fórmula **Ds**, no genera conflicto con las herramientas y criterios técnicos sugeridos por la CONAGUA, al contrario los fortalece al integrarlas dentro de un modelo numérico alternativo, tal como se aprecia en la figura comparativa No. 4.

Figura No. 4

TRADICIONAL	MODELO PROPUESTO
VAN	VAN ECONÓMICO VAN SOCIAL VAN AMBIENTAL
TIR	TIR ECONÓMICO TIR SOCIAL TIR AMBIENTAL
B/C	B/C ECONÓMICO B/C SOCIAL B/C AMBIENTAL

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### ***Fases de operación del modelo y del índice.***

Esta sección se integra por dos fases, **la primera** calcula los costos y gastos unitarios, los integra como presupuestos y los simula a través de los flujos de efectivo, bajo diversos escenarios y en **la segunda** se realizan las evaluaciones correspondientes a los flujos de efectivo.

#### ***Primera fase:***

La primera fase se integra por dos pasos: 1.- Calculo de los costos unitarios: económicos, sociales y ambientales y 2.- formulaciones de presupuestos y del flujo de efectivo.

#### ***Paso 1.- Calculo de los costos económicos, sociales y ambientales.***

Por lo que corresponde a los costos y gastos unitarios necesarios para evaluar el aspecto económico, estos se obtuvieron del proyecto para dotar de infraestructura

hidráulica a la Ciudad de La Paz, Baja California Sur, México y con ellos se generó una base de datos y para obtener los datos referentes a los aspectos sociales y ambientales se utilizaron bases de datos generadas por organismos Internacionales o Instituciones Gubernamentales, que contaban con información cuantitativa relacionada con los costos y beneficios que genera el uso de recursos escasos dentro de estos aspectos y a partir de ellas se realizaron las inferencias correspondientes a fin de adaptarlas a los contextos en los cuales se desarrolló el proyecto, como ejemplo de estas cifras se encuentran los costos que genera la contaminación industrial, el calentamiento ambiental, la deforestación, entre otras o en su defecto las metas referidas en acuerdos o compromisos internacionales en los cuales se asienta la cantidad de dinero que tiene que aportar cada país, por ejemplo, el monto de recursos monetarios por tonelada de monóxido de carbono emitido a la atmosfera, es decir, para este modelo las fuentes de datos oficiales resultan ser útiles, pues le proporcionan certidumbre a sus resultados, ya que, están debidamente acreditadas debido a que provienen de registros oficiales, lo cual, contrasta con el manipuleo de las cifras obtenidas de encuestas y estudios de opinión aplicados en trabajos de campo. La razón principal de esta forma de obtener los datos obedece a la dificultad para cuantificar, en el campo de trabajo, con precisión los costos y beneficios ambientales y sociales, debido a que no corresponden a bienes tangibles o con valores predeterminados por los mercados de bienes y servicios.

De esta forma de trabajo lo que se obtiene para todos los componentes de la formula son datos homogéneos, medibles en unidades monetarias. Sólo mediante esta forma obtener información numérica estandarizada se está en condiciones de efectuar la valoración adecuada de los beneficios y riesgos relacionados con el uso de recursos escasos y de garantizar el desarrollo sustentable, además, esta técnica representa una alternativa de obtención de datos más económica y de mayor eficiencia y eficacia que otras técnicas.

### ***Paso No. 2.- Formulación de presupuestos y del flujo de beneficios.***

Una vez valorados, en unidades monetarias, los *beneficios y costos unitarios* para los aspectos económicos, sociales y ambientales, se procede a elaborar los *presupuestos* para cada una de las áreas que integran el proyecto, para con ellos posteriormente elaborar los flujos de efectivo, de esta forma se concluye con la *primera fase*, para posteriormente proceder, en la **segunda fase**, con el cálculo de las rentabilidades a los flujos del proyecto.

### ***Segunda fase.***

Comprende a las diversas evaluaciones practicadas a los flujos de efectivo y se integra por cuatro pasos:

*Paso No 1.-* Cálculo del VAN económico, financiero, social y ambiental a partir de la siguiente formula:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1 + r_t)^t} \dots \dots (5)$$

Donde:

VAN es el valor actual neto económico, financiero, social y ambiental.

BN<sub>t</sub> es el beneficio neto económico, financiero, Social y ambiental en el año t, y r es la tasa de descuento económico, financiero, social y ambiental.

*Paso No.2.-* Cálculo de la TIR económico, financiero, social y ambiental, a partir de la siguiente formula:

$$TIR = \frac{BN_{t+1} - CN_{t+1}}{Ist} \dots \dots (6)$$

BN<sub>t+1</sub>= Beneficio Neto económico, financiero, Social y Ambiental, en el año t+1. CN<sub>t+1</sub>=Costo neto económico, financiero, social y ambiental, en el año t+1.

IS<sub>t</sub>=Monto Total de la Inversión económico, financiero, social y ambiental valuada al año t (Costos de inversión únicamente). T= Año en que termina la construcción del proyecto. T+1= primer año de operación.

*Paso No 3.-*Cálculo de la relación beneficio-costo económico, financiero, social y ambiental, mediante el siguiente planeamiento:

(a) Para los aspectos sociales:

$$\frac{Beneficio}{Costo social} = \frac{BS}{CS} \dots \dots (3)$$

Donde:

CS es el Valor actual de los costos sociales y

BS es el Valor Actual de los beneficios sociales.

(b) Para los aspectos ambientales:

$$\frac{Beneficio}{Costo ambiental} = \frac{BA}{CA} \dots \dots (4)$$

Donde:

CA es el Valor actual de los costos ambientales y

BA es el Valor Actual de los beneficios ambientales.

(c) Para los aspectos económicos:

$$\frac{Beneficio}{Costo}$$

Beneficios representan la capacidad generadora de empleos por cada peso invertido en el proyecto.

Costos representa la inversión realizada en el proyecto.

(d) Para los aspectos económicos y financieros:

$$\frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}}$$

Beneficios económicos representan la rentabilidad por cada peso invertido en el proyecto.

Costos representa la inversión realizada en el proyecto.

*Paso No. 4.- Cálculo de la Tasa desarrollo sustentable y del índice.*

Finalmente se procede al cálculo de la Tasa desarrollo sustentable, para lo cual se retoman el total de las entradas y salidas en dinero generadas para las áreas económicas, financieras, sociales y ambientales, tanto de la zona de uso como de extracción de recurso; siendo la cifra obtenida mediante el cálculo del **beneficio/costo**, que representa la contribución de este proyecto al desarrollo sustentable. Una vez concluida esta fase y con el propósito de analizar los resultados y de formular las conclusiones, se diseñó **un índice para evaluar la sustentabilidad de los recursos escasos**, el cual proporciona información útil para la toma de decisiones, relacionadas con la sustentabilidad de los recursos escasos de las zonas de extracción y de los impactos que originan su uso.

### ***Simulación y calibración de herramientas.***

Las herramientas fueron simuladas y calibradas mediante un proyecto de infraestructura hidráulica desarrollado en la Entidad Federativa de Baja California Sur, México, consistente en la construcción del **acueducto: “El Carrizal” a La Ciudad de “La Paz”, B.C.S. México**; esta etapa se desarrolló en los apartados siguientes.

*Simulación y calibración del **modelo numérico**.*

### ***Referentes numéricos básicos.***

Los referentes numéricos básicos se integran por un conjunto de datos útiles para su simulación y proyección del modelo, mismos que para el presente proyecto se dividen en dos tipos: macroeconómicos y microeconómicos (del proyecto de inversión).

Por lo que corresponde a los **macroeconómicos**, éstos se encuentran relacionados en el cuadro No. 3.

Cuadro 3

INDICADORES BÁSICOS DEL PROYECTO	
MACROECONÓMICO	VALOR
PIB 2017 URB MUN LA PAZ BCS*	\$ 55,082,779.10
PIB 2017 RURAL MUN LA PAZ BCS*	\$ 3,099,226.41
PIB NACIONAL PROMEDIO (2009-2017)*	3.41
INFLACION PROMEDIO (2009-2017)*	4.13
HABITANTES EN EL MUNICIPIO DE LA PAZ*	313,204
VIVIENDAS EN EL MUNICIPIO LA PAZ 2018*	92,119

FUENTE: INEGI Y SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO

\*VER ANEXO CORRESPONDIENTE

De ellos resaltan por su utilidad el producto interno bruto municipal y rural, ya que, a partir de ellos se realizan diversas proyecciones para el período de vida del proyecto.

Los indicadores **microeconómicos** constituyen un conjunto de cifras básicas propias del proyecto de inversión útiles para realizar diversas simulaciones del modelo numérico, en el cuadro No.4 se pueden apreciar estas.

Cuadro No.4

PROYECTO	
CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROYECTO	VALOR
INVERSIÓN TOTAL*	\$ 139,840,000.00
DEPRECIACIÓN ANUAL*	\$ 9,322,666.67
VIVIENDAS ATENDIDAS/ 67000 HAB*	19,706
HABITANTES A ATENDER POR EL PROYECTO*	67,000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INFORMACIÓN GENERADA POR LOS COSTOS UNITARIOS DEL PROYECTO.

\*VER ANEXO CORRESPONDIENTE

De lo anterior resalta por su utilidad el componente correspondiente a la depreciación, pues este sirve para determinar el horizonte del proyecto, en el cuadro siguiente, se aprecia que, para el período de vida del proyecto, se utiliza el esquema de depreciación lineal, resultando esta de 15 años.

Cuadro No.5

DEPRECIACIÓN ANUAL							
(PESOS DEL 2018)							
AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
\$ 139,840,000	\$ 9,322,667	\$ 9,322,667	\$ 9,322,667	\$ 9,322,667	\$ 9,322,667	\$ 9,322,667	\$ 9,322,667
AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
\$ 9,322,667	\$ 9,322,667	\$ 9,322,667	\$ 9,322,667	\$ 9,322,667	\$ 9,322,667	\$ 9,322,667	\$ 9,322,667

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL PROYECTO.

Como se observa, la inversión total de \$139,840,000 se recupera en 15 años, mediante la depreciación, es decir, al momento en que los activos transfieren todo su valor a los productos.

Los indicadores básicos propios del proyecto que se presentan en el cuadro No 6, constituyen un conjunto de referentes útiles para proyección de los datos, mismos que son necesarios para la simulación del modelo numérico, éstos se integran por los siguientes conceptos y cifras.



Cuadro No. 6

PROYECTO	
INDICADORES BÁSICOS DEL PROYECTO	VALOR
TARIFA DOMÉSTICA MENSUAL (17 M3)*	\$ 104.72
TOTAL DE EGRESOS DEL PROYECTO.*	\$ 26,873,517.98
POBLACIÓN MÁXIMA A TENDER (233 LTS/HAB/DIA)*	100,500
POBLACIÓN REALMENTE ATENDIDA(233 LTS/HAB/DIA)*	67,335
POB. MÁX. - POB. ATENDIDA(233 LTS/HAB/DIA)*	33,165
CONSUMO TOTAL DE AGUA POR HABITANTE EN TARIFA DOMÉSTICA*	233 LTS/HAB/DIA
OFERTA ANUAL DEL ACUEDUCTO DE 350 LTS/HAB/DIA*	8,559,250,000
DEMANDA INSATISFECHA*	2,861,235,000
DEMANDA ANUAL DE AGUA DEL MUNICIPIO DE LA PAZ BCS (233 LTS/67000 HAB/DIA)*	5,698,015,000
EGRESOS POR CONSUMO DE AGUA DEL OOMSAPA*	\$ 1,768,911.67
DOTACIÓN DE AGUA DE CONAGUA A OOMSAPA (M3)*	5,706,167
CONVERSIÓN (DEL AGUA DE CONAGUA A OOMSAPA) DE METROS CÚBICOS A LITROS*	5,706,166,667
OFERTA DE AGUA ANUAL DEL ACUEDUCTO PARA 67000 HAB, 350 LTS/HAB/DIA*	8,559,250,000
COSTO POR M3 DE AGUA VIVIENDA*	\$ 3.49
COSTO POR M3 DE AGUA OOMSAPA*	\$ 3.18
COSTO POR M3 DE AGUA CONAGUA*	\$ 0.31
COSTO TOTAL MENSUAL OOMSAPA*	\$ 95.30
GASTOS MENSUAL DE ADMINISTRACIÓN, VENTA (POR VIVIENDA)*	\$ 81.00
GASTOS MENSUAL DE OPERACIÓN (POR VIVIENDA)*	\$ 14.29
INGRESO PROMEDIO DIARIO POR VIVIENDA*	\$ 3.49
INGRESOS =(TARIFA * VIVIENDAS ATENDIDAS)*	\$ 68,786.67
INGRESO PROMEDIO ANUAL POR VIVIENDA*	\$ 1,274.09
INGRESOS ANUALES =(TARIFA * VIVIENDAS ATENDIDAS)*	\$ 25,107,133.33
GASTOS ANUALES TOTALES DE ADMINISTRACIÓN Y VENTA ANUALES*	\$ 21,341,063.33
GASTOS ANUALES DE MANTENIMIENTO*	\$ 3,766,070.00
METROS CÚBICOS 233 LTRS/67000/DIA*	5,698,015
COSTO ANUAL DEL AGUA (CONAGUA)233 LTRS/67000/DIA*	\$ 1,766,384.65

FUENTE : ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INFORMACIÓN GENERADA POR LOS COSTOS UNITARIOS DEL PROYECTO.

\* VER ANEXO CORRESPONDIENTE

De ellos resaltan, por su importancia el monto de inversión del proyecto; la oferta anual de agua del acueducto, población y demanda de agua del municipio, tarifas por consumo doméstico, ingresos, costo y gastos del OOMSAPA.

Una vez creados los indicadores básicos, se procede a elaborar los costos unitarios y presupuestos correspondientes, mismos que por su tamaño y naturaleza solo forman parte integrante del cuerpo del *trabajo de investigación en extenso* y de esta forma se está en condiciones de elaborar los flujos de efectivo, mismos que se muestran en el apartado siguiente.

*Simulación del **modelo** bajo diversos escenarios de flujos de efectivo.*

Los presupuestos obtenidos como resultado de la etapa anterior fueron: ingresos y gastos sociales de las áreas urbana y rural; ingresos y gastos del proyecto puro o sin apoyo gubernamental en las áreas rural y urbana; ingresos y gastos del impacto al medio ambiente en las áreas rural y urbana; ingresos y gastos para el desarrollo sustentable, ingresos y gastos para el proyecto con financiamiento de fuentes externas y los correspondientes a ingresos y gastos del proyecto con tasa social de descuento. Por lo que corresponde a los flujos de efectivo se elaboraron en los 9 cuadros siguientes.

**Flujo de efectivo de beneficios y costos sociales en área urbana del proyecto (relacionados con el PIB).**

Este flujo contiene los beneficios y costos sociales generados por el proyecto en el área urbana, las cifras utilizadas en el mismo corresponden a pesos del año 2018 y resultan útiles para valorar el impacto del proyecto en esta área, tal como puede apreciarse en el cuadro No. 7.

Cuadro No.7

FLUJO DE EFECTIVO DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES EN ÁREA URBANA DEL PROYECTO (\$)								
(PESOS DEL 2018)								
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
BENEFICIOS	\$ 55,082,779	\$ 56,735,262	\$ 58,437,320	\$ 60,190,440	\$ 61,996,153	\$ 63,856,038	\$ 65,771,719	\$ 67,744,870
COSTOS	\$ 139,840,000	\$ 29,133,160	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352
RESULTADOS	\$ 194,922,779	\$ 27,602,102	\$ 28,420,968	\$ 30,174,088	\$ 31,979,801	\$ 33,839,685	\$ 35,755,367	\$ 37,728,518
CONCEPTO	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
BENEFICIOS	\$ 69,777,217	\$ 71,870,533	\$ 74,026,649	\$ 76,247,449	\$ 78,534,872	\$ 80,890,918	\$ 83,317,646	\$ 85,817,175
COSTOS	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352
RESULTADOS	\$ 39,760,864	\$ 41,854,181	\$ 44,010,297	\$ 46,231,096	\$ 48,518,520	\$ 50,874,566	\$ 53,301,293	\$ 55,800,823

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL PRESUPUESTO DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES EN ÁREA URBANA DEL PROYECTO.

Las actividades sociales consideradas dentro del área urbana comprenden a los servicios educativos, servicios de salud y de asistencia social, servicios de esparcimiento culturales y deportivos y otros servicios recreativos. Esta clasificación fue obtenida del INEGI en “**Panorama sociodemográfico de Baja California Sur**”, 2014.

Los criterios técnicos utilizados para la proyección de las cifras se integraron de la siguiente forma: Para el cálculo de los **beneficios sociales** del año 0, año en que se construyó el proyecto, se aplicó la cantidad correspondiente al PIB urbano del Municipio de La Paz del 2014 y para obtener el año 1, se tomó como base el dato del año 0 y se multiplicó por el incremento del 3 % del PIB, este porcentaje refleja los beneficios porcentuales que aporta al PIB Estatal, el área urbana del Municipio de La Paz, el dato fue referido por el Gobierno de Baja California Sur en “**Información estratégica. Baja California Sur**”, 2015 y por lo que corresponde a los ingresos para los años del 2 al 15, se utilizó el mismo criterio del año 1. Por lo que corresponde al cálculo de los **costos sociales** para el año 0, se consideró como costo al monto invertido dentro del proyecto y para el año 1, se utilizaron los montos correspondientes a los egresos de operación presupuestados para ese año y para el año 2, el monto registra un incremento debido a que los costos suben, derivados de que el “acueducto” trabaja, a partir de ese año, a su capacidad máxima, lo que genera el incremento de los costos en la red de distribución del agua y para el año 3 en adelante. estos se mantienen constantes hasta el año 15, debido a que los costos de operación se encuentran ya en su límite máximo. Por lo que corresponde a los **resultados**, se observa en el año 0 que los beneficios(PIB) y costos y gastos (del proyecto) se suman debido a que la inversión en el proyecto aporta al crecimiento del PIB, por esta razón representa un beneficio; mientras que para los años del 1 al 15, la situación es contraria, ya que, los costos representan un dato negativo. Es importante hacer mención que la fuente de elaboración que cita el presente cuadro

constituye el referente que contiene detalles de técnicos y los procedimientos para calcular este flujo de efectivo, misma que por su volumen solo forma parte del cuerpo del trabajo de investigación en extenso.

**Flujo de efectivo de beneficios y costos sociales en área rural del proyecto (relacionados con el PIB).**

El cuadro No.8 contiene los recursos monetarios necesarios para atender los impactos positivos y negativos del tipo sociales generados en el área rural por el proyecto.

Cuadro No.8

FLUJO DE EFECTIVO DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES EN ÁREA RURAL DEL PROYECTO (\$)								
(PESOS DEL 2018)								
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
BENEFICIOS	\$ 3,099,226	\$ 2,882,281	\$ 2,680,521	\$ 2,492,884	\$ 2,318,383	\$ 2,156,096	\$ 2,005,169	\$ 1,864,807
COSTOS	\$ -	\$ 3,316,172	\$ 3,548,304	\$ 3,796,686	\$ 4,062,454	\$ 4,346,825	\$ 4,651,103	\$ 4,976,680
RESULTADOS	\$ 3,099,226	-\$ 433,892	-\$ 867,783	-\$ 1,303,801	-\$ 1,744,071	-\$ 2,190,730	-\$ 2,645,934	-\$ 3,111,873
CONCEPTO	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
BENEFICIOS	\$ 1,734,271	\$ 1,612,872	\$ 1,499,971	\$ 1,394,973	\$ 1,297,325	\$ 1,206,512	\$ 1,122,056	\$ 1,043,512
COSTOS	\$ 5,325,048	\$ 5,697,801	\$ 6,096,647	\$ 6,523,413	\$ 6,980,052	\$ 7,468,655	\$ 7,991,461	\$ 8,550,863
RESULTADOS	-\$ 3,590,777	-\$ 4,084,930	-\$ 4,596,677	-\$ 5,128,440	-\$ 5,682,727	-\$ 6,262,143	-\$ 6,869,405	-\$ 7,507,351

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL PRESUPUESTO DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES EN ÁREA RURAL DEL PROYECTO.

Para la determinación de los beneficios y costos en el área rural del proyecto se consideraron a las actividades agrícolas que incluyen la producción de cebolla; chiles jalapeños, pimiento morrón; tomate de bola y tomatillo cherry; cría; la explotación de animales-ganado bovino y caprino y suministro de agua. Esta clasificación fue obtenida de INEGI “**Panorama sociodemográfico de Baja California Sur**”, 2014.

Para la determinación de los **beneficios sociales** en el área rural para el año 0, año en que se construyó el proyecto, se aplicó la cantidad correspondiente al PIB rural del Municipio de La Paz (crecimiento del 7% del PIB); y para obtener el año 1, se tomó como base el dato del año 0, multiplicado por 0.993 (-7% decremento del PIB), este porcentaje representa el decremento en los beneficios y por lo que corresponde del año 2 al 15 se utilizó el mismo criterio que el aplicado al año 1. Para el cálculo de los **costos sociales** para el año 0 no se consideró ningún costo, ya que, el proyecto aún no operaba y por lo que corresponde del año 1 al 15, éstos se calcularon a partir del PIB rural, (+7%), este porcentaje representa el volumen total de recursos que dejaría de obtener el área rural al operar el proyecto. Es importante hacer mención que la fuente de elaboración que cita el presente cuadro constituye el referente que contiene detalles de técnicos y los procedimientos para calcular este flujo de efectivo, misma que por su volumen solo forma parte del cuerpo del trabajo de investigación en extenso.

**Flujo de efectivo de beneficios y costos sociales en área urbana del proyecto puro (con recursos propios del organismo operador).**

El cuadro No. 9 contiene los recursos monetarios utilizados para atender los aspectos sociales generados en el área urbana, sin considerar apoyo gubernamental.

Cuadro No. 9

FLUJO DE EFECTIVO DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES EN ÁREA URBANA DEL PROYECTO PURO (\$)								
(PESOS DEL 2018)								
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
BENEFICIOS		\$ 25,107,133	\$ 37,660,601	\$ 37,660,601	\$ 37,660,601	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074
COSTOS	\$139,840,000	\$ 29,133,160	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352
RESULTADOS		-\$ 4,026,027	\$ 7,644,249	\$ 7,644,249	\$ 7,644,249	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722
CONCEPTO	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
BENEFICIOS	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074
COSTOS	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352
RESULTADOS	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL PRESUPUESTO DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES EN ÁREA URBANA DEL PROYECTO PURO.

Para la determinación de los beneficios y costos sociales para el área urbana del proyecto realizado *con recursos propios*, se consideraron a las actividades de Construcción; comercio al por mayor; comercio al por menor; servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e inmuebles; servicios financieros y de seguros; servicios educativos, de salud y asistencia social; servicios de esparcimiento culturales y deportivos; servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas. Esta clasificación de actividades fue obtenida de INEGI en "*Panorama sociodemográfico de Baja California Sur*", 2014.

Los *beneficios sociales para el área urbana* en el año 0 corresponden al costo total del proyecto y el monto del año1 se obtuvo multiplicando tarifa doméstica por el número de viviendas a atender establecidas dentro del proyecto, cabe aclarar que para este año el acueducto no operaba a su máxima capacidad, por lo que para el año 2, se tomó la decisión de incrementarla a su máxima capacidad de operación, con lo cual, se incrementó el número de viviendas atendidas(mayor a la estimada dentro del proyecto); esta acción incrementa los beneficios registrados en este año, por esta misma razón para el año siguiente se observa que esta cantidad se mantiene constante y para el año 5 se registró otro incremento, provocado este por un aumento en la tarifa, mismos que como se observa se mantienen constantes hasta el año 15; mientras que los *costos para el área urbana*, en el año 0 el monto corresponde al costo total del proyecto y para del año1 lo integran las salidas de dinero que se erogan por los conceptos compra de agua al CONAGUA, más gastos de administración, ventas y mantenimiento, al respecto cabe recordar que para este año el acueducto no operaba a su máxima capacidad y en el año 2 los costos de mantenimiento se incrementan, provocado por la decisión de incrementar a su máxima capacidad de abastecimiento del acueducto y que por esta misma razón que a partir de los años del 2 al 15 que los egresos estos se mantienen constantes, es decir, debido a que el proyecto ya no genera costos adicionales; finalmente, cabe mencionar que los *resultados* para el año 1 resultan negativos debido a los bajos ingresos provocados por el hecho de que en este año el acueducto no operaba a su máxima capacidad, pero a partir del año 2 estos se resultan positivos debido a que los ingresos se incrementaron por las razones antes mencionadas. Es importante hacer mención que la fuente de elaboración que cita el presente cuadro constituye el referente que contiene detalles de técnicos y los procedimientos para calcular este flujo de efectivo,

misma que por su volumen solo forma parte del cuerpo del trabajo de investigación en extenso.

**Flujo de efectivo de beneficios y costos sociales en área rural del proyecto puro (con recursos propios del organismo operador).**

El flujo de efectivo de beneficios y costos sociales en área rural del proyecto puro no reportó beneficios ni costos en virtud de que el proyecto puro tenía como objeto el beneficiar al área urbana de la ciudad de La Paz, Baja California Sur, por lo que su impacto se registró solamente en esta área, como se aprecia en el cuadro No.10.

Cuadro No. 10

FLUJO DE EFECTIVO DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES EN ÁREA RURAL DEL PROYECTO PURO (\$)								
(PESOS DEL 2018)								
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
BENEFICIOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
COSTOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
RESULTADOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
CONCEPTO	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
BENEFICIOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
COSTOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
RESULTADOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL PRESUPUESTO DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES EN ÁREA RURAL DEL PROYECTO PURO.

**Flujo de efectivo de beneficios y costos al medio ambiente en área urbana del proyecto (con apoyo del Gobierno Estatal).**

El cuadro No. 11, contiene los recursos monetarios utilizados para atender los aspectos ambientales generados en el área urbana por el proyecto.

Cuadro No. 11

FLUJO DE EFECTIVO DE BENEFICIOS Y COSTOS AL MEDIO AMBIENTE EN ÁREA URBANA DEL PROYECTO (\$)								
(PESOS DEL 2018)								
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
BENEFICIOS	\$ 58,182,006	\$ 55,082,779	\$ 55,633,607	\$ 56,189,943	\$ 56,751,842	\$ 57,319,361	\$ 57,892,554	\$ 58,471,480
COSTOS		\$ 52,879,468	\$ 53,408,263	\$ 53,942,345	\$ 54,481,769	\$ 55,026,586	\$ 55,576,852	\$ 56,132,621
RESULTADOS		\$ 2,203,311	\$ 2,225,344	\$ 2,247,598	\$ 2,270,074	\$ 2,292,774	\$ 2,315,702	\$ 2,338,859
CONCEPTO	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
BENEFICIOS	\$ 59,056,195	\$ 59,646,757	\$ 60,243,224	\$ 60,845,657	\$ 61,454,113	\$ 62,068,654	\$ 62,689,341	\$ 63,316,234
COSTOS	\$ 56,693,947	\$ 57,260,886	\$ 57,833,495	\$ 58,411,830	\$ 58,995,949	\$ 59,585,908	\$ 60,181,767	\$ 60,783,585
RESULTADOS	\$ 2,362,248	\$ 2,385,870	\$ 2,409,729	\$ 2,433,826	\$ 2,458,165	\$ 2,482,746	\$ 2,507,574	\$ 2,532,649

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL PRESUPUESTO DE BENEFICIOS Y COSTOS AL MEDIO AMBIENTE EN ÁREA URBANA DEL PROYECTO.

Para la determinación de beneficios y costos al medio ambiente en el área urbana se incluyó dentro de la **flora** al cardón, pitahaya, ocotillo, lomboy, datilillo, torote, mezquite, palo verde, biznaga, palmera, y dentro de la **fauna** a especies de conejo, liebre, ardilla, ratón, víbora de cascabel, lagartija, araña, alacrán y buitres, este catálogo corresponde a lo enlistado por el Gobierno De Baja California Sur en “**Información estratégica. Baja California Sur**”, 2017.

Para el cálculo de *los beneficios* de los aspectos ecológicos en el área urbana, para el año 0 no se consideró cifra alguna, ya que, el proyecto no operaba y para el cálculo del año 1 al 15, se tomó la determinación de incrementar el 1% al PIB Municipal, en virtud de que éste porcentaje constituye el beneficio que generó el proyecto al medio ambiente; mientras que para el cálculo de *los costos* para el año 0 se consideró el 100 % del PIB Municipal Urbano y por lo que corresponde al año 1, éste se calculó a partir del dato del año 0 multiplicado por 0.91(+9% PIB Municipal urbano), y para el año 2 al año 15 al PIB Municipal urbano se le incrementó un 1% del PIB Municipal Urbano; cabe mencionar que el dato sobre el crecimiento del PIB fueron estimados por el INEGI en “*Perspectiva estadística de Baja California Sur*”, 2014. Es importante hacer mención que la fuente de elaboración que cita el presente cuadro constituye el referente que contiene detalles de técnicos y los procedimientos para calcular este flujo de efectivo, misma que por su volumen solo forma parte del cuerpo del trabajo de investigación en extenso.

**Flujo de efectivo de beneficios y costos al medio ambiente en área rural del proyecto (con apoyo del Gobierno Estatal).**

El cuadro No. 12, contiene los recursos monetarios utilizados para atender los aspectos ambientales generados en el área rural por el proyecto.

Cuadro No. 12

FLUJO DE EFECTIVO DE BENEFICIOS Y COSTOS AL MEDIO AMBIENTE EN ÁREA RURAL DEL PROYECTO (\$)								
(PESOS DEL 2018)								
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
BENEFICIOS	\$58,182,006	\$ 2,975,257	\$ 2,856,247	\$ 2,741,997	\$ 2,632,317	\$ 2,527,025	\$ 2,425,944	\$ 2,328,906
COSTOS		\$ 3,223,195	\$ 3,352,123	\$ 3,486,208	\$ 3,625,657	\$ 3,770,683	\$ 3,921,510	\$ 4,078,371
RESULTADOS		-\$ 247,938	-\$ 495,876	-\$ 744,211	-\$ 993,339	-\$ 1,243,658	-\$ 1,495,567	-\$ 1,749,465
CONCEPTO	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
BENEFICIOS	\$ 2,235,750	\$ 2,146,320	\$ 2,060,467	\$ 1,978,048	\$ 1,898,926	\$ 1,822,969	\$ 1,750,050	\$ 1,680,048
COSTOS	\$ 4,241,505	\$ 4,411,166	\$ 4,587,612	\$ 4,771,117	\$ 4,961,961	\$ 5,160,440	\$ 5,366,857	\$ 5,581,532
RESULTADOS	-\$ 2,005,756	-\$ 2,264,846	-\$ 2,527,145	-\$ 2,793,068	-\$ 3,063,035	-\$ 3,337,471	-\$ 3,616,807	-\$ 3,901,483

FUENTE: ELABORADO CON DATOS DEL PRESUPUESTO DE BENEFICIOS Y COSTOS AL MEDIO AMBIENTE EN ÁREA RURAL DEL PROYECTO.

Para la determinación de beneficios y costos al medio ambiente en el área rural se incluyó en la flora a la pitahaya, ocotillo, lomboy, datilillo, torote, mesquite, palo verde; biznaga, chicura, palmeras, nopales, yuca, cardón; cactus primitivos, sirios, árboles elefante y chollas, matorrales xerófilos, así como los denominados sarcocaula, sarcocrasicaule de neblina, desértico micrófilo, crasicaule y dentro de la *fauna* a babisuri, murciélagos, conejo, liebre, ardillas, ratones, víbora de cascabel, venado cola blanca, águila ratonera, zorra gris, codorniz de california, paloma alas blancas, coyote, rata canguro, coyotes, zorros, mapache, caracol sombrero chino, lagartijas, arañas, alacranes y buitres, este catálogo corresponde a lo enlistado por el Gobierno De Baja California Sur en “*Información estratégica. Baja California Sur*”, 2017.

Para el cálculo de los *beneficios* que genera el proyecto en los aspectos ecológicos en el área rural para el año 0 no se consideró cifra alguna, ya que, se tomó la

determinación de no considerar beneficios ecológicos y por lo que corresponde al año 1 hasta el año 15 estos fueron disminuyendo tendencialmente en un 4% del PIB Estatal, esta tendencia es consistente con la que ONU estima como daño al medio ambiente por las actividades económicas, misma que se encuentra referida por Ortega, Raimundo en “**Cuento cuesta el cambio climático**”, 2014; mientras para el cálculo de los **costos** del proyecto para los aspectos ecológicos en el año 0 se consideró el 100 % del PIB Municipal rural y por lo que corresponde al año 1, éste se calculó a partir del dato del año 0 multiplicado por el incremento del PIB del 4%, esta cifra representa el costo que genera el proyecto en los aspectos ecológicos en las localidades rurales. Es importante hacer mención que la fuente de elaboración que cita el presente cuadro constituye el referente que contiene detalles de técnicos y los procedimientos para calcular este flujo de efectivo, misma que por su volumen solo forma parte del cuerpo del trabajo de investigación en extenso.

**Flujo de efectivo del proyecto económico financiero (Con base en criterios empresariales).**

El cuadro No. 13, contiene los datos numéricos referentes a los aspectos económicos financieros que tradicionalmente se consideran dentro de la evaluación de un proyecto de inversión.

Cuadro No. 13

FLUJO DE EFECTIVO DEL PROYECTO ECONÓMICO FINANCIERO								
PESOS (2018)								
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
ENTRADAS		\$ 37,660,601	\$ 37,660,601	\$ 37,660,601	\$ 37,660,601	\$ 48,959,074	\$ 48,958,782	\$ 48,958,782
SALIDAS	\$ 139,840,000	\$ 29,133,160	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352
RESULTADOS		\$ 8,527,441	\$ 7,644,249	\$ 7,644,249	\$ 7,644,249	\$ 18,942,722	\$ 18,942,430	\$ 18,942,430
CONCEPTO	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
ENTRADAS	\$ 48,958,782	\$ 48,958,782	\$ 48,958,782	\$ 48,958,782	\$ 48,958,782	\$ 48,958,782	\$ 48,958,782	\$ 48,958,782
SALIDAS	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352
RESULTADOS	\$ 18,942,430	\$ 18,942,430	\$ 18,942,430	\$ 18,942,430	\$ 18,942,430	\$ 18,942,430	\$ 18,942,430	\$ 18,942,430

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL PRESUPUESTO ECONÓMICO FINANCIERO DEL PROYECTO.

Las cifras correspondientes a los costos y resultados son las mismas que las reportadas para el proyecto puro con recursos del organismo operador, la diferencia es que el presente cuadro inicia la operación del acueducto a su máxima capacidad, lo cual se ve reflejado en mayores ingresos, mismo que desde el año 1 reportan una cifra positiva, mientras que bajo el supuesto que refiere el otro cuadro, es decir, cuando el proyecto es administrado por el organismo operador, los resultados obtenidos son negativos. La fuente de elaboración del presente cuadro constituye el referente que explica con detalles de técnicos los procedimientos para calcular este flujo de efectivo, misma que por su volumen solo forma parte del cuerpo del trabajo de investigación en extenso.

**Flujo de efectivo del desarrollo sustentable (\$).**

El cuadro No. 14, se integra por el conjunto de flujos de efectivos que precedieron al presente cuadro.

Cuadro No. 14

FLUJO DE EFECTIVO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE						
PESOS (2018)						
CONCEPTO	FLUJO DE EFECTIVO SOCIAL EN ÁREA URBANA	FLUJO DE EFECTIVO SOCIAL EN ÁREA RURAL	FLUJO DE EFECTIVO PROY PURO EN ÁREA URBANA	FLUJO DE EFECTIVO MEDIO AMBIENTE EN ÁREA URBANA	FLUJO DE EFECTIVO MEDIO AMBIENTE EN ÁREA RURAL	RESULTADOS
BENEFICIOS	\$ 1,055,214,260.98	\$ 27,311,631.55	\$ 676,638,753.98	\$ 886,661,740.98	\$ 34,060,271.59	\$ 2,679,886,659.07
COSTOS	\$ 449,362,092.30	\$ 83,332,165.54	\$ 449,362,092.30	\$ 851,195,271.34	\$ 64,539,936.79	\$ 1,897,791,558.28
RESULTADOS	\$ 605,852,168.68	-\$ 56,020,533.99	\$ 227,276,661.68	\$ 35,466,469.64	-\$ 30,479,665.20	\$ 782,095,100.80

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL PRESUPUESTO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE.

Para el cálculo del flujo de efectivo del desarrollo sustentable se tomaron el total de las entradas y salidas de dinero registradas en las áreas económicas, financieras, sociales y ambientales, tanto de la zona de uso como de extracción de recurso.

**Flujo de efectivo de tasa social de descuento (con apoyo del Gobierno Federal).**

Contiene los datos numéricos referentes a los aspectos económicos financieros que tradicionalmente se consideran dentro de la evaluación de un proyecto de inversión, solo que ahora estos son calculados a una tasa social de descuento del 12%, mismo que es aplicado como tasa de descuento en todas las propuestas de uso de recursos públicos, tal como se aprecia en el cuadro No. 15.

Cuadro No. 15

FLUJO DE EFECTIVO DE TASA SOCIAL DE DESCUENTO								
PESOS (2018)								
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
ENTRADAS		\$ 25,107,133	\$ 37,660,601	\$ 37,660,601	\$ 37,660,601	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074
SALIDAS	\$ 139,840,000	\$ 29,133,160	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352
RESULTADOS		-\$ 4,026,027	\$ 7,644,249	\$ 7,644,249	\$ 7,644,249	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722
CONCEPTO	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
ENTRADAS	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074	\$ 48,959,074
SALIDAS	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352	\$ 30,016,352
RESULTADOS	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722	\$ 18,942,722

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL PRESUPUESTO DE BENEFICIOS Y COSTOS DEL PROYECTO PURO A TASA SOCIAL DE DESCUENTO DEL 12%

El flujo de efectivo a tasa social de descuento del 12% reporta datos positivos, lo cual lleva determinar que esta propuesta de inversión resulta viable en términos económicos y financieros; al respecto cabe mencionar que este resultado debe de ser sopesado en relación con las diversas evaluaciones que se practicaron para el presente estudio de caso, así por ejemplo si se compara el flujo de efectivo de este cuadro y el correspondiente al Flujo de efectivo en el área urbana del proyecto puro (con recursos propios del organismo operador) se observa que para ambos, los beneficios y costos sociales son iguales; sin embargo, las tasas de descuento son diferentes, siendo para este proyecto el VAN es del 12% y para el proyecto puro (con recursos propios del



organismo operador) es del 4% ( Inflación registrada para este año), lo que, lleva a que los resultados del VAN sean diferentes. Es importante hacer mención que la fuente de elaboración que cita el presente cuadro constituye el referente que contiene detalles de técnicos y los procedimientos para calcular este flujo de efectivo, misma que por su volumen solo forma parte del cuerpo del trabajo de investigación en extenso.

**Evaluaciones de los Flujos de efectivo.**

El cuadro comparativo No.16, contiene las diversas evaluaciones al proyecto en los diversos ámbitos y zonas de estudio, tal como lo refiere el cuadro No. 16.

Cuadro No. 16

CONCEPTO	SOCIAL ÁREA URBANA	SOCIAL ÁREA RURAL	PROYECTO PURO	MEDIO AMBIENTE URBANA	MEDIO AMBIENTE RURAL	DESARROLLO SUSTENTABLE	ECONÓMICO FINANCIERO	ECONÓMICO FINANCIERO CON TASA SOCIAL DE DESCUENTO
ENTRADAS	\$ 1,055,214,261	\$ 27,311,632	\$ 676,638,754	\$ 886,661,741	\$ 34,060,272	\$ 2,679,886,659	\$ 689,189,299	\$ 676,638,754
SALIDAS	\$ 449,362,092	\$ 83,332,166	\$ 449,362,092	\$ 851,195,271	\$ 64,539,937	\$ 1,897,791,558	\$ 449,362,092	\$ 449,362,092
RESULTADOS	\$ 605,852,169	-\$ 56,020,534	\$ 227,276,662	\$ 35,466,470	-\$ 30,479,665	\$ 782,095,101	\$ 239,827,207	\$ 227,276,662
VAN	\$ 581,618,082	-\$ 53,779,713	\$ 218,185,595	\$ 34,047,811	-\$ 29,260,479	\$ 750,811,297	\$ 230,234,119	\$ 200,003,462
TIR	298%	-1735%	156%	59%	-50%	537%	165%	143%
B/C	2.98	-17.35	1.56	0.59	-0.50	1.41	1.65	1.43

Por lo que corresponde a la **evaluación de los aspectos sociales en el área urbana**, los ingresos reportan cantidades importantes debido la construcción del proyecto desencadenará un proceso de urbanización integrado por obras de pavimentación, alcantarillado, embanquetado de calles y avenidas, servicios de recolección de basura, vigilancia y patrullaje policial, creación de clínicas de salud, parques y plazas públicas, escuelas, hospitales, tal como lo prevé el Gobierno de Baja California Sur en **“Información estratégica. Baja California Sur”** (2015), mientras que, al comparar este indicador con los indicadores de **la tasa social de descuento** se aprecia que los beneficios prácticamente se duplican por cada peso invertido; sin embargo, llama la atención el hecho de que las salidas absorben el 40% de los ingresos, ello debido a que no se consideraron acciones tendientes a crear nuevas oportunidades de esparcimiento y recreación familiar como cines, teatros, campos deportivos entre otros, lo cual, no contribuirá al fortalecimiento del arraigo ni en la integración familiar tanto en el corto y como en el mediano plazos, lo cual, provocará incrementos en las problemáticas sociales como pandillerismo, narcotráfico, drogadicción, deserción escolar; secuestros, robos, inseguridad, pérdida de valores tradicionales; por tal motivo, es que resulta conveniente replantear la viabilidad del proyecto, ya que, estas problemáticas colocan al área urbana ante una potencial amenaza social.

En la **evaluación de los aspectos sociales del área rural**, tanto las entradas como las salidas reportan para los 15 años del proyecto comportamientos tendenciales negativos, debido a que no se consideraron acciones como creación de nuevas oportunidades de esparcimiento y de recreación familiar como son parques recreativos, plazas públicas, cines, campos deportivos entre otros; la carencia de lo anterior contribuirá a la pérdida del arraigo, a la desintegración familiar y a la pérdida del bienestar

de la población. Por lo que corresponde a los recursos económicos invertidos, estos no arrojan resultados beneficiosos, ya que, la extracción del agua no será compensada mediante la construcción de obras y servicios públicos necesarios en la zona, es decir, la presente propuesta corresponde a un proyecto del tipo económico-financiero, acotado a la dotación del recurso, sin considerar ningún otro tipo de acciones que demuestren la interrelación existente entre el proyecto y los aspectos económicos, culturales, ambientales y financieros; lo cual, provocara en el mediano y largo plazo la desaparición de pequeñas comunidades, lo que coloca al área rural en una situación real de amenaza; por lo que, previo a la implementación del presente proyecto, se recomienda el formular estrategias a fin de que la situación del área rural no se vea amenazada por la operación del proyecto. ***Del análisis comparativo de los aspectos sociales del área rural con la tasa social de descuento*** se aprecia una situación menos favorable para los aspectos sociales en el área rural, lo cual implica que previa la implementación de este proyecto deberán de diseñarse un conjunto de estrategias tendientes a incrementar los beneficios sociales en el área rural.

Por lo que corresponde la ***evaluación del proyecto puro*** éste reporta durante el primer tercio del período de vida, flujos de efectivo positivos; sin embargo, este volumen es bajo; ello a pesar de que a partir del año quinto se da un incremento significativo en los ingresos y egresos derivados de un aumento en las tarifas, lo cual coloca al incremento en tarifas como un factor determinante para garantizar la viabilidad del proyecto. Paralelamente a esta situación, se advierten potenciales problemas de corte económicos que impactarán negativamente al medio ambiente y de forma simultánea a los aspectos social, ambiental, financiero y cultural de ambas zonas, destacando por su importancia las afectaciones originadas por sobre explotación del recurso en las actividades productivas en la zona rural, especialmente en las actividades tradicionales como en la ganadería y la agricultura, esto al provocarse modificaciones en las tecnologías y formas tradicionales de trabajo, ello con el propósito de adecuarlas a la escasez de recursos, lo cual, a su vez, generará cambios en las relaciones sociales y en los patrones culturales, así como en el medio ambiental; de igual forma no se establecen estrategias económicas tendientes a compensar los daños que ocasionará el proyecto en la zona rural en como la construcción de carreteras de acceso, pavimentación de calles y avenidas, alumbrado público, guarniciones, agua potable, alcantarillado, escuelas, entre otras, ni se consideran acciones tendientes a crear nuevas empresas, lo cual, significa que se no elevara la calidad de vida, ni las condiciones económicas en ambas zonas, lo cual da como resultado que esta iniciativa sea no viable y de riesgo moderado, ya que, sólo se sostiene en términos económicos, al proponer alternativas de uso y distribución de recursos basados principalmente bajo estos criterios, por lo que se concluye que el proyecto afecta de forma moderada el equilibrio del entorno ecológico, social y cultural de la zona y por lo que corresponde a la sustentabilidad de los recursos, desde el punto de vista económico, para este proyecto es baja, es decir, la implementación del proyecto tal como se presenta, representa graves peligros para las generaciones futuras. ***Los indicadores de evaluación del proyecto puro y el proyecto con tasa social de descuento*** reportan cifras similares con un ligero incremento a favor

del proyecto puro (sin apoyo del gobierno), esto debido a que la tasa social de descuento aplicada al proyecto puro fue del 4%, mientras que al proyecto con tasa social de descuento se aplicó la tasa del 12%, estos porcentajes marcan la diferencia entre ambas tasas.

En lo referente a los indicadores correspondientes a la **evaluación del medio ambiente para el área urbana**, se observa un incremento en las salidas y entradas del proyecto, lo cual es debido a que al momento en que se generaban entradas o beneficios, estos generan en la misma proporción costos o salidas de recursos, al respecto, cabe resaltar que la tendencia al alza de los egresos representa una amenaza potencial al medio ambiente, ya que, los volúmenes de recursos destinados a esta área son cada vez más altos, lo cual, pondrá en riesgo la operación futura del proyecto, por lo que corresponde a los beneficios en la *zona urbana*, los resultados son regulares, ya que, por un lado, proporciona beneficios como es la eliminación las formas de uso tradicionales del agua y del tratamiento de desechos sólidos, sin embargo, no se cuantifican los efectos positivos que generará el eliminar los tradicionales patrones de manejo inadecuado del agua de desecho y el derrame de desechos sólidos, tanto para la flora y fauna de la región, tampoco analiza el impacto que generara la dotación del recurso en el macro entorno ecológico( incluye a la zona urbana y otras zonas periféricas o aledañas) en lo correspondiente a migración de especies; cambios en las rutas de emigración de aves, tampoco establece un plan de acción tendiente a mantener el equilibrio del medio ambiente y la sustentabilidad del recurso para las generaciones presente y venideras, como por ejemplo la reforestación de la flora a través de la construcción de parques públicos con zonas arboladas y jardines botánicos integrados por plantas propias de la zona, la creación de zonas de manejo restringidos de aves y animales de la zona, es decir, el proyecto genera casi en la misma proporción de beneficios como de problemas. Al comparar la **tasa social de descuento contra los indicadores del medio ambiente para el área urbana** se aprecia que los resultados colocan al medio ambiente en una situación de alerta preventiva, debido a que sus cifras disminuyen en un porcentaje cercano al 50%, es decir, el proyecto se justifica de forma pura, pero no resulta convincente debido al impacto negativo que tiene sobre el medio ambiente del área urbana.

La **evaluación del medio ambiente en el área rural** reporta resultados aún más bajos que los registrados para el área urbana, ya que éste representa solo el 9% del total de los ingresos generados por el proyecto, asimismo se aprecia que el comportamiento de los costos es cercano a las entradas del proyecto, lo cual, significa que los costos al medio ambiente del proyecto son muy altos.

Por lo que corresponde a la **evaluación financiera** para ambas zonas, el proyecto no delinea estrategias de políticas públicas de apoyo a las micro y pequeñas empresas con aplicabilidad en las zonas en estudio, tendientes a estimular la creación de nuevos tipos de actividades productivas, así como para facilitar el acceso al crédito bancario, necesarios para realizar la reconversión económica, social, cultural, ambiental y productiva de ambas zonas; tampoco asigna valores monetarios a los aspectos

intangibles como los beneficios sociales, ambientales y culturales ni los contrasta con los costos que generará en los asentamientos humanos, flora, fauna; por lo que se concluye que la realización del proyecto no garantiza que el desarrollo económico, social, ambiental y cultural sean sostenibles y que los recursos escasos sean sustentable en el corto y largo plazo en ambas zonas.

Finalmente y por lo que corresponde a la **evaluación del desarrollo sustentable**, su contribución fue del \$1.41 este indicador fue de los más bajos obtenidos de todas las evaluaciones, debido a los resultados negativos obtenidos en los aspectos sociales y ambientales en el área rural, lo cual lleva a concluir que el proyecto sea no viable, dada su baja contribución a garantizar la sustentabilidad del agua y de los recursos escasos y por lo que corresponde a al VAN y TIR, sobresale el resultado de la TIR de 537%, el cual fue ocasionado por los beneficios que género en los aspectos económicos, financieros y sociales en el área urbana.


## Resultados.

(Simulación y calibración del índice de sustentabilidad).

El presente apartado se *simulación y calibra el índice de sustentabilidad* utilizado para formular las conclusiones, dividido en *dos secciones*, la primera contiene un breve **Dictamen general** de los resultados y conclusiones obtenidos para el caso de estudio y el segundo recoge los **Resultados por áreas temáticas** elaboradas en forma de *reflexiones analíticas* realizadas en torno la viabilidad del presente proyecto. Los detalles de la construcción del índice se encuentran referidos en el documento: “**Índice para medir la sustentabilidad de los recursos escasos**”, publicado como capítulo del libro “**Investigación Interdisciplinaria**”, Tomo III, escrito por José Trinidad de la Rosa Villorín, et al. en 2017.

La figura No.5 contiene los indicadores que fueron utilizados dentro del índice.

Figura No. 5

INDICE DE SUSTENTABILIDAD					
RANGOS	BENEFICIO/COSTO PARAMETROS (%)	PROYECTOS	IMPACTO DEL RECURSO	SUSTENTABILIDAD DE LOS RECURSOS	RESULTADOS
4	23 y +	VIABLE	SUSTENTABLE	ALTA	
4	22	VIABLE	SUSTENTABLE	MEDIANA	
3	20	VIABLE	DESEABLE	MEDIANA	
3	18	VIABLE	DESEABLE	BAJA	
2	16	NO VIABLE	MODERADO	BAJA	
2	14	NO VIABLE	MODERADO	SIN SUSTENTABILIDAD	
1	12	NO VIABLE	ALTO	SIN SUSTENTABILIDAD	
1	10 o menos	NO VIABLE	MUY ALTO	SIN SUSTENTABILIDAD	

\*La tipología de proyectos del presente Índice se integra por 8 tipos de proyectos, agrupados en 4 escalas, cuyos límites son de 23% para la calificación más alta y 10% para la más baja.

**Primera sección: Dictamen general.**

Una vez practicados los análisis correspondientes a la información disponible para ambas zonas a los aspectos económico, social, ambiental, financiero y cultural, se obtuvo, de acuerdo con el índice, como resultado que el proyecto es **no viable**, debido a que obtuvo una calificación global del 14%, ello en razón a que el proyecto solo propone alternativas de uso de los recursos medianamente justificables desde las perspectivas económica y financiera y que los aspectos social, ambiental y cultural en ambas zonas reportan magros rendimientos, debido a que para cada uno de los aspectos analizados se detectaron una gran cantidad de problemáticas derivadas de su ejecución y operación, además de que no contiene un plan de acción para atender esta situación, ni delinea propuestas que vinculen con los aspectos económico, social, ambiental, cultural y financiero en ambas zonas; por lo que se concluye que el **uso de los recursos escasos representa un riesgo moderado**; por lo que se recomienda no ejercer esta propuesta de uso de recursos.

**Segunda sección: Resultados por áreas temáticas.**

Por lo que corresponde a la **segunda sección** esta contiene un **resumen** de todas las áreas evaluadas por el índice, mismas que se encuentran agrupadas en áreas temáticas, en torno la viabilidad del presente proyecto, quedando éstas asentadas en el cuadro No.17.

Cuadro No. 17

TABLA DE ASPECTOS EVALUADOS										
Nombre del proyecto:		CONSTRUCCION DE ACUEDUCTO								
Resultado:		NO VIABLE MODERADO								
Calificación Global :		14.00								
Aspectos evaluados	Calificaciones Beneficio/Costo (sólo beneficios)	Sustentabilidad de los recursos	Zona de extracción (-)				Zona de uso (+)			
			Beneficios (%)	Calificación por zonas	Problemas (%)	Calificación por zonas	Beneficios (%)	Calificación por zonas	Problemas (%)	Calificación por zonas
Económico	14.00	Moderado	50%	7.00	50%	7.00	60%	8.40	40%	5.60
Social	14.00	Moderado	0%	0.00	100%	14.00	60%	8.40	40%	5.60
Ambiental	14.00	Moderado	0%	0.00	100%	14.00	60%	8.40	40%	5.60
Cultural	14.00	Moderado	0%	0.00	100%	14.00	60%	8.40	40%	5.60
Financiero	14.00	Moderado	50%	7.00	50%	7.00	60%	8.40	40%	5.60
Suma	70.00									
Promedio	14.00									

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos del proyecto.

Nota: La Calificación total se obtiene mediante el cálculo del promedio aritmético resultado de las sumas de las calificaciones de la zona de extracción y la zona de uso, dividido entre dos.

**Económico.**

Por lo que corresponde al apartado económico, de acuerdo con la información disponible y con base en los parámetros del índice se advierte que para **ambas zonas** el proyecto generará diversas problemáticas que impactarán en los aspectos sociales, ambientales, financieros y culturales destacando por su importancia las afectaciones causadas por la sobre-explotación del recurso agua a las actividades productivas, como son alteraciones en los patrones tradicionales de producción y de trabajo, lo que a su vez generará cambios en las relaciones sociales, culturales y en el medio ambiente, dando como resultado que esta iniciativa de uso de recursos sea no viable y de riesgo moderado, debido a que solo se proponen alternativas de uso y distribución de recursos basados en criterios económicos-financieros, por lo que se concluye en lo que corresponde a la sustentabilidad de los recursos, desde el punto de vista económico resulta baja.

Para la **zona rural** se concluye que el proyecto no representa una propuesta de distribución equilibrada y sustentable del recurso económico, debido a que su ejecución y operación pone en riesgo a los aspectos sociales, culturales, ambientales, ya que, las acciones que se instrumentarán no contribuyen al desarrollo económico y social sostenidos; ni fortalecen las costumbres y tradiciones culturales, destacando por su importancia las afectaciones que se originarán por la extracción del recurso, en las actividades productivas tradicionales, como en la ganadería y la agricultura, al provocarse modificaciones en las tecnologías y patrones tradicionales de trabajo y de uso de recursos, lo cual, generará cambios en las relaciones sociales y en los patrones culturales, así como en el medio ambiente, al respecto, cabe aclarar que para la atención de estos problemas no se tiene establecido un plan de acción que compense los daños que ocasionará la extracción del recurso en la zona como la construcción de obras y servicios públicos como alcantarillado, guarderías, escuelas, entre otras; tampoco se propone la creación de fuentes de empleo alternativas, lo cual significa que no se potenciará el desarrollo económico y con ello no elevará la calidad de vida y bienestar de la población en los asentamientos humanos rurales establecidos en la zona extracción.

Para la **zona urbana** los indicadores aplicados de evaluación de los aspectos económicos (valor actual neto; punto de equilibrio y precio del recurso), arrojan resultados de baja sustentabilidad, ya que, por lo que corresponde a los recursos monetarios invertidos en la construcción del proyecto, estos se justifican, debido a que representan en el corto plazo, para la Ciudad de La Paz, Baja California Sur, la solución a la falta del recurso agua; sin embargo, en el mediano y largo plazos, la operación del proyecto afectará el equilibrio del entorno ambiental en ambas zonas, por lo que el proyecto representa un riesgo para todas las áreas involucradas; por lo que se concluye que, desde el punto de vista económico, la sustentabilidad de los recursos y el desarrollo económico de la zona urbana poseen baja sustentabilidad.

### **Social.**

El proyecto genera en la **zona urbana** baja rentabilidad con impacto moderado y baja sustentabilidad para los aspectos sociales, debido a que ocasionará para el corto y

mediano plazos un fuerte incremento en las *problemáticas sociales* como pandillerismo, narcotráfico, desintegración familiar, secuestros, robos, inseguridad, desarraigo, pérdida de valores tradicionales, lo cual impactará de manera considerable a los aspectos económicos, culturales, ambientales y financieros, así mismo debido a que no se detectan posibilidades de disminución de enfermedades sociales como es el alcoholismo y drogadicción y por lo que corresponde a los *beneficios sociales*, se aprecia una tendencia a la baja en los gastos en medicamentos y de hospitalización provocados por la atención de enfermedades gastro-intestinales e infecto contagiosas como dengue, zica, entre otros, ocasionados por el manejo inadecuado del agua, así como por las condiciones insalubres con las que se preparan y consumen los alimentos

Por lo que corresponde a la ***zona rural***, el análisis del proyecto arroja resultados negativos para los aspectos sociales, ya que, la extracción del agua no será compensada mediante la construcción de obras y servicios públicos necesarios, ni considera la conservación o creación de nuevas oportunidades de esparcimiento y de recreación familiar, todo ello contribuirá a la pérdida del arraigo en la zona y a la desintegración familiar, afectando con ello la calidad de vida y bienestar de la población, por todo ello esta iniciativa, en lo referente a los aspectos sociales no contribuye al fortalecimiento del arraigo, ni a la integración familiar y lo más lo más grave es que no garantiza la sustentabilidad el recurso escaso, todo lo anterior afecta significativamente el equilibrio del entorno ecológico de la zona; por tanto y con base en todo lo antes mencionado, se concluye que por lo que corresponde al uso de los recursos estos no son viables; ya que, no garantizan la sustentabilidad del recurso, ni de los aspectos sociales.

### ***Ambiental.***

El proyecto aporta una baja sustentabilidad de los aspectos ambientales, ello a pesar de que se realizó un estudio de impacto ambiental consistente en el levantamiento del inventario de la flora y fauna existente en la cuenca hidráulica; sin embargo, este no diagnostica el impacto que genera la extracción del recurso la ***zona rural*** sobre el cambio climático; el sobrecalentamiento; la erosión del suelo y la desertificación; ni se evaluó el impacto que en el medio ambiente que ocasionara la desaparición o migración de especies de aves y todo tipo de animales terrestres que habitan en esa zona, dando como resultado una baja sustentabilidad. Por lo que corresponde a los beneficios en la ***zona urbana*** los resultados son regulares, ya que, por un lado, proporciona beneficios como la eliminación patrones tradicionales de desecho del agua y de tratamiento de desechos sólidos, además, no cuantifica dentro del proyecto los efectos positivos que genera el eliminar los tradicionales patrones de manejo inadecuado del agua de desecho y el derrame de desechos sólidos para la flora y fauna en la región, ni analiza el impacto que generara la dotación del recurso en el macro entorno ecológico. Con base en todo lo antes mencionado se concluye en lo referente a los aspectos ambientales que el proyecto representa una propuesta de desarrollo moderado y por lo que corresponde al uso de los recursos estos no son viables; ya que, no ofrecen beneficios equitativos para *ambas zonas*, por lo que, no garantizan la sustentabilidad de los recursos escasos y del medio ambiente.

### **Cultural.**

En relación a los **aspectos culturales**, la información disponible y los parámetros del índice arrojaron como resultado que el proyecto, para la **zona rural**, no analiza los impactos negativos que ocasionará el uso de los recursos como los fenómenos de emigración de la zona rural a los centros de población, la desintegración social y familiar, pérdida de tradiciones y costumbres culturales y en el largo plazo desaparición de pequeñas comunidades rurales de la zona, así mismo, no formula estrategias tendientes a incrementar o fortalecer el nivel de vida cultural en la población, ni cuenta con un plan de acciones orientadas a garantizar que tanto los aspectos culturales, como los recursos escasos sean sustentables y con visión de largo plazo. Para de la **zona urbana** se concluyó con un listado de fortalezas y oportunidades como la creación de nuevas colonias; incremento en el número de instituciones públicas de beneficio o apoyo social; mayor integración social y familiar, más y mejores servicios públicos, con el propósito de garantizar que el uso del recurso genere beneficios sean sustentables y contribuyan de forma sostenida al fortalecimiento cultural.

### **Financiero.**

Se realizó un levantamiento de las necesidades de recursos financieros requeridos para el diseño y construcción de las obras de extracción del recurso y se concluye que estos se justifican para la **zona urbana**, ya que, garantizan, en el corto plazo, la solución al problema de dotación del recurso agua para esta zona, sin embargo, para la zona de extracción, la iniciativa de inversión resulta no viable, con alto riesgo y baja sustentabilidad, ya que, no genera ningún tipo de beneficio para la **zona de rural**, ello debido el proyecto no cuenta con un plan de inversión de recursos en obras y servicios públicos que compensen los daños ocasionados por el uso de los recursos escasos como son pavimentación de calles y avenidas, alumbrado público, guarniciones, agua potable, alcantarillado, escuelas, entre otras, ni tampoco contiene propuestas para la creación de nuevas actividades productivas, en si **para ambas zonas** no delinea estrategias que vinculen al proyecto con las políticas públicas de apoyo a las micro y pequeñas empresas tendiente a estimular la creación de nuevos tipos de actividades productivas, necesarios para realizar la reconversión económica, social, cultural, ambiental y productiva, a fin de que mediante estas nuevas actividades se sustituyan a las tradicionales como las agropecuarias y ganaderas, tampoco cuantifica los beneficios sociales, ambientales y culturales, ni los contrasta con los costos por el daño al medio ambiente que ocasionará la extracción del recurso en la zona de la cuenca hidrológica, es con base en estos argumentos que se concluye que el presente proyecto no garantiza que el desarrollo sea sostenible en los aspectos económico, social, ambiental y cultural, ni que el recurso agua sea sustentable en el corto y largo plazos.



## Conclusiones

El proyecto no representa una propuesta una distribución equilibrada y sustentable de uso recursos escasos debido a su operación generará diversos problemas en las zonas urbana y rural, en los aspectos sociales, culturales, ambientales, es decir, el proyecto no garantiza un desarrollo económico y social sostenidos y si, en cambio, generará graves problemas ambientales y culturales en la zona de extracción. Por lo corresponde a los recursos invertidos en la construcción del proyecto estos se justifican, en el corto plazo, pues representan la solución inmediata a la falta del recurso agua en el área urbana, sin embargo, en el mediano y largo plazos, la operación del proyecto afectara el equilibrio del entorno ambiental y urbano en ambas zonas, por lo que se concluye que el proyecto representa un alto riesgo para todas las áreas involucradas debido a que la sustentabilidad de los recursos escasos y el desarrollo económico social, cultural, financiero y ambiental poseen baja sustentabilidad.

## Referencias

Bertalanffy, Lowig Von. **“Teoría general de sistemas”**, fondo de cultura económica. México.2012.

Campos, Javier. **“Tasa de descuento social y evaluación de proyectos: algunas reflexiones prácticas para América Latina y el Caribe”**. Banco Interamericano de Desarrollo. USA. 2016.

CONAGUA. **“Situación del subsector agua potable y alcantarillado y saneamiento”**. CNA (eds). México. 2010.

CONAGUA. **“Metodología de evaluación socioeconómica de proyectos de agua potable”**. CNA (eds). México. 2009.

De la Rosa Villorín, José Trinidad et al. **“Bases teóricas para evaluar el uso de recursos escasos”**, publicado en el libro “Gestión de la administración y el emprendimiento en un entorno competitivo”; Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de La Paz. México. pp.116-127. 2016.

De la Rosa Villorín, José Trinidad et al. **“Principios numéricos para el diseño de modelos hidro-económicos”**, publicado en el libro “Aplicaciones del saber: Casos y experiencias” Volumen 2.; Academia Journals. U.S.A. pp.881-891. 2016.

De la Rosa Villorín, José Trinidad et al. **“Índice para medir la sustentabilidad de los recursos escasos”**, publicado en el libro “Investigación Interdisciplinaria”, Tomo III. Academia Journals. U.S.A. pp.253-267. 2017.

Gobierno de Baja California Sur. **“Conociendo Baja California Sur”**. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 2017.

Gobierno de Baja California Sur. **“Información estratégica. Baja California Sur”**. Secretaria de promoción y desarrollo económico(eds). México.2015.

INEGI. **“Anuario estadístico y geográfico de Baja California Sur”**. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (eds). México. 2017.

INEGI. **“Censos Económicos de Baja California Sur”**. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (eds). México. 2014.

INEGI. **“Perspectiva estadística de Baja California Sur”**. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (eds). México. 2014.

INEGI. **“Panorama sociodemográfico de Baja California Sur”**. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (eds). México.2014.

Marschall, Alfred. **“Principios de economía”** Primera edición en español, F.C.E. (eds.). México. 2014.

O.N.U. **“Informe Brundtland sobre el medio ambiente y el desarrollo”**. U.S.A. 1987.

Ortega, Raimundo. **“Cuanto cuesta el cambio climático”** en revista de libros. Editorial Colegio libre de eméritos. España.pp.23-31.2014.

R. Dell'anno. **“Metodi di stima dell'economia sommersa: una rassegna”** Rivista italiana degli economisti, vol. 1, nº 2, pp. 101-140, 2005.

W.-Y. e. Chang. **“Benefit-Cost analysis of spruce budworm control, incorporating market and non market values”** journal of environmental management, vol. 93, nº 1, pp. 104-112, 2012.

Sitios de Internet consultados.

<http://www.inegi.org.mx>

<http://www.conapo.gob.mx>

<http://www.sagarpa.gob.mx>

<http://www.bcs.gob.mx>

---

Los autores agradecen el apoyo prestado en el trabajo de campo y de gabinete de la Lic. María de los Ángeles Ruíz Collins.

**Sánchez Astello Ma. Magdalena<sup>1</sup>, Subías Gasca Ernesto<sup>2</sup> y Villanueva Martínez Zósimo<sup>3</sup>**

## **COSTO DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN UNA SOCIEDAD DE PRODUCCION RURAL: ESTUDIO DE CASO**

<sup>1</sup>Profesor Investigador Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma Chapingo, Carretera México Texcoco km. 38.5, Chapingo, México. C.P. 56230. Tel. (52) 595 9521500 ext. 5698, [mastello83@hotmail.com](mailto:mastello83@hotmail.com); <sup>2</sup>Ingeniero en Irrigación y Responsable Técnico de la Sociedad de Producción Rural Villagrán, [esubias@gmail.com](mailto:esubias@gmail.com); <sup>3</sup>Ingeniero en Irrigación, [zvmirrigacion@gmail.com](mailto:zvmirrigacion@gmail.com);

### **RESUMEN.**

Este trabajo determina los costos fijos y variables del establecimiento y la operación de pozos de bombeo para riego agrícola en una Sociedad de Producción Rural (SPR), ubicada en el municipio de Villagrán, Guanajuato, México, dentro de la región hidrológica Lerma-Santiago Pacífico, que cuenta con el mayor volumen de agua concesionado y un grado de presión alto sobre el recurso hídrico. Para esto se realizó una revisión de los pozos con los que cuenta la SPR obteniéndose los datos de sus características constructivas como: dimensiones de perforación, diámetro de ademe, profundidad de columna y perforación, diámetro de la tubería del cabezal de descarga, capacidad de los equipos electromecánicos y subestación eléctrica. Además de realizar las pruebas para determinar la eficiencia electromecánica de cada equipo de bombeo. También se recabo información referente a los cultivos a regar y métodos de riego utilizados. De igual manera se consultó el método constructivo utilizado en el área para la perforación de un pozo profundo. Para obtener el costo de extracción del agua subterránea se toma que el costo total de extracción = costo fijo + costo variable \* número de m<sup>3</sup> de explotación. Tomando que los costos fijos son iguales al costo de establecimiento del pozo y los costos variables a las suma de los costos de energía eléctrica, de lubricantes, de mantenimiento y de mano de obra. De tal manera que el costo unitario de extracción, se puede obtener por m<sup>3</sup> o por hora. Se encontró que los costos de establecimiento son directamente proporcionales con la profundidad del pozo y el equipamiento del pozo. También se observa como los costos variables y la eficiencia electromecánica del sistema de bombeo tienen una relación inversamente proporcional.

### **SUMMARY**

This work determines the fixed and variable costs of the establishment and operation of pumping wells for agricultural irrigation in a Rural Production Society (SPR), located in the municipality of Villagrán, Guanajuato, Mexico, within the hydrological region Lerma-Santiago Pacífico, which has the largest volume of water concessioned and a high degree of pressure on the water resource. For this purpose, a revision of the wells of the SPR was obtained, getting the data of its constructive characteristics such as: dimensions of drilling, diameter of ademe, depth of column and perforation, diameter of the pipe of the discharge head, capacity of the electromechanical equipment and electrical substation. In addition to performing the tests to determine the electromechanical efficiency of each pumping equipment. Information was also gathered regarding the crops to be irrigated and the irrigation methods used. Likewise, the construction method used in the area for the drilling of a deep well was consulted. To obtain the cost of extracting the groundwater, it is taken that the total cost of extraction = fixed cost + variable cost \* number of m<sup>3</sup> of exploitation. Taking the fixed costs equal to the cost of establishing the well and the variable costs to the sum of the costs of electric power, lubricants, maintenance and labor. In such a way that the unit cost of extraction, can be obtained by m<sup>3</sup> or per hour. It was found that establishment costs are directly proportional to well depth and well equipment. It is also observed how the variable costs and the electromechanical efficiency of the pumping system have an inversely proportional relationship.

## **INTRODUCCIÓN**

El agua subterránea es un factor determinante para un tercio de la agricultura de riego, cuya reserva estimada es de 0.5% del volumen total que hay en la Tierra, mientras que la superficial solo llega al 0.02%. Sin embargo, con el paso del tiempo, se ha visto comprometida su disponibilidad debido a sobreexplotación y contaminación de los acuíferos. Específicamente en cuanto a su permanencia, amplia distribución y menor exposición a la contaminación.

Actualmente en México, el 69% del agua utilizada en los distritos de riego es de origen subterráneo, extrayéndose con una eficiencia del 46%, un crecimiento acelerado de las ciudades y una gran cantidad de pozos clandestinos son factores que contribuyen al desbalance hidrológico de los acuíferos, adicional a esto, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2015) reporta un aumento del 20% de volumen concesionado desde el 2005 a la fecha.

Por tales motivos el aprovechamiento del agua subterránea es cada vez más complicado si se quiere realizar en términos económicos. Pues a medida de que se extrae a niveles más profundos los costos se incrementan, y por otra parte, el hecho de que la explotación se realice con baja eficiencia, contribuye al desperdicio del agua, además del aumento considerable de los costos de operación.

Este trabajo determina los costos fijos y variables del establecimiento y la operación de pozos de bombeo para riego agrícola en una Sociedad de Producción Rural, ubicada en el municipio de Villagrán, Guanajuato, dentro de la región hidrológica Lerma-Santiago Pacífico, que cuenta con el mayor volumen de agua concesionado y un grado de presión alto sobre el recurso hídrico en México. Para ello fue necesario conocer las características constructivas, de equipamiento de los pozos y determinar la eficiencia electromecánica.

Una vez reunida la información previa, se procedió al análisis de costos, encontrando como los costos de establecimiento son directamente proporcionales con la profundidad del pozo y el equipamiento del pozo, según el gasto de explotación. También se observa como los costos variables y la eficiencia electromecánica del sistema de bombeo tienen una relación inversamente proporcional. Los costos unitarios de explotación, ya sea por m<sup>3</sup> o por hora, son parámetros que pueden auxiliar a determinar la rentabilidad de la actividad productiva a la que se dedica el pozo, en este caso la agricultura.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar el costo de extracción del agua subterránea para uso agrícola en la Sociedad de Producción Rural (SPR) "Villagrán Produce" en el Estado de Guanajuato, México.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar la eficiencia electromecánica de los equipos de bombeo y su influencia en el costo variable.

## **METODOLOGÍA**

Se realizó una revisión documental de los pozos con los que cuenta la SPR y se obtuvieron los datos de sus características constructivas como: dimensiones de perforación, diámetro de ademe, profundidad de columna y perforación, diámetro de la tubería del cabezal de descarga, capacidad de los equipos electromecánicos y subestación eléctrica. También se recabó información referente a los cultivos a regar y métodos de riego utilizados. De igual manera se consultó el método constructivo utilizado en el área para la perforación de un pozo profundo, los materiales, rendimientos y precios unitarios de la zona de estudio.

Para obtener el costo de extracción del agua subterránea en la zona de estudio se utilizó la fórmula citada en Sánchez A. (2012) de:

$$\text{Costo Total} = \text{Costo fijo} + (\text{Costo variable} * \text{volumen explotado}) \dots\dots\dots(1)$$

Para la determinación del costo de extracción unitario, se divide el costo total entre el volumen de explotación o el tiempo de operación anual, con la finalidad de obtener un costo por metro cúbico y costo horario de extracción:

$$\text{Costo del agua subterránea} \left( \frac{\$}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Costo Total} (\$)}{\text{Volumen de explotación} (\text{m}^3)} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Costo horario} \left( \frac{\$}{\text{hora}} \right) = \frac{\text{Costo total} (\$)}{\text{Tiempo de operación anual} (\text{horas})} \dots\dots\dots(3)$$

**Determinación de los costos fijos.**

Los costos fijos de extracción del agua subterránea están constituidos por el costo de perforación y de equipamiento del pozo. Para la estimación de costo de perforación, a partir del método constructivo se realizó una cotización con los precios unitarios emitidos por la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) (2010). Y en el equipamiento de los pozos se consultó con proveedores de la zona. De esto se calculó el costo por depreciación de la perforación y el costo por inversión, utilizando las siguientes expresiones matemáticas:

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{Valor de la perforación} - \text{Valor residual de la perforación}}{\text{Vida económica de la perforación}} \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{Inversión} = \frac{(\text{Valor de la perforación} + \text{Valor residual de la perforación})}{2 \times \text{Horas efectivas de operación al año}} \times \text{tasa de interes} \dots\dots\dots(5)$$

**Determinación de los costos variables.**

Los costos variables están en función del tiempo de operación que tenga el pozo, para esto se calcularon los costos por consumo de: energía eléctrica, aceite, costo por mano de obra y por mantenimiento.

- a) Costo por consumo de energía

Para el cálculo de los costos por consumo de energía eléctrica, se procedió a calcular el tiempo de operación anual que tienen cada uno de los pozos, tomando en cuenta el volumen de extracción y el gasto que puede proporcionar el equipo de bombeo, con el siguiente procedimiento y sus respectivas ecuaciones:

a.1. Potencia consumida:

$$\text{Potencia Consumida} = \frac{\sqrt{n * fp * Im * Tm}}{745} \dots\dots\dots(6)$$

*n*: 3 para motores trifásicos

*fp*: Factor de potencia

*Im*: Intensidad promedio medida en amperes

*Tm*: Tensión promedio medida en Volts

745: Factor de conversión a HP

a.2. Potencia aprovechada:

$$\text{Potencia aprovechada} = \frac{w \cdot Q \cdot CDT}{76} \dots\dots\dots(7)$$

Dónde:

w: peso específico del agua, 1000 kg/m<sup>3</sup>

Q: gasto en m<sup>3</sup>/s

CDT: Carga Dinámica Total (m).

a.3. Eficiencia electromecánica:

$$\text{Eficiencia electromecánica (\%)} = \frac{\text{Potencia aprovechada}}{\text{Potencia consumida}} \times 100 \dots\dots\dots(8)$$

a.4. Tiempo de operación:

$$\text{Tiempo} = \frac{\text{Volumen (m}^3\text{)}}{\text{Gasto (}\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\text{)}} \dots\dots\dots(9)$$

El tiempo de operación se multiplica por la tarifa aplicada de energía eléctrica, tarifa 9N (tarifa nocturna) y tarifa 9CU (tarifa diurna).

b) Costo de operación por mano de obra

En este concepto se contempló un operador quien trabaja una hora diaria en la operación del equipo, los costos del pago al operador fue considerándolo como ayudante general y se cuantificaron el número de horas por día x año que trabaja.

c) Costo del mantenimiento del equipo

Para el costo de mantenimiento, se consideró un costo anual por concepto de revisión y rectificación de chumaceras, flecha, fundas e impulsores, así como el reempaque y resellado de la bomba. Adicional se consideran las maniobras para realizar el concepto anterior. Estos costos se efectúan cada cinco años, por lo que para anualizarlo se divide entre 5 años.

d) Costo por consumo de aceite

Este costo se debe al consumo de aceite necesario para mantener lubricada la flecha que conduce la energía mecánica, para después ser transformada por los impulsores de la bomba en energía hidráulica. El consumo de aceite se tomó constante porque todos los pozos estudiados cuentan con equipos de bombeo cuya flecha es alimentada por aceite, se menciona porque existen modelos lubricados por el mismo fluido que accionan. Esta expresión normalmente es utilizada para conocer la factibilidad de los proyectos que implican estos consumos (FIRA, 1985).

$$CA = [(0.0004 * HP) * TO] * PA \dots\dots\dots(10)$$

Dónde:

CA: Es el costo anual del aceite en pesos.

HP: Potencia nominal del motor que forma parte del equipo de bombeo (caballos de fuerza).

TO: Es el tiempo de operación anual (horas).

Pa: Precio del aceite (\$/L).

## RESULTADOS

En la SPR se localizan 7 pozos, con una profundidad que va de 120 a los 250 m, un gasto de 8 a 49 lps que riegan en conjunto 210 ha aproximadamente y cultivos en el ciclo otoño invierno de trigo y cebada, en primavera-verano sorgo y maíz y perenne, la alfalfa, la cual cubre al menos 20% de la superficie. Todos los equipos de bombeo son alimentados con energía eléctrica.

Los valores de eficiencia electromecánica se comparan con los límites establecidos en las NOM-006-ENE-2015<sup>1</sup> para saber en cuales es necesaria una rehabilitación o sustitución. En este caso 3 pozos deben de rehabilitarse y 4 tienen eficiencia aceptable, ver tabla 1.

Tabla 1. Características de los pozos y eficiencia electromecánica.

Nombre del Pozo	Volumen autorizado (m <sup>3</sup> /año)	Ubicación	Uso	Potencia Equipo de Bombeo (hp)	Eficiencia Electromecánica (%)	Límite de eficiencia	Rehab. o sustitución
PRADERAS	258360	Villagrán	Agrícola	150	67.63	64	54
ZEFERINO	166000	Villagrán	Agrícola	300	48.31	64	54
REGINO	100000	Santa Cruz de Juventino Rosas	Agrícola	150	65.20	64	54
JUAN SALINAS	120000	Villagrán	Agrícola	30	57.45	56	46
MANUEL SUBÍAS	180000	Villagrán	Agrícola	75	47.57	60	50
LUPE	148462	Villagrán	Agrícola	150	55.45	64	54
EL CHICA	96000	Colonia 18 de Marzo	Agrícola	150	48.83	64	54

Para el tiempo de operación y Límite de Energía Anual (LEA), solo uno de los pozos rebasó el límite de energía anual, ver tabla 2, lo anterior se le puede atribuir a que el motor instalado rebasa en 100 HP la potencia necesaria para las condiciones de bombeo que presenta el pozo. Además este es el pozo con mayor carga dinámica total. En cuanto al tiempo de operación anual, el mayor es el del pozo denominado Juan Salinas, debido al bajo gasto de extracción.

En cuanto al costo fijo, los montos de establecimiento del pozo van de los 31,000 dólares a más de los 130,000 dólares, según la profundidad, ver tabla 3. También se observa la relación directa entre la profundidad de perforación y su costo, a mayor profundidad mayor costo.

<sup>1</sup> NORMA Oficial Mexicana NOM-006-ENER-2015, Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación. Límites y método de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la federación el 21/05/2015

Tabla 2. Análisis de la potencia consumida anual y el límite de energía anual.

Pozo	VE (m <sup>3</sup> /año)	Gasto (lps)	Tiempo de Operación (h/año)	LEA kwh	Potencia consumida kwh	Potencia consumida anual kw
PRADERAS	258360	49	1465	164,496.60	74	108556
ZEFERINO	166000	34	1356	166,438.00	130	176883
REGINO	100000	30	926	150,438.00	64	59337
JUAN SALINAS	120000	8	4167	72,438.00	14	58202
MANUEL SUBÍAS	180000	12	4167	135,438.00	31	129363
LUPE	148462	31	1330	148,900.00	71	94808
EL CHICA	96000	28	952	120,438.00	108	102487

Tabla 3. Costo de establecimiento de los pozos.

Nombre del pozo	Profundidad de perforación	Costo de la perforación	Costo del equipamiento	Costo total
	m	\$ USD	\$ USD	\$ USD
Regino	300	\$ 95,512.15	\$ 38,678.11	\$ 134,190.26
El Chica	250	\$ 67,278.46	\$ 39,751.23	\$ 107,029.69
Zeferino	200	\$ 49,497.35	\$ 50,048.52	\$ 99,545.88
Lupe	200	\$ 49,887.21	\$ 45,092.50	\$ 94,979.72
M. Subias	150	\$ 36,870.04	\$ 23,561.63	\$ 60,431.66
Praderas	127	\$ 27,786.86	\$ 41,640.88	\$ 69,427.73
J. Salinas	120	\$ 20,059.66	\$ 21,316.94	\$ 41,376.60

Nota: tomando un tipo de cambio \$19.31 el 7 de septiembre 2018

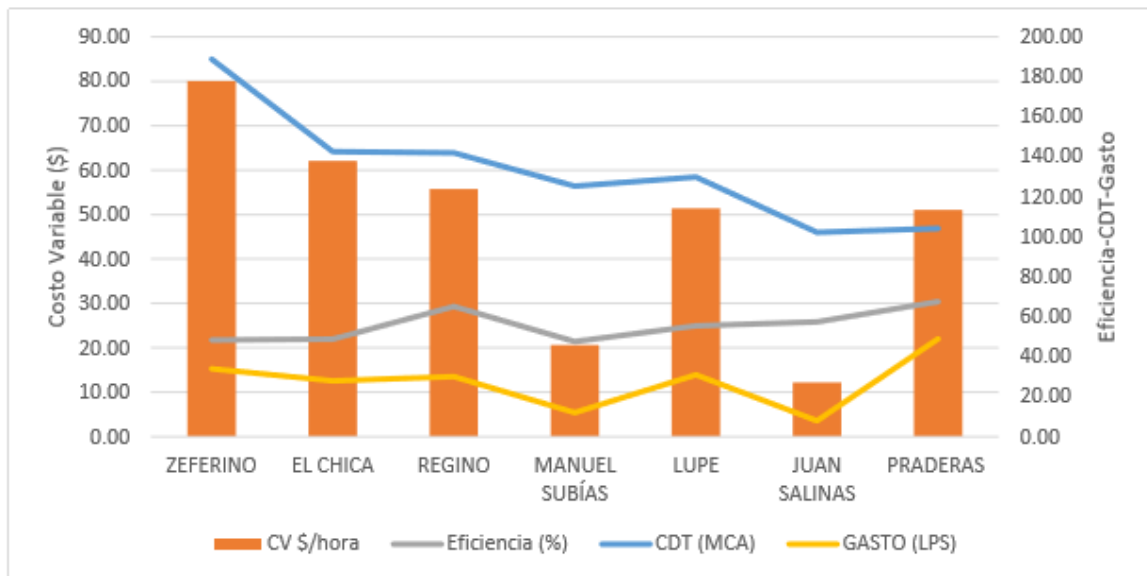
Para el costo variable, se consideró que en todos los pozos tanto la mano de obra en la operación y el costo de mantenimiento son similares, ver tabla 4. Se observa que la eficiencia electromecánica influye en los costos variables, de igual manera la carga dinámica total (CDT), ver grafica 1.

Tabla 4. Determinación de los costos variables.

Nombre del pozo	Horas de operación	Costo de lubricante	Costo de Energía Eléctrica	Costo de mano de obra	Costo de mantenimiento	Total costos variables
	horas	\$ USD	\$ USD	\$ USD	\$ USD	\$ USD
Regino	1465	\$ 248.52	\$ 2,445.46	\$ 661.57	\$ 517.87	\$ 3,873.43
El Chica	1356	\$ 460.25	\$ 3,984.67	\$ 661.57	\$ 517.87	\$ 5,624.37
Zeferino	926	\$ 157.11	\$ 1,336.71	\$ 661.57	\$ 517.87	\$ 2,673.26
Lupe	4167	\$ 141.40	\$ 1,311.13	\$ 661.57	\$ 517.87	\$ 2,631.97
M. Subias	4167	\$ 353.51	\$ 2,914.19	\$ 661.57	\$ 517.87	\$ 4,447.14
Praderas	1330	\$ 225.73	\$ 2,135.76	\$ 661.57	\$ 517.87	\$ 3,540.93
J. Salinas	952	\$ 161.60	\$ 1,722.32	\$ 661.57	\$ 517.87	\$ 3,063.36

Nota: tomando un tipo de cambio 19.31 el 7 de septiembre 2018





Gráfica 1. Análisis del costo variable.

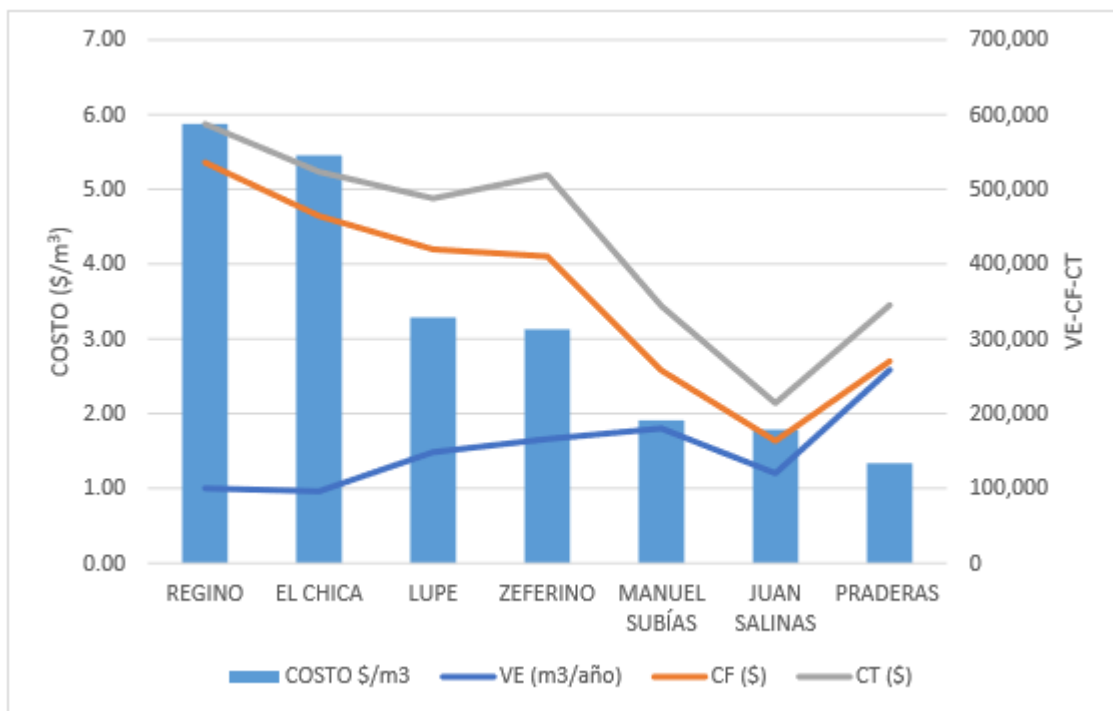
El costo unitario se puede apreciar en la tabla 5, se puede ver que el costo fijo y el volumen de explotación son los que influyen principalmente en el costo de extracción de agua subterránea. Esto se debe a que el costo variable pierde relevancia por su bajo impacto en los costos totales, ya que al contar con tarifa agrícola de bajo costo, amortigua aumentos exponenciales en el costo variable por problemas de baja eficiencia electromecánica. Por otra parte, se aprecia la utilidad de la determinación del costo horario, ya que permite observar la relación que guarda el costo por metro cúbico con las condiciones de operación implícitas en el costo variable, ver grafica 2.

Tabla 5. Costo unitario de extracción.

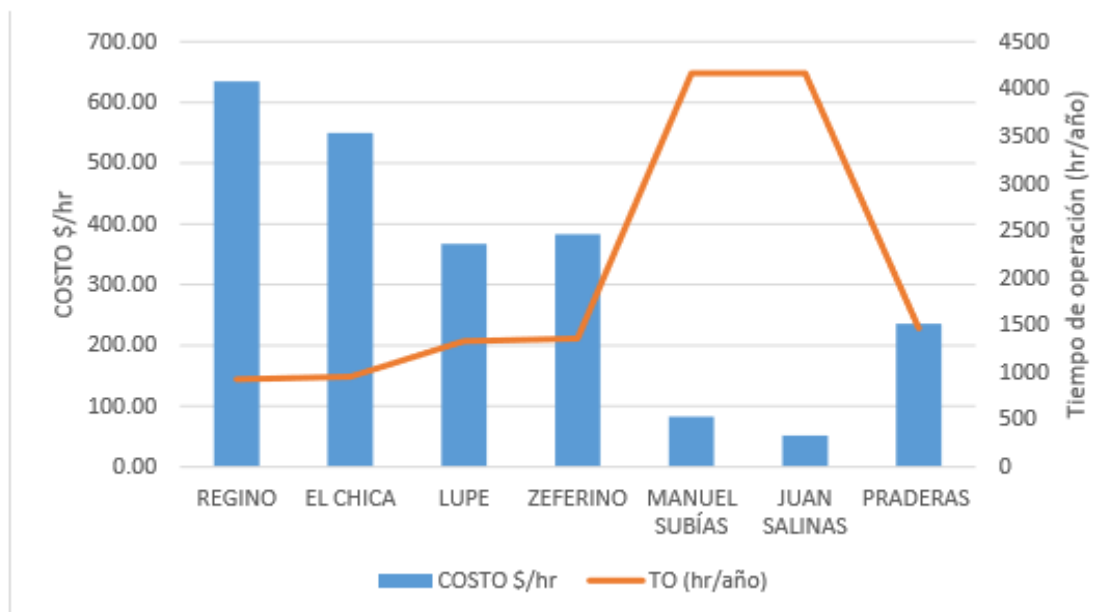
Nombre del pozo	Costos fijos	Costos variables	Costo total	Extracción	Tiempo de operación	Costo por m3	Costo por hora
	\$ USD	\$ USD	\$ USD	m3/año	horas/año	\$ USD/m3	\$ USD/hora
Regino	\$134,190.26	\$3,873.43	\$138,063.69	258,360	1,465	0.53	94.24
El Chica	\$107,029.69	\$5,624.37	\$112,654.06	166,000	1,356	0.68	83.08
Zeferino	\$99,545.88	\$2,673.26	\$102,219.14	100,000	926	1.02	110.39
Lupe	\$94,979.72	\$2,631.97	\$97,611.69	120,000	4,167	0.81	23.42
Subias	\$60,431.66	\$4,447.14	\$64,878.80	180,000	4,167	0.36	15.57
Praderas	\$69,427.73	\$3,540.93	\$72,968.67	148,000	1,330	0.49	54.86
J. Salinas	\$41,376.60	\$3,063.36	\$44,439.96	96,000	952	0.46	46.68

Nota: al tipo de cambio 19.31 el 7 de septiembre 2018

En el tiempo del operación hay una relación positiva entre el costo de extracción de agua subterránea y las buenas condiciones de operación, tal como sucede con el pozo praderas con una eficiencia electromecánica del 67.63% y gasto de 49 lps (el más alto), pero también se puede apreciar como los pozos con gastos muy pequeños tienen mayores tiempos de operación y por ende mayores costos variables, ver grafica 3.



Gráfica 2. Influencia del costo fijo y volumen de explotación en el costo de extracción.



Gráfica 3. Relación del costo horario de extracción y tiempo de operación.

## CONCLUSIONES

Una alta eficiencia electromecánica se traduce en bajo consumo de energía y se refleja en el costo variable. Por lo que es importante un buen diseño y construcción del pozo (gasto óptimo y alta eficiencia de la captación), así como la selección adecuada del equipo de bombeo y mantenimiento, para garantizar una alta eficiencia durante la vida del pozo. La influencia de la

eficiencia electromecánica sobre los costos se observa mejor en el costo variable horario, ya que tiene implícita las condiciones y tiempo de operación del pozo. De esta manera se determina que pese a las condiciones similares de carga-gasto y una diferencia porcentual del 25% en la eficiencia electromecánica de los pozos el Chica y Regino, hubo una diferencia porcentual del 10% en el costo del agua.

Sobre la productividad del acuífero, el pozo denominado Praderas (gasto de 49 lps, eficiencia del 67.6% y un costo de 0.49 \$USD/m<sup>3</sup>), muestra que aún hay buenas zonas acuíferas que pueden ser explotadas de manera eficiente y a bajo costo.

El costo de perforación tiene un costo proporcional a la profundidad de perforación, a diferencia del costo de equipamiento, se debe prestar más atención en la selección de los equipos de bombeo, pues la mayoría presenta sobredimensionamiento.

El costo variable tiene una relación directa con la CDT-gasto-eficiencia, pero dicho valor no es apreciable debido a que la tarifa de cobro por consumo de energía (9N) es considerablemente baja, además de que amortigua los efectos de la baja eficiencia electromecánica.

Por lo tanto el costo fijo y el volumen de extracción son los factores determinantes en el costo del agua subterránea, ya que el costo variable representa 1/3 a 1/8 del costo fijo.

El costo del agua subterránea en el S.P.R. DE R.I. VILLAGRÁN PRODUCE va de 0.46 a 1.02 \$ USD/m<sup>3</sup>, por lo que estos valores deben ser considerados para la evaluación de proyectos, con la finalidad de determinar su rentabilidad, así como en el análisis de patrones de cultivo en busca del más adecuado.

## BIBLIOGRAFIA.

- CMIC. 2010. Catálogo de Precios Unitarios para la Perforación de Pozos Profundos para Agua. Editado por la CMIC. México. D.F.
- CONAGUA. 2015. Estadísticas del Agua en México. Editada por la CONAGUA. México, D.F.
- FIRA. 1985. Instructivos técnicos de apoyo para la formulación de proyectos de financiamiento y asistencia técnica. México D.F.
- SANCHEZ Astello M.M. 2012. Manual de análisis de precios unitarios. Editado por la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.



## *Sesión Técnica 2*

*La Economía de la Naturaleza y el Desarrollo Sustentable de los Recursos Naturales*

*Presidente:* **Dr. Juan Antonio Cruz Rodríguez.** *Director del Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.*

*Copresidente:* **Dr. Felipe Aguilar Castañeda.** *Vicepresidente del Consejo Internacional de Recursos Naturales y Vida Silvestre. México.*

Martha Patricia Sandoval Anguiano. M.A. et al. Disminución de la variabilidad de *Agave tequilana weber*. Universidad de Guanajuato- ENMSI. Irapuato, Guanajuato, México.  
paty\_sa1@yahoo.com.mx

## Disminución de la variabilidad de *Agave tequilana weber*

### RESUMEN

Las especies del género *Agave* presentan una gran variabilidad, que conlleva a la tarea de caracterizarlas morfológicamente, con fines de conservación y de aprovechamiento sustentable. Se evaluaron 25 accesiones de la especie de *Agave tequilana Weber*, de una colección viva como la que se mantiene en la División de Ciencias de la Vida (DICIVA) de la Universidad de Guanajuato. Se utilizó el método de los componentes principales, por medio del cual se formaron tres grupos, de 14 características morfológicas en estudio, que explican el 74.6% de la varianza total. El primer componente incluye a anchura de la espina, la altura de gancho lateral, anchura del cuello, relacionado con la estructura foliar de los diferentes *Agaves* y explica el 37.7% de la varianza.

El número de hijos, número de hojas y peso de la piña contribuyeron a la formación del segundo componente, lo que explica el 24.2% de la varianza. En cambio, la longitud de la espina y la anchura máxima formaron el tercer componente. Se llevó a cabo un análisis jerárquico por medio del cual se generó un dendrograma que traza la cercanía genética entre las diferentes accesiones, al mismo tiempo que muestra la disminución de las variables en estudio de las diferentes accesiones dentro de la misma especie, con la generación de diversos grupos, entre los que sobresalen; un primer grupo formado por 17 accesiones de *Agave tequilana Weber*, un segundo con 6 accesiones de y un tercero formado por 2 accesiones y con más de 11.93 unidades para la accesión número 23 y sola una accesión mide 25 unidades de distancia genética, por lo que se infiere que la variabilidad del *agave* está bajando.

Se realizó el análisis de conglomerado jerárquico por el Método de vinculación inter-grupos de las variables estudiadas y se generó la gráfica de componentes rotados que muestra que el número de espinas es una variable que correlaciona negativamente con la mayor parte de las variables en estudio y que puede ser un factor importante a considerar dentro del mejoramiento genético de especies del género *Agave*.

**PALABRAS CLAVE:** Reducción, accesiones, evaluación, conservación.

### INTRODUCCIÓN

El estudio de la diversidad genética dentro del género *Agave*, presenta dificultades debidas a las muchas variantes derivadas de su posibilidad de hibridación natural inter e intraespecífica, según Gentry (1982). A pesar de ello, algunos genotipos se han mantenido con relativamente poca variación, como sucede con las plantas de la especie

*Agave tequilana* Weber. Se requiere de una caracterización morfológica sistemática de cada una de las accesiones que componen el acervo de una colección viva como la que se mantiene en la División de Ciencias de la Vida (DICIVA) de la Universidad de Guanajuato. Por lo que el objetivo del trabajo fue el estudiar la variabilidad y las relaciones filogenéticas entre las accesiones de la especie de *Agave tequilana* Weber perteneciente al grupo Rigidiae (Gentry, 1982).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Esta investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental de Agaves del Departamento de Agronomía de la División de Ciencias de la Vida de la Universidad de Guanajuato, en la comunidad “El Copal” localizado en el Km 9 de la carretera Irapuato-León, en Irapuato, Estado Guanajuato, México.

### **Accesiones en estudio**

Veinticinco accesiones de *Agave tequilana* Weber, originarias de la plantación de la Ex-Hacienda de Silva del municipio de Romita Guanajuato y conservadas dentro de la colección viva de Agaves de esta División, fueron caracterizadas morfológicamente y evaluadas por el programa Statistical Program Social Science (SPSS). Se evaluaron 14 caracteres para cada accesión: Altura de planta, longitud de la hoja, diámetro de dosel, anchura máxima de la hoja, anchura de la base de la hoja, anchura del cuello de la hoja, grosor de la base de la hoja, número de espinas laterales en 10 centímetros del borde de la hoja, longitud de la espina principal, altura de gancho lateral, anchura de la espina lateral, número de hijos, número de hojas y diámetro de la piña.

### **Organización de datos**

La matriz básica de datos (MBD) (Franco e Hidalgo, 2003), se construyó a partir de la información obtenida del muestreo de plantas de cada accesión localizada dentro de la colección de Agaves. El arreglo se diseñó en forma de cuadrícula con tantas filas como accesiones y una columna para cada variable.

### **Análisis de datos**

Se estudió el arreglo entre las 25 accesiones y las 14 variables para establecer el índice de distancia genética, por medio de la distancia Euclidiana. Los datos de las accesiones fueron analizados con los estadísticos descriptivos de promedio, máximo, mínimo y desviación estándar de cada variable. Se llevó a cabo la agrupación de las variables por el método de los componentes principales y el análisis de los conglomerados jerárquicos para transformar las variables originales en otro conjunto de variables independientes no correlacionadas, derivado del proceso estadístico. Con los resultados del análisis se identificaron las variables que más contribuyen en la varianza de los componentes seleccionados y se determinó el grado de discriminación o importancia. Los datos de las características morfológicas fueron estandarizados con el programa SPSS 15.0 y se utilizaron para construir la matriz de datos. Se llevó a cabo el análisis de conglomerado jerárquico por el Método de vinculación inter-grupos de las variables estudiadas y se generó la gráfica de componentes rotados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables diámetro de dosel, altura de planta y longitud de la hoja tienen la media aritmética y desviación estándar, más altas con un rango de 136.32 a 74.80 para el promedio y de 22.585 a 8.713 para la desviación estándar. En contraparte el número de hijos, el grosor de la base y la anchura de la espina lateral tienen la menor media aritmética con un rango de 3.28 a 2.72.

Cuadro 1. Datos descriptivos de las características morfológicas de tres especies de *Agave*.

	Mínimos	Máximos	Promedio	Desviación estándar
1 Altura de Planta (cm)	62	132	100.12	17.118
2 Longitud de la hoja (cm)	52	92	74.80	8.713
3 Diámetro de dosel (cm)	59	169	136.32	22.585
4 Anchura máxima (cm)	6	9	7.60	.866
5 Anchura de la base (cm)	8	14	11.20	1.323
6 Anchura del cuello (cm)	2	7	5.52	1.046
7 Grosor de la base (cm)	1	4	2.84	.688
8 Número de espinas	6	9	8.08	.862
9 Longitud de la espina (mm)	14	20	15.76	1.422
10 Altura de gancho lateral (mm)	2	7	5.00	1.384
11 Anchura de la espina lateral (mm)	1	4	2.72	.678
12 Número de hijos	1	9	3.28	1.882
13 Número de hojas	20	64	45.36	9.183
14 Peso de la piña (kg)	10	19	15.64	1.977

### Análisis Morfológicos

#### Análisis de componentes principales

El análisis de Componentes principales dio como resultado tres componentes que suman el 76.63% de la varianza total.

Cuadro 2. Valores diferencias y proporciones de varianza para los principales componentes entre diferentes accesiones de *Agave tequilana* Weber.

Componente	Suma de saturaciones		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	7.72	37.55	<b>37.57</b>
2	1.57	24.20	<b>61.75</b>
3	1.1	12.87	<b>74.63</b>

El primer componente incluye a la anchura de la espina lateral, la altura de gancho lateral, anchura del cuello, relacionado con la estructura foliar de los diferentes Agaves y explica el 37.7% de la varianza. El número de hijos, número de hojas y peso de la piña contribuyeron a la formación del segundo componente, lo que explica el 24.2% de la varianza. En cambio, la longitud de la espina y la anchura máxima formaron el tercer componente.

Cuadro 3. Matriz de componentes de la caracterización de 25 accesiones de *Agave tequilana Weber*

Matriz de componentes(a)	Componente		
	1	2	3
Altura de Planta (cm)	.575	.605	.387
Longitud de la hoja (cm)	.679	.391	.378
Diámetro de dosel (cm)	.672	.542	.346
Anchura máxima de la hoja (cm)	.656	.088	.494
Anchura de la base (cm)	.632	.241	.427
Anchura del cuello (cm)	.736	.425	.125
Grosor de la base (cm)	.728	.380	.232
Número de espinas	-.507	.553	-.140
Longitud de la espina (mm)	-.016	-.004	.876
Altura de gancho lateral (mm)	.810	.169	-.108
Anchura de la espina lateral (mm)	.887	.203	-.065
Número de hijos	.201	.784	-.096
Número de hojas	.370	.773	.164
Peso de la piña	.488	.772	.234

En este trabajo, las variables que más contribuyeron a la estructura foliar fueron: Anchura de la espina lateral, altura de gancho lateral, anchura de cuello y grosor de la base para el componente 1 y para el componente dos, las variables más destacadas fueron: número de hijos y número de hojas; en cambio Rodríguez-Garay *et al* (2009), encontraron que en el primer componente las variables que contribuyen fueron: número de espinas laterales, anchura de la base de las espinas laterales y distancia entre espinas laterales. Para el componente 2, mencionan como variables importantes a: la relación entre la longitud y anchura de la hoja, número de hojas por planta y diámetro del dosel, lo cual implica que las variables principales de nuestro estudio, aparecen en el componente 1; mientras que en el estudio de Rodríguez-Garay *et al* (2009), aparecen en el segundo componente. Estos contrastes pueden atribuirse a la divergencia en estados fenológicos de los cultivares al momento de la toma de datos y a diferentes condiciones ambientales presentes en los campos experimentales. Esos resultados difieren de los nuestros, excepto en el número de espinas laterales en 10 centímetros, que concuerda de manera similar a los resultados obtenidos en nuestro primer componente (-0.507). La longitud de la hoja contribuyó de forma importante (0.679) mientras que el valor encontrado por Rodríguez-Garay *et al* (2009), fue de (0.308) para este componente. El número de hojas,



para el segundo componente principal contribuye con 0.758 de la varianza mientras que en el trabajo ya citado, lo hace con 0.389 en el tercer componente.

El dendrograma obtenido por el Método de Conglomeración de Vinculación entre grupos (Figura 1), divide en tres grupos a las plantas en estudio. El primero formado por 17 individuos, con un coeficiente de distancia que varía de 1.13 hasta 5.0; otro más que contiene a 6 accesiones, con una distancia de 10.0; el tercero está formado por dos plantas cuya distancia genética varía de 11.81 hasta 25, es decir, sólo el 8% de este material, tiene más de 10 unidades de distancia genética lo cual muestra que la variación de *Agave tequilana* va disminuyendo (Valenzuela 1997), lo que concuerda con el reporte de Gil-Vega *et al.*, (2006), quienes reportan la variabilidad molecular de la misma especie, donde concluyen que la variación genética para *Agave tequilana* fue virtualmente inexistente entre plantas, dentro de campos, entre campos, y entre productores.

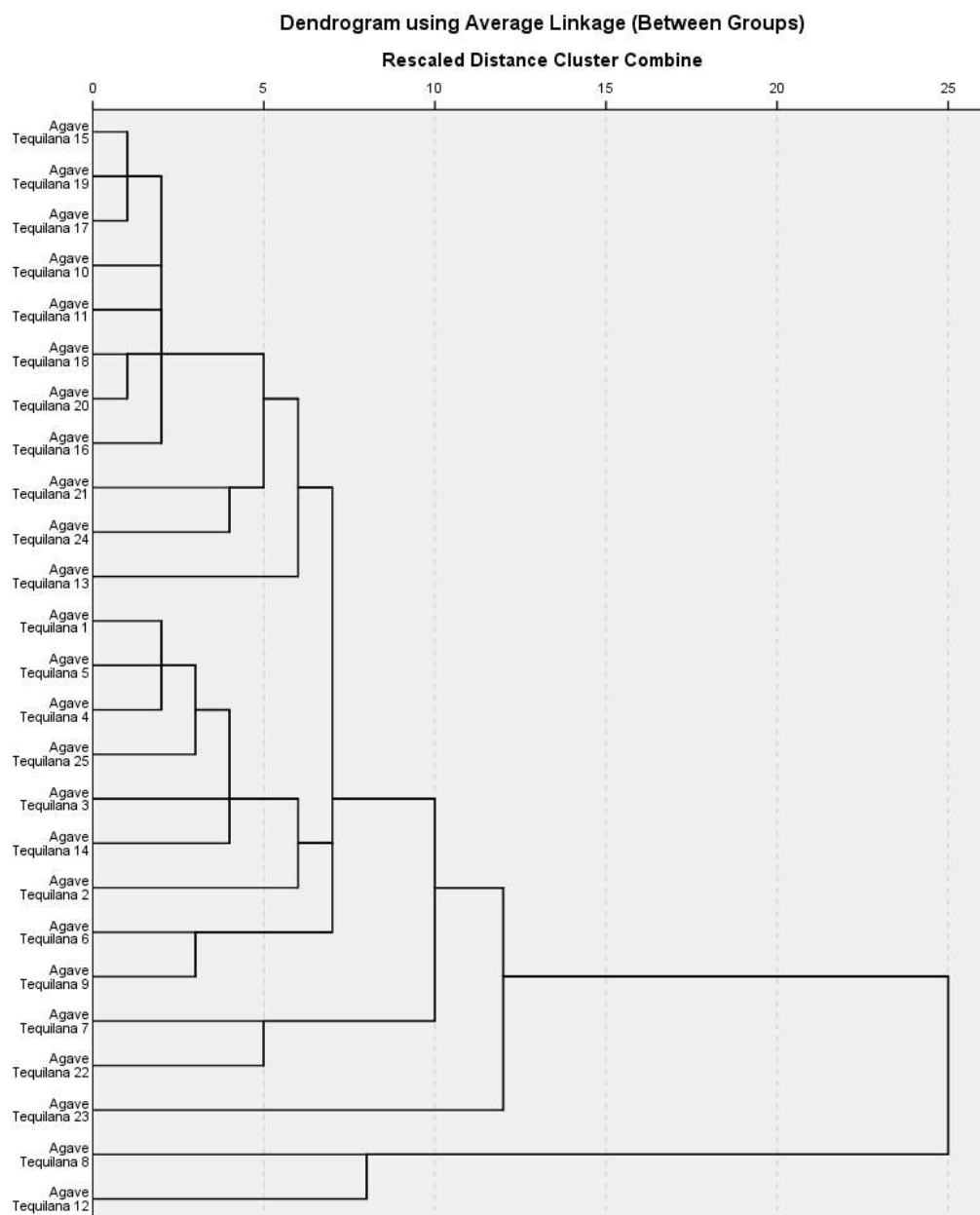
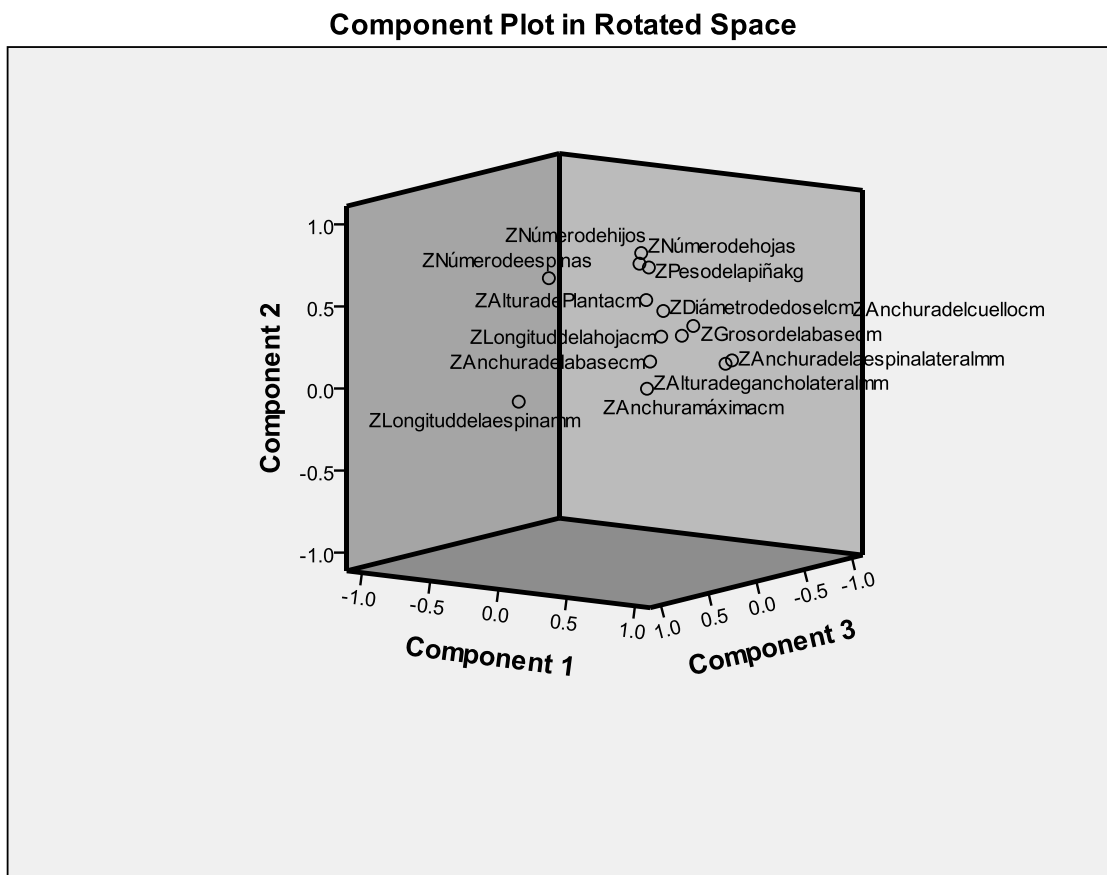


Figura 1. Dendrograma obtenido a partir de 25 accesiones de *Agave* de la especie: *A. tequilana*.

En la Figura 3, son notorias las posiciones de las variables: número de espinas laterales en 10 centímetros de la hoja y longitud de espinas, mostrando a ambas variables separada de las otras 12 restantes, ubicándose en el área negativa de abscisas y ordenadas, lo cual concuerda con lo reportado por Rodríguez-Garay *et al.* (2009), quienes señalan resultados similares.

Figura 3. Gráfica de componentes rotados de 14 variables morfológicas de Agave tequilana Weber.



Esta variable que forma parte de su primer componente que estuvo altamente influenciado por el número de espinas en 10 cm. con un valor de  $-0.507$ , lo que pudiera ser considerado en programas de mejoramiento genético de Agaváceas, seleccionando genotipos con un menor número de espinas laterales por cada 10 centímetros de longitud de la hoja, lo que pudiera mejorar los valores relacionados con la estructura foliar y por ende, con el rendimiento.

## CONCLUSIONES

- 1.- El *Agave tequilana weber* mostró poca variabilidad, ya que el 92.0% de las accesiones estudiadas tienen poca distancia genética (menos de 10).
- 2.- La estructura foliar parece depender de un conjunto de factores interrelacionados que pudieran llevar al fitomejoradores a considerarlos en conjunto y no separadamente.
- 3.- El número de espinas laterales en 10 centímetros de hoja correlacionó negativamente con la mayor parte de las variables, por lo que pudiera convertirse en un factor importante a considerar dentro del Fito mejoramiento de Agaves.
- 4.- Hay que continuar haciendo los estudios correspondientes y evitar la pérdida de la variabilidad del agave, pues es parte de los recursos naturales de México, fuente de trabajo y materia prima de la bebida nacional.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la UG y al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la alimentación y la Agricultura (SNICS, SAGARPA), por el apoyo concedido para el desarrollo de este trabajo.

## LITERATURA CITADA

- Gentry, H.S., 1982. Agaves of Continental North America. University of Arizona Press, Tucson Arizona, USA, 670 pp.
- Gil-Vega, K., González, M., Martínez de la Vega, O., Simpson, J., Valdemar, G., 2001. Analysis of genetic diversity in *Agave tequila* var. azul using RAPD markers. Euphotic 119, 335-341
- Gil-Vega K., Diaz C., Nava\_Cedillo, A., Simpson J., 2006. AFLP analysis of *Agave tequilana* varieties. Plant Sci. 170, 904-909.
- Rodríguez-Garay, B., Lomelí Sencion, J., Tapia-Campos, E., Gutiérrez –Mora, A., García-Galindo, J., Rodríguez –Domínguez, J., Urbina López.D., Vicente –Ramírez, I., 2009. Morphological and molecular diversity of *Agave tequilana* Weber var. azul and *Agave angustifolia* Haw. Var. Lineño. Industrial Crops and Products 29, 220-228.
- Franco, T., e Hidalgo, R., 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín Técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia, 89 pp.
- Valenzuela, A.G. 1997. El agave tequilero: su cultivo e industria. 2nd. Ed. Monsanto.Press, St. Louis., pp 29-32.

Miguel Caballero Deloya  
**BOSQUES PARA EL FUTURO. EL GRAN RETO**  
Colegio de Postgraduados  
Posgrado en Ciencias Forestales  
Montecillo, Edo. De México. México. mcaballero@colpos.mx

México es un país dotado de un notable recurso natural. En el contexto internacional destaca como una nación megadiversa, por su riqueza de ecosistemas, sobresaliendo sus bosques, selvas, humedales, y asociaciones características de las regiones áridas y semiáridas.

A lo largo de la historia de la nación, los ecosistemas forestales han sido un importante factor que ha contribuido significativamente al desarrollo. Sus aportaciones en términos de bienes y servicios han sido invaluable. No obstante, en este proceso, dicho recurso natural ha sido severamente afectado, persistiendo hasta la actualidad las condiciones causales. A continuación, se hace una breve descripción de los principales factores y circunstancias que han incidido en dicha afectación. Al final se destaca la necesidad de formular una planeación estratégica para definir el monto y tipo de bosques que deberán conservarse en atención a las demandas de la población futura. Adicionalmente se aportan sugerencias en materia de política pública forestal necesarias para retomar la ruta del desarrollo forestal sustentable y garantizar la permanencia futura de un recurso indispensable para la supervivencia.

### **1. EL PASADO, HERENCIA DE DETERIORO Y DESTRUCCIÓN.**

Hasta las dos primeras décadas del siglo XX, la ausencia de una legislación y de una política pública forestal, así como la carencia, tanto de un servicio forestal nacional, como de profesionistas en el campo forestal y de los recursos naturales, crearon un gran vacío técnico, político, legal y administrativo en el sector. Tal situación derivó en intensas explotaciones carentes de algún tipo de control y normatividad. La caótica situación originada por la sobreexplotación de los bosques en esta etapa histórica, motivó la creación y promulgación de la primera ley forestal nacional en 1926. Esta tuvo un enfoque fundamentalmente preservacionista. Después de esta legislación pionera, se promulgaron otras siete leyes forestales. El cuadro 1 destaca las fechas de promulgación de cada una de dichas leyes y los presidentes que las decretaron.

Cuadro 1. Leyes forestales decretadas en México, fecha de su promulgación, vigencia y periodo(s) presidencial(es) en que se dieron los respectivos decretos.

Ley Forestal	Fecha de Promulgación	Vigencia	Periodo Presidencial
Primera	1926	17	Plutarco Elías Calles
Segunda	1943	5	Manuel Ávila Camacho
Tercera	1948. Se reformó	12	Miguel Alemán

	en 1951		Valdez
Cuarta	1960. Se reformó en 1971	26	Adolfo López Mateos Luis Echeverría Álvarez
Quinta	1986	6	Miguel De la Madrid H.
Sexta	1992. Se reformó en 1997	11	Carlos Salinas de Gortari.
Séptima	2003	14	Vicente Fox Quezada
Octava	2018		Enrique Peña Nieto

Las leyes forestales señaladas reflejaron el momento histórico de su decreto, y la visión de los gobernantes responsables de su aplicación, y de la sociedad mexicana, respecto al rol y la importancia de los recursos forestales a lo largo del México contemporáneo. Aunque todas reflejan la preocupación y el propósito de conservar, manejar y aprovechar de la mejor manera, los ecosistemas forestales, estos propósitos quedaron lejos de ser alcanzados. Diversos factores y circunstancias incidieron en un progresivo deterioro y afectación del recurso. Entre ellas destacan particularmente las siguientes:

### **Factores sociales y económicos**

A lo largo de la historia, los bosques han constituido el hogar de numerosas etnias, y de un número de colectividades rurales que han encontrado en la cosecha de madera y de otros insumos derivados del bosque, bienes importantes para su supervivencia, destacando el consumo doméstico y la venta informal de tales insumos. A lo anterior, se suma un proceso desordenado de cambio de uso del suelo para dedicarlo a la producción de alimentos. Estas circunstancias y la sobreexplotación de áreas forestales por parte de concesiones forestales, además de la explotación forestal furtiva, han sido importantes causas históricas que han propiciado el deterioro del recurso natural a lo largo de décadas. A lo anterior, se suman conflictos agrarios dentro y entre ejidos o comunidades forestales, como elementos adicionales de perturbación de los ecosistemas.

### **Factores Institucionales, Políticos y Legales.**

La existencia a lo largo de lustros, de ineficientes sistemas de gobernanza, expresadas a través de políticas y legislaciones inadecuadas, con alta carga burocrática, cambiantes, de limitada aplicación y alta discrecionalidad, ha tenido un impacto profundo en la conservación y el buen manejo de los bosques. Un notable ejemplo al respecto, fueron los decretos de vedas forestales aplicados a lo largo del periodo 1940-1970, como última opción de política para la conservación de los ecosistemas. La implementación de dichos decretos resultó ser una drástica opción legal, con resultados altamente negativos para el recurso. Los dueños y poseedores de los bosques, impedidos de aprovecharlos legítimamente, optaron por eliminar los árboles para dedicar los terrenos desmontados a la producción

agrícola y ganadera. De esta manera se vivió uno de los procesos de deforestación más destructivos en la historia de México.

Otro factor institucional que desincentivó el buen manejo y aprovechamiento de los bosques, fue la administración pública, la cual tradicionalmente, ha estado fuertemente centralizada, con profundos virajes en su estructura y funcionamiento, exhibiendo corrupción, deficiencias y excesiva burocracia en la gestión forestal. La pesada carga administrativa impuesta a la gestión y aprobación de permisos de aprovechamiento maderable, promovieron durante décadas, la explotación ilegal del recurso.

### **Factores naturales**

La dinámica que caracteriza a la naturaleza usualmente trae asociados fenómenos que invariablemente impactan a los ecosistemas forestales. Casos importantes son las perturbaciones climáticas, que en momentos históricos han dejado notables efectos destructivos. Un ejemplo al respecto fue el huracán Gilberto, que en el año 1988, entre numerosos impactos, causó un significativo daño a parte importante del bosque tropical del estado de Quintana Roo.

Otros fenómenos naturales, también de importancia significativa, como son los incendios forestales, las plagas y las enfermedades, han tenido también, profundas repercusiones negativas en los bosques y selvas.

En la actualidad, día con día cobra mayor importancia el flagelo del cambio climático, acrecentando significativamente el daño causado por los fenómenos naturales.

Como resultado de las variables destacadas, México ha estado sometido a un intenso proceso de deforestación y fragmentación que han reducido significativamente la superficie forestal y la densidad de los bosques mexicanos.

## **2. EL PRESENTE. CONDICIONANTES QUE CONTINÚAN IMPULSANDO UNA CRECIENTE DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES**

### **El Entorno Económico**

Debido principalmente al crecimiento poblacional y a la diversificación del uso de los productos derivados del bosque, la demanda hacia éstos ha venido aumentando con el paso de los años. En tanto que para el año 2012, el Consumo Aparente de Productos Forestales fue de 17.9 millones de m<sup>3</sup>R, la cifra correspondiente al año 2016 aumentó a 23.4 millones de m<sup>3</sup>R. (SEMARNAT, 2016).

Dada la incapacidad de la cadena productiva forestal nacional de satisfacer la demanda creciente, ha aumentado significativamente la importación de productos forestales, particularmente de Chile, Estados Unidos y Canadá. En el año 2016, el valor del déficit de la balanza comercial de productos forestales fue de US \$ 5,928 millones (SEMARNAT, 2016). Por otro lado, el aumento en la demanda de productos forestales también ha estado incidiendo en un crecimiento de la cadena productiva forestal furtiva. Esta circunstancia ha tenido importantes implicaciones,

tanto por la tala que resulta de la cosecha informal de maderapor parte de comunidades rurales, como de los volúmenes maderables ilegales que extraen grupos organizados. Dichos datos para el 2009, fueron estimados, respectivamente, en 28.35 y 7.00 millones de m<sup>3</sup> (Caballero, 2010).

### **El entorno ambiental**

El crecimiento errático de los centros urbanos, la actividad industrial en expansión, y la transformación de entornos naturales en superficies agrícolas, ganaderas y de producción minera, han conducido a una profunda afectación ambiental, que se refleja en los siguientes efectos destructivos:

*Deforestación.* A lo largo de años, México ha figurado entre los países con mayores tasas de deforestación. La cifra oficial para el periodo 2000-2010 fue de 155,000 ha por año, la que corresponde a una pérdida anual de superficie forestal del orden de 0.2 % (Secretaría de Gobernación, 2014). La FAO (2006) destaca a Brasil, México, Venezuela y Bolivia, como los países de América Latina, que presentan los mayores índices de deforestación, registrando pérdidas anuales de más de 200,000 ha.

*Pérdida de Biodiversidad.* Numerosas especies vegetales y animales han visto disminuidas significativamente sus poblaciones, ingresando a la categoría de “amenazadas” o “en peligro de extinción”. Se ha destacado que “la pérdida y deterioro de los hábitats es la principal causa de pérdida de biodiversidad” (CONABIO, s/f).

*Contaminación.* Al respecto, destaca la afectación creciente a la naturaleza por efecto de agentes externos nocivos creados por la actividad humana.

*Sobreexplotación de los recursos naturales renovables.* Este fenómeno está conduciendo en un número de casos, a un agotamiento irreversible de muchos de estos activos naturales (suelo, agua, vegetación, fauna silvestre, etc.).

A todo el contexto señalado, se ha sumado en años recientes el reto del *Cambio Climático*, como un escenario de destrucción ambiental jamás concebido.

### **El entorno social**

Se ha señalado que alrededor del 80 % de la superficie de bosques y selvas del país se encuentran bajo régimen de propiedad social, (Torres, 2004). Tal situación ha creado situaciones que afectan al recurso natural por problemas de: (a) litigios agrarios por indefinición de límites o por colindancia de terrenos, por parte de organizaciones ejidales o comunales; (b) extracciones maderables furtivas por parte de integrantes de la misma comunidad; (c) concesiones por parte de comunidades a particulares, que han conducido a la sobreexplotación del recurso, etc.

## **2. EL DESAFÍO DEL FUTURO. ¿BOSQUES PARA QUE?**

La incertidumbre alrededor de la permanencia de los ecosistemas forestales en el futuro, conduce al planteamiento de algunas inquietudes básicas.



Pregunta fundamental: ¿Qué superficie y tipo de bosques se necesitan para satisfacer las demandas de las generaciones futuras?

Al respecto surgen las siguientes interrogantes básicas que requieren definición urgente:

De la superficie arbolada actual con que aún se cuenta, ¿Cuánta se debe conservar a toda costa, con miras al futuro?

¿Qué superficie de bosque debe canalizarse a: (I) fines productivos comerciales (madera, resina, dendroenergía); (II) producción de servicios ecosistémicos; (III) fines recreativos?

¿Qué superficie de bosques artificiales (plantaciones forestales) y de qué tipos (energéticas, ambientales y productivas), debemos crear como complemento al bosque natural, para atender las demandas futuras?

Se precisa elaborar y poner en práctica una planeación estratégica de largo plazo, que garantice la disponibilidad de bosques, naturales y artificiales, para atender las demandas expuestas.

Para el corto y mediano plazo se considera urgente llevar a cabo las siguientes:

## **POLÍTICAS, ESTRATEGIAS Y ACCIONES**

**Poner en marcha un programa de manejo forestal sustentable, aplicable a todos los bosques productivos del país que se encuentran ociosos en la actualidad.**

**Implementar una zonificación forestal basada en el ordenamiento territorial de todo el país, a nivel estatal y municipal, por aplicarse con toda la fuerza del estado. Esta zonificación debe establecer claramente las áreas forestales por dedicarse en el futuro para fines: (a) productivos, (b) de conservación y protección y (c) escénico-recreativos.**

**Establecer un mecanismo efectivo, bajo la coordinación de la PROFEPA pero con el apoyo efectivo de todos los gobiernos estatales, para el absoluto y verdadero control y combate de la cadena productiva forestal ilegal.**

**Promover la implementación de proyectos productivos que generen empleos y desarrollo rural, para la población que habita y vive de los bosques del país.**

**Establecimiento de plantaciones forestales como opción energética, ambiental y productiva.**

**Poner en marcha un programa permanente, educativo y cultural en materia ambiental, aplicable a toda la sociedad mexicana, con especial orientación a la población infantil.**

**Desarrollar un sistema de política, gobernanza y legislación apropiados y efectivos para el sector forestal, que se implementen cabal, honesta y transparentemente.**

#### BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Caballero D., M. 2010. La Verdadera Cosecha Maderable en México. Rev. Mex. Cien. For. Vol 1 (1): 5-16.

CONABIO. s/f. ¿Por qué se pierde la biodiversidad? <https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/porque.html> Visitado el 2 de septiembre, 2019.

FAO. 2006. Estudios de Tendencias y Perspectivas del Sector Forestal en América Latina al Año 2020. Roma, Italia. <http://www.fao.org/3/a0470s/a0470s00.htm> Visitado el 30 de agosto, 2019.

Secretaría de Gobernación. 2014. Programa Nacional Forestal. 2014-2018. [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5342498&fecha=28/04/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342498&fecha=28/04/2014) Visitado el 30 de agosto, 2019.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). s/f. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2016. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. 225 p.

Torres, R., J.M. 2004. Estudio de Tendencias y Perspectivas del Sector Forestal en América Latina al Año 2020. Informe Nacional México. FAO. Roma, Italia. 86 p.

Bosques para el futuro. Ponencia. COIRENAT.2019

Ricardo Isaac Márquez D. en C.<sup>1</sup>, Andrea Guadalupe Estrella Sánchez Biól<sup>2</sup>., María Esther Ayala Arcipreste D. en G.<sup>3</sup>, Marco Antonio Arteaga Aguilar Biól<sup>4</sup>., Angélica Patricia Isaac Márquez M. en C.<sup>5</sup>

Palma de aceite y sustentabilidad. Estudio de caso de plantaciones campesinas y norma RSPO

<sup>1</sup>Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, Cam. México; ricisaac@uacam.mx

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Químico Biológicas. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, Cam. México; al039623@uacam.mx

<sup>3</sup>Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, Cam. México; maeayala@uacam.mx

<sup>4</sup>Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, Cam. México; maarteag@uacam.mx

<sup>5</sup> Centro de Investigaciones Biomédicas. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, Cam. México; anpisaac@uacam.mx

## Resumen

La expansión de la palma de aceite es motivo de controversia en el mundo por los impactos ambientales y sociales que ha generado en Asia y en algunos países de América. Para promover el cultivo y la producción sustentable de aceite de palma en el mundo, la Mesa Redonda de Aceite Sustentable de Palma de Aceite (RSPO, por sus siglas en inglés) diseñó una norma de certificación cuyo cumplimiento será una exigencia de las principales empresas importadoras de aceite de palma del mundo a partir del año 2020. La mayor parte de los palmicultores de México son pequeños productores campesinos, para quienes el cumplimiento de la norma RSPO representa un reto muy grande. En el presente trabajo se describe el caso de los palmicultores del estado de Campeche, donde el cultivo de la palma de aceite se ha convertido en un cultivo estratégico para impulsar el desarrollo agroindustrial y promover el desarrollo rural. Se presenta un diagnóstico de las condiciones de las unidades productivas campesinas frente al cumplimiento de los requisitos de la norma RSPO, con la finalidad de aportar información de base para evaluar la viabilidad de los pequeños productores para un cultivo sustentable de la palma de aceite.

Palabras clave: Aceite de palma, plantaciones, campesinos, certificación

## Introducción

La palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) es originaria del Golfo de Guinea en África Occidental y actualmente es un cultivo oleaginoso de alto valor productivo y económico (Henderson y Osborne, 2000). El aceite de palma es la fuente de aceite vegetal más importante del mundo en términos de producción y volúmenes de comercio de productos oleicos (USDA, 2016). Por estas razones, su cultivo se ha expandido a todas las regiones tropicales del mundo y se calcula que será necesario incorporar 12 millones de hectáreas de nuevas plantaciones de palma de aceite para satisfacer la demanda mundial de aceite vegetal, que se espera se duplique antes de la primera mitad del presente siglo (Corley, 2009).

El rápido incremento de la superficie cultivada de palma de aceite ha sido motivo de preocupación mundial por los impactos ambientales y sociales que ha generado su expansión en Asia y en algunos países de América. La palma de aceite ha sido factor de deforestación y de pérdida de biodiversidad, y ha sido señalada como causa del despojo de tierras a grupos campesinos e indígenas, así como de propiciar pobreza, marginación e iniquidad en las poblaciones rurales. A pesar de ello, la palma de aceite sigue expandiéndose, incluso entre los campesinos y grupos indígenas, como una opción productiva para generar ingresos económicos y oportunidades de empleo bien remunerados, para superar así, las condiciones de pobreza y de marginación características de las zonas tropicales.

La controversia mundial por los impactos ambientales generados por la expansión de la palma de aceite llevó a los países productores a crear en 2004, la Mesa Redonda de Aceite Sustentable de Palma de Aceite (RSPO, por sus siglas en inglés). La RSPO es una asociación sin ánimo de lucro, que reúne a diversos actores de la cadena de valor de aceite de palma y grupos interesados en desarrollar e implementar estándares globales para la producción de aceite de palma con criterios de sustentabilidad económica, social y ambiental.

Con el fin de promover el cultivo y la producción sostenible de aceite de palma en el mundo, la RSPO creó una norma de certificación para la producción de aceite de palma sostenible, que describe los requerimientos para asegurar que el aceite de palma se produzca de forma sostenible. Está compuesto por un conjunto de Principios y Criterios (y sus respectivos indicadores y guías de implementación) aplicables a los cultivadores de palma de aceite y plantas extractoras, que los orientan en la adopción de prácticas de sostenibilidad ambiental, social y productiva. Se conoce más comúnmente como los Principios y Criterios (P&C) de la RSPO (Figura 1) o norma RSPO (RSPO, 2013).

Las principales empresas importadoras de aceite de palma y los gobiernos de los países europeos han firmado un acuerdo donde se comprometen a comprar exclusivamente aceite de palma de plantaciones certificadas, estableciendo como límite el año 2020 para que los productores logren la certificación RSPO (EPOA, 2018). La aplicación de los principios y criterios de la RSPO se ha convertido, por lo tanto, en uno de los principales retos para los productores de palma de aceite del mundo, ya que de la certificación de las plantaciones depende en gran medida la viabilidad económica de sus plantaciones, ante el acuerdo europeo para comprar únicamente aceite de palma certificado.

En México existe una superficie sembrada poco más de 90 mil hectáreas de palma de aceite (SIAP, 2018). La mayor parte de los productores de palma de aceite del país, son campesinos con plantaciones menores a las cinco hectáreas. Para estos productores, la certificación en la norma RSPO representa un reto muy grande, dadas sus limitadas capacidades técnicas, económicas y de organización. En el estado mexicano de Campeche, la expansión de la palma de aceite ha ganado paulatinamente aceptación entre los campesinos y se prevé sembrar en los próximos seis años cien mil hectáreas de nuevas plantaciones a través de un ambicioso proyecto gubernamental de reconversión productiva, lo que significaría colocar al estado como el principal productor de aceite de palma en México. El proyecto ha generado la oposición de grupos ambientalistas, académicos y políticos quienes alertan de los riesgos y de la incompatibilidad de la expansión a gran escala del cultivo en un estado que tiene cerca de la mitad de su territorio

declarado como área natural protegida y es ejemplo de conservación biológica en el país (Villalobos-Zapata y Mendoza, 2010).

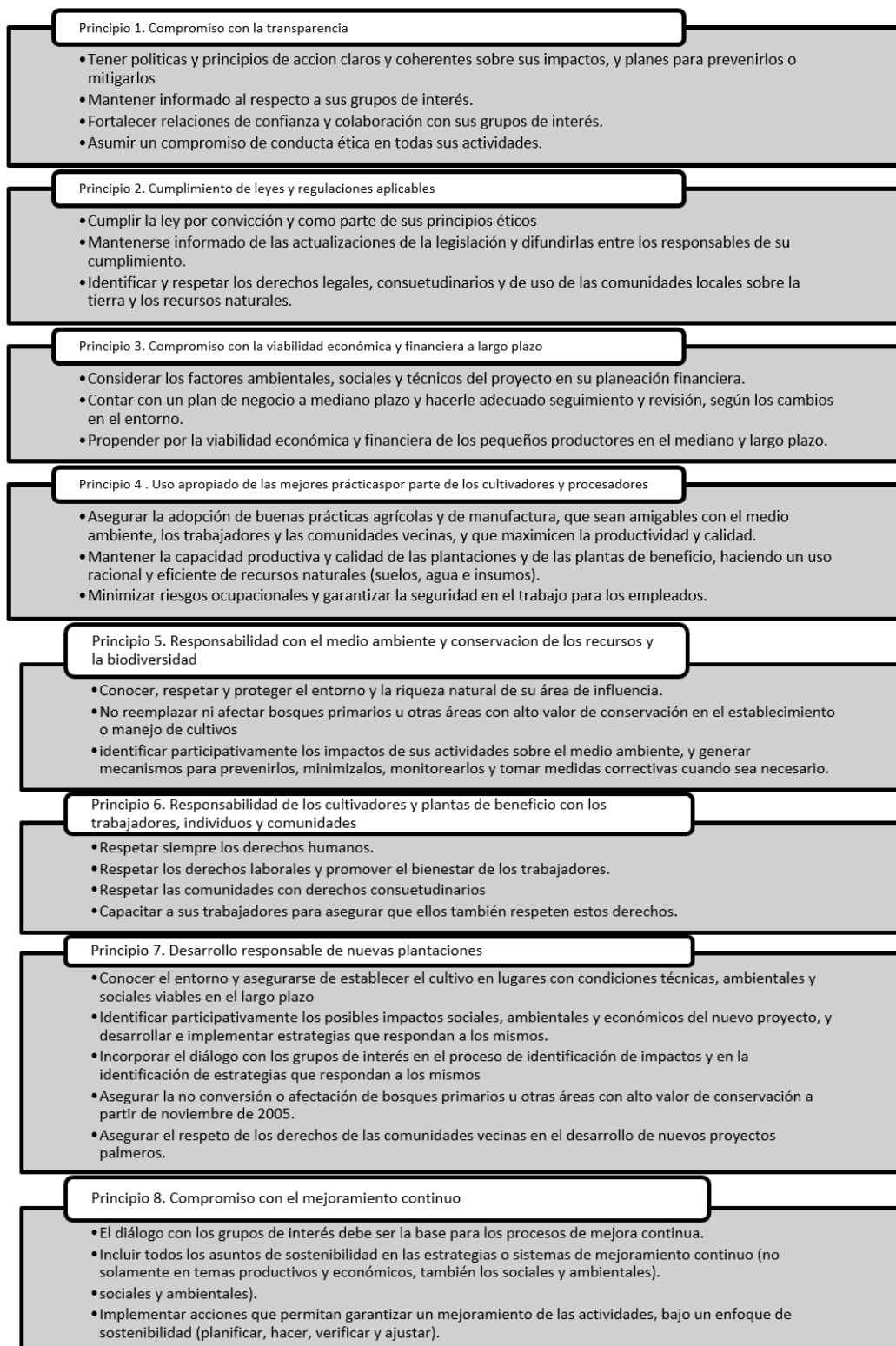


Figura 1. Principios y criterios RSPO

El estado de Campeche representa el 2.8% de la superficie del territorio de México, con una extensión es de 56,859 km<sup>2</sup>. La entidad se encuentra localizada en la parte suroeste de la Península de Yucatán. Campeche limita al norte y noreste con Yucatán, al sur con la República de Guatemala y Tabasco; al este con Quintana Roo y Belice, y al oeste con el Golfo de México. Es uno de los estados menos poblados del país con una población total 822 mil habitantes y una densidad poblacional de 14 habitantes por kilómetro cuadrado (INEGI, 2011). Las políticas gubernamentales han impulsado las plantaciones de palma de aceite en el estado de Campeche, mediante un modelo de plantaciones campesinas a pequeña escala, de tal forma que actualmente se estima que existe una superficie sembrada de aproximadamente 23 mil hectáreas.

Dentro de este contexto, se presenta un diagnóstico de las condiciones de las unidades productivas campesinas del estado de Campeche frente al cumplimiento de los requisitos de la norma RSPO, mediante el estudio de caso de una comunidad campesina que tiene cerca de 20 años cultivando palma de aceite, con la finalidad de aportar información de base para evaluar la viabilidad de los pequeños productores para un cultivo sustentable de la palma de aceite.

### Metodología

El área de estudio se limita al ejido Oxcabal localizada en el municipio de Carmen, Campeche. Cuenta con una población de 692 habitantes y una superficie de 2,653 ha. El ejido fue establecido por decreto presidencial en 1981 y cuenta con 105 ejidatarios con derechos de uso de la tierra. Cerca de la cuarta parte de la población es de origen indígena y el grado de escolaridad promedio es de seis años. Las principales actividades económicas en la comunidad son la ganadería extensiva y el cultivo de palma de aceite. Oxcabal fue una de las primeras comunidades ejidales en incursionar en el cultivo de palma de aceite en el estado de Campeche.

Para describir la situación de los palmicultores del Oxcabal con relación al cumplimiento de la norma RSPO, se diseñó un alista de cotejo con base en los principios y criterios que son aplicables a los pequeños productores. La lista de cotejo se aplicó a diez palmicultores de la comunidad. El nivel de cumplimiento de los principios se determinó asignando una calificación sobre una escala de 1 a 10 al desempeño de los productores sobre cada uno de los criterios que integran cada principio. Durante su aplicación se cuestionó a los productores sobre las razones y limitaciones para el cumplimiento de la norma RSPO.

### Resultados

Los palmicultores encuestados son principalmente hombres (9), la mayor parte sabe leer y escribir (9) y han cursado una media de cinco años de estudios. La edad promedio de los entrevistados es de 55 años (Tabla 1).

La mitad de los palmicultores (5) saben o han oído hablar de la certificación RSPO, pero la mayor parte de ellos (3) no pudo explicar su significado. Aquellos que mejor entienden del tema indican que la certificación RSPO *“sirve para poder comercializar mejor el producto y para producir palma más amigable”*. Solamente cuatro productores mencionaron que la certificación RSPO contribuye a que los racimos de fruto fresco puedan tener un mejor precio: *“tiene mucha importancia y es necesaria para mejorar la cosecha, pues si no se certifican no compran el fruto, no tiene valor y no se exporta”*.

Tabla 1. Características socioeconómicas de los palmicultores encuestados en la comunidad de Oxcabal.

<b>Características</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>
Edad del palmicultor (años)	55	34-66
Años de escolaridad	5	0-9
Superficie de plantaciones de palma de aceite (ha)	8	1-17

En general el cumplimiento de los palmicultores sobre los principios y criterios de la norma RSPO es muy bajo. A continuación, se presentan los resultados de cada uno de los principios de la norma RSPO.

El nivel de cumplimiento del Principio 1, relacionado con el compromiso de la transparencia en la información es muy bajo (Figura 2), ya que carecen de documentos individuales sobre la gestión ambiental, social y económica del cultivo y asumen que no tienen responsabilidad de proporcionar información a las partes interesadas.

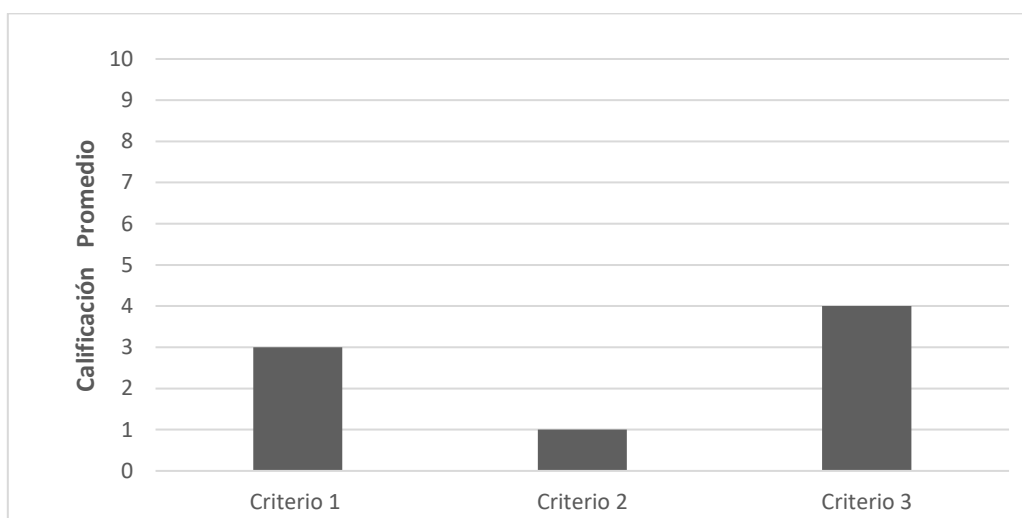


Figura 2. Calificación promedio obtenido por los productores en los criterios que integran el Principio 1 de la norma RSPO.

El principio 2 que habla del cumplimiento de las leyes y reglamentos, en los criterios 1 y 3 se obtuvo un nivel de desempeño bajo por parte de los productores ya que no conocen las leyes y requisitos legales aplicables al cultivo de la palma de aceite en México. En el criterio 2 se observó un alto cumplimiento dado que los palmicultores cuentan con documentos que avalan sus derechos legales sobre la tierra donde cultivan la palma de aceite (Figura 3).

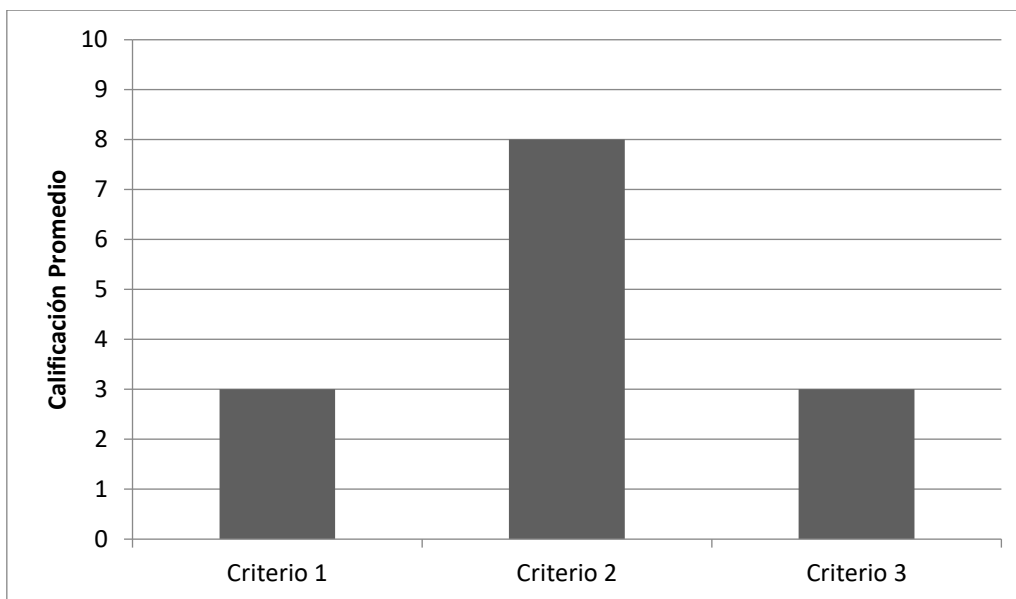


Figura 3. Calificación promedio obtenido por los productores en los criterios que integran el Principio 2 de la norma RSPO.

El principio 3 no es aplicable a pequeños productores de acuerdo con la norma RSPO, por lo cual no se consideró en la lista de cotejo. En el principio 4 que se refiere a las prácticas del cultivo de la palma de aceite, los palmicultores tuvieron un nivel de cumplimiento que se ubica de bajo a suficiente. Los productores tienen un cumplimiento suficiente en cuanto a buenas prácticas de manejo relacionados con el control de la erosión, manejo de plagas y uso seguro de pesticidas. Sin embargo, este conocimiento no lo comparten las personas (jornaleros, familiares) que colaboran en el cultivo, ni llevan registro de las prácticas que realizan en las plantaciones. Asimismo, las personas que trabajan en las plantaciones carecen de seguridad social y no se llevan a cabo medidas para minimizar el riesgo en las prácticas del cultivo. Por estas razones en cerca de la mitad de los criterios del principio 4, tuvieron un nivel de cumplimiento insuficiente (Figura 4).

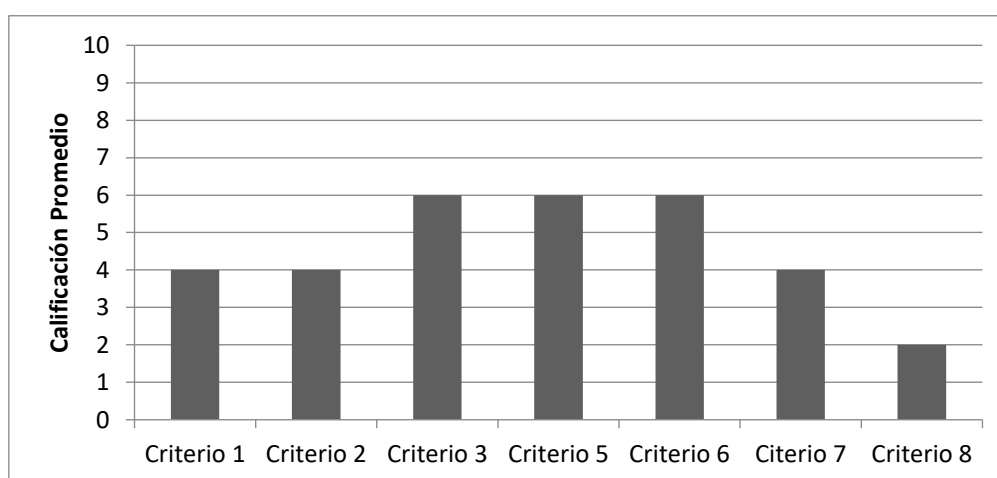


Figura 4. Calificación promedio obtenido por los productores en los criterios que integran el Principio 4 de la norma RSPO.



En el principio 5 que aborda el tema de responsabilidad ambiental y conservación de fuentes naturales y la biodiversidad, los productores obtuvieron un nivel de desempeño muy bajo (Figura 5). Los palmicultores no son capaces de describir los riesgos ambientales asociados al cultivo de la palma de aceite, y por lo tanto tampoco realizan acciones para mitigar los posibles impactos negativos de las plantaciones.

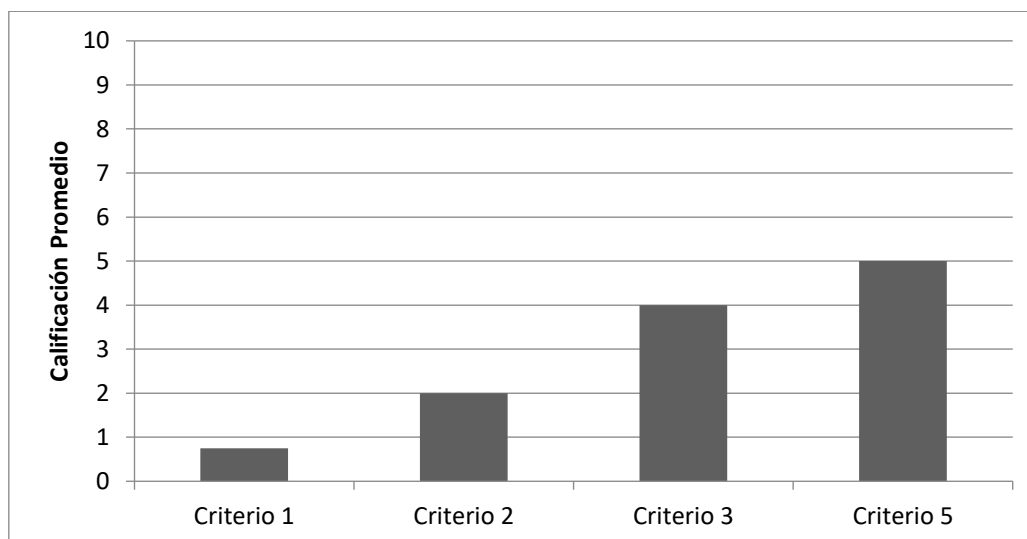


Figura 5. Calificación promedio obtenido por los productores en los criterios que integran el Principio 5 de la norma RSPO.

En el principio 6 que aborda el tema de la consideración responsable de los empleados, de las personas y comunidades afectadas por los palmicultores, el promedio de calificación en la mayoría de los criterios es bajo (Figura 6). Los palmicultores no identifican ningún tipo de afectación a terceras personas por el cultivo de palma de aceite. Tampoco aprecian problemas de discriminación al momento de contratar mano de obra para las plantaciones, tampoco de acoso o violencia laboral. Por lo tanto, carecen de mecanismos de prevención o de verificación. En general apuntan que los niños no participan en las labores de las plantaciones, por lo cual no existe posibilidad de explotación laboral de menores de edad. Por otra parte, todos los productores mostraron conocer y explicar el concepto de los derechos humanos, afirmando que en todo momento se respetan los derechos de las personas que trabajan en las plantaciones.

El nivel de cumplimiento del principio 7, que trata sobre el desarrollo responsable de nuevas plantaciones, tiene un nivel bajo de cumplimiento entre los palmicultores (Figura 7). Los productores indicaron que no se realizan estudios de impacto social y ambiental, y no pueden explicar los riesgos que pueden generarse por las nuevas plantaciones. El único criterio que los productores utilizan para establecer nuevas plantaciones es la fertilidad del suelo. Muestran conocimiento sobre los tipos de suelos de sus tierras e identifican aquellos que no son aptos para sembrar palma de aceite.

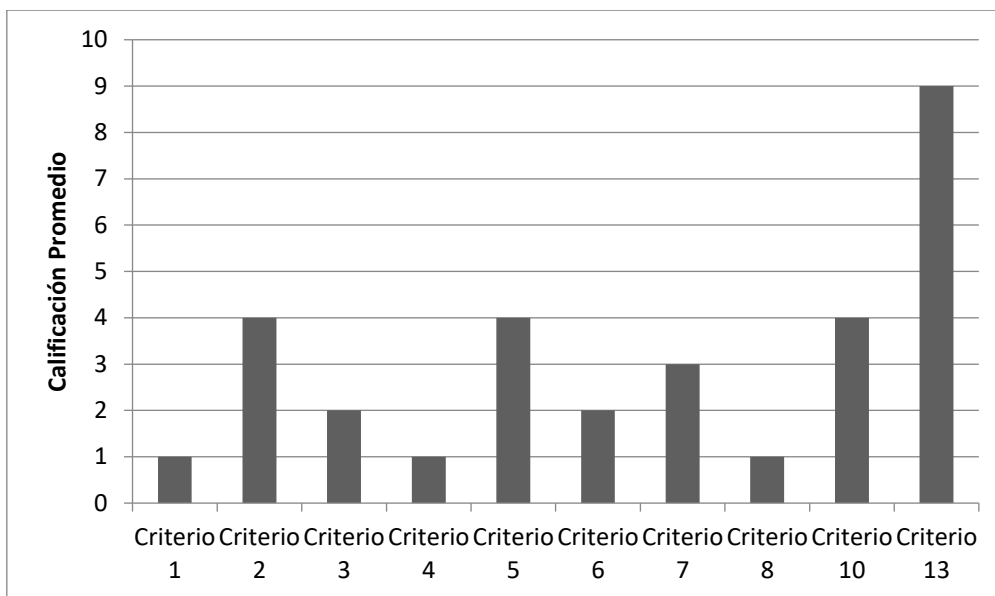


Figura 6. Calificación promedio obtenido por los productores en los criterios que integran el Principio 6 de la norma RSPO.

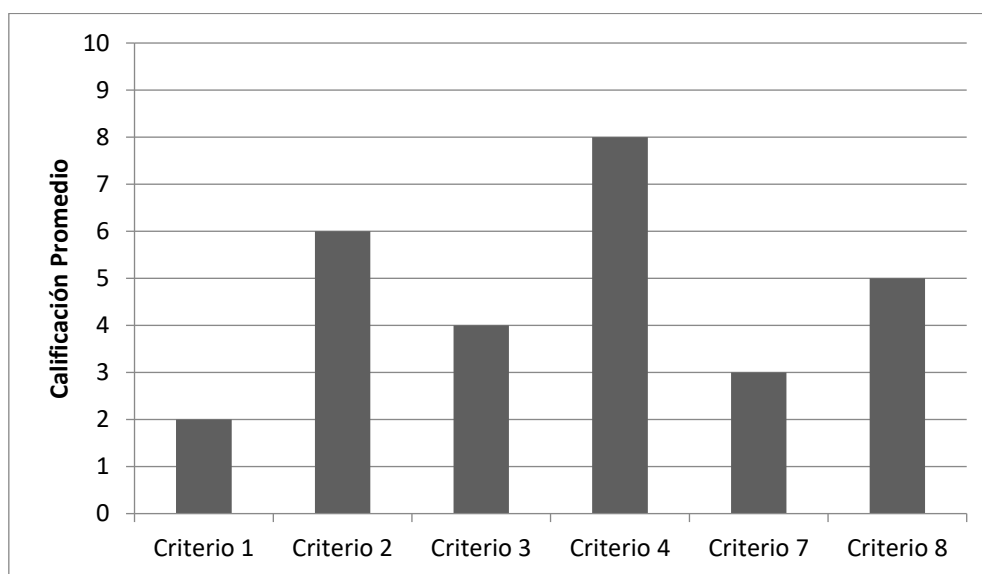


Figura 7. Calificación promedio obtenido por los productores en los criterios que integran el Principio 7 de la norma RSPO.

Finalmente, el principio 8 que trata sobre los planes de mejora continua de las plantaciones y que únicamente tiene un criterio, los palmicultores no cuentan con un plan específico de sus plantaciones, sin embargo, refieren que el comité sistema-producto de la palma de aceite ha delineado una estrategia de desarrollo de la palmicultura en el estado de Campeche. No obstante, la mitad de los productores desconocen dicha estrategia.

## Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, los palmicultores han llevado a cabo el cultivo de la palma de aceite sin un proceso de planificación que les permita acercarse al modelo de una plantación sustentable de acuerdo con los principios y criterios de la RSPO (Figura 8)

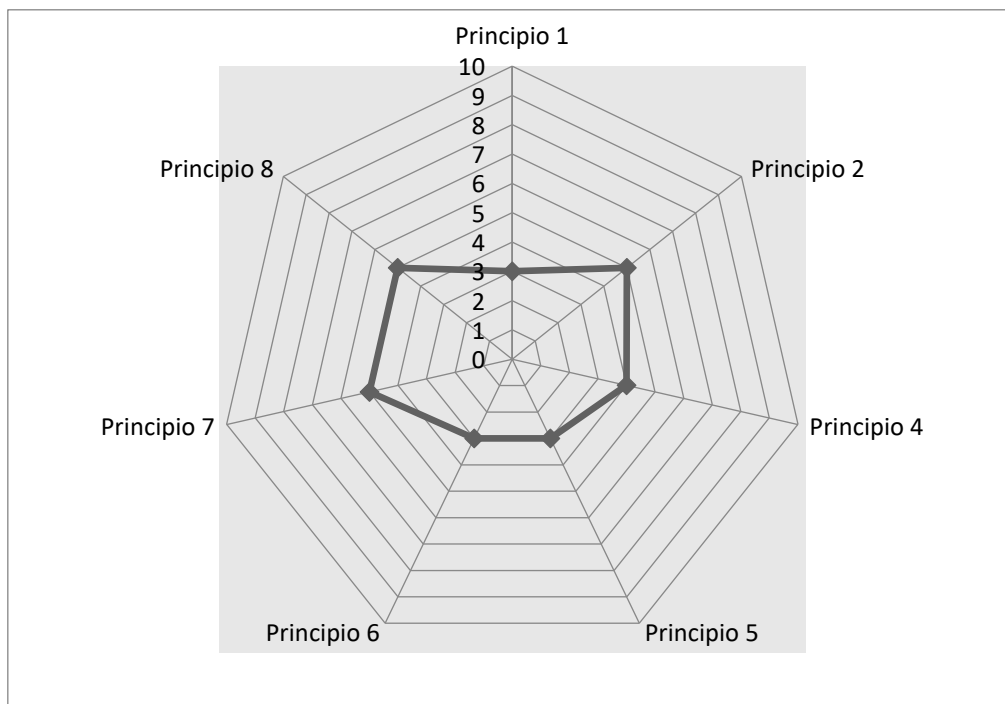


Figura 8. Promedio general obtenido por los palmicultores de Oxcabal en los principios y criterios de la norma de RSPO.

Los palmicultores demostraron tener un pobre conocimiento sobre conceptos claves de la norma tales como sustentabilidad, responsabilidad ambiental, transparencia entre otros. Por tal motivo, no representan aspectos que sean de atención para la mayor parte de los productores. Por otra parte, los palmicultores no tienen el hábito de llevar a cabo registros de las actividades que realizan en sus plantaciones. De tal suerte que, aunque llevan a cabo algunas buenas prácticas de manejo, carecen de soporte documental que avale su realización.

Es evidente que los productores carecen de los conocimientos y habilidades necesarias para implementar los principios y criterios de la norma RSPO. En este sentido hay una ventana de oportunidad muy importante en materia de organización, capacitación y asesoría técnica para hacer más sustentables las plantaciones campesinas. De otra manera es prácticamente imposible que puedan hacer frente a las exigencias de una certificación como la norma RSPO.

## Bibliografía

Corley R. H. V. (2009). How much palm oil do we need? *Environmental Science & Policy* 12: 134-139

European Palm Oil Alliance (EPOA) (2018). <https://www.palmoilandfood.eu/es/iniciativas-europeas-por-un-aceite-de-palma-sostenible> Consultado 11/06/2018.

Henderson, J., Osborne D. J. (2000) The oil palm in all our lives: how this came about. *Endeavour* 24(2):63-68

INEGI (2011). *Perspectiva estadística de Campeche*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO). 2013. *Principios y Criterios para la producción de aceite de Palma Sostenible*. Disponible en <https://www.rspo.org/file/021013P&C2013SPANISHFINAL.pdf> , 17 de abril 2018

SIAP. (2018). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Disponible en [www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado](http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado), 10 de junio de 2018

USDA (2016). *Major Vegetable Oils: World Supply and Distribution*. Disponible en [http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Table+03%3a+Major+Vegetable+Oils%3a+World+Supply+and+Distribution+\(Commodity+View\)&hidReportRetrievalID=533&hidReportRetrievalTemplateID=5](http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Table+03%3a+Major+Vegetable+Oils%3a+World+Supply+and+Distribution+(Commodity+View)&hidReportRetrievalID=533&hidReportRetrievalTemplateID=5), 9 de mayo de 2016

Villalobos-Zapata, Guillermo. J., Mendoza, Jorge. (2010). *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur

## BALANCE HÍDRICO EN EL SUELO EDÁFICO Y ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO CON DRENES ENTUBADOS

**Pablo Miguel Coras Merino, Dr.**

**Aurelio Reyes Ramírez, Dr.**

**Ma. Magdalena Sánchez Astello, M I.**

**Ramón Eduardo Arteaga Tovar, Dr.**

**Profesores Investigadores del Departamento de Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco, c.p. 56230 Chapingo, Edo. de México, tel. 5959521651 Correo e.: [mpcoras@gmail.com](mailto:mpcoras@gmail.com), [aeio.ee.aie.2@gmail.com](mailto:aeio.ee.aie.2@gmail.com), [mastello83@hotmail.com](mailto:mastello83@hotmail.com)**

### RESÚMEN

En las últimas décadas la frecuencia de impactos y desastres naturales en México ha aumentado, debido a la ubicación geográfica, vulnerable a los fenómenos hidrometeorológicos. En el estado de Tabasco el frente frío cuatro y la tormenta tropical Noe, ocasionaron daños y pérdidas por 3,100 millones de dólares. Las lluvias atípicas causan inundaciones y presencia de niveles freáticos someros en terrenos agrícolas y pecuarios, con altos costos sociales y económicos en los 17 municipios de Tabasco en especial en Jonuta, caso de estudio. Como solución se planteó realizar balances hídricos de la humedad del suelo y determinar meses de deficiencias y excesos de agua, las lluvias se analizaron con funciones de distribución de valores extremos para encontrar las lluvias críticas y diseñar sistemas de drenaje subterráneo aplicando modelos de régimen transitorio. Se encontró déficit de agua en los suelos de enero a mayo, variando los máximos de 136.6 mm a 120 mm y los mínimos de 56 mm a 26.2 mm. Los excesos de agua se presentaron de agosto a diciembre, el máximo 188.9 mm y el mínimo 14 mm. Las lluvias de diseño para periodos de retorno de 10 años y tiempos de drenaje 24 h y 8h fueron 185 mm (maíz y sorgo) y 92 mm (chile verde). Los drenes de cuatro pulgadas de diámetro instalados a profundidades de 1.5 m, espaciamientos estimados para los cinco lugares variaron de 22 m en maíz y sorgo y 30.5 m en chile verde que aseguran el abatimiento en tres días los niveles freáticos a profundidad por debajo del sistema radicular de los cultivos establecidos, asegurando el intercambio gaseoso entre el suelo y la atmósfera, conservando y mejorando las propiedades físicas-químicas y biológicas de los estratos edáficos, favoreciendo el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Palabra clave: escurrimiento superficial, drenaje agrícola.

### INTRODUCCIÓN

La ubicación geográfica de México convierte al país vulnerable a los fenómenos hidrometeorológicos. En los últimos 20 años los desastres han tenido costos mayores a los \$2,000 millones de dólares en promedio anual. En Tabasco aproximadamente más de 174,000 familias de productores dependen de las actividades agrícolas, la tormenta Tropical Noé y el frente frío cuatro, ocasionaron pérdidas por 3,100 millones de dólares al sector agropecuario, siendo de los 17 municipios los más afectados por inundaciones, Centro, Macuspana, Cárdenas, Centla, Huimanguillo, Jonuta (CENAPRED, 2013).

El municipio de Jonuta, motivo de estudio, cuenta con 157, 564 ha., de los cuales 3,151.28 ha. son agrícolas, 129,202.48 ha. Pecuarias y 6, 302.56 ha. forestal, clima cálido húmedo con lluvias todo el año. Las intensas lluvias causan inundaciones afectando la producción agrícola y pecuaria (INAFED, 2015).

Por lo anterior, considerando las pérdidas económicas en los últimos años por presencia de láminas de agua sobre la superficie y niveles freáticos someros en terrenos sembrados de maíz, sorgo, chile y pasto, para asegurar la aireación del suelo, absorción de agua y nutrientes por el sistema radicular, como solución se planteó realizar balance hídrico de la humedad del suelo para definir los periodos de deficiencias y excesos de aguas en los cultivos para recomendar riegos y sistemas de drenaje agrícola.

Los campos donde la técnica del balance de agua ha sido utilizada son muy extensos, según Norero (1977) y Jackson (1977), son los siguientes: Planeación de los recursos hidráulicos, clasificaciones climáticas y agroclimáticas, manejo de suelos, pronóstico de inundaciones y sequías, zonificación de cultivos en áreas de temporal, determinación de la factibilidad de un área para un cultivo en particular, Identificación de épocas de deficiencia en los cultivos, para la determinación y el seguimiento del requerimiento de riego (cantidad e intervalo), así como los excesos del agua para su control y evaluación, estimación del consumo de agua por los cultivos y elaboración de calendarios agrícolas.

Los modelos generales del balance hídrico presentado por diferentes autores, entre ellos Thornthwaite (1957), Grassi (1966), Norero (1977), Jackson (1977), Palacios (1993) , son bastantes semejantes; las posibles diferencias que existen en las suposiciones propuestas por cada uno de ellos que en algunos casos simplifican su cálculo.

El estudio de los aportes, el movimiento y las salidas de agua, de una determinada zona o volumen de suelo (país, región, cuenca, parcela) constituyen la esencia de la ley de conservación o de balance hídrico.

La ecuación:

$$(P_i - R_i + Mf_i - Et_i + ES_i + PE_i) = \pm AHS_i$$

Donde:

Ingresos:  $P_i$ = Precipitación,  $R_i$  = Riego,  $Mf_i$  =Manto freático

Egresos  $Et_i$ = Evapotranspiración,  $ES_i$ = escurrimiento,  $PE_i$ = Percolación,  $AHS$ = Cambio de la humedad del suelo (HA) del periodo  $HA_{i-1}$  al  $HA_i$

Doorenbos y Pruitt (1977) señalan que el periodo o intervalo con el cual se haga el balance hídrico es importante, porque los periodos demasiados largos pueden encubrir la existencia de breves fases de escases de agua. Al trabajar con datos mensuales, puede parecer que las lluvias mensuales satisfacen la evapotranspiración máxima del cultivo mensual, y las lluvias no distribuidas normalmente a lo largo de todo el mes podrán ocultarse breves intervalos de sequías.

Dado que el balance hídrico general de un área y la necesidad individual de riego o drenaje de cada cultivo puede calcularse para diferentes intervalos de tiempo y con datos promedios o probabilísticos de diferentes series de registros de capacidades de

almacenaje de agua en el suelo, es posible a través de este análisis detectar necesidades permanentes o temporal de riego o drenaje agrícola.

## OBJETIVOS

- Aplicar métodos del balance hídrico para determinar y terminar periodos de déficit y excesos de agua en el perfil del suelo.
- Aplicar funciones de distribución de valores extremos a lluvias diarias en el periodo de excesos de agua para obtener lluvias críticas y recargas del acuífero libre.
- Estimar los espaciamientos de drenes entubados, aplicando ecuaciones de régimen transitorio para abatir los niveles freáticos.

## MATERIALES

El municipio de Jonuta se localiza al sur del Estado de Tabasco, México, entre las coordenadas norte 18°26'; sur 17°47' de latitud norte; al este 41°26' y al oeste 92°21' de longitud. La extensión territorial del municipio es de 1,644.75 km<sup>2</sup>, los cuales corresponden al 6.43% respecto del total del estado, ocupando el 8° lugar en la escala de extensión municipal.

Se presentan dos tipos de climas, Cálido húmedo con lluvias todo el año (Af) que corresponde a una superficie de 1.06 por ciento, y el 98.94 presenta clima Cálido húmedo con abundante lluvia en verano (Am) (INEGI, 2007).

La mayor parte de la superficie está clasificada como vertisoles (muy arcillosos) y gleysoles, suelos de texturas arcillosas o francas, que presentan problemas de exceso de humedad por drenaje deficiente (INAFED, 2015).

Los datos de precipitaciones diarias se obtuvieron de las páginas electrónicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y el software Eric III del 1 de enero de 1988 al 31 de diciembre de 2012 de cinco estaciones meteorológicas localizados en el municipio de Jonuta: Palizada (04024), Jonuta (27028), Tres Brazos (27050), Aquiles Serdán (27071) y Playa Larga (27091).

En el procesamiento de la información meteorológica se utilizó el sistema operativo Windows 8: Microsoft Office Word y Microsoft Office Excel, y Análisis de Frecuencias (AFA) versión 1.1 desarrollado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, y ArcGIS 10.3.

## MÉTODOS

Para evaluar las variaciones de humedad en el suelo se utilizó el modelo de balance general hídrico (Ortiz, 2011), para estimar la evapotranspiración de referencia el método de Hargreaves-Samani (FAO, 2006).

Para generar lluvias diarias faltantes de las series, se utilizó el método U.S. National Weather Service (WS) ASCE, 1996. En la agrupación de las lluvias de 2, 3, 4 y 5 días consecutivas se aplicaron promedios móviles (Donezar et. al., 1978), analizado con la función de distribución Gumbel Doble, que ha sido aplicada en regiones húmedas y subhúmedas de México por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y CONAGUA (Campos, 1998).

La función de densidad de probabilidad está dada por la siguiente ecuación (Gómez, et. al., 2010):

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx} = \frac{P}{\alpha_1} e^{-\frac{(x-\beta_1)}{\alpha_1}} e^{-\frac{(x-\beta_1)}{\alpha_1}} + \frac{1-P}{\alpha_2} e^{-\frac{(x-\beta_2)}{\alpha_2}} e^{-\frac{(x-\beta_2)}{\alpha_2}}$$

Y la función de distribución acumulada de probabilidad F (x) es:

$$F(x) = P e^{-e^{-\frac{(x-\beta_1)}{\alpha_1}}} + (1-P) e^{-e^{-\frac{(x-\beta_2)}{\alpha_2}}}$$

Donde:

P = Probabilidad de tener eventos no ciclónicos, adimensional.

x = Variable aleatoria para la cual se estima la probabilidad de no excedencia.

$\alpha_1$  = Parámetro de escala de la población no ciclónica.

$\beta_1$  = Parámetro de ubicación de la población no ciclónica.

$\alpha_2$  = Parámetro de escala de la población ciclónica.

$\beta_2$  = Parámetro de ubicación de la población ciclónica.

El cálculo del evento correspondiente a una probabilidad de excedencia (1-F(x)) o un periodo de retorno  $T_r$  se realizó con el método numérico Newton- Raphson, debido a que la variable x no se puede despejar de la F (x).

Los parámetros de ubicación  $\beta_1$  y  $\beta_2$  y escala  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  fueron calculados con los métodos de momentos y máxima verosimilitud. Para determinar los valores de las variables de diseño para diferentes periodos de retorno, se aplicó el método de "Error cuadrático" que minimizó la suma de los errores cuadráticos pesados (E) entre los valores empíricos de la función de distribución de probabilidad acumulada (F(x)) y los valores estimados (Gómez et. al, 2010).

Se comprobó su ajuste de la función de Distribución Gumbel Doble con las pruebas de Kolmogorov Smirnov y Error Estandar (Chow, 1994). Aprobadas las pruebas de ajuste se elaboraron las curvas precipitación-duración-frecuencia (PDF) de las cinco estaciones.

Para el dimensionamiento de los sistemas de drenaje, como espaciamento y profundidad, con ciertas características de los suelos y cultivos. Se permitió que, como consecuencia de las precipitaciones, la capa freática se eleve hasta una profundidad "pr" medida desde la superficie del terreno, con una frecuencia de "N" veces por año. Los valores de "pr" se muestran en el los cuadros del autor Pizarro (1978, 2002).

Para el cálculo del espaciamento entre drenes se detrmínó la carga hidráulica en el punto medio entre dos drenes en función del tiempo, para  $x = \frac{L}{2}$ , obteniendo la siguiente expresión. (Martínez, 1986)

$$h_t = \frac{4h_0}{\pi} e^{-t/j} = 1.27h_0 e^{-t/j}$$

Donde:  $h_0$  = Carga hidráulica inicial en el punto medio entre dos drenes (m),  $h_t$  = Carga Hidráulica en el punto medio entre dos drenes en el tiempo t (m).

El espaciamento entre drenes se calculó con la ecuación de Glover Dumm, una vez que se determinó las características hidráulicas de la región de flujo (K, D, y  $\mu$ ) y criterios de descenso de la capa freática ( $h_0$ ,  $h_t$  y t). (Martínez, 1986)



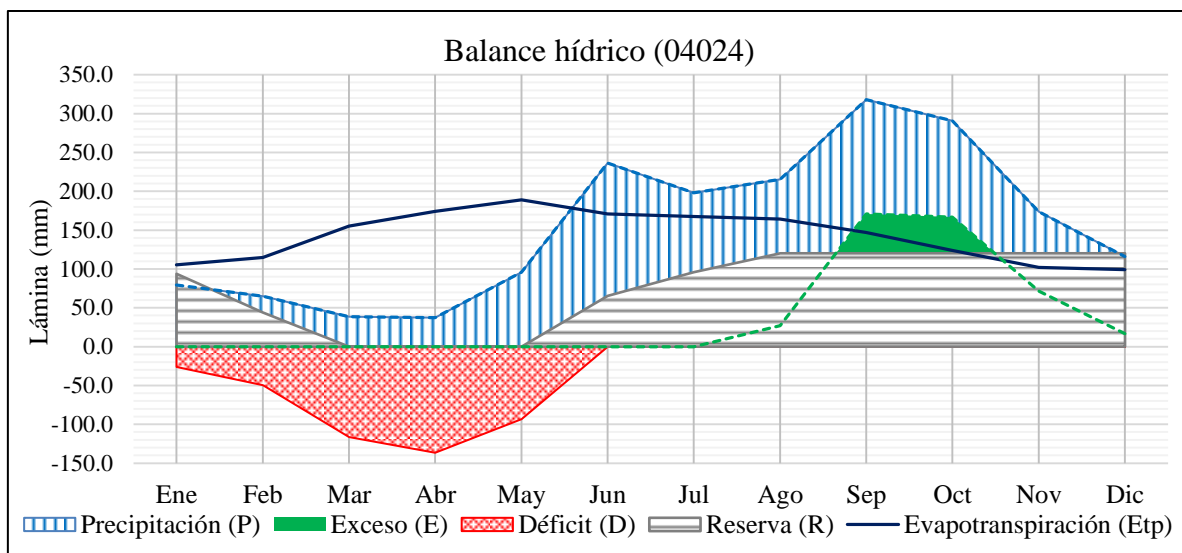
$$L^2 = \frac{\pi^2 K D_t}{\mu \ln(1.16 \frac{h_o}{h_t})}$$

Para aplicar la fórmula de Glover-Dumm se considera: porosidad drenable ( $\mu$ ) y conductividad hidráulica ( $k$ ) Dieleman (1985), de acuerdo a la textura del suelo.

Se determinó las curvas de precipitación- Duración- Frecuencia para diferentes periodos de retorno ( $Tr$ ), 5, 10, 20 y 25 años y conociendo los tiempos de drenaje maíz 24 h.horas, frijol y chile verde 8h, se obtuvieron las lluvias críticas (FIRA,1985).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para realizar los balances hídricos mensuales en los suelos fue necesario las precipitaciones ( $p$ ), evapotranspiración de referencia ( $E_{tp}$ ) y volumen de reserva de agua utilizable ( $VR$ ) al inicio del año hidrológico se considera que está vacía.



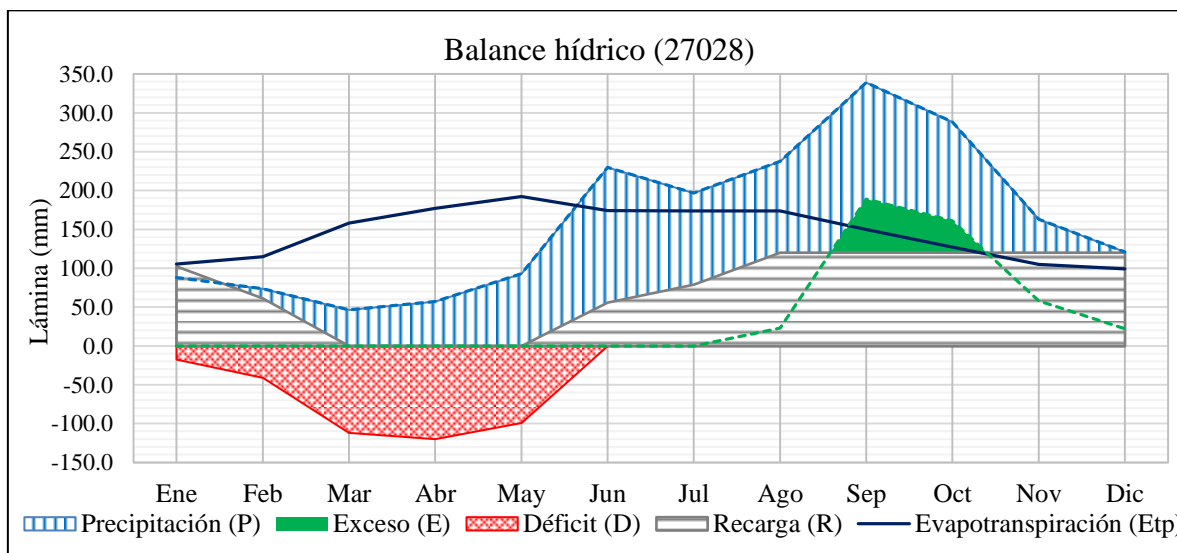
Gráfica.1 Balance hídrico, estación 04024

$P$ =Precipitación,  $E_{tp}$ =evapotranspiración de referencia,  $R$ = Reserva de agua utilizable,  $VR$ =Variación de la reserva de agua utilizable,  $E$ =Excesos o excedentes (agua que forma parte de la escorrentía superficial y agua que percola a la zona no saturada) y  $D$ = déficits.

En Palizada, estación meteorológica 04024, en junio la precipitación ( $P=236.4$ ), fue superior a la evapotranspiración de referencia ( $E_{tp}=171$  mm), la diferencia entre estos dos valores (65.4 mm) son excedentes  $E$  (escorrentía superficial mas infiltración) y la variación de reserva en el suelo ( $VR=65.4$  mm) y el déficit ( $D$ ) es cero. En consecuencia los valores de  $ETR$  y  $ETp$  coincide porque existe suficiente agua en el terreno. Esta situación se repite en julio con distintos valores. En agosto la precipitación ( $P=215.4$  mm), fue mayor a la evapotranspiración de referencia ( $E_{tp}=164.3$  mm), la diferencia entre los dos valores (51.1 mm) y la  $R$  de julio supera a la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo en 24 mm que viene a ser la  $VR$  ( $120$  mm- $96$  mm= $24$ mm) en consecuencia los valores de  $ETR$  ( $147$  mm) y  $ETp$  ( $147$  mm) coinciden por existir suficiente agua en el suelo. El exceso  $E$  fue de 27.1 mm obtenido de  $E_i=215.4-164.3\text{mm}-24\text{mm}=27.1\text{mm}$ . Se

repite estas estimaciones de excesos E en septiembre (170.8), octubre (166.9mm), noviembre (71.6mm) y diciembre (16.7 mm).

En enero la Etp (105.2 mm) fue superior a la P (79.2 mm) se evapotranspira parte del agua de la reserva (-26.2 mm). Aun así no hay agua para que se evapotranspire por lo que produce un déficit (D) de 26.2 mm, la ETR no coincide con la Etp, este caso de déficit (D) se repite en febrero 49.8 mm, marzo 116.4 mm, abril 136.0 mm y mayo 93.2mm.



Gráfica 2. Balance hídrico, estación 27028

Se observó en la estación 27028, en junio la precipitación P (229.7mm) fue superior a la Etp (174.0 mm) la diferencia 55.7 mm, son excedentes (E) y la variación de reserva de agua en el suelo VR (55.7mm) y el déficit (D) cero. Consecuentemente ETR y Etp tuvieron los mismos valores, porque en el suelo existe agua almacenada. Este caso se repite en el mes de julio con valores diferentes.

En agosto la evapotranspiración de referencia Etp (173.6 mm), fue menor a la precipitación P (237 mm), la diferencia (64.00 mm), y la R (120mm), consecuentemente la VR (41.1 mm), entonces las Etp (173.6 mm) y ETR (173.6mm) coinciden porque hay suficiente agua en el perfil del suelo. El exceso E fue de 22.2mm, se repiten estos cálculos de excesos en septiembre (189.6 mm), octubre (161 mm), noviembre (57.8 mm) y diciembre (21.9 mm). En enero la precipitación P (87.8 mm) fue inferior a la evapotranspiración de referencia Etp (105.4), la diferencia -17.6 mm se evapotranspira del agua de la reserva R (102.4 mm).

El agua de la reserva es insuficiente por lo que se produce un déficit (D) de 17.6 mm, se observa la ETR (87.8 mm) no coincide con la Etp (105.4 mm), se repiten estos casos de déficit (D) en febrero (41.1 mm), marzo (11.9 mm), abril (119.9 mm) y mayo (99.2 mm).

Los balances hídricos de agua en el suelo edáfico o zona radicular, en las cinco estaciones meteorológicas del municipio de Jonuta, Estado de Tabasco, muestran que excesos (E) de aguas que formara parte de la escorrentía superficial y agua que percola a la zona no satura, se presenta entre los meses de agosto a diciembre con valores máximos, 188.9 mm y mínimo 14.0 mm. Para tener producción económicamente

aceptable será necesario implementar sistemas de drenaje subterráneo para evacuar los excesos de agua del subsuelo.

En los meses de enero a mayo se presentaron déficit de agua para el crecimiento y desarrollo de los cultivos cuyos valores oscilan el máximo de 136.6 mm a 120 mm en abril y mínimas en enero de 26.2 mm a 5.9 mm, por lo tanto será necesario implementar sistemas de riego para administrar riegos auxiliares y asegurar la producción de los cultivos.

Cuadro 3, muestra las lluvias de diseño ( $lld$ ) obtenidas de las curvas profundidad-duración-frecuencia (pdf) para periodos de retorno de 10 años, considerando los tiempos de drenaje. La lámina de agua máxima ( $\Delta s$ ) que retiene un suelo de textura arcillosa y franco, recarga (R) del manto freático y altura del nivel freático, inmediatamente después de término de la lluvia ( $h_o$ ) valores estimados en las cinco estaciones.

Cuadro 3. Alturas de los niveles freáticos ( $h_o$ )

CULTIVO	GRAMÍNEAS	HORTALIZAS
Lluvia de diseño ( $lld$ )	185 mm	124 mm
Lámina de agua almacenada	120 mm	112 mm
Recarga	120 mm	112 mm
Altura del nivel freático ( $h_o$ )	150 mm	140 mm

Se observó para las gramíneas las  $lld$  (185 mm),  $\Delta S$  (120 mm) R (120 mm) y  $h_o$  (150 mm) fueron semejantes, esto se debe a que el tiempo de drenaje (24 h) textura del suelo fueron las mismas. En las hortalizas fueron  $lld$  (124 mm) para un tiempo de drenaje (8 h) y  $\Delta S$ , R (112 mm) estimada para una textura franca y la  $h_o$  (140 mm).

Cuadro 4, se presentan los espaciamientos de drene subterráneos, calculadas con la ecuación de Glover-Dumm, iterando a manera que se cumplan los criterios de drenaje para cero, uno, dos y tres días. Los espaciamientos de drenes subterráneos promedios ( $Ed$ ) de las cinco estaciones meteorológicas criterio que se considera, debido a los resultados de  $Ed$  obtenidos que fueron semejantes para 1, 2 y 3 días. Válido para fines prácticos de diseño, construcción y funcionalidad del sistema de drenaje parcelario.

Cuadro 4. Espaciamiento entre drenes subterráneos parcelarios.

ESTACIÓN	GRAMÍNEAS $Ed(m)$			HORTALIZAS $Ed(m)$		
	1 <sup>er</sup> día	2 <sup>o</sup> día	3 <sup>er</sup> día	1 <sup>er</sup> día	2 <sup>o</sup> día	3 <sup>er</sup> día
04024	15.5	18.9	21.4	20.3	24.1	27.3
0270.28	15.5	18.9	24.4	21.8	25.9	29.4
27050	15.5	18.9	21.4	21.4	25.6	29.1
27071	18.2	20.8	23.0		38.1	28.1
27091	17.8	20.5	22.8	31.9	27.7	28.5
			22			28.48

Palizada (04024), Jonuta (27028), Tres Brazos (27050), Aquiles Serdán (27071) y Playa Larga (27091).

El cuadro anterior fue producto de comparar la carga hidráulica inicial en el punto medio entre dos drenes en metro ( $h_o$ ) con la altura del nivel freático en un tiempo (días) después del término de la lluvia. Se encontró para el primer día, no existió problema de saturación del suelo que afecte las funciones fisiológicas de las raíces en los tres cultivos, para 2 y 3 días se estimaron los espaciamientos que evita la saturación y afecte el sistema radicular; los espaciamientos reportados cumplieron la condición de que los productos del factor de reacción ( $\alpha$ ) y tiempo ( $t$ ) en días sea mayor a 0.2, asegurando el descenso del nivel freático hasta la profundidad admisible. Se encontró para lluvias críticas (185 mm) los espaciamientos entre drenes laterales paralelos fue para maíz y sorgo 22 mm y para lluvias fue de 28 m; los espaciamientos de drenes paralelos reportado en el cuadro 4 son semejantes los obtenidos bajo condiciones edafológicas e hidrológicas similares en Brazil por Bernardo, et. al.. (2011) y Estado de Tabasco, municipio de Macuspana.

## CONCLUSIONES

Los déficit de agua correspondieron a los meses de enero a mayo, siendo abril el máximo (136.6 mm a 120 mm) y enero el mínimo (26.2 mm a 5.5 mm) y los excesos de agosto a diciembre cuyo valor máximo fue 188.9 mm y mínimo de 14 mm.

De acuerdo a las curvas de profundidad-duración-frecuencia las lluvias fueron de 185mm y 124mm para periodos de retorno de 10 años.

Los espaciamientos de drenes paralelos subterráneos estimados, abaten en tres días los niveles freáticos a profundidades por debajo del sistema radicular de las gramíneas y hortalizas.

## LITERATURA CITADA

ASCE (American Society of Civil Engineers) 1996, Hidrology y Handbook, 2ed American Society of Civil Engineers New York, EE.UU 769 p.

Campos, A. D. F. (1998). Procesos del Ciclo Hidrológico. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

CENAPRED, 2013. Información de actividades. Centro Nacional de Prevención de Desastres, Secretaría de Gobernación. SEGOB.

Dieleman, P.J., Westcot, D.W. et.al. (1985) Elementos para el Proyecto de Drenajes. FAO. Roma.

Donezar, D. M., Elías, C. F., Martínez, B. J., y Cavanillas, L. I. (1978). Principios y aplicaciones de drenaje (1a ed.). The Netherlands: International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI).

DOORENBOS, J.; PRUITT W.O. Guidelines for predicting crop water requirements. Rome: FAO,1977. 179 p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).

Gómez, M. J. F. et. al. (2010). Manual de análisis de frecuencias en hidrología. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Primera edición. México.

Grassi, C.J. (1966). Variación de la evapotranspiración Relativa Durante el Ciclo Vegetativo de los Cultivos. CIDIAT. Mérida, Venezuela.

Hargraves, G.H. and Z.A. Samani 1985, reference crop evapotranspiration from ambient air temperature. *am. soc. agric. eng.* 1 (2) 96-99

INAFED, 2015. Síntesis Nacional para el Desarrollo de las comunidades. Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. [www.inafed.gob.mx](http://www.inafed.gob.mx).

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (1997). Cuaderno estadístico municipal, Macuspana Estado de Tabasco.

Instituto Nacional para el Federalismo (INAFED). (2010). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, estado de Tabasco. Obtenido de: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM27tabasco/index.html>. Recuperado el 8 de agosto de 2016.

Jackson R.D., Regionato R., Idso S., 1977. Wheat canopy temperature: a practical tool for evolution water requirements. *Water Resour.*, 13: 651-656

Martínez, B. J. (1986). Drenaje Agrícola (Volumen I). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario.

Norero, S. A. (1977). Evaporación y transpiración, Capítulo 4. Preparado para el curso de conservación de aguas y tierras. Centro Interamericano de Desarrollo Integral del Agua y Tierra CIDIA. Mérida, Venezuela.

Ortiz, S.C.A. (2011). Elementos de Agrometeorología Cuantitativa Con Aplicaciones en la República Mexicana (2a ed.). Texcoco, Estado de México.

Palacios O.L.V., Y.N. Nikolski, C.S. Landeros.J.L. Pimentel, C.A. Ramírez. (1993). Manual de drenaje parcelario de distritos de riego. CP-IMTA, Cuernavaca, México.

Pizarro, F. (2002). Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. 2a. ed. Agrícola Española. España.

Pizarro, T. R. (2007). Evaluación de métodos hidrológicos para la competición de datos faltantes de precipitación en estaciones pluviográfica de la VII región de Maule Chile. Universidad de Tacala. Chile.

Thornthwaite, C. W and Matter, J.R. 1994. Insteuctions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Drexel Institute of Technology. *Climatology.* 10(3): 185-311



Juvenal Esquivel Córdova Dr.<sup>a</sup>, Mario Antonio Cendejas Colín<sup>b</sup>, Rosa Elena Pérez S. Dra.<sup>c</sup>

### **Balance hídrico y economía del agua del cerro “La Cruz” municipio de Uruapan, Mich., México”**

<sup>a</sup>Profesor e Investigador de la Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez”-UMSNH, Uruapan, Mich., México. [juvesco@gmail.com](mailto:juvesco@gmail.com); <sup>b</sup>Tesista, Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez”-UMSNH; <sup>c</sup>Investigadora de la Facultad de Químico Farmacobiología - UMSNH.

### **RESUMEN**

La investigación se realizó en 906 ha de bosque templado de pino y mesófilo de montaña que pertenecen al área decretada en 1937 como Zona Protectora Forestal Vedada Cerros “La Charanda” y “La Cruz”, situados al norte de la Ciudad de Uruapan, Mich., México, con régimen de propiedad comunal y pequeña propiedad. Los ecosistemas cumplen funciones importantes como bosque de protección de la ciudad y como cuenca por los bienes y servicios ambientales que brinda. La posibilidad de realizar un manejo de cuenca se inicia cuando nos reconocemos como habitantes de ella y, por tanto, como beneficiarios de sus servicios ecosistémicos, al mismo tiempo nos visualicemos como generadores de impactos que se expresan en forma acumulativa en las partes bajas. Reconocer la dinámica hidrológica, ecosistémica, cultural, social e institucional de las cuencas hidrográficas implica, conocer donde vivimos, de dónde provienen los bienes y servicios ambientales de los que nos beneficiamos, el agua, la biodiversidad, el suelo, los bosques y cómo cumplen diversas funciones y se relacionan a partir del elemento integrador agua, que abarca en su red de escurrimientos una conexión inseparable entre la cuenca alta y la cuenca baja. Los objetivos propuestos fueron: 1) Caracterizar el medio natural físico y biológico de los ecosistemas forestales, 2) Delimitar la red de escurrimientos ubicados en el área de estudio, 3) Derivar el Balance hídrico y la Curva masa del área de estudio, 4) Analizar la precipitación pluvial desde la economía del agua. Los métodos utilizados consideran la delimitación de áreas a través de Bing Maps Arial Imagery web Mapping Service 2013, uso de cartografía editada por INEGI y cotejo en campo, un Sistema de Información Geográfica a través de Google Earth, ArcGis, revisión de estudios realizados en la zona, uso de normales climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, para la determinación del Balance hídrico, Curva Masa y para la Economía del Agua se aplicaron los Modelo de hoja electrónica climática de Excel y parámetros asociados desarrollados por Gómez Tagle 2003 y Esquivel 2007, la evapotranspiración se obtuvo a través del método de Thornwaite integrado a la Hoja electrónica. Los resultados relevantes se refieren a la pérdida de suelos de manera importante, la disminución de la capacidad de retención de agua por la acelerada degradación y el valor de la Masa de agua para el suministro a la población y las propuestas de soluciones para cada uno de los problemas que se presentan en la cuenca hidrográfica, que permita el manejo, conservación y su restauración.

**Palabras clave:** Balance hídrico, Curva masa, Economía del agua, Ecosistema forestal.

## INTRODUCCIÓN

El área de estudio se localiza hacia la parte norte de la Ciudad de Uruapan en el Estado de Michoacán, comprende 1688 ha, de las que 906 ha, por Decreto Presidencial del 3 de febrero de 1937, se declararon como parte de la “Zona Protectora Forestal Vedada”. Los ecosistemas forestales presentes corresponden al bosque mesofilo de montaña y al bosque de pino encino, los cuales cumplen funciones generadores de bienes y servicios ambientales de gran importancia para el bienestar social, como zona de amortiguamiento de la lluvia, captación de agua, retención del suelo, generación de oxígeno y recreación. El amortiguamiento de la lluvia en el suelo y la captación de agua, son de los aspectos más importantes, ya que favorecen la alimentación y recarga de los mantos acuíferos aguas abajo y suministro al río Cupatitzio. Año tras año ocurren factores de disturbio de alto impacto que degradan paulatinamente las condiciones naturales de estos ecosistemas, como el caso de los incendios forestales devastadores de 2016 y 2019, la tala clandestina, el cambio de uso de suelo, procesos erosivos, plagas y enfermedades forestales. Esquivel (1989), la vegetación predominante del cerro “La Cruz” es de Pino-Encino con una fracción de Bosque Mesofilo de Montaña (BMM) en la parte más alta, las especies representativas son: *Alnus jorullensis*, *Bocconia arborea*, *Carpinus caroliniana*, *Clethra mexicana*, *Hedyosmum mexicanum*, *Fraxinus uhdei*, *Ilex toluhana*, *Oreopanax salvinii*, *Prunus serotina*. Bello y Madrigal (1996), las especies de pinos que dominan esta comunidad son: *Pinus michoacana*, *P. pringlei*, *P. oocarpa*, *P. douglasiana* y *P. lawsonii*. Entre los encinos se encuentran: *Quercus castanea* y *Q. magnoliifolia*. Esquivel (2017), la vegetación se encuentra en un constante proceso de cambio por la resiliencia natural que realizan los ecosistemas para estabilizarse, producto de los impactos que frecuentemente producen los incendios. El área se encuentra en su mayor parte cubierta por vegetación joven como resultado de la regeneración natural que va cubriendo las áreas que año con año se van dañando. El estrato arbóreo las especies por su localización y distribución forman dos tipos de vegetación importantes, el bosque de pino, representado por 10 especies, de manera dispersa e irregular en lugares abiertos se encuentran 7 especies de encinos y 7 de otras hojosas en zonas de barranca, formando microhábitats del bosque mesofilo de montaña. COFOM (2016), en datos de incendios, Michoacán registró 826 incendios, con 18, 098 ha afectadas, ubicándose en el 5º lugar de estados con mayor cantidad de incendios en el país. CRICIF (2017), cubre en el monitoreo de riesgos de fuego los municipios de Charapan, Cherán, Chilchota, Nahuatzén, Nuevo Parangaricutiro, Paracho, Tancítaro, Taretan, Tingambato, Uruapan y Ziracuaretiro, en 2016 se registraron 185 incendios forestales y el municipio con mayor incidencia fue Uruapan con 68, de los que la mayoría que ocurren en el área de estudio son devastadores. Los objetivos desarrollados en este trabajo fueron: 1) Caracterizar el medio natural físico y biológico de los ecosistemas forestales, 2) Delimitar la red de escurrimientos ubicados en el área de estudio, 3) Determinar el balance hídrico y la Curva masa del área de estudio, 4) Analizar la precipitación pluvial desde la economía del agua en el área de estudio. Los métodos utilizados consideran la delimitación de áreas a través de Bing Maps Aerial Imagery web Mapping Service 2013, uso de cartografía editada por INEGI y cotejo en campo, un Sistema de Información Geográfica a través de Google Earth, ArcGis. Revisión de documentos sobre trabajos realizados anteriormente en la zona. Información de Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua. Para la determinación del Balance Hídrico, Curva Masa y la Economía del agua se aplicaron

los Modelo de hoja electrónica climática de Excel y Parámetros asociados desarrollados por Gómez Tagle 2003 y Esquivel 2007. La evapotranspiración se obtuvo a través del método de Thornwaite integrado a la Hoja electrónica. La tasa de erosión del suelo se calculó con la fórmula para micro cuencas pequeñas  $P = H * A * DAP$ , para el nivel de erosión del suelo se usaron clavos y corcholatas clavados en tres rangos de pendiente a diferentes alturas de las áreas afectadas. Los resultados más relevantes se refieren a la pérdida de suelos de manera importante: en el área uno de 41.89 ton/ha (32.22 m<sup>3</sup>/ha), el área dos de 36.89 ton/ha (30.74 m<sup>3</sup>/ha) y en el área tres, de 39.11 ton/ha (32.59 m<sup>3</sup>/ha), El gasto anual de agua necesario para el consumo de 287 jefes de familia de 1435 habitantes es de 29, 855 m<sup>3</sup> y para el suministro de animales domésticos es de 6, 809 m<sup>3</sup>, para un total de 36, 664 m<sup>3</sup>. Los excedentes de agua son distribuidos a la población uruapense, que cubren las necesidades de 14, 633 familias (73, 165 habitantes), para un gasto anual de 1, 869, 366 m<sup>3</sup> de agua y corresponde al 21.2 % de la población total. Es evidente la disminución de la capacidad de retención de agua por la acelerada degradación de los recursos forestales, prevalece la necesidad de realizar labores de protección para evitar que continúen presentándose los siniestros y la urgencia de plantear soluciones para cada uno de los problemas que ocurren en la cuenca hidrográfica, que permita el manejo, conservación y restauración desde la sostenibilidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en 2688 ha de bosque templado de pino y mesofilo de montaña, de las que 906 ha pertenecen a los cerros “La Charanda” y “La Cruz”, situados al norte de la Ciudad de Uruapan, Mich., México, entre las coordenadas extremas 19° 26’ 27.01” y 19° 27’ 10.99” Latitud Norte; y 102° 02’ 30.0” y 102° 03’ 42.51” Longitud Oeste, del Meridiano Central de Greenwich, Figura 1.



### Condición especial

El área de estudio forma parte de la Zona Protectora Forestal Vedada, decretada y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de febrero de 1937. El régimen de propiedad es comunal decretados el 1° de abril de 1980, se publicó la titulación de Bienes Comunales al Barrio de San Juan Bautista, beneficiando a 101 comuneros con una superficie de 283.19 ha y el 25 de enero de 1989, se

publicó la titulación al Barrio de San Miguel, beneficiando a 180 comuneros con 565 ha, y el resto de la propiedad es privada, todos del municipio de Uruapan, Mich.



## Características generales del medio físico y biológico

Las características del medio físico se describieron a través de cartografía editada por INEGI, CONABIO, imagen de Google Earth y verificación en campo. La división dasocrática se realizó a partir del concepto de cuenca hasta la unidad mínima de manejo que es el rodal, con el apoyo de las cartas hidrológica, topográfica de INEGI y del Bing Maps Arial Imagery web Mapping Service 2013. La descripción del medio biológico consistió en determinar la composición botánica de los estratos arbóreo y arbustivo en las unidades ambientales, mediante el uso de cartografía de vegetación de INEGI, muestreo de campo y georreferenciación de los sitios con GPS, así como, la relación de fauna silvestre.

### a) Fisiografía y relieve

La Provincia fisiografía se define como Eje Neovolcánico Transversal y Subprovincia Neovolcánica Tarasca, Estrato volcánico (X9S<sub>1</sub>).

Las condiciones topográficas son muy variadas por ser un volcán extinto, en la parte norte se presentan pendientes más ligeras entre el 15 y 40 %, laderas más abruptas con pendientes hasta el 80%; los cerros “La Charanda” y “La Cruz”, presenta una gran cantidad de barrancas muy profundas en toda direcciones, la extensión dominante de laderas es sur y las elevaciones van de la cota de 1750 a 2320 msnm, Figura 2.

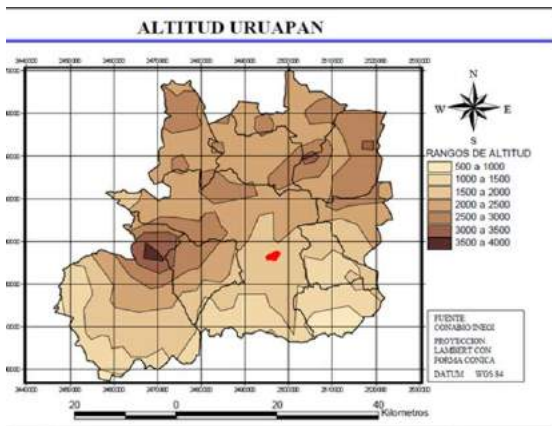


Figura 2. Fisiografía del área de estudio.

### b) Geología

La formación del área (Demart *et al.* 1976), corresponde al Cenosóico Superior, estando representado en forma abundante por materiales extrusivos constituidos por rocas basálticas, cenizas volcánicas, arenas, lapilli y conglomerados volcánicos, los piroclásticos más recientes que existen son como resultado de la erupción del volcán Parícutín en los años de 1943 a 1950. Según la clasificación de Lobeck (cit. por García 1966), esta zona corresponde a una Unidad

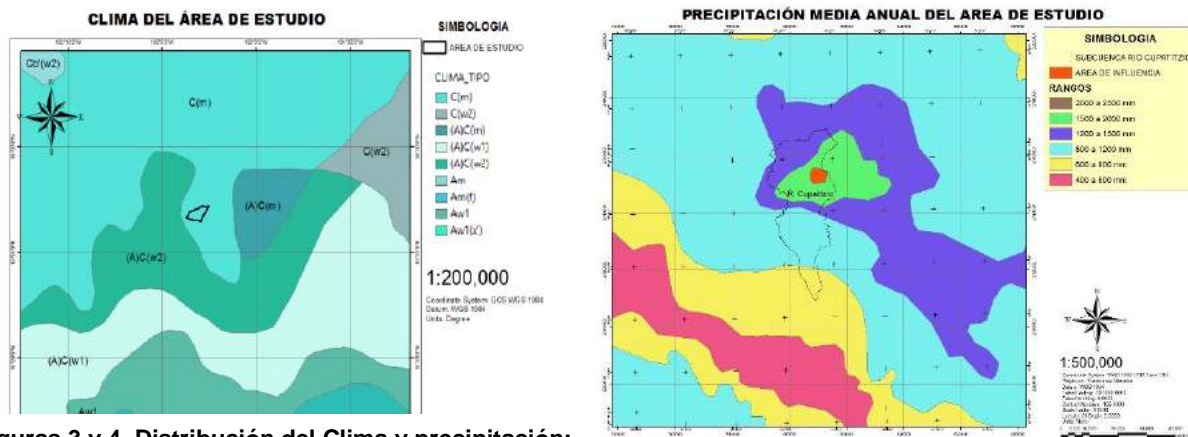
Geomorfológica de segundo orden del grupo de los disturbados volcánicos, con un estado entre joven y maduro de región húmeda, con un modelo de drenaje dicotómico de alta densidad, (Fide Leavenworth cit. Por Madrigal y Zavala 1981; Chávez 1984; Esquivel 1989; Esquivel *et al.* 2017).

### c) Clima

El clima en esta de Uruapan es uno de los más variados del estado de Michoacán, se ve influenciado por las diferencias de altitud en el terreno, existen cinco tipos diferentes de clima. En la zona norte el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, en la zona

central la más elevada, el clima es templado húmedo con abundantes lluvias en verano, en la misma zona otro sector tiene clima Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, hacia el sur se registra clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano y finalmente en el extremo sur el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano.

Con base en los datos anteriores, la fórmula climática que se registra en el área de estudio es: (A) C (w<sub>2</sub>) (w) b i g; cuya interpretación corresponde a un clima templado subhúmedo, semicálido, templado, con régimen de lluvias en verano, con sequía en invierno, presenta canícula (es decir, sequía de medio verano a sequía intraestival; el verano no se considera fresco y largo, (el mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano), (Esquivel 1989, Esquivel *et al.* 2017), con rango de temperatura de 12 a 20 °C; y precipitación media anual de 1,500 a 1800 mm, Figura 3 y 4.



Figuras 3 y 4. Distribución del Clima y precipitación: Fuente propia 2018.

#### d) Suelo

Los suelos son jóvenes que se caracterizan por haberse formado de manera residual, en su mayoría a partir de cenizas volcánicas, rocas basálticas, arenas, lapilli y conglomerados, producto de las erupciones volcánicas más recientes, de poco desarrollo y de textura media.

La unidad más importante la constituyen el Andosol húmico, mólico, hórico y ócrico en un 74.4%, distribuidos en la parte occidental, NW, NE y SE, de color pardo muy oscuros a pardo-rojizos, oscuro en húmedo; en los horizontes superficiales el horizonte A presenta una capa rica en materia orgánica y nutrientes, de pronta asimilación por consumo del fuego, de pardo oscuro a pardo rojizo oscuro en los sub superficiales y profundos; se caracterizan en su fracción mineral por la presencia de alofános que son materiales amorfos de alta capacidad de intercambio catiónico y retención de fósforo; son ligeramente ácidos; en general sus texturas se sitúan como gruesas, predominando el tipo migajón arenoso, también se presenta arena migajosa y franco; altos porcentajes de humedad aprovechable y con escaso porcentaje de roca presente.

En las pendientes más fuertes de la parte central se presenta Cambisol asociado con Andosol, son suelos con horizontes superiores pardo rojizo oscuro a pardo oscuro (en

húmedo) y en los inferiores de pardo rojizo a pardo intenso; su textura general presenta partículas medias, siendo gruesas en el horizonte A (migajón arenoso) y finas en el horizonte B (migajón arcilloso) y en la parte suroriental se encuentra el Luvisol, caracterizado por presentar un horizonte B sumamente arcilloso, de color rojo, de permeabilidad baja y drenaje lento, subyacente a un horizonte A, medio en materia orgánica de color café, amarillento, con marcadas huellas de erosión hídrica hasta el grado de formar cárcavas; ligeramente ácidas; con una capacidad de intercambio catiónico y saturación de bases moderado, cit. por Chávez y Gómez Tagle (1985), Luján (1984), Síntesis Geográfica del Estado de Michoacán (1985); Esquivel 1989, Esquivel et al. 2017) Figura 5.

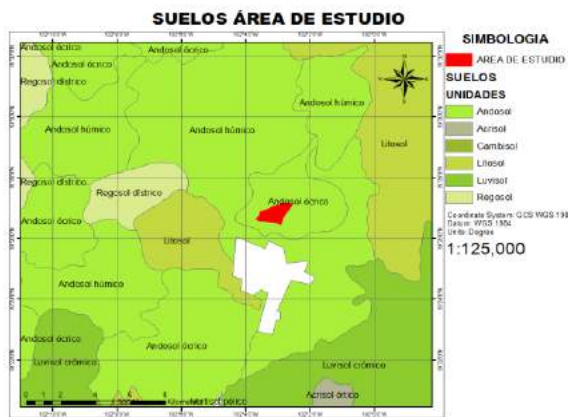


Figura 5. Distribución del suelo, Fuente: propia 2018

### e) Hidrología

La hidrología corresponde a la RH 18; Cuenca Río Tepalcatepec; Subcuenca Río Cupatitzio; como microcuenca está formada por tres **Barrancas: Rancho de Costo, el Sauz y Barranca obscura**). Los escurrimientos son temporales, a excepción del ojo de agua del Sauz, que, Barranca al Rancho de Costo, Barranca del Sauz y Barranca obscura son afluentes del río Santa Bárbara y unión con el río Cupatitzio en la Subestación

Hidroeléctrica Sumpimito, municipio de Uruapan, Figura 6.



Figura 6. Distribución de la hidrología, Fuente: propia 2018.

### f) Vegetación

La vegetación se encuentra en un constante proceso de cambio debido a la resiliencia natural que realizan los ecosistemas para estabilizarse, producto de los impactos que frecuentemente se producen. El área se encuentra en su mayor parte cubierta por vegetación joven como resultado de la regeneración natural que va cubriendo las áreas que año con año se van dañando y la restauración a través de plantaciones por humanos se evidencia muy reducida.

En el estrato arbóreo las especies por su localización y distribución forman dos tipos

de vegetación importantes, el bosque de pino formado por las especies de: *Pinus douglasiana* Mtz, *P. lawsonii* Roetzl, *P. pringlei* Shaw, *P. oocarpa* Shiede, *P. devoniana* Lindleyi, *P. montezumae* Lamb., *P. patula* Schl, *P. greggii* Engelm, *P. leiophylla* Schl y *P. maximinoi* H. E., de las cuales las cuatro primera son las de mayor importancia por su distribución y abundancia. De manera dispersa e irregular en lugares abiertos se encuentran especies de encinos y otras hojosas como son: *Quercus obtusata*, *Q.*

*candicans* Née., *Q. crassifolia* B.et al. *Q. resinosa*, *Q. castanea* Née., *Q. rugosa*, *Q. crassipes*, otras latifoliadas como: *Acacia pennatula*, *Cupressus lindleyi* Klotsch, *Arbutus xalapensis* H.B.K., *Alnus* spp., *Cornus disciflora*, *Abies religiosa*, *Carpinus carolineana*, *Inga spuria*, *Clethra mexicana* y *Prunus capulí*, se localizan en zonas de barranca, formando microhábitats del bosque mesófilo de montaña, Figura 7.

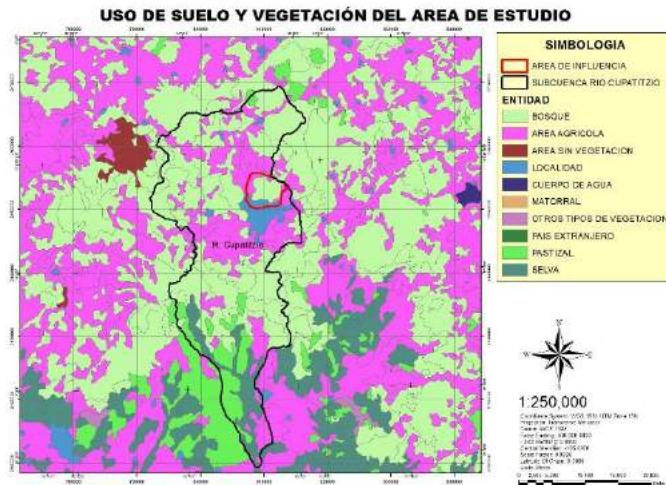


Figura 7. Fuente: Esquivel 1989; Esquivel 2017

### g) Fauna silvestre

De acuerdo con la revisión bibliográfica y el trabajo de campo, se encontró la relación de especies siguientes: 12 especies de mamíferos menores, 30 especies de aves y 10 especies de reptiles, sin estar presentes ninguna de ellas en la NOM 059.

### h) Hábitos e importancia de las especies

Se revisó bibliografía para la clasificación taxonómica, descripción botánica de las especies, hábitos, importancia y usos locales. Para el estrato arbustivo y herbáceo se aplicó un muestreo por transectos, además se hicieron sitios de dimensiones fijas de 20 x 20 m (400 m<sup>2</sup>) con espaciamento de 300 m, se hicieron colectas botánicas para cotejar las características y monitoreo de aquellas con características especiales, se llevó los registros de fenología y evidencias de daños antrópicos.

### i) Niveles de degradación del suelo en los ecosistemas estudiados

Para determinar los niveles de erosión del suelo se establecieron sitios de monitoreo con clavos metidos en corcholatas y clavados al suelo en tres rangos de pendiente a diferentes alturas de las Áreas de impacto, 3 muestras para pendiente que van de 0 a 20%, 3 para pendiente de 21 a 40% y 3 para pendiente de 41 a 60 % o mayor, en las partes alta, media y baja y la tasa de erosión del suelo se calculó con la fórmula para microcuencas pequeñas siguiente:

$$P = H * A * DAP$$

Dónde:

P= pérdida de suelo

H= altura de la lámina perdida

A= área medida

DAP= densidad aparente

Factor (H) se determinó midiendo la altura de lo que se descubran las muestras (clavos) por efecto de la lluvia.

Factor (A) se determinó midiendo la microcuenca con el programa de Google Earth utilizando la herramienta, crear "polígono", obteniendo el área total que permite realizar conversión a hectáreas.

Factor (DAP) se obtuvo a partir de la tabla de valores propuesta por Anaya *et al.* 1977.

## j) Economía del agua de la precipitación pluvial

La economía del agua de la precipitación pluvial se determinó a través de la aplicación del Modelo de Hoja Electrónica de Excel Gómez Tagle (2003) y Esquivel (2007). Primeramente, se analizaron los datos climáticos de las Normales Climatológicas de la CONAGUA y de la estación meteorológica Uruapan (APEAM), registrados durante 30 años y se procesaron en una Hoja climática y parámetros asociados. En seguida, se determinó el Balance hídrico general y la Curva Masa de aportación de agua en la superficie de la zona estudiada de 906 ha, durante el período de lluvias de 2017, mediante el método Gómez Tagle (2003) y Esquivel (2007). Posteriormente, con base en los datos de encuestas aplicadas y registros publicados, a través de la hoja de Excel se calculó el gasto de agua por propietario (familia) para el consumo doméstico y mascotas, con el apoyo del método Johan, (1983), determinándose por día, para el período de estiaje (180 días) y para todo el año (365 días), así como, el aporte de gasto para la población de Uruapan. Finalmente, se calculó la superficie por proteger en hectáreas requerida para capturar el volumen de agua para cada una de las necesidades anteriores.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Niveles de degradación y pérdida del suelo

En el área de impacto uno la textura promedio de suelo es de 1.3, la pérdida de suelo de 41.89 ton/ha (32.22 m<sup>3</sup>/ha), el área de impacto dos la textura promedio es de 1.2, la pérdida de suelo de 36.89 ton/ha (30.74 m<sup>3</sup>/ha) y en el área de impacto tres, la textura promedio es 1.2, la pérdida de suelo de 39.11 ton/ha (32.59 m<sup>3</sup>/ha), esta relación de pérdida de suelo está directamente relacionada por un lado por cobertura que presentan las áreas y el efecto de la pendiente, Cuadros 1, 2 y 3.

**Cuadro 1. ÁREA DE IMPACTO 1**

VARIABLES	ALTA	MEDIA	BAJA	TODA EL ÁREA (28.31 HA)			
LÁMINA DE SUELO (MM)	3.2	3.0	2.9	VARIABLES	ALTA	MEDIA	BAJA
PENDIENTE %	24.0	29.7	29.3	TON/HA	1185.9	1104.1	1063.2
COBERTURA %	33.3	43.3	40.0	M3/HA	912.2	849.3	817.8
TON/HA	41.9	39.0	37.6				
M3/HA	32.2	30.0	28.9				

**Cuadro 2. ÁREA DE IMPACTO 2**

VARIABLES	ALTA	MEDIA	BAJA	TODA EL ÁREA (38.83 HA)			
				VARIABLES	ALTA	MEDIA	BAJA
LÁMINA DE SUELO (MM)	3.6	3.1	2.6	TON/HA	1656.7	1449.7	1190.8
PENDIENTE %	29.0	31.0	30.7	M3/HA	1380.6	1208.0	992.3
COBERTURA %	56.7	46.7	56.7				
<b>TON/HA</b>	<b>42.7</b>	<b>37.3</b>	<b>30.7</b>				
<b>M3/HA</b>	<b>35.6</b>	<b>31.1</b>	<b>25.6</b>				

**Cuadro 3. ÁREA DE IMPACTO 3**

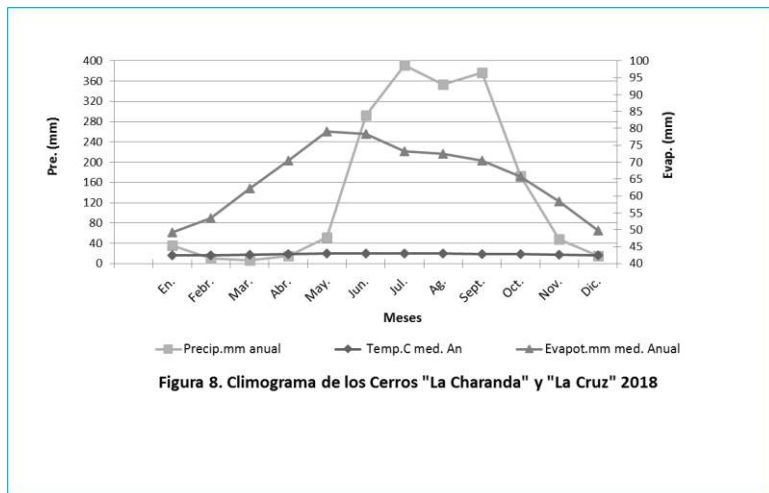
VARIABLES	ALTA	MEDIA	BAJA	TODA EL ÁREA (5.96 HA)			
				VARIABLES	ALTA	MEDIA	BAJA
LÁMINA DE SUELO (MM)	2.9	3.0	3.9	TON/HA	206.6	214.6	278.1
PENDIENTE %	30.0	26.0	26.0	M3/HA	172.2	178.8	231.8
COBERTURA %	63.3	60.0	43.3				
<b>TON/HA</b>	<b>34.7</b>	<b>36.0</b>	<b>46.7</b>				
<b>M3/HA</b>	<b>28.9</b>	<b>30.0</b>	<b>38.9</b>				

### **Economía del agua de la precipitación pluvial**

En el Cuadro 4 se presenta el análisis climático de la región con registros durante 30 años, resaltando entre otros valores la distribución mensual de precipitación en la que: el mes más seco es marzo con 6.3 mm, el más lluvioso es septiembre con 376.7 mm, la precipitación media anual de 1766.7 mm y prácticamente son 3 meses de secas, con una intensidad de sequedad de 25%. En cuanto a temperatura el mes más frío es enero de 15.8 °C, el más caliente es mayo de 20.3 °C y una media anual de 18.28 °C y la oscilación térmica de 4.5 °C. La evapotranspiración menor se registró en enero de 49.23 mm, la máxima en mayo de 78.99 mm, coincidiendo con los meses extremos, una media anual de 782.6 mm y un excedente hídrico de 984.1 mm, producto de la diferencia de valores de la precipitación y evapotranspiración Figura 8.

En el Cuadro 5 se presentan los valores del balance hídrico general y de la curva masa de 906 ha que drenan hacia la parte sur del área de estudio. Se observa que el período de lluvias se distribuye de junio a octubre, los meses más lluviosos son julio, agosto y septiembre, con un valor anual de precipitación de 1,766.70 mm, el volumen total de precipitación es de 3,477.82 miles de m<sup>3</sup>, la masa de agua anual que se capta es de 2, 254.80 Miles de m<sup>3</sup> (2, 254, 795 m<sup>3</sup>). A este volumen se le aplicó un margen de seguridad del 15%, por lo que se está asegurando la captación de 1, 916, 576 m<sup>3</sup> de agua en el período de lluvias. En la Figura 9 se observa el comportamiento que se da entre la precipitación total y el volumen de captación en el suelo (Curva Masa).

Cuadro 4 HOJA CLIMATICA Y PARAMETROS ASOCIADOS									
Lugar :	Cerros "La Charanda" y "La Cruz"		Coord.:	LATIT N:	19° 26' 27.01" y 19° 27' 10.99"	CLIMA :	(A) C (w <sub>2</sub> ) (w) b (i') g		
Sitio :	Municipio de Uruapan		LONGIT W	102° 02' 30.0" y 102° 03' 42.51"		Suelo :	Andosol húmoco, mólico, hórtico y ócrico; Cambisol y Luvisol		
Altitud.:	1700 a 2320 msnm		Veget.:	Bosque de Coníferas					
Años :	2000 a 2018		Geol.:	Cenosóico Superior: Rocas basálticas, cenizas volcánicas, arenas, lapilli y conglomerados volcánicos, los piroclásticos		Parte anexa para el cálculo de evapotranspiración por el método de Thornthwaite			
Mes	Precipita. mm anual	Temperat. C med. Anual	Evapotransp. med. Anual	Uso :	Forestal	Ind. de calor (t/5)^1.514	ET= 1.6*(t+10/I)^a et sin corr.	ET= (et*0.97)^1.0 et corregida	
En.	36.20	15.80	49.23			En. ic = 5.71	et s/c= 5.08	49.23	
Febr.	9.90	16.50	53.43			Febr. ic = 6.10	et s/c= 5.51	53.43	
Mar.	6.30	17.90	62.30			Mar. ic = 6.90	6.42	62.30	
Abr.	15.10	19.10	70.41			Abr. ic = 7.61	7.26	70.41	
May.	51.10	20.30	78.99			Mayo ic = 8.34	8.14	78.99	
Jun.	292.20	20.20	78.25			Jun. ic = 8.28	8.07	78.25	
Jul.	390.80	19.50	73.22			Jul. ic = 7.85	7.55	73.22	
Ag.	353.50	19.40	72.51			Ag. ic = 7.79	7.48	72.51	
Sept.	376.70	19.10	70.41			Sept. ic = 7.61	7.26	70.41	
Oct.	172.30	18.40	65.62			Oct. ic = 7.19	6.77	65.62	
Nov.	48.10	17.30	58.42			Nov. ic = 6.55	6.02	58.42	
Dic.	14.50	15.90	49.82			Dic. ic = 5.76	5.14	49.82	
<b>ANUAL :</b>	<b>1766.70</b>	T.med= <b>18.28</b>	ET.an= <b>782.60</b>			<b>IC anual = 85.68</b>	<b>ET s/c= 80.68</b>	<b>ET cor= 782.60</b>	
P.max.med	195.00	T.max= 20.30	<b>D.H.= 984.10</b>			Coef."a"= 1.89			
P.min.med	4.10	T.min= 15.80							
P.inv. %:	3.79	Osc.T= 4.50							
#Mes.sec.:	6.00								
%Int.sec.:	50.00								
EROSIVIDAD DE LLUVIA	HORAS FRIO		TABLA PARA AJUSTE DE VALORES						
ANUAL =	306.49	TOTAL= 72.34	(numeros negativos EN TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN DE CUENCAS)						
Febr/Mayo=	1.69	Nov. = -8.296	sin significado)				HIDROGRÁFICAS		
Jun/Sept =	285.83	Dic. = 31.632							
Oct/En =	18.97	En. = 34.484							
		Febr.= 14.52	TC = 0.02 (L 1.12)				COBERTURAFACOR		
			H 0.38				80% 2.0		
							65% 1.0		
							50% 0.8		
							40% 0.7		
							25% 0.5		
							10% 0.2		
RIESGO DE EROSION									
RIESGO/AN=	128.72	Ton/Ha/a							
Suelo =	Andosol, Cambisol y Luvisol								
EROSIV.AN=	306.49								
Erodabil.=	0.30								
Textura =	2.00								
Pendiente=	0.35								
Cobertura=	2.00								



DETERMINACION DEL BALANCE HIDRICO GENERAL Y LA CURVA MASA DE APORTACIONES DE LA MICROCUENCA DEL CERRO DE LA CRUZ																	
ha Km2																	
LURLAPAN (A) C(w) (w) b (f) g																	
A = AREA DE LA CUENCA = 906.00																	
C = COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO = 0.42																	
a = POR CIENTO DE APROVECHAMIENTO = 0.50																	
CONCEPTO	FUENTE	UNIDAD	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiemb.	Octubre	Noviembre.	Diciembr.	TOTAL	UNIDAD	
PPTAC. MENS		mm	36.20	9.90	6.30	15.10	51.10	292.20	390.80	353.50	376.70	172.30	48.10	14.50	1,766.70	mm	
ETP. MENS		mm	49.23	53.43	62.30	70.41	78.99	78.25	73.22	52.71	70.41	65.62	58.42	49.82	762.81	mm	
INFILT.8%	Investigac.	mm	2.90	0.79	0.50	1.21	4.09	23.38	31.26	28.28	30.14	13.78	3.85	1.16	141.34	mm	
Pct. Ef. sustacc.		mm	-15.33	-44.32	-56.50	-56.52	-31.98	190.57	286.32	272.51	276.15	92.90	-14.17	-36.48	862.85	mm	
PctGE x CE	Tablas	mm	-6.69	-18.62	-23.73	-23.74	-13.43	80.04	120.25	114.45	115.98	39.02	-5.95	-15.32	362.27	mm	
VOL PPTAC.		Mm3	-64.21	-178.71	-227.82	-227.88	-128.94	768.39	1154.43	1098.76	1113.45	374.56	-57.13	-147.09	3,477.82	Mm3	
CURVA M.A.		Mm3	-32.11	-89.35	-113.91	-113.94	-64.47	384.20	577.21	549.38	556.73	187.28	-28.56	-73.54	1,738.91	Mm3	
(vol.pp X ajapr %)																	
Márgen de seguridad			85%														
			Diciembr.	Noviembre.	Octubre	Septiemb.	Agosto	Julio	Junio	Mayo	Abril	Marzo	Febrero	Enero	TOTAL	UNIDADES	
			VOL PPTAC.	-147.09	-57.13	374.56	1113.45	1098.76	1154.43	768.39	-128.94	-227.88	-227.82	-178.71	-64.21	3,477.82	Miles de m <sup>3</sup>
			CURVA M.A.	-73.54	-28.56	187.28	556.73	549.38	577.21	384.20	-64.47	-113.94	-113.91	-89.35	-32.11	1,738.91	Miles de m <sup>3</sup>
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiemb.	Octubre	Noviembre.	Diciembr.	TOTAL	UNIDADES	
			Sólo valores VOL PPTAC.	-64.21	-178.71	-227.82	-227.88	-128.94	768.39	1154.43	1098.76	1113.45	374.56	-57.13	-147.09	3,477.82	MILES m <sup>3</sup>
			Sólo valores CURVA M.A.	-32.11	-89.35	-113.91	-113.94	-64.47	384.20	577.21	549.38	556.73	187.28	-28.56	-73.54	1,738.91	MILES m <sup>3</sup>
			PROMEDIO DE INFILTRACION DE 8%														
								384.20									
								577.21									
								549.38									
								556.73									
								187.28									
								MASA ANUAL	2,254.80	Mm <sup>3</sup>	= Miles de metros cúbicos						
								MASA ANUAL	2,254,795	m <sup>3</sup>	= metros cúbicos						
								MARGEN SEGU	1,916,576	m <sup>3</sup>	= metros cúbicos						

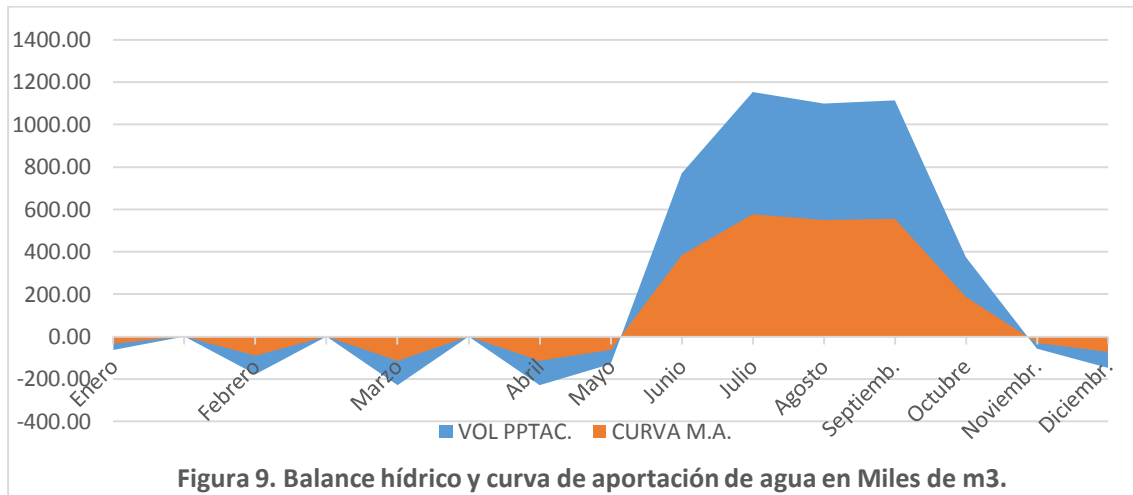


Figura 9. Balance hídrico y curva de aportación de agua en Miles de m3.

### Capacidad de suministro de la Curva masa de agua a los propietarios y población uruapense

El período de secas es de 6 meses (diciembre a mayo) y el periodo de lluvias es corto de mediados de mayo/noviembre, de 180 días. Después del periodo de lluvias el agua permanece en los escurrimientos hasta mediados de febrero, fecha en que bajan los niveles por lo que debe almacenarse agua para resolver las necesidades por lo menos durante 180 días del período de sequía. En el Cuadro 6 se presenta la distribución de propietarios del área de estudio de 287 jefes de familia, con 1435 habitantes y porcentajes por cada propietario; y la cantidad de 18, 081 m<sup>3</sup> de agua para el consumo humano y la fauna doméstica en el período de sequía. En el Cuadro 7 se muestra la superficie de 906 ha, los porcentajes por propietario, la cantidad de cosecha de agua y la Masa anual de 1, 916, 576 m<sup>3</sup> de agua. En el Cuadro 8 se presenta el gasto promedio de agua para uso doméstico de las comunidades propietarias, requiriendo un gasto diario para el consumo humano de 82 m<sup>3</sup> y al año de 29,855 m<sup>3</sup>; para el suministro de los animales domésticos de 18.7 m<sup>3</sup> diarios y de 6,809 m<sup>3</sup>; lo significa un total de 36,664 m<sup>3</sup> anuales. En el Cuadro 12 se presentan las necesidades de superficie para ser protegidas y garantizar la cantidad de agua para 180 días siendo la temporada de sequía y los 365



días en el año, dándose en cada caso un margen de seguridad, resultando de 17.1 ha y 34.7 ha respectivamente. En el Cuadro 9 son designadas 5 ha de protección para el ojo de agua ubicado en Sauz y regular el aprovechamiento de agua por personas ajenas a los propietarios y establecer su propia embotelladora de agua, con una capacidad de captura de 10575 m<sup>3</sup> anuales, equivalentes a 10,430,050 de litros, con un valor de venta de estimado en \$ 13,037,563.00. Después de atender las necesidades de gasto de agua de los propietarios en Cuadro 10 se presenta el volumen restante de la masa de agua que será suministrado a la población uruapense, suficientes para cubrir las necesidades de 14, 633 familias (73, 165 habitantes), para un gasto anual de 1, 869, 366 m<sup>3</sup> de agua y corresponde al 21.2 % de la población total de Uruapan de 345, 450 habitantes (CONAPO 2016).

Para la captación del volumen de agua se requiere de infraestructura como cisternas subterráneas o superficiales colocadas de manera estratégica, cuya capacidad sea determinada a través del programa HIDROTEC de Tecnologías Alternativas en Hidráulica desarrollado por (CNA), cubiertas para evitar la entrada de animales y mantener la calidad del agua y con un sistema de control de salida.

CAPACIDAD DE SUMINISTRO DE LA CURVA MASA DE AGUA A LOS PROPIETARIOS Y POBLACIÓN URUAPENSE				
Cuadro 6. DISTRIBUCIÓN DE LA PROPIEDAD				
PROPIETARIOS	NÚMERO DE COMUNEROS	% POR PROPIETARIO	HABITANTES DE LAS COMUNIDADES	% EN RELACIÓN A LOS HABITANTES COMUNALES
BARRIO SAN JUAN BAUTISTA	101	35	505	35
BARRIO SAN MIGUEL EVANGELISTA	180	63	900	63
PEQUEÑOS PROPIETARIOS	6	2	30	2
<b>TOTAL</b>	<b>287</b>	<b>100</b>	<b>1435</b>	<b>100</b>

Cuadro 7. COSECHA DE AGUA POR TIPO DE PROPIETARIO						
PROPIETARIOS	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE	MASA ANUAL DE AGUA (m <sup>3</sup> ) en 906 ha	APORTE A LA POBLACIÓN (m <sup>3</sup> )	CANTIDAD DE AGUA EN Litros	(m <sup>3</sup> )/ha
BARRIO SAN JUAN BAUTISTA	283	31.3	598,942	598,942	598,941,872	2115
BARRIO SAN MIGUEL EVANGELISTA	565	62.3	1,194,965	1,194,965	1,194,965,068	
PEQUEÑOS PROPIETARIOS	58	6.4	122,669	122,669	122,668,980	
<b>TOTAL</b>	<b>906</b>	<b>100.0</b>	<b>1,916,576</b>	<b>1,916,576</b>	<b>1,916,575,920</b>	

Cuadro 8. GASTO PROMEDIO DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO EN LAS COMUNIDADES							
PROPIETARIOS	GASTO HUMANOS		ANIMALES DOMÉSTICOS (MASCOTAS, AVES, OTROS)		GASTO TOTAL		SALDO DE LA CM
	DIARIO (m <sup>3</sup> /Familias)	ANUAL (m <sup>3</sup> /Familias)	DIARIO (m <sup>3</sup> / Familias)	ANUAL (m <sup>3</sup> /Familias)	DIARIO (m <sup>3</sup> /Familias)	ANUAL (m <sup>3</sup> /Familias)	
BARRIO SAN JUAN BAUTISTA	29	10,507	6.6	2,396	35	12,903	
BARRIO SAN MIGUEL EVANGELISTA	51	18,725	11.7	4,271	63	22,995	
PEQUEÑOS PROPIETARIOS	2	624	0.4	142	2	767	
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>	<b>29,855</b>	<b>18.7</b>	<b>6,809</b>	<b>100</b>	<b>36,664</b>	
CLASE DEL GASTO DE AGUA			PERÍODO DE SECAS 180 DÍAS	UNIDAD	PERIODO ANUAL 365 DÍAS	UNIDAD	SALDO DE LA CM
a) Gasto humano			14723	(m <sup>3</sup> )	29855	Litros	(m <sup>3</sup> )
b) Gasto para ganado de corral			3358	(m <sup>3</sup> )	6809	6809075	
<b>Cálculo de agua captada por m2</b>	<b>TOTAL</b>		<b>18081</b>	(m <sup>3</sup> )	<b>36664</b>	<b>36664250</b>	<b>1,869,337</b>
	<b>TOTAL</b>		0.211	(m <sup>3</sup> )/m <sup>2</sup>	211	73,328,500	

Cuadro 9. NECESIDADES DE SUPERFICIE POR PROTEGER							
NECESIDAD (m <sup>2</sup> )	NECESIDAD ha PARA 180 DÍAS	SEGURIDAD 200 % ha 180 DÍAS	NECESIDAD (M <sup>2</sup> ) 365 DÍAS	NECESIDAD ha 365 DÍAS	SEGURIDAD 200 % ha 365 DÍAS	SALDO EN ha	
69613.3	7.0	13.9	141160.4	14.1	28.2	254.96	BARRIO SAN JUAN BAUTISTA
15876.7	1.6	3.2	32194.5	3.2	6.4	558.56	BARRIO SAN MIGUEL EVANGELISTA
85490.1	8.5	17.1	173354.9	17.3	34.7	23.33	PEQUEÑOS PROPIETARIOS
							VALOR EN %
			SUPERFICIE TOTAL DE AGUA NO APROVECHADA			866.52	95.62
			VOLUMEN DE AGUA NO APROVECHADO			1,869,337	97.54

Cuadro 10. COMUNIDAD BARRIO SAN JUAN BAUTISTA					
ÁREA DE CAPTACIÓN DE AGUA PARA EMBOTELLADO					
SUPERFIE DESTINADA ha	VOLUMEN CAPTURADO (m <sup>3</sup> )	Litros	PROD/DÍA (L)	PROD/MES (L)	PROD/ANUAL (L)
5	10575	10,574,912	28,972	869,171	10,430,050
RECUPERACIÓN EN \$		PRECIO DE VENTA/LITRO	1.25	1.25	1.25
			<b>36,215</b>	<b>1,086,464</b>	<b>13,037,563</b>

Cuadro 11. SUMINISTRO DE AGUA A LA POBLACIÓN URUAPENSE									
POBLACIÓN TOTAL DE URUAPAN	NÚMERO DE FAMILIAS	GASTO DE AGUA/FAM	GASTO DE AGUA POR HUMANOS		GASTO EN ANIMALES DOMÉSTICOS (MASCOTAS, AVES, OTRAS)			GASTO TOTAL	
		DÍA (Litros)	DIARIO (m <sup>3</sup> /Familias)	ANUAL (m <sup>3</sup> /Familias)	GASTO/DÍA EN Litro	DIARIO (m <sup>3</sup> /Familias)	ANUAL (m <sup>3</sup> /Familias)	DIARIO (m <sup>3</sup> /Familias)	ANUAL (m <sup>3</sup> /Familias)
345450	69090	285	4,170	1,522,198	65	951	347,168	5,121.6	1,869,366
	14633	POBLACIÓN BENEFICIADOS	73165						
								% DE SOLVENTAR NECESIDAD	21.2

## CONCLUSIONES

La precipitación pluvial anual registrada de 1766.7 mm, menos la evapotranspiración de 782.6 en mm, da como resultado un excedente hídrico de 984.1 mm anuales, siendo esta cantidad la que se metió al proceso de cálculo para generar la Curva Masa de agua anual disponible, que puede ser aprovechada y guardada a través de diferentes sistemas de almacenamiento para su uso posterior.

La Curva Masa anual de agua que puede ser capturada en las 906 ha es de 1, 916, 575 m<sup>3</sup>, de este volumen el gasto anual de agua necesaria para 287 jefes de familia con 1435 habitantes es de 29, 855 m<sup>3</sup> y para el suministro de sus animales domésticos es de 6, 809 m<sup>3</sup>, requiriéndose un total de 36, 664 m<sup>3</sup>, cantidad que se puede obtener de una superficie de 34.7 ha.

El resto de la superficie de 866.52 ha y una Curva masa de 1, 869, 337 m<sup>3</sup>, serán suficientes para dotar de agua para el gasto humano y de sus animales domésticos durante 365 días a una población de 14, 633 familias, equivalentes a 73, 166 habitantes y corresponde al 21.2 % de la población total de la Ciudad de Uruapan, Mich., o que por lo menos fueran exonerados de pagos del servicio de agua los propietarios de la zona ante la CAPASU.

En la Comunidad de San Juan Bautista está el manantial del Sauz, mismo que se está explotando para el suministro de agua a colonias de la zona norte de Uruapan, sin beneficio para la comunidad propietaria; con la protección de cinco ha aledañas al ojo de agua, se garantiza una producción de 10, 575 m<sup>3</sup>, igual a 10, 574, 912 Litros de agua anual, e ingresos diarios, mensual y anual de \$ 36, 215; 1, 086, 464; y 13, 037, 583, lo que generaría fuentes de empleo, derrama económica y beneficios al bosque por los cuidados y manejo que se debe realizar.

La pérdida de la cubierta vegetal por los factores de disturbio, permite que los suelos sean arrastrados por las lluvias en cantidades de 40 ton/ha, con nivel de degradación moderado y ocasionando graves problemas de inundaciones en las zona bajas por la cantidad de lodo que es arrastrado, ocasionando taponamiento de los sistemas pluviales y alcantarillado, daños a la vivienda, la obstrucción de avenidas, azolvamiento de obras

de captación de agua, como presas y canales, además de un alto índice de contaminación.

Con esta forma de planeación del uso del suelo y economía del agua se puede incrementar la productividad y producción de las áreas pudiendo desarrollar actividades económicas los propietarios y desde el enfoque de la conservación y servicios sistémicos, mantener al basto del recurso agua para los propietarios y este sector importante de la sociedad.

Por las interacciones que se presentan en la Microcuenca y los usuarios de los recursos, es conveniente pensar en la concertación de un plan de desarrollo local en el que se involucren en primera instancia los propietarios y la población en general, ya que de manera aislada los dueños de la zona no podrán desarrollarse ya que depende en gran parte de las áreas donadoras de agua.

### **AGRADECIMIENTOS**

A la Coordinación de Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por el apoyo económico asignado para la realización de este proyecto en 2017 – 2018 y 2019.

### **LITERATURA CITADA**

Bello González, M. A. y X. Madrigal Sánchez. 1996. Estudio florístico del Campo Experimental “Barranca del Cupatitzio”, Uruapan, Michoacán. Folleto Científico Núm 2, INIFAP.

Chávez, H. Y. M. y Gómez Tagle, R. A. 1984. Principales interacciones entre los suelos forestales y las coníferas del cerro “La Cruz”, Mich., Tesis Profesional UNAM, 75 p. México, D.F.

Comisión de Uso, Conservación, Recuperación de Áreas y Fomento a la Investigación Científica. 2016. Patronato del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, A. C, Uruapan, Mich., México.

CECIF Michoacán. 2017. Reporte semanal de incendios forestales [1 de enero al 8 junio del 2017]

COFOM. 2016. Estadística regional de incendios forestales 2017. Reporte semanal de incendios forestales del CECIF Michoacán.

Comisión Nacional del Agua. 2010. Estadísticas del agua. Semarnat/Conagua, 249 pp.

Comisión Nacional del Agua y Alianza WWF/Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. 2011. Identificación de reservas potenciales de agua para el medio ambiente en México. México: Semarnat, 85 pp.

Díaz F. E. 2005. Tesis de Maestría, Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales-UMSNH. Pp 99

INEGI. 2017. Anuario estadístico y geográfico (para cada entidad federativa). [Consulta: 09 de enero de 2018]

- Esquivel, C. J. 1989. Crecimiento y Productividad de 5 especies de Pino, de los cerros "La Charanda" y "La Cruz". Tesis de Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez"-UMSNH., 94 pp. México.
- Esquivel, C. J. 2007. Propuesta metodológica y de ordenamiento ecológico territorial comunitario en el ejido El Valle y Anexos, Arteaga, Michoacán. Tesis doctoral. Colegio de Posgraduados, Montesillo, Texcoco, Estado de México, México. Pp 130
- Esquivel, C. J. Castro, C. R. 2017. Valor y sostenibilidad de ecosistemas forestales impactados por incendios forestales en la Comunidad Indígena Barrio de San Juan Bautista, municipio de Uruapan, Mich., México.
- Esquivel C. J. *et. al.* 2018. Resiliencia del bosque natural de pino ante los impactos de incendios en la Zona de Protección Forestal, municipio de Uruapan, Mich., Congreso Internacional de Recursos Naturales.
- Estrada C. 1997. Evaluación de la regeneración natural en bosque de pino de la UCODEFO No. 4 de Durango, México. Tesis de Maestría Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales Subdirección de Postgrado.
- Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa. 2014. Bosques Mesófilos de Montaña de México: diversidad, ecología y manejo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 352 p.
- Nájera D. A. 2019. Manejo del Fuego "Estrategia Global de Conservación", Segunda Jornada de Responsabilidad Social Universitaria, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez"-UMSNH.
- Rzedowski. J. 1978. Vegetación de México. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN Editorial Limusa. México, D.F.

Ernesto Augusto Leon Carvajal, Biol.; Mónica Guzmán Murrieta, P. en Biol.; Jesús Sánchez Robles, Mtro.; Gilberto Sven Binnqüist Cervantes, Mtro.; Malinalli Cortés Marcial, Dra.; David Montes Aguirre, P. en Biol.; Arely Avilés Álvarez, P. en Biol. Uso de la fauna silvestre como recurso ecoturístico en el Área Protegida Cerro el Faro, Tlalmanalco, Estado de México. Departamento el Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco. Ciudad de México, México. [ernestoalc12@gmail.com](mailto:ernestoalc12@gmail.com)

## **Introducción**

El ecoturismo es una modalidad turística que ha crecido significativamente como actividad comprometida con el desarrollo sustentable, debido a su orientación hacia la conservación del patrimonio biocultural de las naciones, y a que favorece la captación de recursos económicos que se destinan al bienestar social local y al mantenimiento de los espacios naturales (Bringas Rábago & Revah, 2000; DOF, 2013; Drumm & Moore, 2005), es por ello que el ecoturismo ha sido implementado desde parques nacionales, hasta en áreas naturales privadas. Es en estos sitios donde el ecoturista encuentra su motivación para viajar, tanto con fines de conocimiento como de apreciación de entornos naturales (Cabello García, 2013), al mismo tiempo que beneficia mediante la derrama económica derivada del viaje. La U.S. Fish & Wildlife Service (USFWS) refiere que tan solo en Estados Unidos existen cerca de 86 millones de observadores de fauna silvestre, que en el 2016 gastaron cerca de 11.6 mil millones de dólares únicamente en los gastos de viajes (U.S. Fish & Wildlife Service, 2016). Lo que podría significar beneficios económicos significativos a países como México, que poseen una gran diversidad faunística dentro de sus áreas naturales, así como especies raras y endémicas (Cantú, Gómez, & Sánchez, 2011). Para aprovechar el ecoturismo es fundamental determinar el nivel de relevancia de los recursos o atractivos con los que se cuenta, así como el nivel de aptitud de los espacios naturales para realizar actividades ecoturísticas, como, por ejemplo, la observación de la fauna silvestre, la cual es considerada como la actividad con mayor preferencia dentro de los ecoturistas (WTO, 2002; citado en: Cantú, Gómez, & Sánchez, 2011). Por lo que en el presente trabajo se determinó el potencial para realizar actividades de observación de la fauna silvestre dentro del Área Protegida con categoría de Parque Estatal Cerro el Faro (PECEF).

## **Método**

### *Área de Estudio*

El PECEF se ubica en el estado de México, en el municipio de Tlalmanalco, geográficamente se encuentra en las faldas del volcán Iztaccíhuatl, el cual forma parte de la región del Eje Neovolcánico Transversal, considerada como la zona con mayor riqueza de especies endémicas para México (CEPANAF, 2003; González, Meléndez Montes, Moctezuma Barragán, & Olguín Domínguez, 2007). El PECEF cuenta con una extensión de 40.5 ha, en un gradiente altitudinal de 2450 a 2650 msnm, el tipo de vegetación dominante es Pino-Encino, con un clima Templado subhúmedo con lluvias en verano (CEPANAF, 2003; POGEM, 2003).



**Figura 1.-** Cacomixtle obtenido por cámara trampa  
Foto: David Montes Aguirre y Malinalli Cortés

### *Monitoreo de Fauna Silvestre*

Los registros de las aves se generaron por medio de dos métodos: Captura con redes de niebla; y conteo por observación en puntos fijos. El primero se aplicó en 2016 y 2017; el segundo se realizó durante el 2019. Para el grupo de los mamíferos, los registros se obtuvieron entre noviembre del 2018 y abril del 2019 por medio de cámaras trampa (figura 1), colectas e identificación de rastros como: huellas, excretas y cadáveres.

### *Valoración de la Fauna Silvestre para el Ecoturismo*

Se determinó el Valor de Uso de la Fauna Silvestre para el Ecoturismo (VUFSE), de acuerdo a la metodología propuesta por Muñoz-Pedrerros & Quintana (2010). Este método permite determinar el grado de atractivo que posee una especie, mediante la valoración de siete indicadores: valor estético; valor de uso e importancia científica; abundancia; estado de conservación; singularidad taxonómica grado de endemismo y perceptibilidad. Para cada indicador se evaluaron y ajustaron criterios de valoración considerando el 0 como un valor bajo, 1 medio, 2 alto y 3 muy alto (ver tabla 1).

Posteriormente se ponderaron los valores en función del atractivo ecoturístico para un ecoturista con interés general y un segundo con intereses específicos en la observación de fauna silvestre. Los perfiles se definieron con base en las motivaciones e intereses referidas por diversos medios documentados. El factor ponderación se estableció con base en el grado de interés del perfil del ecoturista para determinado atributo (indicador): 0.5 para los atributos menos deseados, 1 para los moderadamente deseados y 1.5 para los atributos más deseados.

**Tabla 1.-** Indicadores y criterios para el índice del VUFSE para valorar los atributos, características y cualidades de la fauna silvestre

	Indicadores	Criterio	Valor
Extra biológicos	Valor Estético (Ve)	Especie sin patrones definidos en su colorimetría, estructuras simétricas o atractivas	0
		Especie con patrones estéticos o estructuras ornamentales de la especie	1
		Especie con patrones estéticos y estructuras ornamentales de la especie	2
		Especie considerada un elemento típico de la belleza del paisaje regional	3
	Valor de Uso e Importancia Científica (VUIC)	Especie plaga o que genera efectos negativos al ambiente, sin usos culturales o científicos	0
		Especie con algún uso ya sea cultural o científico	1
		Especie que al menos posea un uso cultural y un científico	2
		Especie sombrilla, clave, carismática o emblemática para la región	3
Biológicas	Abundancia (A)	Población rara o escaza dentro del área	0
		Población poco abundante o presente en determinadas temporadas	1
		Población medianamente abundante dentro del área	2
		Población dominante dentro del área	3
	Estado de Conservación (EC; De acuerdo con la norma mexicana 059)	Sin Categoría	0
		Sujeta a Protección Especial	1
		Amenazada	2
		En Peligro de Extinción	3
	Singularidad Taxonómica (ST; a nivel nacional)	más de siete especies distintas pertenecientes al mismo género	0
		de cuatro a seis especies distintas pertenecientes al mismo género	1
		de dos a tres especies distintas pertenecientes al mismo género	2
		Especie única para el género	3
	Grado de Endemismo (GE)	No endémica	0
		Cuasiendémica o Semiendémica	1
		Endémica	2
		Micro endémica	3
Perceptibilidad (P)	Valor de perceptibilidad de 0 a 5.9	0	
	Valor de perceptibilidad de 6 a 10.9	1	
	Valor de perceptibilidad de 11 a 16.9	2	
	Valor de perceptibilidad de 17 a 22	3	

La determinación de la perceptibilidad se realizó de forma análoga al VUFSE. Los indicadores y criterios, así como correspondiente valoración se indican en la siguiente tabla:

**Tabla 2.-** Indicadores y criterios para determinar el valor de perceptibilidad de la fauna silvestre

Indicadores	Criterio	Valor
Periodo de Actividad (PA)	Especie con actividad principalmente nocturna	0
	Especie con actividades principalmente crepusculares	1
	Especie con actividades principalmente diurnas	2
	Especie con actividades crepusculares y diurnas	3
Color y Mimetismo (CM)	Especie con estructuras que permiten un alto mimetismo, así como un colorido y contraste con el entorno común muy bajo	0
	Especie de color gris, verde, parda o café en tonalidades neutras, pueden considerarse especies con un colorido llamativo, pero con bajo contraste con el entorno	1
	Especie con colores contrastantes respecto al entorno común, pero con mayor dominancia en colores oscuros o blancos	2
	Especie con colores fuertes, brillantes y contrastantes con su entorno	3
Tamaño (T)	Largo total menor a 20 cm para aves y menor a 25 cm o en su caso un peso menor a 1 kg para mamíferos	0
	Largo total entre 21 y 35 cm para aves y 26 a 150 cm o peso entre 1 y 5 kg para mamíferos	1
	Largo total entre 36 y 60 cm para aves y 150 a 300 cm o peso entre 5 y 15 kg para mamíferos	2
	Largo total mayor a 60 cm para aves y mayor a 300 cm o 15 kg para mamíferos	3
Perceptibilidad Acústica (PA)	Sin perceptibilidad acústica	0
	Baja eventualidad de cantos	1
	Cantos perceptibles, aunque no identificables para la especie	2
	Alta intensidad de cantos y característicos de la especie	3
Perceptibilidad de Indicios (PI)	Especie que no deja indicios perceptibles por sus actividades	0
	Indicios que deja poco perceptibles	1
	Deja indicios por su actividad	2
	Indicios muy perceptibles	3
Conducta (C)	Conducta no perceptible	0
	Conducta llamativa, pero en temporadas marcadas	1
	Conducta llamativa	2
	Conducta perceptible y distintiva de la especie	3
Grado de Tolerancia (GT)	Especie tímida y huidizas al humano	0
	Tolerancia la humano en ciertas temporalidades	1
	Especies tolerantes	2
	Especies que permiten ser tocadas	3



Finalmente, para establecer el grado de perceptibilidad y del VUFSE, se aplicó la sumatoria de los valores ponderados de los indicadores. Los valores obtenidos así se categorizaron de acuerdo con lo siguiente:

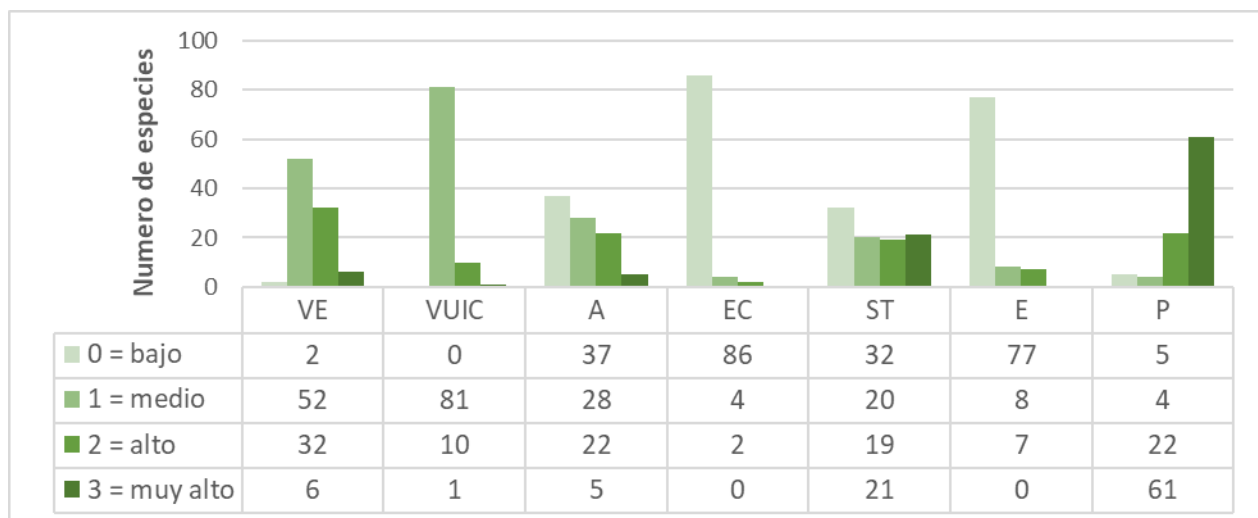
**Tabla 3** Equivalencias del valor cuantitativo para cada categoría

Valor de la especie	Intervalos VUFSE	Intervalos perceptibilidad
Muy alto	$16 \leq \text{VUFSE} < 21$	$17 \leq P < 22$
Alto	$11 \leq \text{VUFSE} < 16$	$11 \leq P < 17$
Medio	$6 \leq \text{VUFSE} < 11$	$6 \leq P < 11$
Bajo	$0 \leq \text{VUFSE} < 6$	$0 \leq P < 6$

## Resultados y Discusión

Se registró un total de 92 especies; 83 de aves, pertenecientes a 6 órdenes; y nueve de mamíferos, pertenecientes a 4 órdenes. Esto coloca al grupo de las aves como dominante, ocupando el 90% de la oferta de la fauna silvestre. Considerando lo registrado para el Parque Nacional Izta-Popo (PNIP), que es un Área Natural Protegida con una extensión de casi 40 mil hectáreas, es decir mil veces más grande, la fauna encontrada en el PECEF representa el 52% de las especies de aves y un 19% de las de mamíferos registradas lo que es consistente con lo repostado por Pérez (2013). Sin embargo, el PECEF cuenta con un mayor número de especies endémicas y en un área de menor extensión.

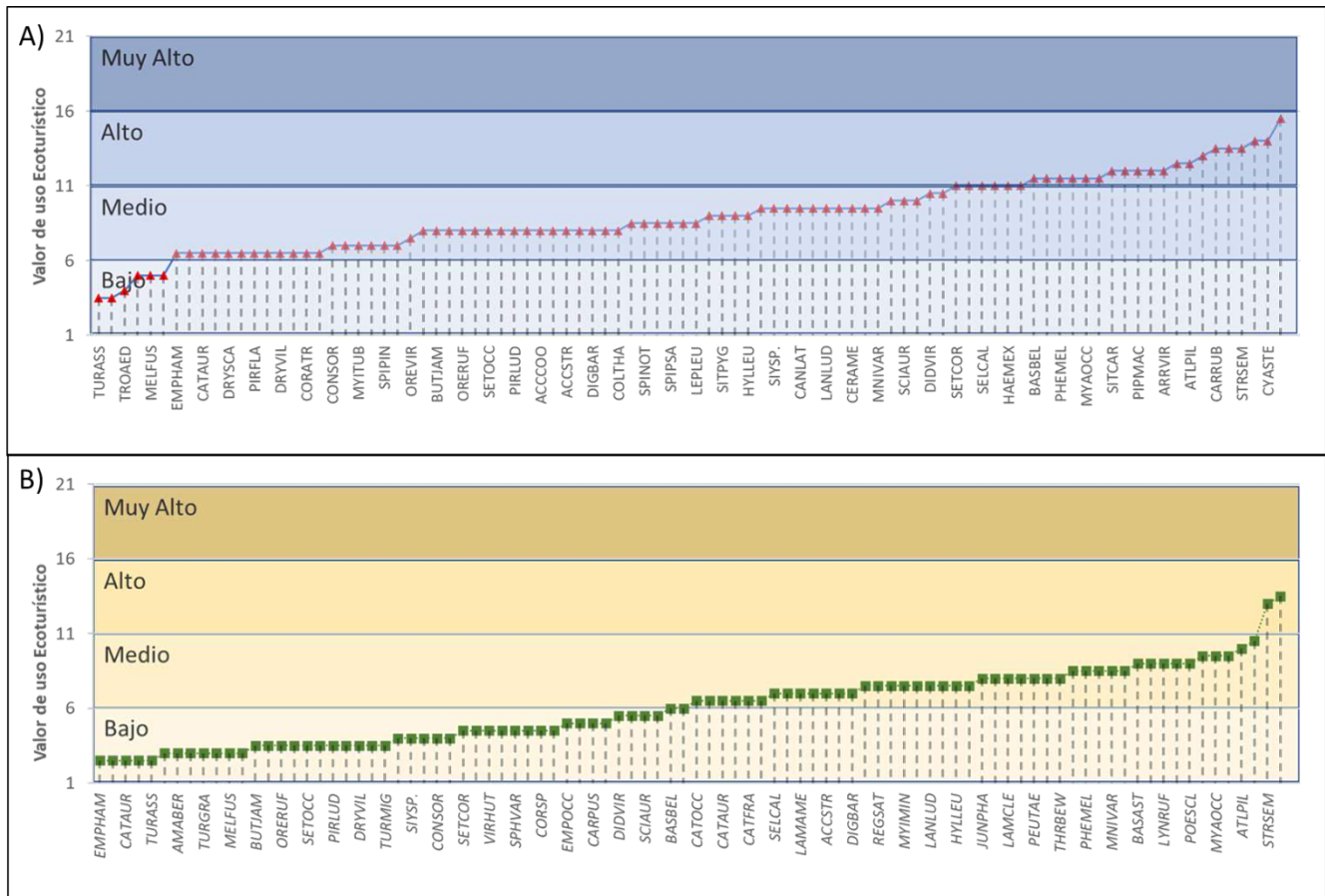
En relación con los indicadores de abundancia, estado de conservación, singularidad taxonómica y endemismo la mayoría de las especies se concentró dentro de la gama de valores bajos, mientras que, respecto de los indicadores de uso e importancia científica y valor estético, lo hicieron dentro de los valores medios; en cuanto a la perceptibilidad, en los valores muy altos (Figura 2).



**Figura 2.-** Valoración de la fauna silvestre en los indicadores del VUFSE

De acuerdo con el VUFSE de las especies del PECEF, para el perfil de un ecoturista especializado en la observación de fauna silvestre: 44 de las especies poseen un atractivo bajo

(equivalente a un 48% con respecto al total para el perfil); 46 especies medio (50%); y únicamente la codorniz coluda transvolcánica (*Dendrortix macroura*) y el vencejo nuca blanca (*Streptoprocne semicollaris*; figura 3A) poseen un valor alto, ambas especies, se encuentran bajo una categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y son especies endémicas para el país. Mientras que para un turista convencional: 6 especies poseen un atractivo bajo (7%); 60 especies, medio (65%); y 26 especies, alto (28%; figura 3B).



**Figura 3.-** Distribución de las especies en función del atractivo para un turista convencional (A); y para un ecoturista especializado en la observación de la fauna silvestre (B).

En cuanto a la oferta de mamíferos para el público especializado en la observación de la fauna silvestre cuatro especies poseen un valor de uso bajo y cinco especies un valor medio, mientras que para un público convencional seis poseen un valor medio y únicamente el Mapache (*Procyon lotor*), el Lince Americano (*Lynx rufus*) y el Cacomixtle Norteño (*Bassariscus astutus*) poseen un valor alto (Anexo 1).

En comparación con los resultados obtenidos por Muñoz-Pedrerros y Quintana (2010), el PECEF tiene el potencial para ser un centro turístico que integre la observación de la fauna silvestre como uno de sus productos, dirigido a un público casual o generalista, debido a que posee de un mediano a alto atractivo turístico que integra algunas especies de mamíferos como el Mapache, Lince y Cacomixtle que resaltan por su belleza estética, abundancia y

perceptibilidad de indicios, mientras que en el grupo de las aves, resalta especies como el Picogordo Tigrillo (*Pheucticus melanocephalus*; figura 4) ojo de lumbre (*Junco phaeonotus*), aves endémicas, abundantes, perceptibles visualmente, con un alto grado de tolerancia y mediano valor estético.

## Conclusiones

De acuerdo con los resultados de la evaluación, la oferta ecoturística del PECEF tiene limitaciones en cuanto, a la relevancia y unicidad de atractivos ecoturísticos, por lo que no puede ser considerado como un destino de primera opción para el ecoturismo especializado en la observación de fauna silvestre. No obstante, este parque cuenta con amplias oportunidades para insertarse dentro de un mercado de actividades turísticas regionales integrado por la búsqueda del contacto con la naturaleza y la educación ambiental.



**Figura 4.-** Picogordo Tigrillo (*Pheucticus melanocephalus*; Semiendémica); Foto: Ernesto Leon y Mónica Guzmán

## Literatura Citada

- Bringas Rábago, N. L., & Revah, L. O. (2000). El ecoturismo: ¿una nueva modalidad del turismo de masas? *Economía Sociedad y Territorio*, 11(7), 373–403.
- Cabello García, C. (2013). *ACTIVIDAD TURISTICA Y NATURALEZA*. Universidad de Valladolid.
- Cantú, J., Gómez, H., & Sánchez, M. (2011). El Dinero Vuela: El Valor Económico del Ecoturismo de Observación de Aves. *Defenders of Wildlife*. Washington, 56.
- CEPANAF. (2003). *Cerro El Faro y de Los Monos*. Tlalmanalco.
- DOF. (2013). *Requisitos y Especificaciones de Sustentabilidad del Ecoturismo*. México: Diario Oficial de la Federación.
- Drumm, A., & Moore, A. (2005). *Desarrollo del Ecoturismo, un manual para los profesionales de la conservación* (Segunda Ed, Vol. I Introduc). Arlington, Virginia, USA: The Nature Conservancy.
- González, I. M., Meléndez Montes, C. A., Moctezuma Barragán, P., & Olguín Domínguez, E. (2007). *Programa de Conservación y Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Parque Estatal*. Tlalmanalco.
- Muñoz-Pedrerros, A., & Quintana, J. (2010). EVALUACIÓN DE FAUNA SILVESTRE PARA USO ECOTURÍSTICO EN HUMEDALES DEL RÍO CRUCES, SITIOS RAMSAR DE CHILE. *INTERCIENCIA*, 35(0378–1844), 730–738.
- Pérez, R. O. (2013). *Actualización de la lista de Flora y fauna del Parque Nacional Iztaccihuatl Popo*. México. Revisado el 29/07/2019
- U.S. Fish & Wildlife Service. (2016). *National survey of fishing, hunting, and wildlife-associated recreation: 2016*.

## Anexos

### Anexo 1.- Valoración de uso de la fauna silvestre para el ecoturismo

Factor de ponderación	Observador de Fauna Silvestre									Turista Convencional								
	AE	VUFSE	0.5	1	0.5	1.5	1.5	1.5	0.5	AE	VUFSE	1.5	0.5	1.5	0.5	0.5	1	1.5
Especie	AE	VUFSE	VE	VUIC	A	EC	ST	E	P	AE	VUFSE	VE	VUIC	A	EC	ST	E	P
<i>Streptoprocne semicollaris</i>	A	13	0.5	2	1.5	1.5	3	3	3	A	13.5	1.5	1	4.5	0.5	1	2	2
<i>Colibri thalassinus</i>	M	8	1	1	0	0	4.5	0	3	M	8	3	0.5	0	0	1.5	0	2
<i>Eugenes fulgens</i>	M	9	1	1	1	0	4.5	0	3	A	12.5	3	0.5	3	0	1.5	0	3
<i>Lampornis amethystinus</i>	M	7	1	1	0.5	0	3	0	3	M	10.5	3	0.5	1.5	0	1	0	3
<i>Lampornis clemenciae</i>	M	8	1	1	0	0	3	1.5	3	M	10	3	0.5	0	0	1	1	3
<i>Selasphorus calliope</i>	M	7	1.5	1	0	0	1.5	1.5	3	A	11	4.5	0.5	0	0	0.5	1	3
<i>Amazilia beryllina</i>	B	3	0.5	1	0	0	0	0	3	M	6.5	1.5	0.5	0	0	0	0	3
<i>Hylocharis leucotis</i>	M	7.5	1	1	1	0	3	0	3	M	9	3	0.5	3	0	1	0	1
<i>Coragyps atratus</i>	M	6.5	0	1	0.5	0	4.5	0	1	M	6.5	0	0.5	1.5	0	1.5	0	2
<i>Cathartes aura</i>	M	6.5	0	1	0.5	0	4.5	0	1	M	8	0	0.5	1.5	0	1.5	0	3
<i>Elanus leucurus</i>	M	7.5	1	1	0	0	4.5	0	2	M	9.5	3	0.5	0	0	1.5	0	3
<i>Accipiter striatus</i>	M	7	0.5	2	0.5	1.5	1.5	0	2	M	8	1.5	1	1.5	0.5	0.5	0	2
<i>Accipiter cooperii</i>	M	6.5	0.5	2	0	1.5	1.5	0	2	M	8	1.5	1	0	0.5	0.5	0	3
<i>Buteo jamaicensis</i>	B	3.5	0.5	1	0.5	0	0	0	3	M	8	1.5	0.5	1.5	0	0	0	3
<i>Melanerpes formicivorus</i>	B	3.5	0.5	1	0.5	0	0	0	3	M	6.5	1.5	0.5	1.5	0	0	0	2
<i>Sphyrapicus varius</i>	B	4.5	0.5	1	0	0	1.5	0	3	M	7	1.5	0.5	0	0	0.5	0	3
<i>Dryobates scalaris</i>	B	3	0.5	1	0	0	0	0	3	M	6.5	1.5	0.5	0	0	0	0	3
<i>Dryobates villosus</i>	B	3.5	0.5	1	0.5	0	0	0	3	M	6.5	1.5	0.5	1.5	0	0	0	2
<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	M	9.5	0.5	2	0	0	3	3	2	M	8.5	1.5	1	0	0	1	2	2
<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	M	7.5	0.5	1	0.5	0	4.5	0	2	M	8	1.5	0.5	1.5	0	1.5	0	2
<i>Contopus pertinax</i>	B	5.5	0.5	1	1	0	1.5	0	3	M	10	1.5	0.5	3	0	0.5	0	3
<i>Contopus sordidulus</i>	B	4	0.5	1	0	0	1.5	0	2	M	7	1.5	0.5	0	0	0.5	0	3
<i>Empidonax hammondi</i>	B	2.5	0.5	1	0	0	0	0	2	M	6.5	1.5	0.5	0	0	0	0	3
<i>Empidonax occidentalis</i>	B	5	0.5	1	0.5	0	0	1.5	3	M	9	1.5	0.5	1.5	0	0	1	3
<i>Empidonax fulvifrons</i>	B	2.5	0.5	1	0	0	0	0	2	B	5	1.5	0.5	0	0	0	0	2
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	B	4.5	0.5	1	0	0	1.5	0	3	M	7	1.5	0.5	0	0	0.5	0	3
<i>Tyrannus sp.</i>	B	3	0.5	1	0	0	0	0	3	B	3.5	1.5	0.5	0	0	0	0	1
<i>Lanius ludovicianus</i>	M	7.5	1	1	0	0	4.5	0	2	M	9.5	3	0.5	0	0	1.5	0	3
<i>Vireo huttoni</i>	B	4.5	0.5	1	1.5	0	0	0	3	M	9.5	1.5	0.5	4.5	0	0	0	2
<i>Vireo gilvus</i>	B	2.5	0.5	1	0	0	0	0	2	M	6.5	1.5	0.5	0	0	0	0	3
<i>Cyanocitta stelleri</i>	M	9.5	1.5	1	1	0	4.5	0	3	A	14	4.5	0.5	3	0	1.5	0	3
<i>Corvus sp.</i>	B	4.5	0.5	1	0	0	1.5	0	3	M	7	1.5	0.5	0	0	0.5	0	3
<i>Tachycineta thalassina</i>	B	5	0.5	1	0.5	0	1.5	0	3	M	7	1.5	0.5	1.5	0	0.5	0	2
<i>Poecile sclateri</i>	M	9	1	1	1	0	3	1.5	3	A	11.5	3	0.5	3	0	1	1	2
<i>Psaltriparus minimus</i>	M	8.5	0.5	1	1	0	4.5	0	3	A	11	1.5	0.5	3	0	1.5	0	3

Factor de ponderación	Observador de Fauna Silvestre									Turista Convencional								
	AE	VUFSE	0.5	1	0.5	1.5	1.5	1.5	0.5	AE	VUFSE	1.5	0.5	1.5	0.5	0.5	1	1.5
Especie	AE	VUFSE	VE	VUIC	A	EC	ST	E	P	AE	VUFSE	VE	VUIC	A	EC	ST	E	P
<i>Sitta carolinensis</i>	M	7.5	1	1	1	0	3	0	3	A	12	3	0.5	3	0	1	0	3
<i>Sitta pygmaea</i>	M	6	1	1	0	0	3	0	2	M	9	3	0.5	0	0	1	0	3
<i>Certhia americana</i>	M	8	0.5	1	1	0	4.5	0	2	M	9.5	1.5	0.5	3	0	1.5	0	2
<i>Troglodytes aedon</i>	B	4	0.5	1	0.5	0	1.5	0	1	B	4	1.5	0.5	1.5	0	0.5	0	0
<i>Thryomanes bewickii</i>	M	8	0.5	1	0.5	0	4.5	0	3	M	6.5	1.5	0.5	1.5	0	1.5	0	1
<i>Regulus satrapa</i>	M	7.5	1	1	1	0	3	0	3	A	12	3	0.5	3	0	1	0	3
<i>Regulus calendula</i>	M	6.5	0.5	1	0.5	0	3	0	3	M	9	1.5	0.5	1.5	0	1	0	3
<i>Myadestes occidentalis</i>	M	9.5	0.5	2	1	1.5	3	0	3	A	11.5	1.5	1	3	0.5	1	0	3
<i>Catharus aurantiirostris</i>	B	2.5	0.5	1	0	0	0	0	2	M	6.5	1.5	0.5	0	0	0	0	3
<i>Catharus occidentalis</i>	M	6.5	0.5	1	1	0	0	3	2	A	11.5	1.5	0.5	3	0	0	2	3
<i>Catharus frantzii</i>	M	6.5	0.5	2	0	3	0	0	2	M	8	1.5	1	0	1	0	0	3
<i>Catharus guttatus</i>	B	3	1	1	0	0	0	0	2	M	8	3	0.5	0	0	0	0	3
<i>Turdus assimilis</i>	B	2.5	0.5	1	0	0	0	0	2	B	3.5	1.5	0.5	0	0	0	0	1
<i>Turdus grayi</i>	B	3	0.5	1	0.5	0	0	0	2	M	6.5	1.5	0.5	1.5	0	0	0	2
<i>Turdus migratorius</i>	B	3.5	0.5	1	0.5	0	0	0	3	B	5	1.5	0.5	1.5	0	0	0	1
<i>Ptiligonyx cinereus</i>	M	10.5	1	1	1	0	4.5	1.5	3	A	13.5	3	0.5	3	0	1.5	1	3
<i>Peucedramus taeniatus</i>	M	8	0.5	1	0.5	0	4.5	0	3	M	9.5	1.5	0.5	1.5	0	1.5	0	3
<i>Passer domesticus</i>	M	8.5	0.5	2	0	0	4.5	0	3	M	8.5	1.5	1	0	0	1.5	0	3
<i>Haemorhous mexicanus</i>	M	8	1	2	0.5	0	3	0	3	A	11	3	1	1.5	0	1	0	3
<i>Spinus pinus</i>	B	4.5	0.5	1	0	0	1.5	0	3	M	7	1.5	0.5	0	0	0.5	0	3
<i>Spinus notatus</i>	B	5	1	1	0	0	1.5	0	3	M	8.5	3	0.5	0	0	0.5	0	3
<i>Spinus psaltria</i>	B	5.5	1	1	0.5	0	1.5	0	3	M	8.5	3	0.5	1.5	0	0.5	0	2
<i>Arremon virenticeps</i>	M	8.5	0.5	1	1	0	1.5	3	3	A	12	1.5	0.5	3	0	0.5	2	3
<i>Atlapetes pileatus</i>	M	10	0.5	1	1	0	3	3	3	A	12.5	1.5	0.5	3	0	1	2	3
<i>Pipilo maculatus</i>	M	7.5	0.5	1	1.5	0	3	0	3	A	12	1.5	0.5	4.5	0	1	0	3
<i>Melospiza fusca</i>	B	3	0.5	1	0	0	0	0	3	B	5	1.5	0.5	0	0	0	0	2
<i>Junco phaeonotus</i>	M	8	1	1	1.5	0	1.5	1.5	3	A	14	3	0.5	4.5	0	0.5	1	3
<i>Icterus sp.</i>	B	3.5	1	1	0	0	0	0	3	M	6.5	3	0.5	0	0	0	0	2
<i>Seiurus aurocapilla</i>	M	7	0.5	1	0	0	4.5	0	2	M	8	1.5	0.5	0	0	1.5	0	3
<i>Mniotilta varia</i>	M	8.5	1	1	0.5	0	4.5	0	3	M	9.5	3	0.5	1.5	0	1.5	0	2
<i>Oreothlypis superciliosa</i>	B	4	1	1	0.5	0	0	0	3	M	9.5	3	0.5	1.5	0	0	0	3
<i>Oreothlypis celata</i>	B	3.5	0.5	1	0.5	0	0	0	3	M	8	1.5	0.5	1.5	0	0	0	3
<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	B	3.5	0.5	1	0.5	0	0	0	3	M	8	1.5	0.5	1.5	0	0	0	3
<i>Oreothlypis virginiae</i>	B	4.5	0.5	1	0	0	0	1.5	3	M	7.5	1.5	0.5	0	0	0	1	3
<i>Geothlypis trichas</i>	B	3.5	1	1	0	0	0	0	3	M	8	3	0.5	0	0	0	0	3
<i>Setophaga coronata</i>	B	4.5	1	1	1	0	0	0	3	A	11	3	0.5	3	0	0	0	3
<i>Setophaga townsendi</i>	B	4.5	1	1	1	0	0	0	3	A	11	3	0.5	3	0	0	0	3

Factor de ponderación	Observador de Fauna Silvestre									Turista Convencional								
	AE	VUFSE	0.5	1	0.5	1.5	1.5	1.5	0.5	AE	VUFSE	1.5	0.5	1.5	0.5	0.5	1	1.5
Especie	AE	VUFSE	VE	VUIC	A	EC	ST	E	P	AE	VUFSE	VE	VUIC	A	EC	ST	E	P
<i>Setophaga occidentalis</i>	B	3.5	0.5	1	0.5	0	0	0	3	M	8	1.5	0.5	1.5	0	0	0	3
<i>Basileuterus belli</i>	M	6	1	1	1	0	1.5	0	3	A	11.5	3	0.5	3	0	0.5	0	3
<i>Cardellina pusilla</i>	B	5	1	1	0	0	1.5	0	3	M	8.5	3	0.5	0	0	0.5	0	3
<i>Cardellina rubra</i>	M	9	1	1	1	0	1.5	3	3	A	13.5	3	0.5	3	0	0.5	2	3
<i>Myioborus miniatus</i>	M	7.5	1.5	1	0.5	0	3	0	3	A	12	4.5	0.5	1.5	0	1	0	3
<i>Piranga flava</i>	B	3	0.5	1	0	0	0	0	3	M	6.5	1.5	0.5	0	0	0	0	3
<i>Piranga rubra</i>	B	3.5	1	1	0	0	0	0	3	M	8	3	0.5	0	0	0	0	3
<i>Piranga ludoviciana</i>	B	3.5	1	1	0	0	0	0	3	M	8	3	0.5	0	0	0	0	3
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	M	8.5	1	1	0.5	0	3	1.5	3	A	11.5	3	0.5	1.5	0	1	1	3
<i>Diglossa baritula</i>	M	7	0.5	1	0	0	4.5	0	2	M	8	1.5	0.5	0	0	1.5	0	3
<i>Dendortix macroura</i>	A	13.5	0.5	3	0	3	3	3	2	A	11.5	1.5	1.5	0	1	1	2	3
<i>Bassariscus astutus</i>	M	9	1.5	2	1.5	0	3	0	2	A	15.5	4.5	1	4.5	0	1	0	3
<i>Canis latrans</i>	M	7	1	1	0.5	0	4.5	0	0	M	9.5	3	0.5	1.5	0	1.5	0	2
<i>Conepatus leuconotus</i>	B	4	1	1	0.5	0	1.5	0	0	M	8.5	3	0.5	1.5	0	0.5	0	2
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	M	7.5	1	1	0.5	0	4.5	0	1	M	9.5	3	0.5	1.5	0	1.5	0	2
<i>Didelphis virginiana</i>	B	5.5	0.5	1	1	0	3	0	0	M	10.5	1.5	0.5	3	0	1	0	3
<i>Lynx rufus</i>	M	9	1.5	2	1	0	4.5	0	0	A	13	4.5	1	3	0	1.5	0	2
<i>Procyon lotor</i>	M	7	1.5	1	0	0	4.5	0	0	A	11	4.5	0.5	0	0	1.5	0	3
<i>Sciurus aureogaster</i>	B	5.5	0.5	1	1	0	1.5	0	3	M	10	1.5	0.5	3	0	0.5	0	3
<i>Sylvilagus sp.</i>	B	4	0.5	1	1	0	0	0	3	M	9.5	1.5	0.5	3	0	0	0	3

AE=Atractivo ecoturístico, VUFSE = Valor de uso de la fauna silvestre para el ecoturismo, VE = Valor estético, VUIC = Valor de uso e importancia científica, A = Abundancia, EC = Estado de conservación, ST = Singularidad taxonómica, E = Endemismo, P = Perceptibilidad.

### **Álvaro Celestino Alonso Vázquez, PhD**

Especialista Desarrollo Empresa Pecuaria Genética “Camilo Cienfuegos”. Profesor Investigador Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias, Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”.

Pinar del Río. Cuba

E-mail: [alonsoalvaroc@gmail.com](mailto:alonsoalvaroc@gmail.com); [alvaro.alonso@upr.edu.cu](mailto:alvaro.alonso@upr.edu.cu) ; [elyjorge@nauta.cu](mailto:elyjorge@nauta.cu)

### **Osvell García Valido, Lic**

Especialista Proyectos Consejo Administración Municipal de Consolación del Sur.

Pinar del Río. Cuba

E-mail: [pdl.cs@gobpr.co.cu](mailto:pdl.cs@gobpr.co.cu)

## **Aportes económicos-ambientales de un agroecosistema lechero del occidente de Cuba**

### **Resumen**

La presente investigación tuvo como objetivo, determinar los aportes económicos-ambientales que tributa una lechería típica de la Empresa Pecuaria Genética “Camilo Cienfuegos” del municipio Consolación del Sur, Cuba, que ha introducido fuentes de energía renovable para respaldar sus procesos productivos y sociales gracias a las alianzas establecidas con las políticas públicas del territorio y el aprovechamiento de recursos endógenos, donde además, se encuentran establecidos con más de 10 años de explotación continua áreas de arbustivas proteicas (*Tithonia diversifolia* y *Morus alba*) de conjunto con otras especies de gramíneas que contribuyen a la seguridad alimentaria y nutricional del rebaño existente. En dicho contexto se identificaron las principales funciones ambientales, tomando como referente la teoría del Valor Económico Total, como valores evidentes que tienen reflejo directa o indirectamente en el mercado. Se analizaron variables como producción de leche obtenida, biodiversidad dentro de sus áreas cultivadas, valores de retención de carbono y fijación de nitrógeno al suelo, así como aportes por concepto de uso de fuentes de energía renovables existentes que refuerzan sus procesos productivos al cierre de 2018. Para los análisis de valoración económica ambiental, se calcularon partidas como las de Beneficio bruto, Costos directos y Costos evitados, como parte de las técnicas aplicadas para la obtención del resultado. Se pudo constatar que la función producción de leche en la lechería típica, permitió aportar \$ 418 262.75 USD al valor económico, además de \$ 19 200 USD, por concepto estimado de retención de carbono, mientras se logró optimizar los consumos demandados del sistema electro energético nacional (SEN) por concepto de consumo de energía eléctrica que oscilan sobre los 650 Kw mensuales, ello representan \$ 2 340 USD economizados gracias al empleo de diferentes fuentes de energía renovable explotadas en la unidad bajo principios conservacionistas que mitiga la emisión de gases de efecto invernadero, mientras el valor económico de la función de biodiversidad alcanzó 198.65 USD. El agroecosistema ganadero logró aportar 440 001.40 USD, como valor económico total. Estos resultados se consideran muy favorables e imprescindibles al servir como referente para su estudio y aplicación en otras lecherías de la referida Empresa. Quedó demostrada la importancia que tiene la valoración económica ambiental en las unidades pecuarias destinadas al propósito leche, como instrumento para lograr el manejo sostenible de sus agroecosistemas.

**Palabras clave:** lechería típica, agroecosistemas ganaderos, funciones ambientales, valor económico total.

## Introducción

En la generalidad de las explotaciones pecuarias, solo se le concede peso a las producciones finales que se alcanzan y comercializan (leche o carne), en tanto son desestimadas la variedad de funciones ambientales y recursos presentes en cada base productiva que le añaden un valor económico, a los rublos alcanzados. De ahí que a consideración de Rangel et al. (2013) desestimarlos incidiría en la toma de decisiones relacionadas con el manejo ganadero.

Según Báez & Lok (2018), la relación entre economía y medio ambiente ha comenzado a tomar auge en los últimos años, de ahí que las investigaciones científicas comiencen a centrarse en la cuantificación del valor de los componentes ambientales en que se desarrollan. Las producciones ganaderas y los recursos naturales como valor añadido del medio edáfico donde se desarrollan, no escapan a éstas nuevas corrientes investigativas, por considerarse las mismas, responsables de satisfacer parte de los requerimiento per cápita de proteínas de origen animal que necesita el hombre, y que según Pimentel, (2006) se estima estén próximos a los 91 gramos diarios por persona.

En las explotaciones ganaderas, la base alimentaria existente constituye un inestimable eslabón a tener en cuenta, pues entre muchas otras funciones, garantiza la seguridad alimentaria y nutricional de los rebaños que en ella se explotan. Así también, el correcto manejo de los residuales que se generan por las deyecciones de sus rebaños, con la reutilización como fuentes en energía renovable, mitigan la emisión de importantes volúmenes de gases de efecto invernadero (65% de óxido nitroso), además del 37% de la producción de gas metano, y el 64% de amoníaco (FAO, 2006 y FAO, 2009), acciones que coadyuvan a la resiliencia de los sistemas ganaderos ante el cambio climático (CC).

Al empleo de bancos de proteína con especies arbóreas o el establecimiento de sistemas silvopastoriles (SSP), el Grupo Empresarial Ganadero (GEGAN) del Ministerio de la Agricultura en Cuba, le ha concedido una especial importancia durante años, y constituye elemento indispensable a estar presente en las bases productivas ganaderas, pues además de la interacción que se establece con los animales y plantas forrajeras herbáceas contenidas en la base productiva, permiten un manejo integral del sistema, y tributan a garantizar niveles proteicos necesarios para el balance de la ración de los rebaños. A consideración de Ibrahim et al., (2010) constituyen una alternativa sostenible y con un considerable valor económico gracias al óptimo aprovechamiento de los estratos que forman la vegetación donde se establecen.

Las actuales corrientes políticas, marcadas por la globalización neoliberal, el aumento de las desigualdades sociales, las guerras por el dominio de las riquezas naturales existentes, y la aceleración de las alteraciones provocadas por el CC, enmarcan al planeta en una compleja situación. Los países con políticas más progresistas, abogan por aplicar estrategias que faciliten alianzas entre las políticas públicas y los sectores productivos existentes en cada territorio para potenciar el Desarrollo Local, la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) (Ferrales & Roldan-Ruenes (2017)), así como la Gestión de Proyectos Sostenibles que tributen a ello (García & Alonso, 2018).

El estudio realizado en una lechería típica de la provincia Pinar del Río, Cuba, tuvo como objetivo, estimar los costos y beneficios ambientales de dicho agroecosistema, apoyado en diferentes técnicas de valoración económica ambiental, que usualmente no son tomadas en cuenta en la tomar de decisiones sobre el uso de los recursos ambientales.

## Materiales y Métodos



El estudio fue realizado en una lechería típica (Vaquería 127), perteneciente a la Unidad Empresarial de Base (UEB) “Loma de Candelaria”, de la Empresa Pecuaria Genética “Camilo Cienfuegos”, de la provincia más occidental de Cuba (Pinar del Río). Se ubicada en los 22° 45’ de longitud Norte y los 83° 15’ de latitud Oeste, a 348 metros sobre el nivel del mar; cuenta con una extensión territorial de 111,38 hectáreas, que se dedican a la producción de leche. Sus suelos son fundamentalmente pardos con carbonatos, típico de caliza suave, de saturación carbonatada profunda, humificado (esfervece desde la superficie) sobre loam arcilloso-arenoso a 63 cm de profundidad de la muestra, diferenciada con carbonatados lavados. (Según 2da clasificación genética de suelos de Cuba (1975)). En ella predominan, gramíneas como *Panicum máximum* (Guinea likoni), *Cynodon nfluencis* (Pasto estrella) y *Pennisetum purpureum* vc Cuba CT – 115, además de áreas con arbustivas proteicas como *Morus alba* (Morera) y *Tithonia diversifolia* (Botón de oro)

Como parte del desarrollo local en el municipio de Consolación del Sur, y a fin de aprovechar recursos endógenos provenientes del proceso productivo de la Vaquería 127, en el marco de la Plataforma Articulada del Desarrollo Integral y Territorial (PADIT) y como respuesta a líneas estratégicas contenidas en la Estrategia de Desarrollo Local, se ejecuta en la unidad de referencia, 1 iniciativa para el empleo de un sistema integrado de energías renovables en la producción de leche, lo que ha permitido la construcción y puesta en funcionamiento de un biogás para la realización de diferentes funciones a partir del gas producido, unido a la extracción de aguas subterráneas mediante bomba sumergible alimentada con un parque fotovoltaico que permite contar con suficiente agua para la realización del faenado en la unidad, así como el sistema de acuartonamiento con empleo de cercas eléctricas alimentadas con panel solar.

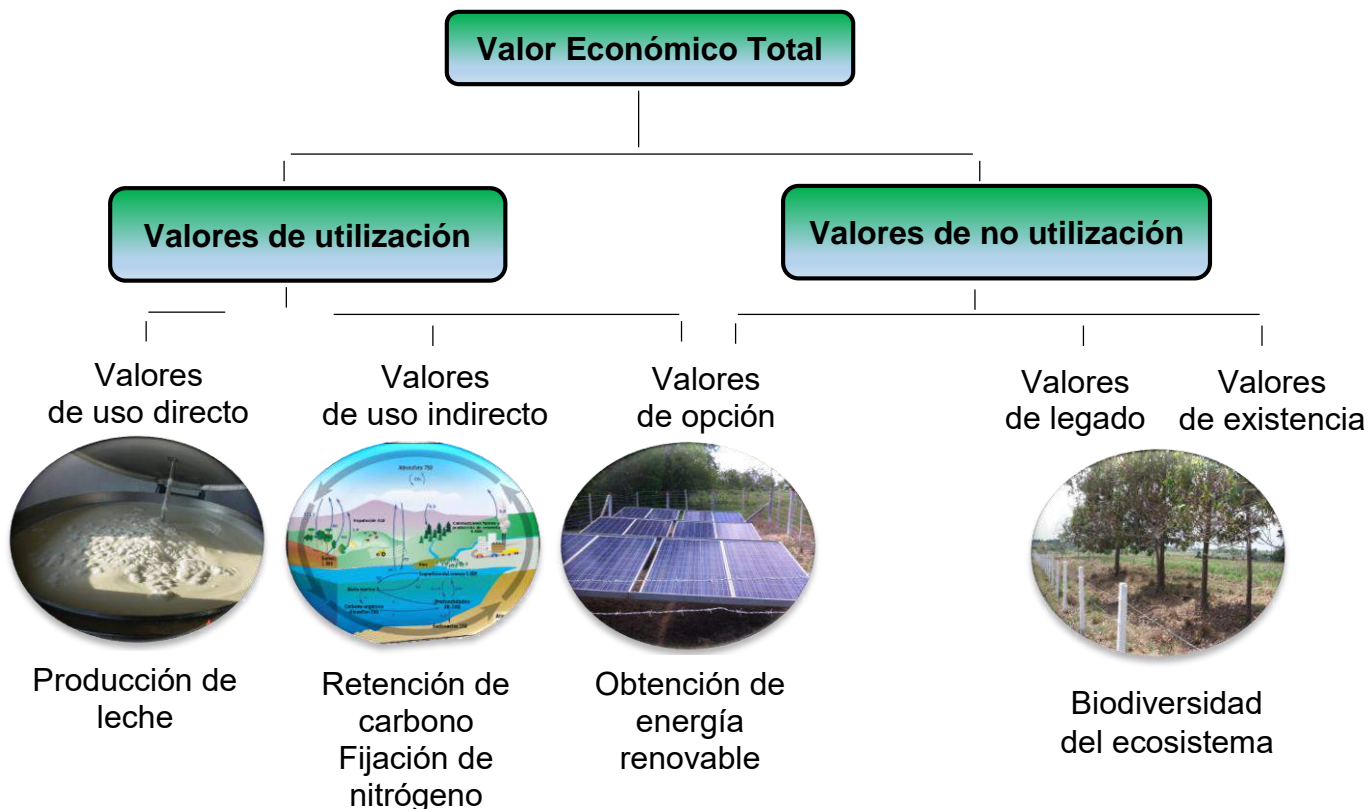
La identificación de los bienes y servicios ambientales y su valoración económica, según su uso, se realizaron mediante la teoría del Valor Económico Total (VET). El enfoque plantea que cualquier ecosistema está compuesto por varios atributos, algunos de los cuales son tangibles y fácilmente medibles, mientras que otros pueden ser más difíciles de cuantificar. Sin embargo, el valor total es la suma de todos estos componentes y no solamente de aquellos que pueden ser fácilmente medidos. El VET se divide fundamentalmente en valor de uso y valor de no uso (Pearce y Morán, 1994).

El valor de uso se conforma por el valor de uso directo, que se refiere al recurso que se obtiene por el desarrollo de cierta actividad; valor de uso indirecto, que son aquellos beneficios que se derivan del funcionamiento de los ecosistemas; y el valor de opción se refiere a la posibilidad de utilizar, o no, el recurso ambiental en el futuro. Por su parte, el valor de no uso se subdivide en valor de legado y valor de existencia. El primero se refiere a la posibilidad de que el recurso sea consumido por las generaciones futuras y el segundo, al valor que se le da a cierto recurso solo por el hecho de saber que existe (Dixon y Pagiola, 1998), (Fig. 1).

Para la valoración económica de la función de producción de leche se utilizó la técnica del Beneficio bruto (Gómez, 2002; Rangel et al., 2013). Se emplearon los datos técnicos registrados en la lechería en el período de 2014-2016.

Para la estimación del carbono almacenado en el suelo se aplicó el método empleado por Miranda et al. (2007) a partir del área, la densidad aparente, la profundidad de muestreo y la materia orgánica contenida en el suelo. Su valor económico se estimó de forma directa, a partir de los precios de mercado por tonelada de carbono según lo reportado por Ferro et al. (2016). Para el cálculo de la biodiversidad se tuvo en cuenta el índice de Shannon (H) según la metodología indicada por Shannon y Weaver (1949). El valor económico se obtuvo a partir de los costos evitados adjudicables a dicho servicio ambiental que se calcularon como el producto

de los jornales necesarios para controlar las malezas en el área estudiada y el costo del jornal, para lo que se tomó como referencia el trabajo de Miranda et al. (2008).



**Figura 1.** Valores económicos del medioambiente.

## Resultados y Discusión

En la unidad productora de leche (Vaquería 127) objeto de estudio, se identificaron diferentes elementos con funciones ambientales de valor de utilización y de no utilización, las cuales fueron agrupadas en correspondencia con la clasificación descrita en la figura 1. A partir de las mismas y teniendo en cuenta su categoría según teoría del VET, se pudieron agrupar las mismas en cinco funciones ambientales.

La función de producción de leche aportó como promedio anual al cierre de 2018, un beneficio bruto, de \$ 418 262.75 USD (1 USD=1 CUC=25 CUP) al valor económico, el cual se considera un valor aceptable teniendo en cuenta que durante todo el año de 120 vacas con que cuenta la vaquería, el 49.83 % del rebaño participan en el aporte de 167 305,0 litros de leche en el año, resultados productivos considerados positivos para el período analizado y que son superiores a los reportados por Báez & Lock (2018).

Por otro lado en el agroecosistema, la función de retención de carbono mostró a una profundidad de hasta 14 cm, valores entre 26 y 35 t C ha<sup>-1</sup>, lo que representa un valor económico estimado en dicha función para las 111,38 ha objeto de estudio, de 19 200 USD tomando como precio para dicho elemento el fijado en el mercado internacional (entre 5 y 10 USD según Ferro et al., 2016), fijando para cada tonelada de carbono calculada, la media en USD entre los valores antes descritos, lo cual coincidió con el valor fijado por y Báez & Lok (2018). Los valores de la función alcanzados en el estudio, pudieron haber resultado mayores

si se tiene en cuenta que Miranda et al., (2007) plantean muestrear entre 20 - 80 cm de profundidad para encontrar alrededor 75% de las concentraciones de carbono almacenado en el suelo.

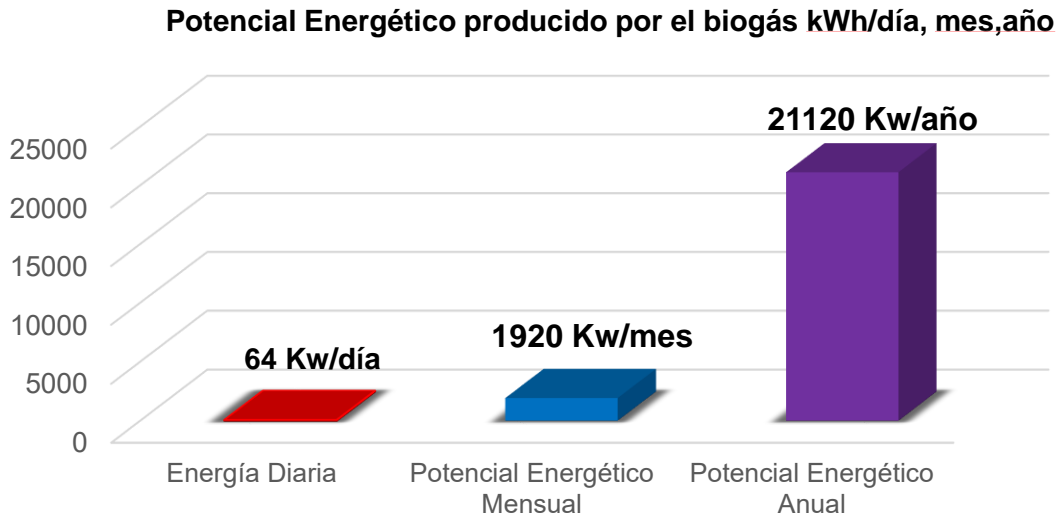
La evaluación de la función de retención de carbono en el agroecosistema lechero caso de estudio, solo representa una pequeña parte de lo que realmente pudiera existir como potencial al no tenerse en cuenta el carbono almacenado en la biomasa aérea ni en la necrosada. Además si en el presente estudio, se hubiese tenido en cuenta el contenido de carbono capturado por las especies arbustivas proteínicas y otras especies presentes en las áreas acuartonadas de la unidad, los resultados de la valoración económica se hubiesen acercado a los valores reportados por Miranda et al. (2007) el que reportó un valor de 1 266.2 USD/ha/año. Al igual que Rangel et al., (2013); Ferro et al., (2016) y Báez & Lok (2018), la función de fijación de nitrógeno fue imposible realizarle valoración económica por falta de información.

Se conoce que las plantas proteínicas, empleadas actualmente en las unidades ganaderas de la Empresa Pecuaria Genética “Camilo Cienfuegos” (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) y *Morus alba* L.), a pesar de considerarse como especies no leguminosa, según Mahecha y Rosales (2000) la *T. diversifolia*, acumula tanto nitrógeno en sus hojas como si lo fuera, reportando contenidos de proteína cruda de hasta 33%, además de altos niveles de fósforo, un gran volumen radicular, una habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo y puede soportar la poda a nivel del suelo y la quema. La utilización de estas plantas, además de mejorar la calidad del suelo con el consiguiente ahorro por concepto de fertilización del mismo, constituye un material forrajero primordial en la alimentación bovina, dado el alto contenido proteico que aportan a los mismos.

El cuidado de la naturaleza y el empleo de fuentes limpias de energía, se ha convertido en una prioridad a nivel global. Según Arrastía (2018): “La crianza intensiva de animales, (...), emiten contaminantes orgánicos que dañan los suelos, el manto freático y en general afectan las cuencas hidrográficas, por lo que pueden llegar a constituir problemas ambientales de no ser tratados adecuadamente”. Una solución efectiva al manejo de esos residuos, es el empleo en biodigestores, pues la mayor parte del carbono se convierte en biogás y materia sólida que queda como uno de los residuos finales del proceso, el cual contiene nutrientes que se pueden emplear como fertilizante natural, al igual que sus residuos líquidos. La construcción de biogás en entidades ganaderas constituye una solución que permite minimizar la carga contaminante generada a la vez que propicia obtener energía capaz de autoabastecer el consumo de la unidad productiva.

Según Crespo (2017), un bovino adulto puede excretar 10 kg diarios de los cuales se puede recuperar el 45 % de las mismas. Partiendo de las 120 cabezas que existen en la vaquería se calcula una producción diaria de excretas equivalente a 1200 kg diarios, de los cuales se recogen 540 Kg diarios aproximadamente, equivalente a 197 100 kg anuales. Con la construcción de un biogás de 30 m<sup>3</sup> en la unidad, se calcula la una producción equivalente a 64 Kw/día.

El potencial energético producido por el biogás kWh/día, mes y año del biogás, se expone en la figura 1.



**Figura 1.** Potencial energético producido por el biogás kWh/día, mes y año del biogás

Como se observa, el nivel de producción de equivalente energético del biogás, es capaz de cubrir las demandas calculadas para las actividades ganaderas que consumen energía eléctrica en la vaquería de estudio, pues según la Organización Básica Eléctrica (OBE) del municipio, el consumo para la realización de todas sus actividades diarias, se calcula en alrededor de 31.5 Kw/día, para un consumo anual de 11, 34 MW anuales a un precio de costo de 160 USD el MW es (OPCIONES, 2016).

El valor económico de la generación de fuentes renovables de energía se estimó en \$ 2 340,00 USD, valor que fue economizado gracias al empleo de diferentes fuentes renovable de energía que son explotadas en la unidad como es el caso de un calentador solar, una bomba sumergible alimentada por paneles fotovoltaicos y una sistema de cercado con igual principio de funcionamiento, todos bajo principios conservacionistas que mitiga la emisión de gases de efecto invernadero y el uso energía a partir de combustibles fósiles.

El valor calculado para esta función solo representa una parte de los ingresos que pueden alcanzarse a partir de la potencialidad del biogás, pues con el excedente calculado de energía que produce, se trabaja en un proyecto de gasificación que se pretende realizar para 14 viviendas de trabajadores ubicadas en las áreas limítrofes a la unidad, cuando se conoce según reportes de López et al. (2018) que el consumo promedio de biogás por vivienda se encuentra en el rango de 1,5 – 1,7 m<sup>3</sup>/día.

Además de energía obtenida del biogás y se extrae el abono orgánico, se traduce en costos evitados por concepto de compra y aplicación de fertilizantes a las áreas forrajeras de la unidad. Según estudios realizados a pesar de considerarse como una inversión de cierta cuantía, el período de recuperación se considera corto, unido a los beneficios económicos que posteriormente reportará por concepto de ventas de energía al sistema electroenergético nacional.

El índice de diversidad biológica (H) de la vegetación en el pastizal silvopastoril tuvo como promedio un valor de 1.07. Esto indicó que el SSP mantuvo estabilidad en el sistema suelo-pasto, lo que se evidenció en la alta densidad del pasto base, la disminución de las malezas y el incremento paulatino de la fertilidad del suelo (Lok, 2005). Este comportamiento produjo que disminuyera la diversidad de la vegetación como resultado del manejo acertado, el que logró

que se mantuviera la asociación gramínea-leguminosa en las proporciones que establece la tecnología (Ruiz et. al. 1999) para garantizar la productividad, eficiencia y persistencia del sistema.

Según el estudio de Miranda et al., (2008), en condiciones similares, se redujo el número de jornadas dedicadas al control de malezas por hectárea al año en 10. El salario medio por jornada de un obrero en el país convertido a dólares fue aproximadamente de 0.31 USD. El valor económico de la función de biodiversidad que se encontró en la vaquería ascendió a 198.65 USD, superior a los \$ 164.30 USD informados por Báez & Lok (2018) en su estudio.

Al igual que estos autores, se recomienda sea considerado para estudios posteriores la biodiversidad de la fauna asociada al sistema cuyo valor económico se puede calcular a partir de técnicas de valoración subjetivas como el método de la valoración contingente o la técnica de Delphi.

El valor económico total que aportó el ecosistema ganadero fue de 440 001.40 USD (ver tabla 1).

El análisis integrador de la vaquería permitió gestionar desde un punto de vista multidimensional la actividad ganadera. Se demuestra las potencialidades de los sistemas silvopastoriles y el empleo de fuentes renovables de energía en la actividad ganadera, para generar bienes y servicios ambientales y los diferentes beneficios económicos que se pueden obtener a partir de ellos.

Tabla 1. Valor Económico Total de la vaquería 127 por funciones ambientales

<b>Funciones ambientales</b>	<b>Valor económico total (USD/ha/año)</b>	<b>Valor económico total (USD/año)</b>
Producción de leche	3755,27	418 262,75
Producción de carbono	172,38	19 200
Uso de fuentes de energía renovables	21,00	2 340
Biodiversidad	1,78	198.65
<b>Total</b>	<b>3950,45</b>	<b>440 001.40</b>

Por todos los elementos abordados anteriormente, se considera la valoración económica ambiental, como un instrumento para que permite un análisis más integrador de lo que puede aportar en su manejo sostenible un agroecosistemas ganadero, con la integración de elementos importantes que garantizan su gestión productiva, por lo que soslayarlos equivaldría a no tener en cuenta la totalidad de las funciones ambientales que se generan en el manejo eficientemente del agroecosistema.

El estudio que se presenta, es una aproximación del valor económico aportado por la vaquería 127 de la Unidad Empresarial de Base “Loma de Candelaria”, el cual se incrementaría con la entrada en funcionamiento de la gasificación de las 14 viviendas de los trabajadores, momento en que se tendría un valor superior en el manejo de todos los servicios ambientales que se derivan de la actividad fundamental.

Como plantea Báez & Lok (2018), aunque en Cuba no se encuentra establecido aún un sistema de pagos por servicios ambientales generados por la actividad ganadera, a partir de las investigaciones realizados por diferentes autores cubanos, puede servir de marco para sentar las bases que incentiven a éste sector en su contribución a una gestión sostenible.

## Referencias Bibliográficas

- Arrastía, M. A. 2018. El biogás no es símbolo de pobreza. *Revista Energía y tú*. No 83 (3):16-19. ISSN 1028-9925.
- Báez-Quiñones Nidia y Lok-Mejías Sandra. 2018 Valoración económica-ambiental de un sistema silvopastoril de la provincia Mayabeque. Pág. 1889. *Memorias del VI Congreso Internacional de Producción Animal*. Palacio de las Convenciones. La Habana. ISBN 9789-959-7171-80-5.
- Bueno, L. y Camargo J.C. 2015. Nitrógeno edáfico y nodulación de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en sistemas silvopastoriles *Acta Agron.*, 64: 349
- FAO. 2006. La situación de los Zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura. Resumen 43 p.
- FAO. 2009. La larga sombra del ganado, problemas ambientales y opciones. Roma. Artículo pdf. 493 p.
- Ferrales, Y. & Roldan-Ruenes, A. 2017. La Responsabilidad Social Empresarial: un enfoque para el desarrollo de las empresas cubanas. *Rev. Santiago*; 143: 264-275. ISSN: 2227-6513.
- García, O. & Alonso, A. 2018. La gestión de políticas públicas en alianzas con sector empresarial ganadero y su rol socialmente responsable para el desarrollo local. *Memorias del VICongreso Internacional de Producción Animal*. Cuba. pág 744. ISBN 9789-959-7171-80-5.
- Ibrahim, M., Guerra, L., Casasola, F., Neely, N. 2010. Importance of silvopastoral systems for mitigation of climate change and harnessing of environmental benefits. In: Abberton M, Conant R, Batello C (eds) *Grassland carbon sequestration: management, policy and economics*. Proceedings of the workshop on the role of grassland carbon sequestration in the mitigation of climate change. *Integrated Crop Management*, vol 11. FAO, Roma. <http://www.fao.org/docrep/013/i1880e/i1880e09.pdf>.
- López, A., Savran, Valentina y Suárez, J. 2018. Redes de distribución de biogás a comunidades rurales en el municipio Cabaiguán. Pág. 2188. *Memorias del VI Congreso Internacional de Producción Animal*. Palacio de las Convenciones. La Habana. ISBN 9789-959-7171-80-5.
- Mahecha y Rosales, 2000. Valor nutricional del follaje de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. Conferencia electrónica de la FAO- CIPAV sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Artículo No. 26.
- Miranda T., Machado, R., Machado, H., Brune,t J. y Duquesne, P. 2008. Valoración económica de bienes y servicios ambientales en dos ecosistemas de uso ganadero. *Zootecnia Trop.*, 26:187
- Miranda, T., Machado, R., Machado, H. & Duquesne, P. 2007. Carbono secuestrado en ecosistemas agropecuarios cubanos y su valoración económica. Estudio de caso. *Pastos y Forrajes* 30:483
- Pearce, D. W. y Morán, D., 1994. *The Economic Value of Diversity*, UICN, Londres.
- Rangel, R. A., Durán, O., Gómez, G., Ferro, H., Barranco, G., Sánchez, M., Abraham, A. N., Shannon C.E. y Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU.



## *Sesión Técnica 3*

*Conservación y Restauración de los Recursos Naturales*

*Presidente:* **M. en SIG. Gilberto Sven Binnqūist Cervantes.** *Jefe del Departamento El Hombre y su Ambiente. División Ciencias Biológicas y de la Salud. UAM-Xochimilco. México.*

*Copresidente:* **Dra. Gracia Gonzalez Porter.** *Docente del Departamento El Hombre y su Ambiente. División Ciencias Biológicas y de la Salud. UAM-Xochimilco. México.*

## **Los retos de la conservación de las tortugas y sus hábitats naturales en México.**

Dra. Gracia Gonzalez Porter. Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Ciudad de México, México.  
graciapgp@gmail.com

### Resumen

Las Tortugas son reptiles pertenecientes al orden testudines, son reptiles se caracterizan por presentar una concha. Existen alrededor de 318 especies de tortugas en el mundo.

México cuenta con 45 Géneros y 73 taxa terminales de tortugas.

Las tortugas en el México prehispánico tuvieron un papel de gran importancia debido a su alto valor nutritivo para las diferentes culturas esta región.

En la actualidad existe una crisis mundial de tortugas, más del 40% de todas las especies de tortugas del mundo se encuentran enlistadas en alguna categoría de amenaza de extinción según el grupo de especialistas de Tortugas terrestres y de agua dulce según la IUCN 2013.

Las principales amenazas son, la pérdida o alteración del hábitat, el uso directo humano como alimento o mascotas, y el uso para hacer artesanías o para la medicina tradicional. El consumo como alimento ha reducido muchas poblaciones de tortugas de manera considerable. En la actualidad la tortuga más amenazada de extinción de nuestro país es la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*), sus poblaciones han sido diezmadas a lo largo de su área de distribución natural, es la única especie superviviente de la familia Dermatemydidae, por lo que su extinción, representa una gran pérdida en términos biológicos y evolutivos.

Otras especies que también se han usado como alimento son: El Chopontil (*Claudius angustatus*),

La tortuga Pinta o Jicotea (*Trachemysscripta*); la tres lomos o Guao (*Staurotypus striporcatus*, y *S. salvini*), la tortuga lagarto o Chiquiguo (*Chelydrarosignoni*); tortugas blandas (*Apalonespp.*); y las varias especies de tortugas casquito o pochitoques (*Kinosternonspp.*).

Las tortugas terrestres Género (*Gopherus*) también se encuentran amenazadas de extinción debido a la destrucción y fragmentación de sus hábitats; el caso más crítico es el de la tortuga del Bolsón (*Gopherus flavomarginatus*), la cual se encuentra en peligro de extinción por una mezcla de factores, pérdida del hábitat, consumo como alimento.

La reproducción demedida de las mal llamadas tortugas japonesas ha tenido un gran impacto sobre otras especies de tortugas a nivel mundial.

Una importante amenaza de las tortugas es la colecta para venta como mascotas, Europa, Japón y EEUU son los principales mercados.

El cambio climático puede ser una gran amenaza para las tortugas que tienen determinación del sexo por temperatura.

Las principales acciones de protección de las tortugas son: Protección del hábitat, Protección institucional, con leyes y normas a nivel nacional como internacional, el manejo en cautiverio, la iniciación de crías.

En México el programa de UMAs ha servido para el manejo y repoblación de tortugas.



El grupo de especialistas de tortugas terrestres y dulceacuícolas ha reconocido 25 especies de tortugas como las más amenazadas para ellas se han creado programas de conservación.

En México la Cites también ha reconocido a las 25 especies que tienen mayor amenaza y se están creando planes de protección y supervivencia para estas.

La NomEcol 059 ha enlistado a 36 especies mexicanas de tortugas en diferentes categorías de protección

Las Tortugas son reptiles pertenecientes al orden testudines, son reptiles anápsidos por tener un cráneo sólido sin ventanas temporales. Se caracterizan por presentar una concha que cuenta de tres partes principales, un carapacho dorsal, un plastrón ventral, y un puente que une al carapacho con el plastrón. Existen alrededor de 318 especies de tortugas en el mundo. Las tortugas han cambiado muy poco en los 200 millones de años que han habitado la tierra. Todas las tortugas son ovíparas, sus extremidades posteriores y anteriores han migrado para caber dentro de la caja torácica.

Existen especies de hábitos marinos, dulceacuícolas y terrestres.

Sus extremidades están adaptadas a los diferentes ambientes en los que habitan, por ejemplo, las especies acuáticas presentan dedos palmeados formando aletas y las especies terrestres presentan miembros adaptados a la vida terrestre.

No presentan dientes en la maxila y mandíbula, si no que su rostro forma un pico el cual puede ser ganchudo o no.

México cuenta con 45 Géneros y 73 taxa terminales de tortugas.

Las tortugas en el México prehispánico tuvieron un papel de gran importancia debido a su alto valor nutritivo para las diferentes culturas esta región, mismo que ha ocurrido en otras regiones del mundo, debido a que son animales, relativamente fáciles de capturar y que se pueden mantener por largos periodos de tiempo en pozas rusticas. Existen muchos lugares donde aún permanecen estas prácticas porque requieren de poca inversión, de esta manera los lugareños pueden contar con alimento seguro a largo plazo que no requiere de refrigeración (Jenzen y Das, 2008). Estas prácticas en México aún son comunes en los estados de Tabasco y Veracruz y en Guatemala, manteniendo a las tortugas en pozas de traspatio, llamadas Aguadas (Vogt, Obs. Pers.; Campbell 1998).

Las tortugas también tuvieron importancia por el uso de sus conchas y otras partes para la elaboración de utensilios de la vida diaria.

Se sabe que los Olmecas, desde hace mas de 3000 años ya usaban a las tortugas como alimento (Soustelle, 2003), además de existir esculturas de tortugas de gran valor estético y precisión biológica de esta misma época (Foto escultura de Kinosternon).

Para los antiguos Mayas las tortugas fueron de gran importancia, por haber sido usadas como alimento y con propósitos ceremoniales, encontrando conchas y otros restos, en las tumbas de personajes importantes (Lee 1996), en el Peten (Periodo Preclásico de 800 a 400 A.C.) existen varias referencias de conchas y huesos de tortugas en los templos de Uaxactun (Stuart 1958), en Tikal, Petexbatun, Las Pacayas (O'Day et al. 2004) y en San José, (Emary 2001; Castell-anos-Cabrera 2007). También

existen restos de tortugas en Copán en Honduras (Emary 2005), así como en Veracruz (Wing, 1967 en Iverson y Mittermeier 1980).

En la actualidad existe una crisis mundial de tortugas, más del 40% de todas las especies de tortugas del mundo se encuentran enlistadas en alguna categoría de amenaza de extinción según el grupo de especialistas de Tortugas terrestres y de agua dulce según la IUCN 2013.

Las principales amenazas son, la pérdida o alteración del hábitat, el uso directo humano como alimento o mascotas, así como el uso de sus animales disecados o sus partes para hacer artesanías, así como para hacer medicamentos tradicionales o usos religiosos.

La degradación del hábitat es uno de los factores que más amenaza a las poblaciones de tortugas, el uso del fuego para eliminar hierbas y promover el crecimiento forraje para el ganado, ha sido la mayor causa de degradación del hábitat de tortugas terrestres y causa sustancial de gran mortalidad de estas (Mitchel y Klemens, en Klemens 2000; Swingland y Klemens 1989).

Muchas poblaciones han sido severamente afectadas por el azolve de humedales, contaminación por compuestos orgánicos e inorgánicos, cambios en el nivel del agua debido a actividad minera, extirpación de presas, y alteración física de los hábitats usados por esta especie (Dodd *et al.* 1988).

La pesca también afecta de manera negativa a las diferentes especies de tortugas que comparten hábitat con las especies de uso comercial; ya que muchas tortugas caen en las trampas y redes, y muchas de ellas mueren por ahogamiento (Conant en Abbema *et al.* 1997).

Las tortugas terrestres son especialmente vulnerables a la fragmentación debido a que sus individuos tienen capacidad limitada de migrar efectivamente entre los parches (Brown y Kodric-Brown 1977). Muchas poblaciones de (*Terrapene carolina*) viven en fragmentos de bosques aislados, localizados en zonas urbanas o suburbanas. La estructura demográfica de estas poblaciones muy a menudo se compone únicamente de adultos, la reproducción y la tasa de reclutamiento son mínimas o inexistentes (Mitchel y Klemens, en Klemens 1989).

La fragmentación del hábitat debida a la construcción de carreteras implica una gran amenaza para las tortugas, ya que, además de aislar a las diferentes poblaciones, también implica un riesgo de atropellamiento de los individuos que pretendan cruzarlas, causando una gran mortalidad de ejemplares (Conant y Herlands en Abbema *et al.* 1997, Mitchell y Klemens, en Klemens 2000, Aresco 2005).

Otro factor de amenaza importante para las tortugas es la introducción de especies exóticas introducidas intencionalmente o no por los humanos, ya que muchas son depredadoras o degradan los hábitats nativos de estos animales, además de competir por su alimento.

Los perros por ejemplo son depredadores de tortugas, principalmente de los estadios juveniles; y los gatos domésticos o ferales, también son una amenaza para estos reptiles.

La introducción de ganado de manera extensiva ha afectado a especies que dependen de las plantas anuales y de los frutos y arbustos estacionales, y el ganado compite con ellas por estos recursos (Walter y Micucci, en Abbema *et al.* 1997).

La introducción de especies de tortugas exóticas, también puede poner en riesgo a las especies silvestres, un ejemplo de esto es la introducción de “tortuga japonesa” (*Trachemys scriptaelegans*) en todo el mundo, habiendo sido la principal especie de tortugas que se comerciaba en los mercados de mascotas; sólo en México se importaban de Estados Unidos más de un millón de ejemplares al año, muchos de estos individuos han sido liberados en cuerpos de agua naturales y desplazan por competencia a las especies de tortugas silvestres (DGVS, comunicación personal).

Además de que estas tortugas exóticas pueden ser foco de infecciones para las tortugas nativas, por ejemplo, (*T. scriptaelegans*) es portadora de (*Salmonella spp.*) y otras bacterias patógenas; que pueden poner en riesgo a poblaciones de especies silvestres de tortugas

([http://agronomy.ifas.ufl.edu/class\\_sites/PCB2441/list%20of%20species.htm](http://agronomy.ifas.ufl.edu/class_sites/PCB2441/list%20of%20species.htm)).

Las poblaciones (*Gopherus agassizii*) se han visto reducidas por la introducción de especies exóticas dentro de sus territorios, ya que estas últimas han reducido o eliminado por competencia a las plantas nativas que son fuente de alimento de las tortugas, además de que su salud se ha visto alterada, al alimentarse de las plantas no nativas que resultan menos nutritivas que las naturales a la zona (Jennings en Abbemaet *al.* 1997).

También las especies subsidiadas, especies silvestres que, por acciones humanas, tienen más acceso a alimento, reducción de depredadores, provisión de agua y refugio, por lo que aumentan sus números poblacionales y se convierten en plagas; estas puede afectar a las especies de tortugas, porque muchas de ellas son depredadoras de estos animales.

Algunos ejemplos de estas especies son: zorro gris (*Urocyon cinereargenteus*), zorrillo (*Mephitis mephitis*), (*Spilogale putorius*), Coyote (*Canis latrans*), Mapache (*Procyon lotor*), etc., (Boarman en Abbemaet *al.* 1997).

Pero para muchas especies el uso humano en la mayor amenaza para las tortugas, por ejemplo el Consumo, por milenios, las tortugas han sido una importante fuente de alimento para los seres humanos, debido a que son capturadas fácilmente además de ser una buena fuente de proteínas. En la actualidad, hay más gente capturando y vendiendo tortugas en todo el mundo que en ninguna otra época. De las tortugas se consume principalmente la carne, la concha y los huevos; los usos que se les dan son: como alimento, medicina tradicional, religioso o como mascotas. Esto ha hecho que muchas especies se encuentren amenazados y hasta en Peligro crítico de extinción (Thorburnarsonet *al.*, en Klemens 2000).

En México el consumo de tortugas es una práctica común, principalmente en los Estados de Tabasco, Veracruz y Chiapas, pero también se consumen en todos los estados en que existen tortugas. Este consumo tiene raíces desde las épocas prehispánicas, en que era común encontrar tortugas en los diferentes mercados de Mesoamérica. De estos animales se han hecho diferentes guisados, además de creerse que tienen propiedades reconstituyentes (García- Frias 1991, Buenrostro y Barros 2001).

Este consumo de tortugas ha reducido muchas poblaciones de tortugas de manera considerable. En la actualidad la tortuga más amenazada de extinción de nuestro país, es la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*), sus poblaciones han sido diezmadas a lo

largo de su área de distribución natural, es la única especie superviviente de la familia Dermatemydidae, por lo que su extinción, representa una gran pérdida en términos biológicos y evolutivos (Álvarez del Toro *et al.* 1979).

Se sabe que esta especie ha sido consumida por la culturas locales desde el tiempo de los Mayas, en que era considerada “manjar de Reyes” (Emery 2001; 2005; Elson y Mowbray 2005), pero el surgimiento del comercio de esta especie a gran escala la ha orillado a la extinción; cazadores profesionales transportados en avionetas la han colectado hasta en las áreas naturales protegidas dentro de su distribución natural, para ser vendidas sobre pedido, como carne congelada en los mercados de Veracruz y Tabasco (Vogt *compers.*).

El Chopontil (*Claudiusangustatus*), es otra especie en peligro de extinción, que se consume como botana en las cantinas de Veracruz y Tabasco. Su carne es considerada afrodisiaca, además de usarse como medicina tradicional desde la época prehispánica (Aguirre *et al* 2002; Vogt *com. Pers.*).

Otras especies de tortugas que se usan como alimento en México son: La tortuga Pinta o Jicotea (*Trachemysscripta*); la tres lomos o Guao (*Staurotypustriporcatus*, y *S. salvini*), la tortuga lagarto o Chiquigao (*Chelydrarosignoni*); tortugas blandas (*Apalonespp.*); y las varias especies de tortugas casquito o pochitoques (*Kinosternonspp*) (Mittermeier 1971).

Las tortugas terrestres Género (*Gopherus*) también se encuentran amenazadas de extinción debido a la destrucción y fragmentación de sus hábitats; el caso más crítico es el de la tortuga del Bolsón (*Gopherusflavomarginatus*), la cual se encuentra en peligro de extinción por una mezcla de factores, pérdida del hábitat, consumo como alimento y como mascota (Aguirre *et al.*, en Abbemaet *al.* 1997).

La reproducción comercial de (*Trachemysscriptaelegans*) en EEUU comenzó en los años cincuenta, principalmente para ser usada como alimento, aunque en la actualidad tienen y también demanda en el mercado de mascotas y son los mayores productores de tortugas del mundo (Thorbjarnsonet *al.*, en Klemens 2000).

A nivel mundial, Asia es el principal mercado de tortugas, y China el mayor dentro del continente, esto ha puesto a muchas especies al borde de la extinción, debido a su sobreexplotación. Las que mayormente se consumen son las tortugas blandas (Trionychidae), pero no son las únicas en el comercio (Thorbjarnarsonet *al*, en Klemens 2000).

*Uso en Medicina tradicional*, En México algunas culturas consideran la carne de tortuga como afrodisiaco (Aguirre *et al.* 2002). En Tabasco se usa la hiel congelada de tortuga para el control de ladiabetes <https://www.mexicana.com/puesto/gobierno-del-estado-de-tabasco-sedespa/573edc488c2eb2b6f0ab8f8e/>.

*Uso religioso*: En México, los Olmecas y Mayas consideraban a las tortugas como intermediarias entre los Dioses <https://www.mexicana.com/puesto/gobierno-del-estado-de-tabasco-sedespa/573edc488c2eb2b6f0ab8f8e/>

Otra amenaza ha sido el uso de las tortugas como mascotas: Europa es el mayor mercado de mascotas de tortugas en el mundo, le sigue EEUU y Japón que importan tortugas desde Asia y África. EEUU además consume las tortugas nativas a su país. La

especie que tiene la mayor demanda en el mundo, es (*Trachemyscriptaelegans*) (Syed *et al.*, en Shaffer *et al.* 2007).

El comercio de especies de tortugas raras de Asia en Europa y EEUU, también ha reducido las poblaciones silvestres de estos animales, cada ejemplar puede llegar a tener un alto valor en el mercado; lo que hace muy atractivo este comercio; en la actualidad, la reproducción de algunas especies en cautiverio ha hecho que estos precios estén bajando y que ya no sea tan atractivo coleccionarlas del medio silvestre con este fin (van Dijk *et al.* 2000).

En México el comercio de tortugas para mascotas principalmente incluye a las tortugas de desierto (*Gopherusspp.*) y a las “tortugas casquitos” o “pochitoques” (*Kinosternonspp.*); estas especies son vendidas en los mercados locales y en la Ciudad de México en el Mercado de Sonora, Nuevo San Lázaro y Emilio Carranza entre otros (Mittermeier 1971).

Las enfermedades infecciosas en tortugas cobran gran importancia, cuando las poblaciones de estos animales se encuentran reducidas y aisladas de otras poblaciones. Por lo que la introducción de algún agente patógeno puede traducirse en una gran mortandad entre estos organismos, esto ya se ha visto en (*Gopherusagassizii*) en EEUU (Flanagan, en Klemens 2000)

Por otro lado el cambio climático puede llegar a ser una amenaza seria para las especies que tienen determinación sexual por temperatura, en los próximos cien años, se prevé que la temperatura media anual aumentará en de 0.6 a 8°C. Normalmente la proporción de sexos es de 1:1, pero con este cambio climático esta proporción de sexos ya está cambiando, por lo que el número de machos se está reduciendo en varias poblaciones de tortugas, y en el peor de los casos estos pueden desaparecer, y por consiguientes las especies de extinguirán (Janzen 1994). Un ejemplo grave de esta desproporción de sexos se observa en las poblaciones de (*Emysorbicularis*), en el Bielorrusia, en que existen hasta 4 hembras por cada macho, al parecer esto debido sobrecalentamiento global, que para esa zona, la temperatura media anual se ha elevado hasta por 5.4°C, en los últimos 50 años (Drobenkov 1999).

Acciones de protección para especies de tortugas:

**Protección del Hábitat:** la protección del hábitat en el que viven las tortugas, es la más importante de estas acciones, ya la destrucción y alteración del hábitat es la causa más importante de amenaza para estos animales.

**Protección institucional (Leyes, Normas, Reglamentos y Tratados Internacionales para la protección de las tortugas):** 212 Especies de tortugas se encuentran listadas dentro del libro Rojo de la IUCN, 319 en la Lista de la CITES México Además de pertenecer a la CITES de 1982, tiene una Lista roja, la Norma Oficial Ecológica 059, y en ella están enlistadas las tortugas que se encuentran protegidas dentro del país.

**UMAs: Unidades de Manejo<sup>1</sup> para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA),** son predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen, y que pueden estar sujetos a dos tipos de manejo: en vida libre (UMA extensiva) o bien, en cautiverio o confinamiento (UMA intensiva).

Se consideran como UMA a los criaderos intensivos y extensivos, zoológicos, viveros, jardines botánicos, circos, espectáculos fijos y espectáculos ambulantes ya que dentro de estas unidades se reproducen y propagan ejemplares de flora, fauna y hongos silvestres; y se generan productos y subproductos destinados a los diversos tipos de aprovechamiento.

Las UMA surgen de la necesidad de contar con alternativas viables de desarrollo socioeconómico en México, promoviendo la diversificación de actividades productivas en el sector rural mediante el binomio “conservación-aprovechamiento sustentable” de la vida silvestre, a través del uso racional, planificado y ordenado de los recursos naturales y revirtiendo los procesos de deterioro ambiental.

Las UMA pueden establecerse en pequeñas o extensas propiedades bajo cualquier régimen de tenencia de la tierra (ejidal, comunal, federal, estatal, municipal, privada, empresarial y particular), sin tampoco importar el régimen de propiedad de la misma (anuencia, arrendamiento, cesión de derechos, comodato, concesión, contrato de promesa de compra-venta, convenio, copropiedad, donación, por poder, propia, rentada y usufructo).

Las UMA tienen como objetivo general la conservación del hábitat natural, poblaciones y ejemplares de especies silvestres. Pueden tener objetivos específicos de restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, exhibición, recreación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable<sup>2</sup>.

Las UMA funcionan como: centros de pies de cría, bancos de germoplasma, alternativas de conservación y reproducción de especies clave o que se encuentren en alguna categoría de riesgo, en labores de educación ambiental, investigación, con fines cinegéticos y como unidades de producción de ejemplares, partes y derivados de especies de vida silvestre que pueden ser incorporados a los diferentes circuitos del mercado legal para su comercialización.

**Vigilancia de la ley:** En México la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), y la Fiscalía Especial en Delitos Ambientales de la (PGR) son las entidades encargadas de llevar a cabo las acciones de vigilancia de la ley mediante su programa de Inspección y Vigilancia de Flora y Fauna Silvestres (<http://www.semarnat.gob.mx/Pages/inicio.aspx>).

El grupo de especialistas en tortugas terrestres y dulceacuícolas ha seleccionado a las 25 especies de tortugas más amenazadas del mundo, entre las que destacan la tortuga de las Galápagos *Geochelonenigra* y la tortuga blanca *Dermatemys mawii* entre otras, la mayoría de estas especies habitan en Sudamérica y en el sureste asiático.

En México la CITES y la CCA han reconocido a las 25 especies más amenazadas:

- *Apaloneater*
- *A. spinifera*
- *Carettacaretta*
- *Cheloniaagassizzi*
- *Cheloniamydas*
- *Chelydra serpentina*
- *Dermatemys mawii*
- *Dermochelys coriácea*
- *Eretmochelysimbricata*
- *Gopherusagassizzi*
- *G. berlandieri*
- *G. flavomarginatus*
- *Kinosternonacutum*
- *K. flavenscens*
- *K. leucostomum*
- *K. scorpioides*
- *K. subrumbrum*
- *Lepidochelyskempii*
- *L. olivacea*
- *Sternotherusodoratus*{
- *Terrapene carolina*
- *T. coahuila*
- *T. nelsoni*
- *T. ornata*
- *Trachemysscripta*

La NomEcol 059 enlista a las siguientes especies de tortugas en las diferentes categorías de protección:

1	<i>Apaloneater Pr</i>	<i>Pr</i>
2	<i>Apalonespinifera Pr</i>	<i>Pr</i>
3	<i>Carettacaretta P</i>	<i>P</i>
4	<i>Caretta gigas P</i>	<i>P</i>
5	<i>Cheloniaagassizi P</i>	<i>P</i>
6	<i>Cheloniamydas P</i>	<i>P</i>

7	<i>Chelydra serpentina</i> Pr	Pr
8	<i>Chrysemys picta</i> R	R
9	<i>Claudius angustatus</i> P	P
10	<i>Dermatemys mawii</i> P	P
11	<i>Dermochelys coriacea</i> P	P
12	<i>Dermochelys coriacea schelegelii</i> P	P
13	<i>Eretmochelys imbricata</i> P	P
14	<i>Eretmochelys imbricata imbricata</i> P	P
15	<i>Gopherus agassizi</i> A	A
16	<i>Gopherus berlandieri</i> A	A
17	<i>Gopherus flavomarginatus</i> P*	P*
18	<i>Kinosternon acutum</i> Pr	Pr
19	<i>Kinosternon alamosae</i> Pr*	Pr*
20	<i>Kinosternon cruentatum</i> Pr*	Pr*
21	<i>Kinosternon herrerae</i> Pr*	Pr*
22	<i>Kinosternon hirtipes</i> Pr	Pr
23	<i>Kinosternon integrum</i> Pr	Pr
24	<i>Kinosternon leucostomum</i> Pr	Pr
25	<i>Kinosternon oxaca</i> R*	R*
26	<i>Kinosternon scorpoides</i> Pr	Pr
27	<i>epidochelys kempii</i> P	P
28	<i>Lepidochelys olivacea</i> P	P
29	<i>Pseudemys gorzugi</i> R	R
30	<i>Rhinoclemmys areolata</i> A	A
31	<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i> A	A
32	<i>Rhinoclemmys rubida</i> R*	R*
33	<i>Terrapene coahuila</i> Pr*	Pr*
34	<i>Terrapene nelsoni</i> Pr*	Pr*
35	<i>Terrapene ornata</i> Pr	Pr
36	<i>Trachemys scripta</i> Pr	Pr

Como especies protegidas, 10 como en Peligro de extinción, 4 Amenazadas, 15 en Protección especial, y 3 como especies Raras y a 8 de las especies como endémicas de 36 especies totales



También existen opciones de manejo para las tortugas, por ejemplo:

**Translocación, relocación y repatriación:** La translocación es el término genérico que implica cualquier movimiento de animales de un lugar a otro (Caldecott y Kavanagh 1988); puede jugar un papel muy importante en la conservación de las especies de tortugas (Syed *et al.*, en Shaffer *et al.* 2007). Los esfuerzos de translocación de (*Gopherus polyphemus*) han sido muy exitosos (Tuberville *et al.* 2005).

**“Iniciación de crías”:**La mortalidad de las tortugas neonatas y juveniles y en huevos es muy alta, principalmente debido a la gran depredación. Muchas especies de tortugas ovipositan gran número de huevos, de los cuales solo unos pocos viven hasta etapas adultas. Tomando en cuenta estas dos características se han desarrollado acciones de manejo de tortugas que implican la colecta de hembras grávidas para que ovipositen en un área de ambiente protegido (comúnmente de semicautiverio) para luego ser liberadas, o la colecta de nidos para ser sembrados en éstas áreas protegidas. En los dos casos los huevos, neonatos y crías estarán protegidos, con el fin de asegurar la supervivencia de mayor número de individuos hasta los estadios adultos (Syed *et al.*, en Shaffer *et al.* 2007).

Por ejemplo el llevado a cabo con (*Gopherus flavomarginatus*) y (*G. agassizii*) en el que se idearon encierros a prueba de depredadores para incrementar la eclosión y crecimiento de estas tortugas (Morafka *et al.*, en Abbema *et al.* 1997).

**Manejo en Cautiverio:**Los programas de conservación en cautiverio tienen como meta principal la de reintegrar eventualmente, una nueva población al medio silvestre a través de la reintroducción. Cuando se produzcan suficientes descendientes de la colonia de aseguramiento y cuando esté disponible el hábitat adecuado, y que se encuentre correctamente protegido. Por lo que es de suma importancia que todos estos programas tengan como uno de sus objetivos el de mantener poblaciones genéticamente viables a largo plazo.

Algunos programas de manejo insitu que se llevan actualmente en México son: el de la tortuga del Bolsón (*Gopherus flavomarginatus*) en Mapimí; a partir del cual, 32 tortugas ya fueron reintroducidas (Edwards Com. pers.).

Existen también programas en los cuales la falta de capacitación y de un plan de manejo adecuados no han resultado exitosos, por ejemplo, el de la granja de tortugas de Tucta, en Tabasco, que mantiene miles de ejemplares en condiciones de cautiverio muy pobres. Lo que ha resultado en animales en malas condiciones que no servirán para eventuales programas de reintroducción (González Porter observación personal).

Los programas de manejo en cautiverio *ex-situ*, se llevan a cabo fuera del área de distribución natural de los organismos y tienen como objetivo principal, la creación de colonias de aseguramiento. Estos programas se realizan principalmente en zoológicos (Syed *et al.*, en Shaffer *et al.* 2007).

Los mejores programas involucran un manejo coordinado de todos los individuos en cautiverio que tengan las instituciones inscritas bajo este esquema. En el caso de las tortugas terrestres y dulceacuícolas existen varios SSP, estos llevan a cabo árboles de parentesco (Studbooks) regionales e internacionales, que son usados para hacer recomendaciones de cuales animales deben ser reproducidos, con cuales; cada cuando deberán tener descendencia; y si ésta deberá ser transferida a otras instituciones (Wiese y Hutchins 1994; Frankham *et al.* 2003). Estos programas manejan la diversidad genética de las poblaciones para que puedan servir como colonias de

aseguramiento y ser eventualmente reintroducidos. Por lo que todos estos programas buscan mantener la mayor representación de la diversidad genética de las poblaciones silvestres posible (Wiese y Hutchins 1994).

Otro tipo de reproducción en cautiverio es aquella que tiene fines comerciales, ya sea para el mercado de carne o de mascotas. Estas granjas buscan ganancia económicas, y la mayoría no tiene fines de conservación. Sin embargo estas instituciones pueden ayudar a la conservación, reduciendo de la presión humana sobre las poblaciones silvestres. Sin embargo estas granjas también pueden afectar de manera negativa a las poblaciones silvestres de tortugas, cuando las especies que se reproducen, son no nativas a la zona en que se encuentre la granja y algunos individuos escapan, pudiendo establecerse como poblaciones ferales y competir con las poblaciones silvestres de tortugas del lugar.

En México se ha fomentado la creación de granjas con fines comerciales para reducir la presión sobre las poblaciones silvestres, bajo el esquema de las "UMAs" a la fecha existen varias granjas de tortugas, principalmente en los estados de Veracruz y Tabasco, muchas son pequeñas. En Veracruz la granja más importante de Tortugas es la granja SAGARO, en Ángel R. Cabada, esta granja produce peces de ornato y 5 especies de tortugas de la región. Esta granja produce muchos ejemplares y ya ha exportado algunos individuos a Japón y los EEUU (Sanchez Luna com. Pers 2009). En Tabasco la granja que produce más tortugas a nivel comercial, es la granja "La Encantada", la cual produce (*Trachemyscripta venusta*) para el mercado de mascotas y para consumo humano. Esta granja cuenta con un pequeño restaurante en el cual se puede comer diferentes guisos de tortuga (González Porter, observación personal 2009).

Otras acciones de conservación de conservación son las de, Concienciación de la población (local y general): A la fecha existen muchos esfuerzos de educación ambiental de tortugas a nivel mundial, cabe destacar los llevados a cabo por los diferentes zoológicos, que en sus exhibiciones de tortugas incluyen la concientización de los visitantes, ya sea por el diseño de encierros naturalísticos o por carteles que indican datos de importancia para la conservación de cada especie. Por ejemplo el zoológico de Filadelfia tiene un programa de educación ambiental sobre la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) (González Porter Obs. Pers.).

En México es de mencionar, el esfuerzo del Museo Nacional de Tortugas, en Mazunte, Oaxaca, que además de iniciar tempranamente a varias especies de tortugas marinas. También mantiene una colonia de seguridad de (*Rhinoclemys rubrida*) y un programa de concientización al público sobre esta especie (Gonzalez Porter Obs. Pers.).

Organizaciones que protegen a las tortugas: Los principales grupos y organizaciones internacionales que existen para la protección, conocimiento y manejo de las tortugas dulceacuícolas son: Grupo de especialistas de tortugas terrestres y dulceacuícolas de la IUCN (TFTSG, bajo sus siglas en inglés) (<http://www.iucn-tftsg.org/>); Fondo de Conservación de Tortugas (TCF bajo sus siglas en inglés) (<http://www.turtleconservationfund.org/>), y la Alianza de Supervivencia de Tortugas (TSA, bajo sus siglas en inglés) (<http://www.turtlesurvival.org/>).

En México existe un grupo de Científicos reproductores, ONG y autoridades federales y estatales que está formando un plan de acción nacional sobre la protección,

conservación y aprovechamiento de las tortugas dulceacuícolas y terrestres de México; basados principalmente en la Tortuga Blanca (*Dermatemys mawii*) (CONABIO, SEMARNAT, PROFEPA, UNAM, com. Pers.).

Bibliografía:

1. Abbema (Editor) (1997) Proceedings: Conservation, Restoration, & Management of Tortoises and Turtles- an International Conference. A Joint Publication of the New York Turtle and Tortoise Society and the WCS Turtle Recovery Program. New York.
2. Aguirre G; E Cázares; & B Sánchez (2002) Conservación y Aprovechamiento del Chopontil *Claudius Angustatus*. Publicaciones del Instituto de Ecología A.C. 22pp.
3. Brown JH; & Kodric-Brown (1977) Turnover Rates in Insular Biogeography: Effect of Immigration on Extinction. *Ecology*, 58, 445-449.
4. Cardecott, J.O., and Kavanagh, M. 1988. Strategic guidelines for nonhuman primate translocation. In: Nielsen, L. and Brown, R.D., (Eds). *Translocation of Wild Animals*. The Wisconsin Humane Society Inc. and The Caesar Kleberg Wildlife Institute. pp.64-75.
5. Campbell, J. 1998. *Amphibians and reptiles of northern Guatemala, the Yucatan, and Belize*. University of Oklahoma Press, Norman.
6. Castellanos-Cabrera J (2007) Buenavista-Nuevo San José, Petén, Guatemala otra Aldea del Preclásico Medio (800-400 a.C.). FAMSÍ. <http://www.famsi.org>. Accessed 12 December 2009
7. Dodd CK; KM Enge; & JN Stuart (1988) Aspects of the Biology of the Flattened Musk Turtle, *Sternotherus depressus*, in Alabama. *Bulletin of the Florida State Museum of Biological Sciences*, 34, 1-64.
8. Drobenkov SM (1999) Reproductive Ecology of the pond Turtle (*Emys orbicularis* L.) In the Northeast Part of the Species Range. *Russian Journal of Ecology*, 3, 1, 49-54.
9. Emery KF (2001) The economics of bone artifact production in the ancient Maya lowlands. In *crafting bone: skeletal technologies through time and space*. Proceedings of the 2nd meeting of the
10. Emery KF (2005) *Animales y rituales en la acropolis de Copan: zoo/arqueología de depósitos*
11. especiales. FAMSÍ. [www.famsi.org/cgi/bin](http://www.famsi.org/cgi/bin) Accessed on 10 December 2009
12. Flanagan J. Disease and Health Considerations. En Klemens M., Editor, (2000), *Turtle Conservation*, Smithsonian, 334
13. Iverson, J.B., y Mittermeier, R.A., 1980. *Dermatemyidae, Dermatemys* Gray. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles 237:1-4.
14. Janzen FJ (1994b) Climate Change and Temperature-dependent Sex Determination in Reptiles. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91, 16, 7487-7290.
15. Janzen KA; & I. Das (2008) Cultural Exploitation of Freshwater Turtles in Sarawak, Malaysian Borneo. *Chelonian Conservation and Biology*, 7, 2, 281-284.
16. Klemens MW (Editor) (2000), *Turtle Conservation*, Smithsonian, 334.
17. Lee JC (1996) *The amphibians and reptiles of the Yucatan Peninsula*. Cornell University Press, Ithaca, New York

18. Mitchell JC; & MW Klemens Primary and Secondary Effects of Habitat Alteration, enKlemens M., (Editor), (2000), Turtle Conservation, Smithsonian, 334.
19. Mittermeier R (1971) The Market in So. E. Mexico. International Turtle&TortoiseSociety, 15-18.
20. O'Day, Sharyn Jones, Van Neer, W. and Ervynck, A. (editors). 2004. *Behaviour Behind Bones: The zooarchaeology of ritual, religion, status, and identity*. Oxbow Books, Oxford.
21. Stuart LC (1958) A study of the herpetofauna of the Uaxactún-Tikal area of northern El Peten, Guatemala. Contributions from the Laboratory of Vertebrate Biology University of Michigan 75:1-30
22. Swingland IR; & MW Klemmens (1989). The Conservation Biology of Tortoises. Occasional Papers of the IUCN Species Survival Commission 5. Gland, Switzerland.
23. Syed GP, Ota H, Buhlmann KA, Forstner MRJ (2007) Genetic considerations in the captive breeding and translocation of freshwater turtles and tortoises for conservation. Chelonian Research Monographs, In Shaffer HB, FitzSimmons NN, Georges A, Rhodin AGJ. Defining Turtle Diversity. Proceedings of a workshop on genetics, ethics, and taxonomy of freshwater turtles and tortoises. Cambridge MA. 8-12 August 2005. Chelonian Research Monographs, 4
24. Thorbjarnarson J; CJ Lagueux; D Bolze; MW Klemens; & AB Meylan. Human Use of Turtles, enKlemens M., Editor, (2000), Turtle Conservation, Smithsonian, 334.
25. Tuberville, T., Clark, E., Buhlmann, K., and Gibbons, W. 2005., Translocation as a Conservation tool: site fidelity and movement of repatriated gopher tortoises (*Gopherus polyphemus*). Animal Conservation 8: 349-358.
26. Van Dijk, P.P., Stuart, B. and Rhodin, A. 2000. Asian Turtle Trade. Proceedings of a Workshop on Conservation and Trade of Freshwater Turtles and Tortoises in Asia. Phnom Penh, Cambodia, 1-4 December 1999. Chelonian Research Monographs, No.2 Aug. 2000. 164pp.

Páginas web consultadas

[http://agronomy.ifas.ufl.edu/class\\_sites/PCB2441/list%20of%20species.htm](http://agronomy.ifas.ufl.edu/class_sites/PCB2441/list%20of%20species.htm)

<http://www.semarnat.gob.mx/Pages/inicio.aspx>

<https://www.mexicanaea.com/puesto/gobierno-del-estado-de-tabasco-sedespa/573edc488c2eb2b6f0ab8f8e/>

## **Evaluación de la sustentabilidad de un Área Natural Protegida con uso turístico: el caso del Parque Nacional Bahía de Loreto y sus áreas de influencia.**

Iris Del Castillo Velasco-Martínez<sup>1\*</sup>, Luis F. Beltrán-Morales<sup>1</sup>, Gustavo A. Arnaud-Franco<sup>1</sup>, Gerzaín Avilés-Polanco<sup>1</sup>, Ángel Herrera-Ulloa<sup>2</sup>, Alfredo Ortega-Rubio<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., La Paz, B.C.S., México. <sup>2</sup>

Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Biológicas, Heredia, Costa Rica.

\*idelcastillo@pg.cibnor.mx

### **Resumen**

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se han convertido en uno de los principales destinos para realizar turismo de naturaleza. La evaluación periódica de la sustentabilidad permite conocer los progresos e impactos que ha generado el turismo. El Parque Nacional Bahía de Loreto (PNBL) se ubica en las costas del municipio de Loreto, B.C.S., cuya principal actividad económica es el turismo. Aunque se ha registrado un incremento en la demanda turística, así como en los esfuerzos para incrementar su competitividad, no se ha evaluado su sustentabilidad. El objetivo del presente estudio fue evaluar la sustentabilidad del turismo de naturaleza en el PNBL y sus áreas de influencia, del dentro del periodo comprendido entre los años 2007 a al 2017. Los indicadores seleccionados corresponden a las dimensiones: socioeconómica, turística, ambiental y tecnológica. La información se obtuvo mediante una búsqueda bibliográfica exhaustiva, solicitudes de información, así como de entrevistas con representantes de las instituciones y prestadores de servicios turísticos. La normalización de los datos consistió en una adaptación del método de relativización para el Índice de Desarrollo Humano. Los cuatro Índices de Sustentabilidad por Dimensión (ISD), así como del Índice General de Sustentabilidad (IGS) se obtuvieron mediante promedios aritméticos, presentando valores del cero al uno. Los resultados indican que el IGS se ha incrementado dentro del periodo. La oferta y demanda turística han generado un beneficio socioeconómico a la población residente. Sin embargo, es necesario incrementar la afluencia turística y el porcentaje de ocupación hotelera mediante acciones promoción y de conectividad del destino. Las certificaciones de empresas, generación de residuos sólidos urbanos y el reciclaje, se relacionaron con un incremento en la sustentabilidad. La cámara de vigilancia se relacionó con la detección de acciones ilícitas, por lo que su funcionamiento debe mantenerse. El modelo propuesto permite evaluar la tendencia de los indicadores, las dimensiones abarcan temas de todos los sectores que influyen en el desarrollo sustentable del turismo. Por lo tanto, puede colaborar en la toma de decisiones sobre la gestión de esta y otras ANP con uso turístico.

### **1. Introducción**

En las últimas dos décadas ha incrementado la demanda por el turismo de naturaleza, los visitantes están dispuestos a pagar un costo superior del 25-40% por recibir este tipo de servicios (UNWTO, 2012). Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se han convertido en uno de los principales destinos para realizar éste tipo de turismo; en el año 2017, 2.8 millones de turistas visitaron las ANP en México (Ibáñez Pérez, 2014; CONANP, 2018). El turismo de naturaleza en ANP se considera como un factor de impulso para el desarrollo sustentable del destino; sin embargo, el turismo también presenta amenazas potenciales sobre el ambiente y la población; como la contaminación del aire, agua y suelo, así como la fragmentación de hábitats y modificaciones en la cultura de la comunidad anfitriona (CONANP, 2018; Wang *et al.*, 2016).

La evaluación periódica de la sustentabilidad de un destino turístico permite conocer los progresos e impactos que ha generado el turismo sobre el ambiente y el sector socioeconómico. Los indicadores de sustentabilidad son herramientas de medición o parámetros, que proporcionan información sobre un fenómeno, y permiten definir objetivos, impactos o demostrar progresos (Astier *et al.*, 2008). Los índices de sustentabilidad agregados permiten integrar y analizar la información de los indicadores, a través de un valor representativo y de fácil comprensión (Mayer, 2008; Schuschny y Soto, 2009). De esta manera se pueden realizar comparaciones anuales de los sistemas estudiados y colaborar en la toma de decisiones sobre su gestión (Nardo y Saisana, 2005). Los indicadores no son universales, dependen del objetivo del estudio, así como de la disponibilidad y acceso a la información (Astier *et al.*, 2008); por lo que es necesario elaborar una lista de indicadores para cada estudio. Lo anterior se observa en los estudios a escala regional o local, como el caso de municipios y comunidades costeras (Herrera-Ulloa *et al.*, 2003; Ibáñez Pérez, 2015), en los cuales la baja disponibilidad de información es una de las principales limitantes.

El municipio de Loreto representa un destino turístico importante a nivel mundial, en los años 2016 y 2017 registró un incremento en la afluencia turística (nacional e internacional); actualmente, el turismo representa la principal actividad económica para este municipio (SECTUR *et al.*, 2014; GBCS, 2018). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar la sustentabilidad del turismo de naturaleza en el Parque Nacional Bahía de Loreto (PNBL) y sus áreas de influencia, dentro del periodo comprendido entre los años 2007 al 2017.

## **2. Material y métodos**

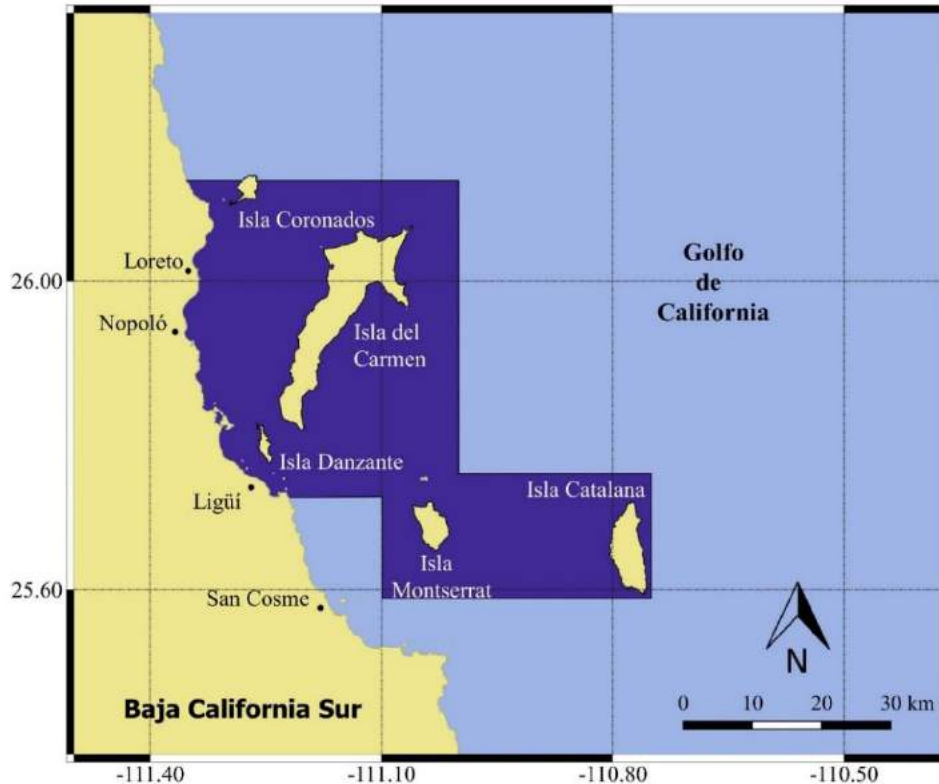
### *2.1. Área de estudio*

El PNBL es un ANP ubicada en el Golfo de California frente a las costas del municipio de Loreto. Comprende las islas Coronados, del Carmen, Danzante, Montserrat y Santa Catalina, además de 12 islotes (figura 1). La población que habita en la zona de influencia (Loreto, Tembabiche, San Cosme, Ensenada Blanca, Ligüí, Juncalito, Puerto Escondido, Nopoló, Puerto Agua Verde y San Nicolás) depende principalmente de los recursos naturales de la ANP. El PNBL cuenta con un Programa de Manejo, dentro del cual se establece su zonificación y la regulación de las actividades turísticas (DOF, 2019).

### *2.2 Selección de los indicadores y recopilación de la información*

Se realizó una revisión de sistemas que han sido propuestos para evaluar el desarrollo sustentable en México y la sustentabilidad del turismo en ANP (INEGI e INE, 2000; OMT, 2005; CONANP y SEMARNAT, 2007; Santana-Medina *et al.*, 2013). La incorporación de los indicadores al índice estuvo definida por los criterios de pertinencia, disponibilidad, confiabilidad, sensibilidad (OMT, 2005). Se seleccionaron 28 indicadores y se organizaron en cuatro dimensiones: socioeconómica, turística, ambiental y tecnológica (tabla I). La dimensión tecnológica es un tema que no se incorpora comúnmente en evaluaciones de sustentabilidad; sin embargo, puede influir de manera positiva en el desarrollo turístico (Choi y Sirakaya, 2006; UNWTO, 2011), así como en el monitoreo ambiental (Arefin, 2018).

La información se recabó mediante cinco fuentes: 1) anuarios estadísticos y documentos de información estratégica, donde se incluye información de los censos realizados por INEGI y SECTUR; 2) información proporcionada por la oficina administrativa del PNBL; 3) información proporcionada por Eco Alianza de Loreto; 4) solicitudes a través de la Plataforma Nacional de Transparencia hacia la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA); y 5) censos a empresas turísticas residentes.



**Figura 1. Ubicación del Parque Nacional Bahía de Loreto**  
Fuente: elaboración propia con base en CONANP (2002).

**Tabla I. Indicadores de sustentabilidad seleccionados para el Parque Nacional Bahía de Loreto y sus áreas de influencia.**

<b>Dimensión</b>	<b>Indicador de sustentabilidad</b>
Socioeconómica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Natalidad</li> <li>Crecimiento poblacional</li> <li>Mortalidad infantil</li> <li>Población ocupada</li> <li>Alfabetismo</li> <li>Viviendas particulares con agua entubada</li> <li>Viviendas particulares sin hacinamiento</li> <li>Localidades con más de 5000 habitantes</li> </ul>
Turística	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empresas que ofrecen paseos a las islas</li> <li>Empresas que ofrecen servicios de kayak</li> <li>Empresas que ofrecen buceo recreativo</li> <li>Empresas turísticas residentes</li> <li>Ocupación hotelera</li> <li>Afluencia de turistas nacionales</li> <li>Afluencia de turistas extranjeros</li> <li>Número de cuartos y unidades de hospedaje</li> <li>Número de turistas que visitan el PNL</li> </ul>
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de residuos sólidos urbanos</li> <li>Residuos recibidos para su reciclaje</li> </ul>

	Acciones ilícitas en el PNBL Acciones de vigilancia en el PNBL Inspecciones ambientales en el PNBL Certificaciones ambientales emitidas a empresas Presupuesto asignado al PNBL
Tecnológica	Uso de energías alternativas por empresas turísticas Plantas de tratamiento de aguas residuales Capacidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales Cámaras de vigilancia remota en el PNBL

### 2.3 Construcción del índice y análisis de estadístico

Los valores de los indicadores se organizaron en una matriz. El tratamiento de la información faltante consistió en regresiones para sustituir valores ausentes en los indicadores socioeconómicos. El cálculo del IGS consistió en una adaptación de la metodología aplicada al Índice de Desarrollo Humano (IDH) (UNDP, 2016). Los valores de los indicadores fueron normalizados para unificar las magnitudes y permitir su comparación (Nardo y Saisana, 2005). Se empleó el método de relativización, con base en los valores máximos y mínimos observados dentro de la serie de datos del periodo, de ésta manera, cada indicador tomó valores del cero al uno (1).

$$I_i = \frac{(x-m)}{(M-m)} \quad (1)$$

Donde

$x$  = Valor observado de cada indicador

$m$  = Valor mínimo del indicador

$M$  = Valor máximo del indicador

El Índice de Sustentabilidad por Dimensión (ISD) para cada año se obtuvo mediante el promedio aritmético de los indicadores de cada dimensión. El ISD varía del cero al uno, conforme el valor se aproxima a uno significa que la dimensión tiene un mejor desempeño y el nivel de sustentabilidad es mayor. La tendencia del desempeño sustentable durante el periodo estudiado, se analizó mediante los valores anuales del IGS. El cálculo de éste índice consistió en un método de agregación aditivo mediante el promedio aritmético de los cuatro ISD (ecuación 2). Al igual que el ISD, el IGS tomó valores del cero al uno.

$$IGS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N ISD_i \quad (2)$$

Donde:

$N$  = Número de dimensiones

$ISD_i$  = Índice de Sustentabilidad de cada Dimensión

Se realizó una prueba Shapiro Wilk, en virtud de que no se cumplieron los supuestos de normalidad, se realizaron matrices de correlación de Spearman para identificar la relaciones positivas y negativas entre los indicadores de las cuatro dimensiones (Daniel, 2008). Los resultados con valor de  $\alpha \leq 0.05$  fueron considerados significativos. Los análisis estadísticos y su representación gráfica se realizaron utilizando el software IBM SPSS Statistics (IBM Corp., 2011).

## 3. Resultados y discusión

### 3.1 Dimensión socioeconómica

Con la excepción del crecimiento poblacional y la natalidad, la tendencia de los indicadores socioeconómicos durante el periodo de años fue positiva, lo cual se reflejó en un incremento



constante del ISD (figura 2). La tendencia positiva de estos indicadores indicó una mejora en la educación, el empleo y la vivienda. Lo anterior coincide con el índice de marginación categorizado como muy bajo para el municipio de Loreto desde el año 2000 al 2015 (CONAPO, 2016). Éste parámetro mide la carencia de oportunidades para el desarrollo y el progreso de un grupo social o un área geográfica, lo cual indica que la población del municipio de Loreto ha mantenido un nivel de bienestar alto (Téllez Vázquez *et al.*, 2016).

La tasa de mortalidad infantil se empleó para evaluar el estado de salud de la población (Reidpath y Allotey, 2003). La tendencia positiva de dicho indicador (dada su estandarización), indicó una disminución en el número de muertes de niños menores a un año durante el periodo 2007-2017. Esto concuerda con el incremento en el porcentaje de población derechohabiente (del 75 al 88%) entre el 2010 y 2015, lo cual indicó que la mayor parte de población tuvo acceso a la atención médica (INEGI, 2010, 2017a).

La tasa natalidad presentó una disminución notable durante el periodo estudiado. Lo anterior coincide con la tasa de natalidad a nivel nacional, la cual presentó una disminución del 16% dentro del mismo periodo de años; esto se debe a la implementación de los programas de planificación familiar y al incremento en el uso de métodos anticonceptivos (Secretaría de Salud, 2015b; INEGI, 2017b). La tendencia negativa de la tasa de la natalidad es consistente con la disminución en la tasa de crecimiento; si disminuye el número de nacimientos, el incremento en el número de habitantes será menor.

Uno de los objetivos del turismo sustentable, es mejorar la calidad de vida de la comunidad anfitriona (OMT, 2005). La correlación positiva entre los indicadores de calidad de vida y algunos indicadores de oferta turística, indican un beneficio hacia la población residente. Los beneficios del turismo sobre la calidad de vida de los residentes de BCS, se han visto reflejados en estudios realizados con comunidades costeras que albergan ANP como la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno y el Parque Nacional Cabo Pulmo (Brenner y Job, 2006; Ibáñez Pérez, 2015). Los indicadores de oferta turística que presentaron una correlación positiva con los indicadores de calidad de vida fueron el número de empresas que ofrecen servicios turísticos y el número de empresas turísticas residentes. Lo cual concuerda con un estudio de percepción realizado a los residentes de Loreto, cuyos resultados reflejaron que el turismo genera beneficios a través de la generación de empleo directo e indirecto (Mendoza Ontiveros y González Sosa, 2014).

### 3.2 Dimensión turística

Todos los indicadores de oferta turística presentaron una tendencia positiva durante el periodo de tiempo estudiado y mostraron una correlación también positiva con el IGS (tabla II). Por su parte, la afluencia turística nacional y la ocupación hotelera mostraron una tendencia negativa durante el periodo estudiado. En el año 2009 se observó una disminución en estos dos indicadores, así como en el número de turistas extranjeros, esto pudo deberse a la crisis financiera mundial que inició en el año 2008 en los Estados Unidos (Zurita González *et al.*, 2009).

A partir del 2010 el número de turistas fue incrementando paulatinamente (figura 2). El turismo nacional no ha podido alcanzar el valor previo a la crisis económica (GBCS, 2017). Uno de los principales factores que influye en la baja afluencia de turistas nacionales es la ubicación del destino (De Sicilia Muñoz, 2000). Loreto se ubica dentro de la misma entidad federativa que Los Cabos, uno de los principales destinos turísticos a nivel internacional (SECTUR, 2014), el cual presenta mayor oferta de servicios y conectividad por vías aéreas (Ibáñez Pérez *et al.*, 2016). El acceso a Loreto se dificulta por la escasa oferta de vuelos (Mendoza Ontiveros y González Sosa, 2014).

### 3.3 Dimensión ambiental

Cinco de los siete indicadores ambientales presentaron una tendencia positiva con variaciones irregulares a lo largo del periodo de estudio, lo cual se refleja en el ISD (figura 2). La información de los indicadores ambientales fue obtenida por distintas instituciones, como CONANP, PROFEPA, INEGI y organizaciones civiles, por lo que pudo diferir el método de colecta de los datos, su organización y periodo de publicación. Lo anterior pudo afectar la tendencia y variación de los datos, provocando picos y valles.

Las certificaciones ambientales, el reciclaje de desechos y la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) presentaron una correlación positiva con el IGS (tabla II). El número de certificaciones ambientales emitidas a empresas reflejó un incremento a partir del 2014 y tuvo su pico en el 2017 (figura 2). De manera general durante las auditorías se revisa el cumplimiento de las normas y la ejecución de buenas prácticas ambientales (PROFEPA, 2018). Lo anterior indica que existe un compromiso creciente por parte de las empresas para realizar prácticas sustentables. Las certificaciones ambientales ofrecen ventajas como el incremento en la competitividad de la empresa, el ahorro en los costos de servicios públicos, así como la reducción de impactos ambientales (Jarvis *et al.*, 2010). Sin embargo, en Loreto, a diferencia de Los Cabos y La Paz, ningún hotel ni empresas de recorridos turísticos ha recibido la certificación ambiental.

La generación de RSU es un indicador de impacto ambiental, los contaminantes que se producen ocasionan daños al ambiente y como consecuente a la salud humana; pero también generan un daño estético pudiendo afectar la imagen del destino turístico (Kiss Köfalusi y Encarnación Aguilar, 2006). La tendencia en la generación de RSU, aunado al coeficiente de correlación significativo con al IGS (tabla II), indican que la disminución en la generación de RSU se relaciona con un incremento en la sustentabilidad.

La cantidad de desechos recibidos para su reciclaje es un indicador de manejo. La tendencia y correlación positiva con el IGS (tabla II), indican que el incremento en la cantidad de residuos recibidos por centros de acopio, se relaciona con un incremento en la sustentabilidad (SEMARNAT *et al.*, 2013).

Tanto el registro de acciones ilícitas, como las acciones de vigilancia disminuyeron en el 2015 y presentaron su pico máximo en el 2017 (figura 2). CONANP y PROFEPA son las instituciones encargadas de realizar ambas actividades en el PNBL; por lo tanto, si disminuyen los recorridos de vigilancia también lo hace la detección de acciones ilícitas. Lo anterior coincide con Miller *et al.* (2013), quienes consideran a las actividades de monitoreo y vigilancia, como herramientas necesarias para detectar y prevenir las acciones ilícitas. No obstante, las acciones de vigilancia e inspecciones ambientales presentaron una correlación negativa con el número de empresas que ofrecen recorridos turísticos; lo cual indica que conforme la oferta turística incrementaba, los recorridos de vigilancia disminuían. Para llevar a cabo un registro de las acciones ilícitas realizadas durante las actividades turísticas en el PNBL se deben llevar a cabo recorridos de vigilancia de manera constante y regulada.

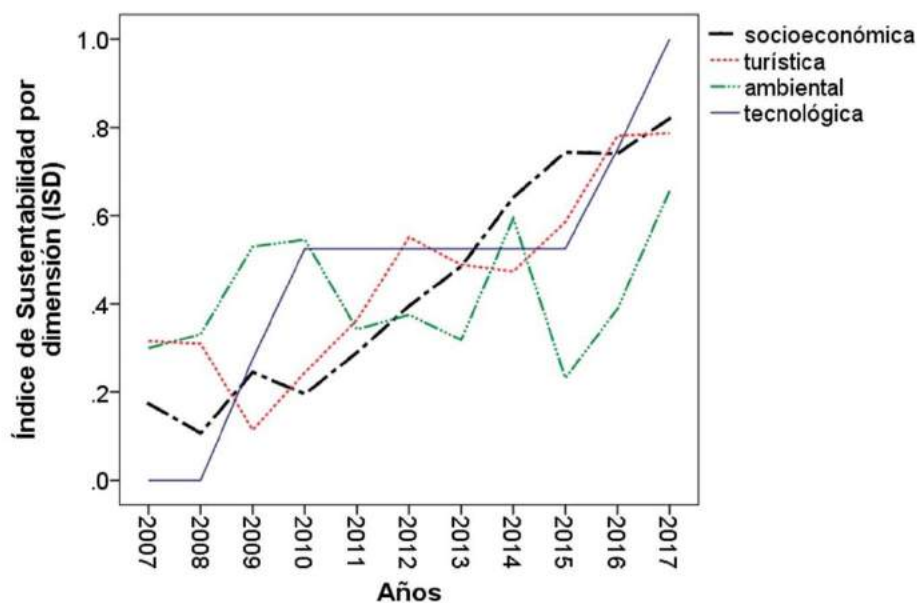
### 3.4 Dimensión tecnológica

La innovación tecnológica, para el desarrollo de las actividades turísticas en Loreto, aún es limitada. Sin embargo, los cuatro indicadores que se consideraron mostraron una tendencia positiva dentro del periodo de tiempo y tres de estos presentaron una correlación positiva con el IGS (tabla II). El número de plantas de tratamiento de agua residual y la capacidad de éstas plantas mostraron un incremento en el año 2009, lo cual se refleja en el primer pico del ISD (figura 2). El segundo pico del ISD se debe al incremento en el uso de energía alternativa durante el 2010. El municipio de Loreto presenta importantes fuentes de energía renovable,

como la radiación solar y el viento, sin embargo, su uso aún es limitado. Generalmente esto se debe al escaso conocimiento por parte de las empresas turísticas sobre las ventajas de este tipo de energía; tal como ocurre en otras regiones del país como el Caribe (Schlüter, 1996; Breceda *et al.*, 2007). Aunque su costo de inversión suele ser alto, los beneficios que proporciona la energía renovable a mediano y largo plazo son mayores; como lo es la disminución de los costos y la posibilidad de generar un sistema autosuficiente (Schlüter, 1996; Jiménez Castilla, 2014). Además, también es un indicador de buenas prácticas sustentables y uno de los estándares para obtener certificaciones ambientales, lo cual podría ayudar a generar una mayor competitividad y reconocimiento del destino (Jarvis *et al.*, 2010; EarthCheck, 2018).

El pico del ISD en el 2017 está representado por la primera y única cámara de vigilancia instalada ese año. La cámara de vigilancia instalada en el puerto de la localidad de Loreto, fue parte de un proyecto piloto, cuyo objetivo era evaluar la efectividad del uso de nueva tecnología para la detección de acciones ilícitas en el PNBL (Pronatura, 2018). De acuerdo con los registros proporcionados por CONANP, el número de acciones ilícitas incrementó en ese mismo año, principalmente aquellas relacionadas a la pesca y al turismo; lo cual indica que la aplicación de éste instrumento tuvo éxito. En otros estudios se han empleado vehículos aéreos con la misma función de vigilancia en ANP marinas; ésta tecnología ofrece ventajas como la disminución del gasto de combustible y la inversión de horas de trabajo durante los patrullajes (Arefin, 2018).

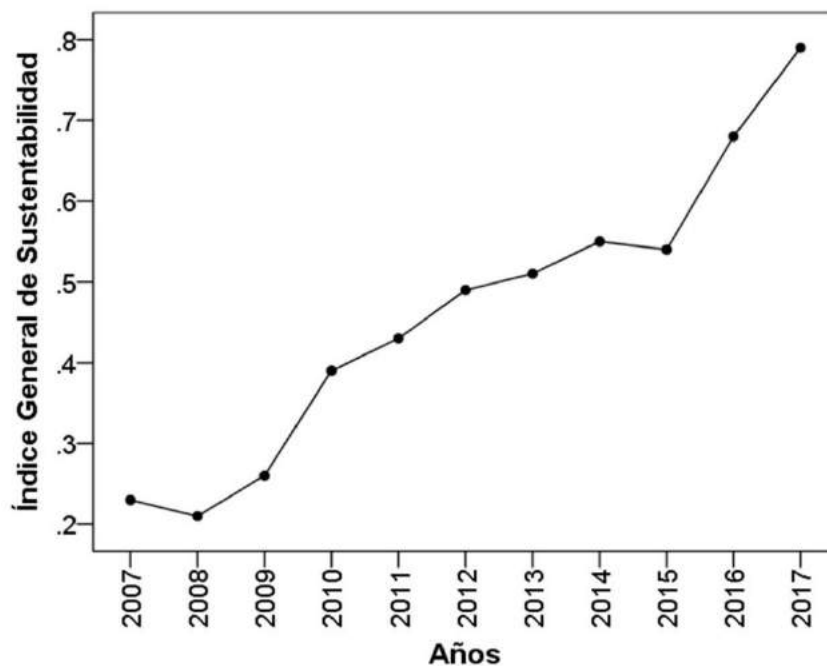
El desarrollo de la tecnología de información y comunicación, como las páginas de internet, correo electrónico, teléfono celular y redes sociales, permite expandir el mercado de los prestadores de servicios turísticos (Choi y Sirakaya, 2006; UNWTO, 2011). De acuerdo con la percepción de las empresas turísticas entrevistadas, el uso de la tecnología para ofertar sus servicios y mantener comunicación con los clientes es muy importante; actualmente el 82% de las empresas ubicadas en la localidad de Loreto y Nopoló, cuentan con página de internet y redes sociales.



**Figura 2. Tendencia del Índice Sustentabilidad por Dimensión (ISD) de las cuatro dimensiones.**

**Tabla II. Correlaciones significativas ( $p < 0.05$ ) entre el Índice General de Sustentabilidad (IGS) y los indicadores de las cuatro dimensiones.**

Dimensión	Indicador de sustentabilidad	Coefficiente de correlación
Socioeconómica	Natalidad	-0.834
	Población ocupada	0.921
	Alfabetismo	0.955
	Viviendas particulares con agua entubada	0.890
	Viviendas particulares sin hacinamiento	0.909
	Localidades con más de 5000 habitantes	0.938
Turística	Empresas que realizan paseos a las islas	0.831
	Empresas que realizan kayakismo	0.883
	Empresas que realizan buceo recreativo	0.743
	Empresas turísticas residentes	0.977
	Número de cuartos y unidades de hospedaje	0.970
Ambiental	Generación de residuos sólidos urbanos	0.626
	Reciclaje de desechos	0.897
	Certificaciones ambientales emitidas a empresas	0.840
Tecnológica	Uso de energías alternativas por empresas turísticas	0.775
	Plantas de tratamiento de aguas residuales	0.858
	Capacidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales	0.858



**Figura 3. Tendencia del Índice General de Sustentabilidad (IGS).**

#### 4. Conclusiones

El IGS del turismo de naturaleza en el PNBL y sus áreas de influencia, ha incrementado dentro del periodo 2007-2017 (figura 3); sin embargo, presenta variaciones irregulares relacionadas principalmente al ISD del componente ambiental y turístico. El incremento del IGS durante el 2017 estuvo relacionado a indicadores ambientales como las actividades de monitoreo y las certificaciones de las empresas, así como al incremento en el número de turistas que visitan el PNBL y a la implementación de la cámara de vigilancia.

Para que el turismo continúe generando beneficios socioeconómicos hacia la comunidad residente, es necesario que se promocionen los servicios de las empresas locales. Así mismo, es necesario enfocar los esfuerzos hacia la promoción y conectividad del destino turístico, con la finalidad de incrementar la afluencia turística y el porcentaje de ocupación hotelera. La generación y el manejo de los RSU presentaron resultados positivos; sin embargo, es necesario seguir impulsando el manejo sustentable de los RSU, incluyendo su disposición responsable, reducción en la generación de residuos de todo tipo y su reciclaje. Además de los indicadores de impacto y manejo aquí propuestos, se recomienda implementar indicadores que reflejen el estado del sistema; como lo es la calidad del agua de mar en playas, la emisión de gases de efecto invernadero, así como consumo energético y de agua potable. Conjuntamente al uso de la cámara de vigilancia, otro indicador tecnológico que se debe promover en Loreto es el uso de energía renovable en hoteles y empresas que ofrecen servicios turísticos. Lo anterior se vería reflejado en una disminución de los indicadores ambientales de impacto.

El modelo propuesto en el presente estudio permite evaluar la sustentabilidad del turismo de naturaleza en un ANP y sus áreas de influencia. Ofrece las siguientes ventajas: 1) los datos provienen de censos económicos o monitoreos ambientales, permiten conocer la tendencia de los indicadores y del índice y hacer comparaciones a través del tiempo. 2) La estandarización de los datos permite comparar indicadores con diferentes unidades de medida; no se requieren valores máximos y mínimos establecidos. 3) Se consideran indicadores de los tres pilares de la sustentabilidad (social, económica y ambiental), además de la dimensión turística y la tecnológica; por lo tanto, el modelo abarca temas de todos los sectores que influyen en el desarrollo sustentable del turismo.

#### 5. Bibliografía

- Arefin, A. y Estiaque (2018), "Proposal of a marine protected area surveillance system against illegal vessels using image sensing and image processing", *Acta Ecologica Sinica*, 38(2), pp. 111-116.
- Astier, M., O. Maser y Y. Galván-Miyoshi (2008), "*Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*", Mundiprensa /Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable.
- Breceda, M., E. Rincón y L. C. Santander (2007), "Uso de energía alternativa en los desarrollos turísticos del Caribe", *Teoría y Práxis*, 3, pp. 161-171.
- Brenner, L. y H. Job (2006), "Actor-Management of Protected Areas and Ecotourism in Mexico", *Journal of Latin American Geography*, 5(2), pp. 7-27.
- Cabezas, H., C. W. Pawlowski, A. L. Mayer y N. T. Hoagland (2003), "Sustainability: ecological, social, economic, technological, and systems perspectives", *Clean Technologies and Environmental Policy*, 5, pp. 167-180.
- Choi, H. C. y E. Sirakaya (2006), "Sustainability indicators for managing community tourism", *Tourism Management*, 27(6), pp. 1274-1289.

- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) (2018), "Marco Estratégico de Turismo Sustentable en Áreas Naturales Protegidas de México", CONANP, México.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) (2002), "Programa de Manejo Parque Nacional Bahía de Loreto", México.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) y SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2007), "Programa de Turismo en Áreas Protegidas 2006-2012". México.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población) (2016), "Índice de marginación por municipio 1990-2015".
- Daniel, W. (2008), *Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud*, Limusa Wiley, México.
- De Sicilia Muñoz, R. (2000), "El corredor turístico Loreto-Nopoló-Puerto Escondido, Baja California Sur, en el contexto de los Centros Integralmente Planeados", *Cuadernos de Turismo*, (5), pp. 53-68.
- DOF (Diario Oficial de la Federación) (2019). Resumen del Programa de Manejo del Parque Nacional Bahía de Loreto.
- Dormann, C., J. Elith, S. Bacher, C. Buchmann, G. Carl, G. Carré, J. García Marquéz, B. Gruber, B. Lafourcade, P. Leitão, T. Münkemüller, C. McClean, P. Osborne, B. Reineking, B. Schröder, A. Skidmore, D. Zurell, S. Lautenbach (2013), "Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance", *Ecography*, 36(1), pp. 27-46.
- EarthCheck (2018), "Acerca de", [en línea] EarthCheck, <<https://es.earthcheck.org/acerca-de/>>, 13, noviembre, 2018.
- GBCS (Gobierno de Baja California Sur) (2018), "Loreto: Información estratégica", GBCS, B.C.S. México.
- GBCS (Gobierno de Baja California Sur) (2017), "Loreto: Información estratégica", GBCS, B.C.S. México.
- Gujarati, D. y D. Porter (2010), *Essentials of Econometrics*, Mc Graw Hill, Estados Unidos.
- Herrera-Ulloa, A., A. Charles, S. Lluch-Cota, H. Ramirez-Aguirre, S. Hernández-Vázquez y A. Ortega-Rubio (2003), "A regional-scale sustainable development index: the case of Baja California Sur, Mexico", *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 10(4), pp. 353-360.
- Ibáñez Pérez, R. (2015), "Medición de la Sustentabilidad Turística en una Área Natural Protegida del Noroeste de México", *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 1(1), pp. 9-34.
- Ibáñez Pérez, R. (2014), "Turismo y Sustentabilidad en Pequeñas Localidades Costeras de Baja California Sur (BCS)", *El Periplo Sustentable*, 26, pp. 67-101.
- Ibáñez Pérez, R., P. Cruz Chávez y J. Juárez Mancilla (2016), "Perfil y satisfacción del visitante del destino: Los Cabos, Baja California Sur", *Opción*, 32(13), pp. 1041-1068.
- IBM Corp. (2011), "IBM SPSS Statistics for Windows", [Software], Version 20.0, Armonk, Nueva York, Estados Unidos de América.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2017a), "Anuario Estadístico y Geográfico de Baja California Sur 2017", México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2017b), "Estadísticas de Natalidad", México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2010), "Anuario estadístico de Baja California Sur 2010", México.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) e INE (Instituto Nacional de Ecología) (2000), "Indicadores de Desarrollo Sustentable en México", México.
- Jarvis, N., C. Weeden y N. Simcock (2010), "The benefits and challenges of sustainable tourism certification: A case study of the green tourism business scheme in the West of England", *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 17(1), pp. 83-93.
- Jiménez Castilla, T. (2014), "Energías renovables y turismo comunitario: una apuesta conjunta para el desarrollo humano sostenible de las comunidades rurales", *Energética*, 44, pp. 93-105.
- Kiss Köfalusi, G. y G. Encarnación Aguilar (2006), "Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios de disposición final", *Gaceta Ecológica*, (79), pp. 39-51.
- Mayer, A. (2008), "Strengths and weaknesses of common sustainability indices for multidimensional systems", *Environment International*, 34(2), pp. 277-291.
- Mendoza Ontiveros, M. y J. C. González Sosa (2014), "Impactos socioculturales del turismo en el Centro Integralmente Planeado Loreto, Baja California Sur, México. Percepción de los residentes locales", *Teoría y Praxis*, (16), pp. 117-146.
- Miller, D., N. Slicer y Q. Hanich (2013), "Monitoring, control and surveillance of protected areas and specially managed areas in the marine domain", *Marine Policy*. 39, pp. 64-71.
- Nardo, M. y M. Saisana (2005) *OECD/JRC Handbook on constructing composite indicators. Putting theory into practice*.
- OMT (Organización Mundial del Turismo) (2018), "Panorama OMT del turismo internacional. Edición 2018", OMT, Madrid, España.
- OMT (Organización Mundial del Turismo) (2016), "Panorama OMT del turismo internacional. Edición 2016", OMT, Madrid, España.
- OMT (Organización Mundial del Turismo) (2005), *Indicadores de desarrollo sostenible para los destinos turísticos: Guía práctica*, OMT, Madrid, España,
- PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente) (2018), "Programa Nacional de Auditoría Ambiental", [en línea] PROFEPA, México, <<https://www.gob.mx/profepa/acciones-y-programas/programa-nacional-de-auditoria-ambiental-56432> > 25 de enero de 2019.
- Pronatura (2018), "Se fortalece Inspección y Vigilancia en el Parque Nacional Bahía de Loreto" [en línea] Pronatura, México, <<http://pronatura-noroeste.org/camara-de-vigilancia-en-el-parque-nacional-bahia-de-loreto/> > 20 de octubre de 2018.
- Reidpath, D. y P. Allotey (2003), "Infant mortality rate as an indicator of population health", *J Epidemiol Community Health*, 57, BMJ, pp. 344-346.
- Santana-Medina, N., S. Franco-Maass, E. Sánchez-Vera, J. Imbernon y G. Nava-Bernal (2013), "Participatory generation of sustainability indicators in a natural protected area of Mexico", *Ecological Indicators*. 25, pp. 1-9.
- Schlüter, R. (1996), "Energía renovable y turismo en la Patagonia Argentina", *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 5, pp. 52-71.
- Schuschny, A. y H. Soto (2009), *Guía metodológica Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*, Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Secretaría de Salud (2015b), "Boletín de Información Estadística 2014-2015", Secretaría de Salud, México.
- SECTUR (Secretaría de Turismo) (2014), "Agenda de Competitividad de destino turístico de Los Cabos" [en línea] SECTUR, Baja California Sur, México

<<http://www.sectur.gob.mx/wp-content/uploads/2015/02/PDF-Los-Cabos.pdf> > 20 de octubre de 2018.

- SECTUR (Secretaría de Turismo), GBCS (Gobierno de Baja California Sur) y UABCS (Universidad Autónoma de Baja California Sur) (2014), *Agenda de Competitividad del Destino Turístico Pueblo Mágico: Loreto*, México.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), GBCS (Gobierno de Baja California Sur) y Gobierno Municipal de Loreto (2013) “Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Loreto, Baja California Sur”, BC.S. México.
- Téllez Vázquez, Y., R. Almejo Hernández, A. Hernández Álvarez y R. Romo Viramontes (2016), *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2015*, CONAPO, Ciudad de México, México.
- UNDP (United Nations Development Programme) (2016), *Technical notes: Calculating the human development indices*, Human Development Report.
- UNWTO (United Nations Environment Programme and World Tourism Organization) (2012), “Tourism in the Green Economy Background Report” UNWTO, Madrid, España.
- UNWTO (United Nations Environment Programme and World Tourism Organization) (2011), “Technology in tourism”, UNWTO, Madrid, España.
- Wang, S.-H., M.-T. Lee, P.-A. Château y Y.-C. Chang (2016), “Performance Indicator Framework for Evaluation of Sustainable Tourism in the Taiwan Coastal Zone”, *Sustainability*. 8(7), p. 652.
- Zurita González, J., J. Martínez Pérez y F. Rodríguez Montoya, (2009), “La crisis financiera y económica del 2008. Origen y consecuencias en los Estados Unidos y México”, *El Cotidiano*, (157), pp. 17-27.



Yakov Quinteros-Gómez<sup>a</sup>, Octavio Monroy-Vilchis<sup>a,\*</sup>, Martha Zarco-González<sup>a</sup>, Luis Vaje Romero<sup>a</sup>, Misael Maguiña-Palma<sup>b</sup>, Ángel Balbuena Serrano<sup>a</sup>

## **Estructura forestal y reservas de carbono en cuatro bosques inundables (aguajales) en el piedemonte andino-amazónico**

<sup>a</sup> Centro de Investigación en Ciencias Biológicas Aplicadas (CICBA), Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex). Instituto Literario 100, Centro, C.P. 50000, Toluca, México.

<sup>b</sup> Facultad de Ciencias. UAEMex.

\*Autor de correspondencia: [tavomonroyvilchis@gmail.com](mailto:tavomonroyvilchis@gmail.com)

### **Resumen**

Los aguajales (turberas o bosques inundables con dominancia de *Mauritia flexuosa*) son poco diversos y concentran importantes reservas de Carbono (C; turba > 7m) en comunidades arbóreas amazónicas fuertemente afectadas por el cambio de uso de suelo; de las que poco conocemos en relación a su estructura, composición y reservas de C en el piedemonte andinoamazónico. Nos planteamos responder la siguiente pregunta: ¿Son similares en composición florística, estructura y reservas de C los cuatro aguajales estudiados? Se establecieron cuatro parcelas de 1 hectárea (100 × 100 m) donde se inventariaron todos los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP ≥ 10 cm). Se utilizaron ecuaciones alométricas para estimar la cantidad de C almacenado. Encontramos baja riqueza con elevada abundancia en todas las parcelas (2080 individuos: 29 familias, 60 géneros y 80 especies). *M. flexuosa*, *Virola elongata* y *Matisia bracteolosa* fueron las especies ecológicamente más importantes y son consideradas especies híper-dominantes en la cuenca amazónica. La estructura al interior de las parcelas estuvo conformada por un estrato superior (dosel emergente y superior) conformado por las copas de individuos de *M. flexuosa* de gran diámetro y considerable altura. Las clases diamétricas mostraron un incremento de la abundancia entre los 30 y 50 cm, representada principalmente por *M. flexuosa* interactuando con individuos de gran porte de *V. elongata*, *Coussapoa trinervia*, *Pachira aquatica* y *Machaerium floribundum*. La prueba de Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS) y el Análisis de Similaridad (ANOSIM) revelaron tres distintos ensamblajes (comunidades vegetales) lo que sugiere que las parcelas tienen características estructurales y de composición florística muy particulares, especialmente cuando se encuentran separadas por alguna barrera geográfica. El C almacenado en el bosque varió entre 61 y 87 Mg C ha<sup>-1</sup>, siendo menor que en los ecosistemas amazónicos de menor altitud. *M. flexuosa* contribuyó con el 49.6% del stock de C del bosque. Finalmente, consideramos que los aguajales son una importante fuente de información para monitorear los impactos del cambio ambiental global en ecosistemas amazónicos.

**Palabras clave:** cambio ambiental global, diversidad vegetal, *Mauritia flexuosa*, stock de Carbono, turba.

## Introducción

El origen de la diversidad y la especiación de los bosques amazónicos se explica mediante la teoría de Refugios del Pleistoceno o las islas de la diversidad (Prance 1973, Rull *et al.* 2013). Esta teoría postula que el aislamiento y expansión sucesiva de biomas debido a los cambios climáticos durante el Pleistoceno favoreció la especiación alopátrica y una mayor diversidad en los bosques tropicales en la región más baja de los Andes (Hoorn *et al.* 2010, Salamanca-Villegas *et al.* 2016). La diversidad también está relacionada con la fisiografía, la presencia de grandes ríos, el nivel y periodicidad de las inundaciones, la composición y el drenaje del suelo (Teixeira *et al.* 2011, Assis & Wittmann 2011, Bijos *et al.* 2017). Rudas (2009) menciona que además de estos factores, las formaciones geológicas condicionan las características ecológicas de la cuenca, mientras que Ter Steege *et al.* (2000), mencionan que la latitud, la longitud y el grado de perturbación son las principales variables que determinan el patrón de diversidad arbórea en la cuenca del Amazonas y la gran riqueza de especies de árboles es una de las principales características de la Amazonia noroccidental (Endress *et al.* 2013, Quinto & Moreno 2014). Se ha informado la presencia de especies de árboles hiper-dominantes que contribuyen considerablemente con la biomasa y la productividad del bosque (Ter Steege *et al.* 2013; Fauset *et al.* 2015).

En la Amazonía peruana, las palmas arbóreas son frecuentes en suelos hidromórficos y pantanosos, donde forman poblaciones densas y extensas (más de 6 millones de hectáreas) principalmente representadas por la palmera “aguaje” (*Mauritia flexuosa*) que se encuentra distribuida en toda la cuenca amazónica (Endress *et al.* 2013, Virapongse *et al.* 2017). En este sentido, Pitman *et al.* (2014), y Honorio *et al.* (2015), argumentan que el bosque inundado de palmeras tiene menos diversidad florística que los bosques de pantanos debido a la gran abundancia *M. flexuosa*.

El piedemonte ocupa la parte inferior de Yunga (Bosques montanos del oriente de los Andes del Perú), y se extiende por todo el flanco oriental del macizo andino (Minam 2015). En el piedemonte andino-amazónico, los pantanos de palmeras están restringidos a áreas cóncavas inundadas con un drenaje deficiente. Estas características han contribuido a configurar un mosaico de hábitats y comunidades restringidas a áreas relativamente pequeñas, que se consideran una zona de confluencia entre las especies andinas y amazónicas (Barrera *et al.* 2007), lo que sugiere una alta heterogeneidad espacial del entorno físico induciendo la regionalización en poblaciones y comunidades (Camarero & Gutiérrez 1999).

La fragmentación de los bosques, la extracción selectiva de especies maderables y el cambio en el uso llevaron a la liberación de grandes cantidades de carbono y otros gases de efecto invernadero (GEI) y disminuyeron la capacidad de almacenamiento el agua (Freitas *et al.* 2006, Llerena & Yalle 2014). Sin embargo, la riqueza de las especies compartidas entre diferentes sitios en el piedemonte andino-amazónico y entre los territorios amazónicos de piedemonte y tierras bajas de la Amazonía ha sido poco estudiada. Los objetivos del estudio fueron comparar

la estructura y estimar el stock de carbono de la biomasa aérea en cuatro bosques inundables en el piedemonte andino-amazónico.

## Métodos

**Zona de estudio.** El estudio se llevó a cabo en dos localidades en el piedemonte andino-amazónico (20-30% de pendiente) en el Valle del Alto Mayo (VAM). La primera localidad se encuentra en el Área de Conservación Municipal, Asociación Aguajal Renacal del Alto Mayo (ADECARAM Tingana, ecoturismo; 05 ° 54 ' 17.9 "S; 77 ° 07 ' 07.5 " W), con influencia del río Avisado (Börner & Zimmermann 2003). La segunda localidad en el distrito de Posic en la provincia de Rioja, en bosques relictos rodeados de cultivos de arroz (06 ° 01 ' 43.3 " S; 77 ° 09 ' 43.8 " W) a 400 m del río Tonchima (Figura 1). El VAM es una zona de transición entre la zona de inundación baja del Huallaga Central y las yungas. El clima es subtropical húmedo con lluvias de diciembre a marzo. La precipitación anual total y la temperatura media son de 1265 mm. 22.8 °C, respectivamente (PEAM 2004).

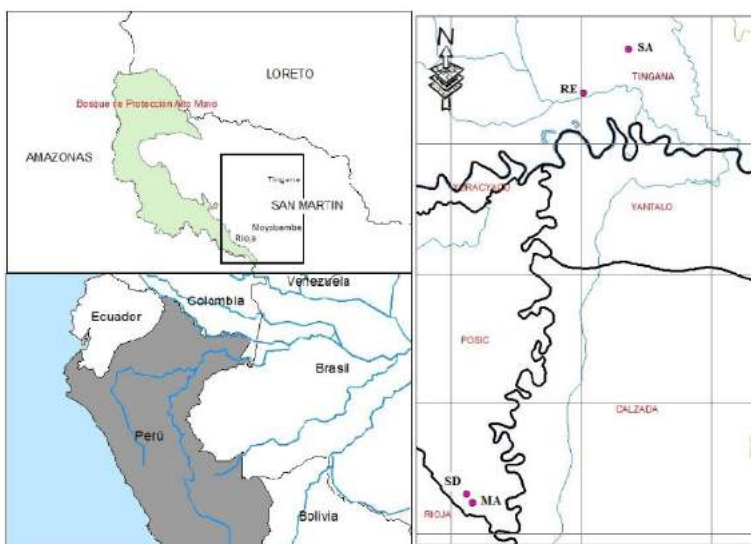


Figura 1. Zona de estudio en el Valle del Alto Mayo.

La geología se caracteriza por rocas sedimentarias (marinas y continentales) que emergen en los alrededores del VAM y rocas continentales del Terciario. (Alva *et al.* 1992). Esta tendencia es característica de los territorios del oeste de la Amazonía y se atribuye a la forma cóncava de la cordillera en estas áreas (790 a 856 msnm) que contrasta con elevaciones adyacentes que alcanzan alturas de 1 300 a 1 450 msnm. (Sánchez & Herrera 1998, Grandjoun *et al.* 2017).

**Método de muestreo.** Se establecieron cuatro parcelas de 1 hectárea cada una (100 x 100 m; dos por localidad) en dos localidades: i) Tingana: Sa y Re y ii) Posic: Sd y Ma. Cada parcela se dividió en 25 subparcelas de 400 m<sup>2</sup> (20 x 20 m), donde se consideraron los individuos (árboles, arbustos y palmas) con un diámetro a la altura

del pecho (DAP)  $\geq 10$  cm. Se tomaron datos de altura y nombres comunes de las especies.

*Análisis de datos.* Para ordenar las parcelas, utilizamos el escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), seleccionando el índice de similitud de Bray-Curtis (McCune & Grace 2002), con la versión PAST 3.0 (Hammer *et al.* 2001).

La estructura del bosque se convierte en términos de clases diamétricas y altura de los individuos (Botrel *et al.* 2002). La biomasa por tallo se determinó con el diámetro, la altura y la densidad de la madera por individuo, que se sumó para todos los tallos en todas las parcelas (Chave *et al.* 2014). Luego se multiplicó por 0,45 para convertirlo en carbono leñoso sobre el suelo (Mijangos-Hernández *et al.* 2014). Todas las pruebas estadísticas se realizaron en el entorno del programa Statgraphics Centurion XV.

## Resultados

*Composición florística.* Se encontraron 2080 individuos pertenecientes a 29 familias 60 géneros y 80 especies (Tabla 1) Las familias mejor representadas en estas áreas fueron Leguminosas con 8 especies (10%), Rubiaceae y Moraceae con 7 especies cada una (8.8%), Arecaceae con 6 especies (7,5%), Lauraceae y Primulaceae con 5 especies cada una (6,3%), Clusiaceae y Myristicaceae cada una (5%), todas juntas representan el 58% del total de especie.

Parcela	Localidad	Nº. de especies	Nº. de géneros	Nº. de familias	Nº. de individuos	Densidad de <i>Mauritia flexuosa</i>
Sa	Tingana	37	33	19	683	184
Re	Tingana	31	26	17	332	121
Sd	Posic	30	26	21	548	156
Ma	Posic	31	27	18	517	123

Tabla 1. Caracterización de las parcelas (aguajales) en el Valle del Alto Mayo.

*Estructura de las parcelas.* El promedio de DAP fue de  $24.69 \pm 14.4$  cm (máximo en Re = 32.06 cm y mínimo en Sd = 23.07 cm). La mayor variabilidad se registró en Ma (64.3%) y la más baja en Re (50.4%). La Parcela Sa fue la que tuvo mayor riqueza y área basal, seguida de Re, que es la de mayor abundancia, pero la segunda en área basal y biomasa.

Las clases diamétricas intermedias (30 - 49.9 cm) concentraron el 46% de los individuos, mientras que de las parcelas Sa, Sd y Ma, registraron mayor número de

individuos en el primer intervalo (10 - 19.99 cm), representados principalmente por *M. floribundum*, *F. chlorantha*, *M. bracteolosa* y *M. armata*.

La altura promedio fue de  $9.81 \pm 3.59$  m (máximo = 21 m en Re y mínimo = 2 m en Sa, Re y Sd), con tendencia de individuos grandes de *M. flexuosa*, *V. elongata*, *C. trinervia* y *Ficus trigona* en Re. En Sa, *V. elongata* reportó la máxima altura con 19 m, mientras que en Sd y Ma las mayores alturas fueron de *M. flexuosa* y *M. bracteolosa*, ambas con 18 m de altura.

El NMDS reveló tres agrupamientos, donde se visualizan dos agrupamientos en Tingana y uno en Posic (Figura 2).

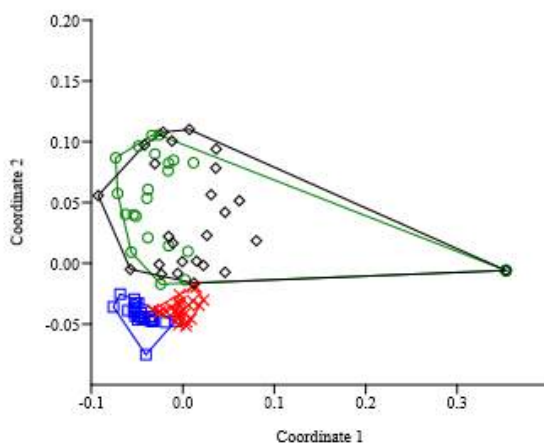


Figura 2. NMDS basado en datos de abundancia. Color de las parcelas: Azul = Sa, Rojo = Re, Verde = Sd and Negro = Ma

**Biomasa y stock de carbono.** La especie de madera más blanda fue *Ficus maxima* y la más dura *Sloanea robusta* (Elaeocarpaceae) con 0.33 y 0.86 g cm<sup>-3</sup> respectivamente. El área basal del bosque varía entre 30.5 y 38.37 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> y la biomasa varía entre 135.9 y 193.1 Tn ha<sup>-1</sup>, el valor de Re es el más alto a pesar de tener un número menor de individuos. El stock de carbono por comunidad: Re: 86.9 Mg ha<sup>-1</sup>, Sa: 85.9 Mg ha<sup>-1</sup>, Ma: 64.4 Mg ha<sup>-1</sup> y Sd: 61.2 Mg ha<sup>-1</sup>, muestra que incluso con características heterogéneas presentan un stock de carbono promedio de 74,6 Mg ha<sup>-1</sup>, siendo los bosques primarios de Tingana, con menos impacto antropogénico, los que tuvieron la mayor reserva de carbono. *M. flexuosa* fue la especie con la mayor contribución, alcanzando el 49.6% del carbono en la biomasa aérea en los bosques del VAM.

## Discusión

**Estructura de parcelas.** En las parcelas el 64.5 % de los árboles y arbustos presentaron diámetros pequeños (DAP < 30 cm) lo que sugiere que se encuentran

en estados sucesionales del bosque que existía previo a las perturbaciones antrópicas (Rzedowski & Calderón de Rzedowski 1989). La estructura de cada parcela presentó estrato superior conformado por copas de individuos de *M. flexuosa* de gran diámetro y altura. Las clases diamétricas mostraron un incremento en abundancia entre los 30 y 50 cm, principalmente de *M. flexuosa* interactuando con individuos de *V. elongata*, *C. trinervia*, *P. aquatica* y *M. floribundum*. Estas especies son relativamente comunes en bosques pantanosos y con escasa regeneración lo que sugiere una fase de transición a aguajal (Urrego 2018).

A pesar de que los individuos de las dicotiledóneas fueron 1.5 veces más abundantes que las palmeras, éstas fueron más altas y grandes, concentrando más de la mitad del área basal y la biomasa, similar a lo reportado en Perú (Endress *et al.* 2013). La parcela Sa registró la mayor área basal de aguajales en la Amazonía peruana (Wittmann *et al.* 2006, Roucoux *et al.* 2013). La mayoría de los árboles leñosos tuvieron diámetros pequeños y baja abundancia en el dosel superior lo que sugiere que los suelos pantanosos podrían estar restringiendo las tasas de crecimiento y supervivencia de estas especies (Endress *et al.* 2013).

Existen diferencias entre las localidades Tingana y Posic. En el aguajal semidenso de Tingana (Sa), que forma parte de un área de conservación con bajo impacto antropogénico, *M. flexuosa*, *V. elongata* y *E. precatória* dominan el dosel, mientras que en el estrato inmediato inferior domina *S. globulifera*. Sin embargo, en Aguajal Renacal (Re), *C. trinervia*, *P. aquatica* y *F. trigona*, además de *M. flexuosa* y *V. elongata*, dominan el dosel, mientras que en Posic, *V. elongata* y *M. bracteolosa* acompañan a *M. flexuosa* en Sd así como *M. armata* en Ma.

*Stock de carbono.* El DAP, la densidad de la madera y la biomasa son variables estructurales importantes para estimar las reservas de carbono (Honorio *et al.* 2015). La Amazonia baja (várzea) tiene como reserva promedio 115 Mg C ha<sup>-1</sup> (IIAP 2006); con otro método en la misma región de la zona de estudio se reportaron 59.8 Mg C ha<sup>-1</sup> (Asner *et al.* 2014). Estos valores son 20 % menores a lo encontrado en el presente estudio y estas diferencias pueden deberse a la densidad de individuos, el buen estado de conservación de los bosques en Tingana y a la presencia de especies con considerable área basal y biomasa. Consideramos que la estimación y el registro de las reservas de carbono encontradas en los aguajales del VAM son importantes y pueden ser considerados como una línea de base para futuros estudios a realizarse en esta zona donde aún existen grandes extensiones de aguajales que están siendo protegidos mediante el empoderamiento de las comunidades otorgándoles concesiones de ecoturismo para la conservación de dichos territorios.

En este sentido, hace falta la implementación de estudios y el desarrollo de técnicas que permitan mejorar las estimaciones de carbono en biomasa, necromasa y en el suelo de estos ecosistemas, muchos de ellos considerados como extensas turberas que podrían ser los principales actores para el amortiguamiento y el combate al cambio climático.

## Referencias

- Assis R.L., Wittmann F. 2011. Forest structure and tree species composition of the understory of two central Amazonian várzea forests of contrasting flood heights. *Flora* 206:251-260.
- Asner G.P., Knapp D.E., Martin R.E., Tupayachi R., Anderson C.B., Mascaro J., Sinca F., Chadwick K.D., Sousan S., Higgins M., Farfan W., Silman M.R., Lactayo W.A., Neyra A.F. 2014. *The High-Resolution Carbon Geography of Perú*. Minuteman Press, Berkeley, CA.
- Barrera X., Constantino E., Espinosa J.C., Hernández O.L., Naranjo L.G., Niño I., Polanco R., Restrepo J.H., Revelo-Salazar J.V., Salazar C., Yépes F. 2007. *Escenarios De Conservación En El Piedemonte Andino – Amazónico De Colombia*.
- Bijos N.R., Eugenio C.U.O., Mello T.R.B., Souza G.F., Munhoz C.B.R. 2017. Plant species composition, richness, and diversity in the palm swamps (veredas) of Central Brazil. *Flora* 236-237: 94-99.
- Börner A, Zimmermann R. 2003. Classification of East-Andean Forest Amphibiomes in the Río Avisado Watershed, Alto Mayo Region, Perú. *Lyonia* 3: 29-36.
- Botrel R.T., Oliveira-Filho A.T., Rodrigues L.A., Curi N. 2002. Influence of soils and topography on the variations of species composition and structure of the community of trees and shrubs of a tropical semideciduous forest in Ingaí, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 25:195-213.
- Camarero J.J., Gutiérrez E. 1999. Structure and Recent Recruitment at Alpine Forest-Pasture Ecotones in the Spanish Central Pyrenees. *Écoscience* 6:451-464.
- Chave J., Réjou-Méchain M., Búrquez A., Chidumayo E., Colgan M.S., Delitti W.B., Duque A., Eid T., Fearnside P.M., Goodman R.C., Henry M., Martínez-Yrizar A., Mugasha W.A., Muller-Landau H.C., Mencuccini M., Nelson B.W., Ngomanda A., Nogueira E.M., Ortiz-Malavassi E., Pélissier R., Ploton P., Ryan C.M., Saldarriaga J.G., Vieilledent G. 2014. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology* 20: 3177-3190.
- Endress B.A., Horn C.M., Gilmore M.P. 2013. *Mauritia flexuosa* palm swamps: composition, structure and implications for conservation and management. *Forest Ecology Management* 302: 346-353.
- Fauset S., Johnson M.O., Gloor E., et al. (84 more authors) 2015. Hyperdominance in Amazonian forest carbon cycling. *Nature Communications*, 6. ARTN 6857.
- Freitas L., Otárola E., del Castillo D., Linares C., Martínez P., Malca D. 2006. *Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema*

aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto-Perú. Documento Técnico N° 29. IAAP.

Grandjouan O., Hidalgo L., Apaéstegui J., Baby P., Cochonneau G., Condori E., Carlo J.E., Fraizy P., Huaman D., Jourde H., Mazzilli N., Morera S., Peña F., Renou F., Robert X., Santini W., Sifeddine A., Guyot J.L. 2017. Las resurgencias del Alto Mayo (San Martín, Perú): estudio hidrológico sobre un karst tropical andino-amazónico. Volumen Jubilar 8:83-96.

Hammer O., Harper D.A.T. and P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4: 1-9.

Honorio C.E., Vega A.J., Corrales M.N. 2015. Diversidad, estructura y carbono de los bosques aluviales del noreste peruano. *Folia Amazónica* 24:55-70.

Hoorn C., Wesselingh F.P., ter Steege H., Bermudez M.A., Mora A., Sevink J., San Martín I., Sanchez-Meseguer A., Anderson C.L., Figueiredo J.P., Jaramillo C., Riff D., Negri F.R., Hooghiemstra H., Lundberg J., Stadler T., Särkinen T., Antonelli A. 2010. Amazonia through time: Andean uplift, climate change, landscape evolution and biodiversity. *Science* 330:927-931.

IAAP [Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana]. 2006. Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto-Perú. Documento Técnico N° 29.

Llerena C., Yalle S. 2014. Los servicios ecosistémicos en el Perú. *Xilema* 27: 62-75.

Mc Cune B., Grace J.B. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. Gleneden Beach, MJM Software Designs.

MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2015. Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, Lima.

Pitman N.C., Andino J.E.G., Aulestia M., Cerón C.E., Neill D.A., Palacios W., Rivas-Torres G., Silman M.R., Terborgh J.W. 2014. Distribution and abundance of tree species in swamp forests of Amazonian Ecuador. *Ecography* 37:902-915.

Prance G.T. 1973. Phytogeographic support for the theory of Pleistocene forest refuges in the Amazon basin, based on evidence from distribution patterns in Caryocaraceae, Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae and Lecythidaceae. *Acta Amazônica* 3:5-28.

Quinto-Mosquera H., Moreno-Hurtado F. 2014. Diversidad florística arbórea y su relación con el suelo en un bosque pluvial tropical del Chocó biogeográfico. *Revista Árvore*. 38: 1123-32.



Rudas A.L. 2009. Unidades ecogeográficas y su relación con la Diversidad vegetal de la Amazonia colombiana. PhD thesis, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Rull V., Montoya E., Nogué S. 2013. Ecological palaeoecology in the neotropical Gran Sabana region: Long-term records of vegetation dynamics as a basis for ecological hypothesis testing. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 15:338-359.

PEAM (Proyecto Especial Alto Mayo) 2004. Boletín Meteorológico e Hidrológico del Alto Mayo, 1996-2004. Moyobamba, Región San Martín, Perú.

Roucoux K.H., Sason L.I.T., Jones T.D., Baker T.R., Coronado E.H., Gosling W.D., Lähteenoja O. 2013. Vegetation development in an Amazonian peatland. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 374:242-255.

Salamanca-Villegas S., van Soelen E.E., Teunissen van Manen M.L., Flantua S.G., Sánchez A.F., Herrera I.T. 1998. Geología de los cuadrangulos de Moyobamba, Juanjui y Saposoa. Ingemet, Perú.

Teixeira A.P., Assis M.A., Luize B.G. 2011. Vegetation and environmental heterogeneity relationships in a Neotropical swamp forest in southeastern Brazil (Itirapina, SP). *Aquatic Botany* 94:17-23.

ter Steege, H., et al. (120 More Authors) 2013. Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora. *Science* 342: 1243092.

Urrego L. 2018. Cananguchales y manglares: humedales forestales de las zonas bajas tropicales, tan semejantes como contrastantes. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 42:80-95.

Virapongse A., Endress B., Gilmore M.P., Horn C., Romulo C. 2017. Ecology, livelihoods, and management of the *Mauritia flexuosa* palm in South America. *Global Ecology and Conservation* 10:70-92.

Wittmann F., Schongart J., Montero J.C., Motzer T., Junk W.J., Piedade M.T.F., Queiroz H.L., Worbes M.M. 2006. Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon Basin. *Journal of Biogeography* 33:1334-347.

## CONGRESO INTERNACIONAL DE RECURSOS NATURALES 2019



*"Por el derecho Universal a un Medioambiente Sano"*

Título: Integración de sistemas agroforestales. Con Acciones para mitigar el cambio climático en la "Finca La María".

Autores:

Mario Luis Ramírez Díaz (Productor).

Barbara Camacho Machín.

Mario Ignacio Ramírez Camacho.

Romario Ramírez Camacho.

Reina María Rodríguez García.

Cooperativa de Créditos y Servicios Carlos Manuel de Céspedes. Municipio Consolación del Sur. Provincia. Pinar del Río. Cuba. [odalysc62@nauta.cu](mailto:odalysc62@nauta.cu)

## Resumen

El cambio climático trae aparejado, el aumento de los fenómenos meteorológicos que provocan desastres naturales, afectan al mundo y a Cuba, (terremotos, inundaciones, deslizamientos del terreno, erupciones volcánicas, intensas sequías, incendios forestales, huracanes y epidemias entre otros. Los efectos del clima, de por sí ya severos, están volviéndose cada vez más dañinos para el agua, los suelos, la agricultura, la salud y los bosques, pues resultan evidentes problemas de abastecimiento de agua, erosión, reducción de rendimientos de cultivos, proliferación de vectores de enfermedades y reducción de cobertura boscosa. Esto ha propiciado la realización del estudio profundo de estas afectaciones y la identificación del riesgo climático en la Finca La María y posteriormente la implementación de un grupo de acciones por el productor y su familia que permitan reducir al mínimo estos efectos, enfrentando enormes retos que se relacionan con la utilización y promoción de una agricultura de prácticas agroecológicas más resiliente a los efectos asociados al cambio climático que tiene efectos importantes sobre la actividad agropecuaria y la disponibilidad de alimentos, afectando todas las dimensiones de la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN). La toma de decisiones apropiadas que tiendan a la adaptación al cambio climático, y a la reducción de la vulnerabilidad de los productores, pueden ser sinérgicas y potenciar sus efectos beneficiosos.

En un sistema agrícola convencional ocurren procesos de grandes pérdidas que afectan al medio ambiente y a la adaptación y mitigación del cambio climático, tornándose como sistemas monoproduktivos. El objetivo de nuestro trabajo en la Finca es integrar sistemas agroforestales para mejorar la alimentación de humanos y animales, contribuyendo a la seguridad alimentaria, concebido para la agricultura familiar en correspondencia con la sostenibilidad del modo de vida. "Más Vida". La solución del problema se materializa con la integración de los sistemas: silvoagrícola, silvopastoril y agrosilvopastoril: Empleo de las fuentes de energía renovables. Con la creación de las aulas anexas, círculos de interés y el componente laboral de estudiantes de la enseñanza politécnica y la Universidad de Pinar del Río. La conservación de alimentos, con métodos sencillos, incluyendo deshidratación, ventas de jugos naturales y la aplicación de bioproductos( biofertilizantes, bioplaguicidas.

## Introducción

Los 17 ODS tienen un fuerte contenido ambiental, y orientan la sostenibilidad de forma integrada, no hay sostenibilidad posible sin conservar y usar racionalmente los recursos naturales que soportan la vida.

Cambio Climático:

No es una amenaza futura, esta ocurriendo hoy mismo. Aun si la EGI se estabilizaran existirían cambios en el clima, por la permanencia de estos gases ya emitidos a la atmósfera. Por ello adaptarnos al cambio climático es una necesidad social.

Principales riesgos proyectados; todos ellos afectan a la SAN.

. Modificación de la disponibilidad de agua, tanto por la reducción de las existencias y reservas para distintos usos, como por el aumento de las inundaciones y extrema sequía.

. Incremento de la deforestación por la aplicación directa del hombre, y el empleo del monocultivo.

. La potencial reducción en la cantidad y calidad de la producción de alimentos.

En el sector agrícola existen tres grandes medidas de mitigación del cambio climático:

Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa.

Reducción de las emisiones del metano (CH<sub>4</sub>) a la atmósfera.

El Objetivo General es Integrar sistemas agroforestales en la Finca La María Comunidad el Ocuje, para mejorar la alimentación humana y animales, mitigando los efectos al cambio climático.

Objetivos Específicos.

1- Aumentar la producción de: leche de ganado vacuno y la producción de carne porcina con destino al consumo humano.

2- Aumentar las producciones de alimento animal: Granos, pastos y forrajes con destino al consumo animal.

3- Garantizar la biodiversidad en los cultivos de frutales y maderables, en el primer caso orientada hacia los siguientes destinos: mercado estatal, la industria, el turismo, punto de venta de la comunidad y centro de conservación de alimentos de la Finca.

4- Fomentar la aplicación de buenas prácticas en la producción de Biopreparados.

5- Implementar el uso de fuentes de energía renovables, en armonía con medio ambiente.

6- Crear aulas anexas y círculos de interés, para preparar a niños y jóvenes en conocimiento de la integración en sistemas agroforestales.

La no existencia de la Biodiversidad animal y vegetal, su relación con el medio ambiente, aplicación de agrotóxicos en la agricultura, con influencia negativa en la salud humana, animal

y medio ambiental, el empleo del monocultivo como agricultura convencional fueron el problema a resolver a partir de la materialización del plan de acción integrador de sistemas productivos

## Desarrollo

Conjunto de medidas y acciones

➤ Disminución del volumen de gases contaminantes que se emiten a la atmósfera.

. Construcción de una planta de tratamiento de residuales, partiendo de la cria intensiva de cerdos estabulados. Digeritor Anaerobico, Lecho de secado, Lagunas facultativas.

. Siembra de árboles para aprovechar entre otras ventajas, el poder de captación o secuestro de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

➤ Aplicación de medidas de conservación y mejoramiento de suelos:

. Construcción de barreras vivas.

. Construcción de barreras muertas, trazadas en curvas de nivel.

. Siembra de cobertura viva.

. Uso de los efluentes producto de la digestión anaerobia, para la fertilización de los suelos.

. Producción y aplicación de fertilizantes orgánicos.

. Aplicación de tecnologías de laboreo mínimo o laboreo cero (Agricultura de Conservación).

. Aplicación del policultivo a partir de la asociación e intercalamientos de cultivos.

. Eliminación en el uso de agroquímicos.

. Producción y aplicación de micro organismos eficientes activados.

➤ Medidas encaminadas a incrementar la cobertura boscosa.

. Siembra de árboles forestales y frutales ya sea en áreas compactas o en la cerca perimetral, incrementando las anonaces, sapotáceas y otras exóticas.

. Rescate e incremento de la población del ocuje como símbolo del nombre del lugar donde está ubicada la finca. El Ocuje.

. Siembra de postes vivos en todas las cercas.

. Producción de conservas de alimentos por métodos tradicionales, incluyendo la deshidratación.

. Ampliación del empleo de energía renovable para el suministro de gas metano a la minindustria.

. Aumentar la eficiencia en el recurso agua.

. Aumentar la diversidad en la producción de jugos naturales y productos en la minindustria.

. Eliminación del uso de productos químicos, para la conserva de alimentos.

- . Propagación de guayaba, mango y otros frutales por injertos, usando patrón resistentes. En la guayaba, la ácida y la cotorrera para disminuir las afectaciones por ataque de nematodos.
- . Siembra de árboles en las cuencas hidrográficas.
- . Empleo de sistemas de riego eficientes.
- . Mediante las ventas de las producciones a precios atractivos.
- . Mediante el cierre del ciclo productivo de los frutales en la mini-industria y la venta de sus producciones a la comunidad.
- . Mediante la siembra escalonada de pastos y forrajes con variedades localmente establecidas que garanticen estabilizar producciones afines.
- . La aplicación del policultivo, generara ingresos más frecuentes
- .Desarrollo de sistemas Agroforestales.

#### Planificación de medidas de adaptacion para enfrentar el cambio climatico.

Aumento de la temperatura: Cultivos y animales que se adapten a las nuevas condiciones termicas, tecnicas de riegos que racionalicen el agua y traslado de las fechas de siembra o plantación.

Aumento de las precipitaciones: Sistemas de drenajes, y cultivos que se adapten a condiciones de altas precipitaciones.

Disminución de las precipitaciones: Almacenamiento de agua en el periodo lluvioso y cultivos resistentes a las sequía.

#### Principales Resultados

- . Aumentar la producción de leche de ganado vacuno desde 0, hasta 7200 litros en el año destinada a la población con mejor calidad.
- . Producir 18.0 toneladas de carne de cerdo, en el año.
- . Producir el 30% de la alimentación destinada al consumo de los cerdos.
- . Producir pastos y forrajes todo el año, ejecutando siembras escalonadas de diferentes especies.
- . Sembrar 2 a 3 ha por año hasta completar las 13 destinadas, de maderables y frutales.
- . Vender más de 108.000 jugos naturales todo el año en la Juguera.
- . Producir más de 3 tonelada de frutas a partir del tercer año con un incremento por año entre 2 y 4 toneladas, hacia los diferentes destinos.
- . Emplear el 100 % de productos ecológicos. Biofertilizantes, Bioestimulantes, Bioplaguicidas y Bioabono en los sistemas productivos de la Finca La María.
- . Utilizar 7,4 m3 de Biogás por días, para la elaboracion de alimento y en el hogar.

#### Beneficios Sociales, Ambientales y Económicos

Con la construcción de un biogas para conservar alimento, utilización del efluente líquido como bioabono líquido, y los desechos sólidos como bioabono sólido, disminución de gases contaminantes que se emiten a la atmósfera y mediante la construcción del Mapa verde de La Finca

### Conclusiones

- 1-En la agricultura, la adaptación al cambio climático va de la mano de la Gestión de Riesgos.
- 2-La gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático deben abordar este grupo en forma integral y participativa, con un enfoque que permita la equidad de género y especial consideración con los grupos más vulnerables.
- 3-En la finca se fomenta la agricultura familiar y Suburbana con un marcado enfoque agroecológico, más resiliente a los efectos asociados al cambio climático, la preparación y las capacidades da respuestas a desastres, buscando el máximo aprovechamiento del área disponible.
- 4- La confección del Mapa Verde en la Finca “La María” es la representación del ambiente natural y cultural que caracteriza el entorno, constituyendo una metodología de diagnóstico, planificación y gestión ambiental participativa, promueve una efectiva participación en la búsqueda de alternativas de solución a problemáticas locales de una manera creativa. con enfoque de género y equidad.

### Recomendaciones:

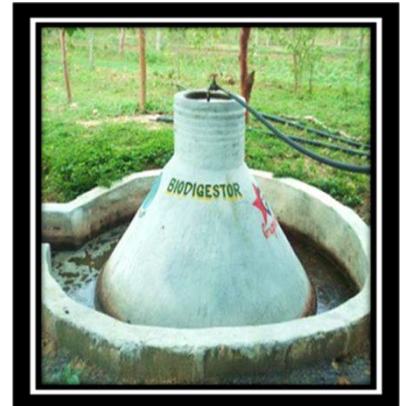
- 1-Desarrollar talleres de capacitación e intercambios de experiencias con otros productores del municipio, la provincia y el país.
- 2-Generalizar esta experiencia a otras fincas con contextos similares.

## REFERENCIAS

- Altieri, M. (1997). Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. (pp. 224). Norda Comunidad.
- Aquino, A. M. & Assis, R. L. (2007). Agricultura orgânica em áreas urbanas e periurbanas com base na agroecología. Ambiente e Sociedade, vol. 10, num. 1, pp. 137-150.
- Borroto, A. [et. al.]. (2006). Agricultura urbana en Ciego de Ávila. El caso del municipio montañoso de Florencia. Revista Pastos y Forrajes, vol. 29, no. 1, 21 p.
- Caraballo Ramos, L. (2009). Estrategia de capacitación para la formación agroecológica en las entidades del MINAGRI. Disponible en:<http://www.plusformacion.com/Recursos/r/Estrategia-Capacitacion-para-Formacionentrenadores-Agroecologicos-entidades-del> [Consulta: junio 13, 2015].
- Castro Ruz, F. (1993). Mensaje a los Jefes de Estado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Río de Janeiro. Brasil. Revista Cuba Verde, No. 3, may. 1993. pp. 63-94.
- Cañizares, J. Catálogo universal de frutales tropicales y subtropicales, Editorial Ciencia y Técnica. La Habana. 267p. (1982).



**ANEXOS**



Karol Karla García Aguirre., Dra. en C.<sup>1</sup>, Humberto Gabriel Reyes Gómez, M. en C.,<sup>2</sup> y Ricardo Alberto Alonso Soto, Biólogo.<sup>3</sup>

Pictogramas como herramienta para la concientización de la conservación de áreas naturales protegidas.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas. kgarciaa@ipn.mx, Zacatecas, Zacatecas. México.

<sup>2</sup>Dirección Regional Occidente y Pacífico Centro de la CONANP, hreyes@conanp.gob.mx, Guadalajara, Jalisco. México.

<sup>3</sup>Jefatura del Departamento APRN CADNR 043, ricardo.alonso@conanp.gob.mx, Aguascalientes, Aguascalientes. México.

## Resumen

México es considerado un país “megadiverso”, al formar parte del selecto grupo de naciones poseedoras de la mayor cantidad y diversidad de animales y plantas, casi el 70% de la diversidad mundial de especies. De ahí la importancia de generar conciencia en la población en general para la conservación del ambiente.

Como parte de esas acciones se planteó el desarrollo de talleres para ser aplicados en la comunidad estudiantil en los niveles de educación básica de la comunidad del Teúl de Gonzáles Ortega, perteneciente a la APRN CADNR 043.

El propósito fue conocer la percepción que poseen los niños de educación básica entre los 6 y 12 años sobre los elementos que componen el medio ambiente, los factores antropogénicos que lo alteran y las posibles acciones para su protección.

La estrategia fue el uso de pictogramas para la identificación de cómo se concibe el planeta tierra como primer punto, para señalar los elementos que componen el medio ambiente, considerando los factores bióticos y abióticos, se solicitara que dibujen acciones que generan situaciones ambientales adversas desde su perspectiva.

De la actividad se obtuvo que los niños de todos los grados de primaria conciben el planeta de manera común, considerando agua, tierra y en algunas ocasiones seres vivos. En cuanto al hecho de estar inmersos en un área natural protegida se observó que no se tenía conciencia de la importancia de este espacio, y de cómo desde su quehacer cotidiano se pueden involucrar en el cuidado de la misma, por lo que esta actividad queda como antecedente para generar acciones que permitan tener una noción más basta de lo que implica la existencia de un área natural protegida.

## **Introducción**

En un momento crítico en el que nuestra huella ecológica supera la capacidad del planeta para regenerar lo que se consume, hoy más que nunca, la protección de la naturaleza, se convierte en un asunto de prioridad esencial. Si bien la tendencia actual demuestra que la humanidad está abusando de la capacidad del planeta para abastecernos, todavía estamos a tiempo de tomar las medidas oportunas para construir un futuro basado en el consumo sostenible de los recursos naturales (UNESCO).

La protección de la Madre Naturaleza, no puede ser una cuestión exclusiva de los ambientalistas. Es responsabilidad de todos los seres humanos el cuidado de los ecosistemas en general y de la biodiversidad en particular.

Una educación basada en valores ambientales aplicables a cualquier actitud social y cuyo objetivo es el de formar la capacidad de observación crítica y juicio de valor teniendo en cuenta la protección y gestión sostenible de nuestro entorno.

México es considerado un país “megadiverso”, al formar parte del selecto grupo de naciones poseedoras de la mayor cantidad y diversidad de animales y plantas, casi el 70% de la diversidad mundial de especies. Para algunos autores el grupo lo integran 12 países: México, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Congo, Madagascar, China, India, Malasia, Indonesia y Australia. Otros, suben la lista a más de 17, añadiendo a Papúa Nueva Guinea, Sudáfrica, Estados Unidos, Filipinas y Venezuela (ONU).

De ahí la importancia de generar conciencia en la población en general para la conservación del ambiente, la importancia del cuidado y la protección de la naturaleza, considerando su diversidad.

Por lo anterior es necesario generar acciones que permitan una reflexión y concientización en distintos sectores poblacionales con el propósito de mitigar el efecto de las actividades antropogénicas y valorar la riqueza en cuanto a biodiversidad que se presenta en nuestro territorio.

Como parte de esas acciones se plantean en esta ocasión talleres que permitan conocer por un lado la percepción de la comunidad estudiantil en los niveles de educación básica y media superior de la comunidad del Teúl de Gonzales Ortega, perteneciente a la APRN CADNR 043 y por otro lado las medidas que de manera inmediata consideran pertinentes para la protección de la naturaleza.

## **Antecedentes**

La Educación Ambiental (EA) puede definirse como el proceso interdisciplinario para desarrollar ciudadanos conscientes e informados acerca del ambiente en su totalidad, en su aspecto natural y modificado; con capacidad para asumir el compromiso de participar en la solución de problemas, tomar decisiones y actuar para asegurar la calidad ambiental; y tiene como propósito, a través del desarrollo de diversas estrategias pedagógicas, adquirir una conciencia ambiental, mediante los conocimientos, valores, comportamientos y habilidades prácticas para participar responsable y eficazmente en la prevención y solución de los problemas ambientales y en la gestión de la calidad del medio ambiente (González

Gaudiano, 2007), donde la Gestión ambiental es aquella parte de la gestión encaminada a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente.

A cuatro décadas de la Cumbre de Estocolmo, cuya declaración final expresó los derechos ambientales de la humanidad y desencadenó a nivel internacional la propuesta de la Educación Ambiental (EA), los educadores e investigadores de este campo pedagógico se han enfocado en abrir espacios en los que sea posible repensar y recrear la relación entre el ser humano y la naturaleza. Así pues, la EA se orienta a la comprensión holística del medio ambiente; conlleva una nueva pedagogía que surge de la necesidad de orientar la educación dentro del contexto social y en la realidad ecológica y cultural donde se sitúan los sujetos y actores del proceso educativo.

En la trayectoria de más de 35 años de educación ambiental (las actividades institucionales proporcionando este enfoque de educación datan de principios de la década de los años ochenta), se ha puesto de manifiesto el importante papel que desempeña en la construcción del desarrollo sustentable, ya que se caracteriza por la promoción de valores, la transmisión de conocimientos sobre la interdependencia de los procesos naturales y sociales, la adquisición de destrezas y aptitudes para habilitar en la resolución de problemas, la definición de criterios y normas de actuación y la orientación de los procesos de toma de decisiones que permitan construir un futuro deseable que garantice el potencial productivo y un ambiente de calidad como parte consustancial de los más elementales derechos (SEMARNAT).

Los distintos programas de la SEMARNAT consideran a la educación y a la capacitación como instrumentos estratégicos de gestión, para asegurar la eficiencia y efectividad en la contención del deterioro, el fomento a la producción sustentable y el aumento del bienestar social.

En el caso particular de este proyecto los talleres enfocados a favorecer un proceso de concientización para el cuidado de un área natural protegida, se llevó a cabo en el municipio de Teúl de González Ortega, el cual se encuentra embebido en el APRN de la CADNR 043 tiene una extensión de más de dos millones de hectáreas , contando con una gran variedad de flora y fauna (CONANP, 2014).

Esta área natural protegida está conformada por los estados de Zacatecas, Durango, Jalisco, Nayarit y Aguascalientes. En el caso particular de Zacatecas abarca los siguientes municipios: Apozol, Atolinga, Benito Juárez, Chalchihuites, Fresnillo, Genaro Codina, Huanusco, Jerez, Jiménez de Teúl, Juchipila, Moyahua de Estrada, Mezquital del Oro, Monte Escobedo, Sombrerete, Nochistlán de Mejía, Susticacán, Tabasco, Teúl de González Ortega, Tepechitlán, Tlaltenango de Sánchez Román, Trinidad García de la Cadena, Valparaíso, Villanueva.

Para los talleres realizados en la escuela primaria con mayor población del municipio se empleó como eje un instrumento de investigación cualitativa, los pictogramas. Las técnicas de elucidación gráfica han sido empleadas durante décadas en psicología clínica y en

disciplinas como la pedagogía, la geografía, las ciencias de la salud o las ciencias ambientales (Copeland y Agosto, 2012).

Hasta hace una década, la utilización de representaciones gráficas estaba confinada a la fase de análisis y de presentación de resultados (Banks, 2001). El propósito de estas técnicas es enriquecer los procesos de investigación, gracias a que son procesos flexibles y sencillos en los que se solicita a los participantes del estudio que generen y/o interpreten representaciones gráficas relacionadas con temas de interés.

De manera puntual, para el presente trabajo se empleó la técnica de dibujar y escribir, dicha técnica consiste en un método de investigación visual basado en el arte de dibujar y escribir, en donde se solicita a los participantes que realicen una actividad de dibujo junto con un ejercicio de escritura, que complementa la comprensión del dibujo. Comúnmente dicha técnica es administrada a los niños por profesores o investigadores en el aula (Hartel, 2014).

En general, los pictogramas, constituyen un sistema semiótico autónomo que permite configurar narraciones gráficas en las que se entrecruzan aspectos psicodinámicos individuales y aspectos socio-culturales (Rodulfo, 1993).

Considerando que las imágenes permite la construcción creativa de los significados posibles sobre un tema, a partir de solicitar la realización de un dibujo en el contexto de una entrevista o de un grupo focal (Seidmann, *et al.* 2014), se empleó este instrumento para conocer la apreciación de los estudiantes sobre los recursos bióticos y abióticos presentes en el área natural protegida donde habitan y se complementó con un ejercicio escrito donde expresaban las acciones que podrían ser favorables o desfavorables para la conservación de su entorno, en términos de cuidado ambiental.

## **Desarrollo**

En general el desarrollo que se siguió para la realización de los talleres se muestran a continuación:

Población objetivo: Estudiantes de primaria de 2º y 6º grado.

El propósito n general fue conocer la percepción que poseen los niños de educación básica entre los 6 y 12 años sobre los elementos que componen el medio ambiente, los factores antropogénicos que lo alteran y las posibles acciones para su protección.

**Duración de la actividad:** 1 hora

**Recursos materiales necesario:**

- Hojas de papel bond tamaño carta, 2 por estudiante
- Lápices de colores
- Video proyector
- Computadora portátil
- Bocinas

**Etapas de la actividad**

## **Encuadre**

Por parte del facilitador del taller se dará una presentación del tema, de la relevancia y se transmitirá un video corto (3 min) relacionado con la protección del medio ambiente.

Se darán las instrucciones para las actividades a realizas.

## **Desarrollo**

1. Se formaran equipos de tres personas de manera libre.
2. Se empleara la técnica de dibujar y escribir

La estrategia es el uso de pictogramas para la identificación de cómo se concibe el planeta tierra como primer punto, para señalar los elementos que componen el medio ambiente, considerando los factores bióticos y abióticos, se solicitara que dibujen acciones que generan situaciones ambientales adversas desde su perspectiva.

3. Como último punto se realizaran exposiciones verbales por parte de los alumnos donde se establecía un medio para el planteamiento de acciones simples, sencillas y cotidianas con las que se podría colaborar desde su punto de acción en pro del Medio Ambiente.

## **Cierre:**

Retroalimentación por parte del facilitador sobre la información presentada por los participantes.

## **Productos esperados:**

- Pictogramas referentes a la percepción de los estudiantes sobre el entorno y su cuidado.
- Lista de acciones para la preservación del ambiente.
- Evidencia fotográfica.

## **Resultados y discusión**

El taller se realizó con dos grupos de 2° y 6° año de primarias ubicadas en el Municipio de Teúl de González Ortega, en Zacatecas, trabajando con 80 alumnos en total, se emplearon como estrategias el uso de pictogramas para la identificación de cómo se concibe el planeta tierra como primer punto, para señalar los elementos que componen el medio ambiente, considerando los factores bióticos y abióticos, posteriormente se elaboró la construcción de un árbol de problemas donde a través de trabajo colaborativo (equipos de tres integrantes) se identificaron acciones que generan situaciones ambientales adversas.

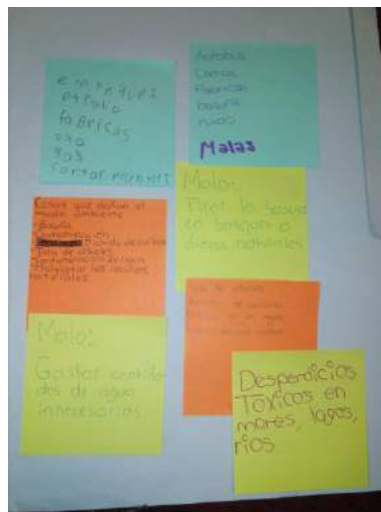
Como último punto se realizaron exposiciones verbales por parte de los alumnos donde se establecía un medio para el planteamiento de acciones simples, sencillas y cotidianas con las que se podría colaborar desde su punto de acción en pro del Medio Ambiente.

A continuación se muestra el resultado de algunas de las actividades realizadas por los alumnos, donde identifican el planeta tierra y sus elementos como lugar de vida, y también como un sitio impactado de algún modo, Figura 1.

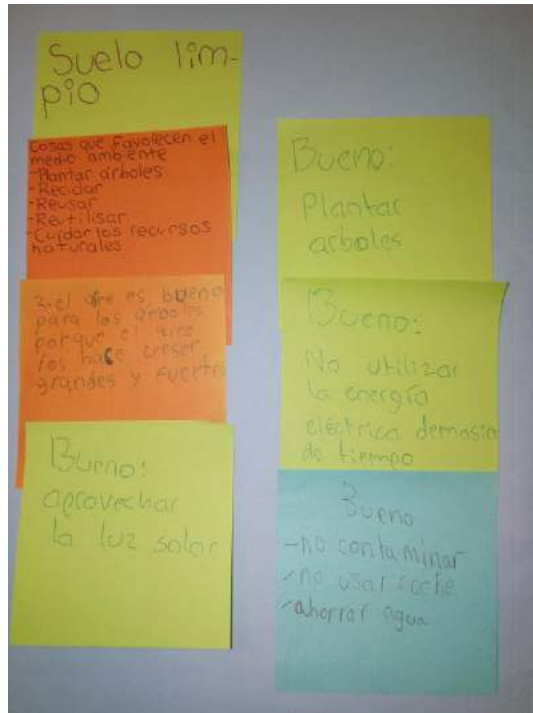


**Figura 1.** Concepción del planeta tierra

Por otro lado, existe una identificación de los factores o acciones que pueden impactar al medio ambiente de manera negativa (Figura 2) o positiva (Figura 3), sin embargo las estrategias formativas en el campo de la educación ambiental han de dirigirse para que tengan un enfoque superfuerte, y logremos pasar de la identificación a las acciones preventivas y de mejora desde la temprana edad, área donde puede incidir el IPN a través de los comités Ambientales.



**Figura 2.** Identificación de efectos o acciones negativas al medio ambiente.



**Figura 3.** Identificación de efectos o acciones positivas al medio ambiente.



**Figura 4.** Ilustración de las actividades realizadas en general



## Conclusiones

A través de las dinámicas realizadas se observa que los estudiantes tienen conocimiento de que su comunidad está dentro de un área natural protegida y al trabajar sobre los pictogramas que buscaban conocer su apreciación de la naturaleza y los factores bióticos y abióticos que la constituyen se puede apreciar que en general consideran elementos como agua, suelo, fauna y flora, y sólo el diez por ciento de la población participante considero como un elemento del entorno a los seres humanos y las interacciones sociales. Este punto es interesante, considerando que finalmente los cambios de actitudes son los que pueden generar acciones de cambio para un mejor aprovechamiento del entorno.

Por otro lado, al solicitar su apreciación sobre problemas ambientales y posibles soluciones a esto, los estudiantes en general mencionaron problemas como residuos sólidos urbanos y contaminación por hidrocarburos.

En general, puede decir que la información colectada es un antecedente para la generación de estrategias de educación ambiental para el aprovechamiento adecuado y oportuno de los recursos ecosistémicos presentes en el área natural protegida de interés, procurando involucrar a diversos actores sociales.

## Referencias

Banks, M. (2001). *Visual methods in social research*. London: Sage.

Copeland, A. J., y Agosto, D. E. (2012). Diagrams and relational maps: The use of graphic elicitation techniques with interviewing for data collection, analysis, and display. *International Journal of Qualitative Methods*, 11(5), 513-533.

<https://www.gob.mx/semarnat/articulos/dia-mundial-de-la-proteccion-a-la-naturaleza>.

<http://www.un.org/es/index.html>

González Gaudiano, É. (2007). *Educación ambiental. Trayectorias, rasgos y escenarios*.

México: UANL.

Hartel, J. (2014). An Arts-Informed Study of Information Using the Draw-and-Write Technique. *JOURNAL OF THE ASSOCIATION FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 1349–1367.

<http://www.unesco.org/new/es/culture/themes/cultural-diversity/diversity-of-cultural%20expressions/tools/policy-guide/planificar/diagnosticar/arbol-de-problemas/>

Rodulfo, M. (1993) *El niño del dibujo. Estudio psicoanalítico del grafismo y sus funciones en la construcción temprana del cuerpo*. Buenos Aires: Paidós

Seidmann, Susana; Di Iorio, Jorgelina; Azzollini, Susana; Rigueiral, Gustavo, *El uso de técnicas gráficas en investigaciones sobre representaciones sociales*. Anuario de Investigaciones, vol. XXI, 2014, pp. 177-185

Vargas V. L., Técnicas participativas para la educación popular, Volumen 2, Centro de Estudios y Publicaciones ALFORJA (Costa Rica), Centro de Estudios y Publicaciones ALFORJA, 1988, 72 pp.

[http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi\\_apps/WFServlet?IBIF\\_ex=D1\\_R\\_EAMBIENT01\\_02&IBIC\\_user=dgeia\\_mce&IBIC\\_pass=dgeia\\_mce](http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D1_R_EAMBIENT01_02&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce)

Lorenzo Fidel Cota Verdugo, Dr.; Ailed Zahí Peña Castañón, Mtra.; Armando Yuen Coria, MSC.

## **Valoración de los impactos económicos a través del método de valoración contingente y medición de servicios ambientales en el Parque Nacional Cabo Pulmo (PNCP), Baja California Sur.**

Instituto Tecnológico de La Paz

La Paz, Baja California Sur, México.

[lfkota@itlp.edu.mx](mailto:lfkota@itlp.edu.mx), [ailedzahi@gmail.com](mailto:ailedzahi@gmail.com), [yuen@itlp.edu.mx](mailto:yuen@itlp.edu.mx)

### RESUMEN

Cabo Pulmo es desde 1995 un Parque Nacional en donde existe el arrecife coralino vivo más importante del Golfo de California y es un potencial como destino turístico. Se han propuesto importantes proyectos para explotar comercialmente sus riquezas naturales y a lo largo de los últimos 10 años se han presentado proyectos que no han prosperado donde la presión social ha jugado un papel importante en las decisiones del Gobierno Federal. Sus habitantes y algunas Organizaciones No Gubernamentales (ONG's), dedicados a la protección ambiental, se han manifestado para evitar que se aprueben proyectos de construcción. El turismo nacional e internacional, así como las comunidades del área, está dispuesta a otorgar contribuciones económicas para conservar la zona en las condiciones que hoy se encuentra y no permitir la llegada de desarrollos de este tipo que modifiquen el medioambiente y los ecosistemas. El objetivo de la investigación es determinar el valor económico de los servicios ambientales a través del método de Valoración Contingente como método directo de los valores de uso y no uso del parque, para conocer la disposición a pagar de los usuarios, su conveniencia y disposición para conservar sus servicios ambientales. Se aplicó un método directo que permite recoger indicadores para averiguar la valoración económica que otorgan las personas y usuarios del parque Nacional Cabo Pulmo (PNCP) a través de su Disposición a Pagar, (DAP). De los resultados obtenidos, los participantes de la encuesta muestran en un 75.5% que la conservación del parque es la prioridad, a través de la donación por múltiples medios y cantidades, el 57.7% invertirá en donaciones una cantidad desde \$1.00 a \$400.00 para esta actividad. La media de los datos muestra que de cada  $\bar{x} = 1.4226$  personas y una  $S = 0.049477$  hay una alta disposición y acuerdo entre los participantes a aportar un recurso económico con fines de conservación. En cuanto al uso de estos recursos para la construcción de infraestructuras que modifican desde el paisaje y demandan servicios urbanos, se encuentran entre el desacuerdo y el totalmente en desacuerdo de que sean utilizados con este fin.  $\bar{x} = 2.800$  y  $S = 1.35392$ , la mayoría de las personas se inclinan por mantener el parque en las condiciones que se encuentra y están dispuestos a invertir los recursos en actividades de vigilancia, señalización, entre otros, en el perímetro y dentro del Parque. En cuanto al valor de uso de los servicios del parque el 38% está en de acuerdo en que sea de manera sostenible. El 62% en que el parque no se use con fines de desarrollo económico con consecuencias para el medioambiente y los ecosistemas terrestres y marinos. En conclusión, los turistas y personas de estas comunidades, consideran que el valor de uso del parque debe ser conservacionista y no se debe de usar este ecosistema para el desarrollo de infraestructura turística extensiva. La autoridad debe desarrollar de manera efectiva, su papel de vigilante.

### Palabras Clave

Valoración económica, disposición a pagar, valor de uso y no uso, servicios ambientales

## ABSTRACT

Cabo Pulmo has been a National Park since 1995, where there is the most important living coral reef in the Gulf of California and it is a potential tourist destination. Important projects have been proposed to commercially exploit their natural resources and over the last 10 years, there have been projects that have not prospered where social pressure has played an important role in the decisions of the Federal Government. Its inhabitants and some Non-Governmental Organizations (NGO's), dedicated to environmental protection, have demonstrated to avoid the approval of construction projects. The national and international tourism, as well as the communities of the area, is willing to grant economic contributions to conserve the area under the conditions that are today and not allow the arrival of developments of this type that modify the environment and ecosystems. The objective of the research is to determine the economic value of environmental services through the Contingent Valuation method as a direct method of the values of use and non-use of the park, to know the willingness to pay of users, their convenience and willingness to conserve their environmental services. A direct method was applied to collect indicators to find out the economic valuation granted by people and users of the Cabo Pulmo National Park (PNCP) through its Disposition to Pay, (DAP). Of the results obtained, the participants of the survey show in 75.5% that the conservation of the park is the priority, through the donation by multiple means and quantities, 57.7% will invest in donations an amount from \$ 1.00 to \$ 400.00 for this activity. The average of the data shows that of each  $\bar{x} = 1.4226$  people and an  $S = 0.049477$  there is a high willingness and agreement among the participants to provide an economic resource for conservation purposes. Regarding the use of these resources for the construction of infrastructures that modify from the landscape and demand urban services, they are between the disagreement and the total disagreement that they are used for this purpose.  $\bar{x} = 2,800$  and  $S = 1.35392$ , most people are inclined to maintain the park in the conditions that are and are willing to invest resources in monitoring activities, signaling, among others, on the perimeter and within the Park. Regarding the use value of park services, 38% agree that it is sustainable. 62% in which the park is not used for economic development purposes with consequences for the environment and terrestrial and marine ecosystems. In conclusion, tourists and people from these communities, consider that the use value of the park should be a conservationist and should not use this ecosystem for the development of extensive tourism infrastructure. The authority must effectively develop its watchdog role.

### Key Words

Provisore to pay, economical valuation, value of use and no use, enviromental services

## INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales juegan un papel importante para la economía, son necesarios para la producción de bienes y servicios de una región; su escasez impacta negativamente sobre la calidad de vida de las personas, por lo que se deben evitar actividades que tiendan a la sobreexplotación, depredación, contaminación, desmontes y manejo no sustentable de recursos naturales y ambientales que generen consecuencias como la pérdida de biodiversidad.

En todos los ámbitos, locales, nacionales y globales se han implementado medidas de conservación a través de la creación de Áreas Naturales Protegidas (ANP), que se definen como zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas (CONANP, 2016).

Las ANP han tomado relevancia ya que en ellas se delimita, bajo esquemas normativos específicos, la intervención antropogénica hacia el medio natural por lo que deben implementar medidas que ayuden a conservar la flora, fauna y medio ambiente en general.

Cabo Pulmo es un lugar en el que se alberga una gran variedad de flora y fauna, desde 1995 el sitio fue decretado como una de las seis Áreas Naturales Protegidas (ANP) de Baja California Sur y desde 2002 cuenta con una asociación civil (Amigos para la Conservación de Cabo Pulmo A.C.) cuyo propósito es asegurar que en la zona prevalezca la sustentabilidad (Gámez, 2008, págs. 75-76)

Los habitantes de Cabo Pulmo se encuentran en pro de la conservación, mediante la asociación de Amigos para la Conservación de Cabo Pulmo comparten sus prácticas ecológicas y las medidas que implementan para mitigar los impactos negativos sobre la biodiversidad.

En sus aguas se ubica el arrecife coralino más septentrional del Océano Pacífico y el único del Golfo de California, el cual ahora, tras muchos esfuerzos y enfrentando aún serias amenazas, goza de un buen estado de conservación (Gámez, 2008, pág. 76).

Este arrecife coralino es un tesoro ecológico en el que se llevan a cabo diferentes procesos biológicos como la reproducción de especies marinas, por lo que las organizaciones internacionales no gubernamentales como GREENPEACE y la Interamerican Association for Environmental Defense (AIDA) han colaborado para su protección.

Cabo Pulmo presenta atractivo para inversionistas dedicados a la explotación de sitios con atractivos turísticos ofrecen propuestas para la edificación de infraestructura especializada en hospedaje masificado y actividades de ocio, existen antecedentes sobre la aprobación de proyectos de esta naturaleza en el lugar, sin embargo, la presión social y las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs), han ayudado a detenerlos. Los efectos que podrían presentarse producen irregularidades. El uso recreacional cuando no se hace planificadamente y en función de las características y vocación del sistema, va en detrimento del valor biológico y socioeconómico del mismo. Con estos elementos, es importante regular estas actividades por medio de diversas acciones que permitan el uso ordenado de los recursos y contribuyan al desarrollo económico de la región.

El objetivo de la investigación es Determinar el valor económico a través del método de Valoración contingente para conocer la disposición a pagar de los pobladores, su conveniencia y disposición a conservar los servicios ambientales que les proporciona el Parque Nacional Cabo Pulmo.

## **ANTECEDENTES**

El estado que guarda el medio ambiente a nivel mundial, de acuerdo a los reportes de las entidades que generan los diferentes indicadores sobre el uso y pérdida de biodiversidad, indican que los recursos naturales están siendo disminuidos en sus stocks por prácticas depredativas y la sobreexplotación. A lo largo de los últimos años, se ha observado que la velocidad de deterioro del medio ambiente se ha incrementado de forma alarmante, de tal modo, que la existencia de insumos para la producción tiende cada día más a su escasez.

Es cierto también, que las comunidades para su desarrollo necesitan generar oportunidades que creen empleos y eleven su calidad de vida a través del desarrollo económico. El medio rural tiene pocas oportunidades de lograrlo a no ser, por la explotación de su medio natural y si este cuenta con recursos para este efecto. La vocación del PNCP como ANP solo acepta desarrollos turísticos de bajo impacto para generar ingresos a través de la explotación turística como medio económico.

El turismo, como cualquier otra actividad socioeconómica, involucra el uso/explotación de muchos recursos naturales en su desarrollo y se puede afirmar que en la mayoría de los casos la viabilidad del turismo depende directamente del ambiente y los ecosistemas. Esta dependencia no ocurre sólo en la perspectiva de uso (transformación y fabricación) para obtener “materias primas” y productos como sucede en otras actividades, sino en la conservación de éstos para crear “valor” al “atractivo turístico” (Tomio & Ullrich, 2015)

El PNCP es una de las figuras declaradas con alta importancia para la conservación de la biodiversidad, la naturaleza de las actividades económicas a las que se dedicaron por mucho tiempo los pobladores de Cabo Pulmo, cambiaron, de ser pescadores ribereños de la zona a ser cuidadores, vigilantes y conservacionistas del PNCP, actualmente sus habitantes dependen (en su mayoría) del ofrecimiento de servicios turísticos sustentables enfocados en las actividades de sol y playa para subsistir. En estas comunidades las empresas existentes son microempresas por lo que no poseen servicios específicos para la atención al turismo, se resumen a establecimientos de atención popular; de acuerdo a estudios de otros autores, mencionan que las empresas turísticas locales son familiares, por lo que enfrentan más retos que las empresas de otra naturaleza, ya que además del mercado, deben atender las interrelaciones entre éste, el patrimonio familiar y los empleados. Así mismo los trabajadores en estas empresas poseen poca formación para trabajar en la prestación de servicios a visitantes (Development Alternatives Inc; Amigos para la Conservación de Cabo Pulmo, 2012).

Esta situación los vuelve vulnerables ante los intereses de los hombres dedicados al negocio del turismo que planean la explotación de la región a través de la demanda turística, proponiendo la creación y construcción de infraestructura que permita desarrollar negocios con este fin.

Alcanzar el uso sostenible de nuestros recursos, es un objetivo que debe estar presente en cada una de las acciones que afecten el uso del territorio. Esto implica que la localización de inversiones debe tomar en cuenta todos los factores que determinan la sustentabilidad de las áreas de acogida turística de tal forma de no alterar sus perspectivas de desarrollo (Rivas, 2018).

El problema que en perspectiva se genera, es el advenimiento y la autorización para la construcción de desarrollos o mega desarrollos turísticos que en otras zonas desde la perspectiva económica son muy rentables, y desde la visión medio ambiental han ocasionado daños, algunos irreversibles al medio y a los ecosistemas.

El Parque Nacional Cabo Pulmo, está localizado frente a las costas del Municipio de Los Cabos, en Baja California Sur, es el único ecosistema de arrecife coralino vivo en el Golfo de California y uno de los más antiguos del Pacífico Este (CONANP, 2017), en él se albergan una gran variedad de especies marinas que llevan a cabo procesos biológicos como el ciclo reproductivo.

Comunidades como Cabo Pulmo, que rescató el arrecife coralino y vive del turismo ecológico, y la de San Ignacio, que opera “el sistema de observación de ballenas mejor manejado del mundo”, demuestran que la conservación va de la mano del bienestar social (Malvido, 2014), sin embargo los atractivos naturales de la región han atraído inversionistas interesados en la construcción de megadesarrollos turísticos que han propuesto ante las instituciones gubernamentales proyectos hoteleros que suponen un riesgo para la biodiversidad del lugar. La necesidad de conservar el arrecife coralino de Cabo Pulmo no se refiere solamente a la preservación de los procesos ecológicos y los recursos del ecosistema, sino también al mantenimiento de la relación hombre-arrecife a un nivel de impacto mínimo, por este motivo si se aprueban grandes proyectos de construcción enfocados a un número masificado de turistas el ecosistema de la región y la economía se verán afectados. Para evitar esta situación el crecimiento económico de la región de estudio debe encontrar una relación controlada y equilibrada, tanto en la generación de nuevas oportunidades de negocios como en las consecuencias que podrían derivar de una o un conjunto de decisiones no enfocadas en el concepto de sustentabilidad.

Este proyecto se centra en el análisis de los impactos económicos en los servicios ambientales asociados a las oportunidades de negocios potenciales que y la generación de efectos negativos sobre la conservación de este medio natural.

También generará datos que ayudarán a una mejor toma de decisiones para la creación de medidas de conservación y prevención. El estudio beneficiara a la comunidad científica, investigadores, profesores y sociedad en general como punto de referencia para investigaciones futuras.

Desde la perspectiva académica, la generación de nuevos estudios relacionados con la conservación de medios naturales ha permitido explicar los fenómenos sociales y los impactos antropogénicos a l medio natural. El desarrollo de esta investigación aportará un conjunto de datos particulares de la región estudiada y permitirá tomar nuevas decisiones respecto a lo que se debe hacer para mejorar el control de la actividad humana y disminuir sus impactos.

## DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

El método de valoración contingente intenta averiguar la valoración que otorgan las personas a un determinado recurso ambiental, preguntándose a ellas directamente mediante el uso de herramientas como la encuesta (Azqueta, 2007) . Su objetivo es que las personas declaren sus preferencias con relación a un determinado bien o servicio ambiental, este método es el único que permite calcular el valor económico total de un bien o servicio ambiental además de que brinda una metodología útil para los fines de comparación (Cristeche & Penna, 2008). Este método se basa en las declaraciones que realizan las personas encuestadas a los cambios de bienestar que les produce la modificación de un bien ambiental, es el único que permite calcular el valor económico total de un bien o servicio ambiental ya que toma en cuenta los valores de uso y no uso.

La determinación de la disposición a pagar, conveniencia y disposición por conservar los servicios ambientales que los pobladores le asignaron al Parque Nacional Cabo Pulmo (PNCP) consistió en el diseño de una encuesta de valoración contingente la cual se estructuró en tres bloques (información general, disposición a pagar y datos socio-económicos) y se aplicó en las comunidades de La Paz, Cabo Pulmo, La Ribera, Los Frailes, Las Cuevas, San Bartolo, Los Barriles, Todos Santos, Mira Flores, Santiago, Cabo San Lucas y San José del Cabo.

Se obtuvo un total de 310 encuestas, de acuerdo con la estimación de la muestra y se requirió realizar visitas de campo a cada una de las comunidades mencionadas. La aplicación de la encuesta tuvo una duración de 11 semanas y se contó con el apoyo de dos encuestadores.

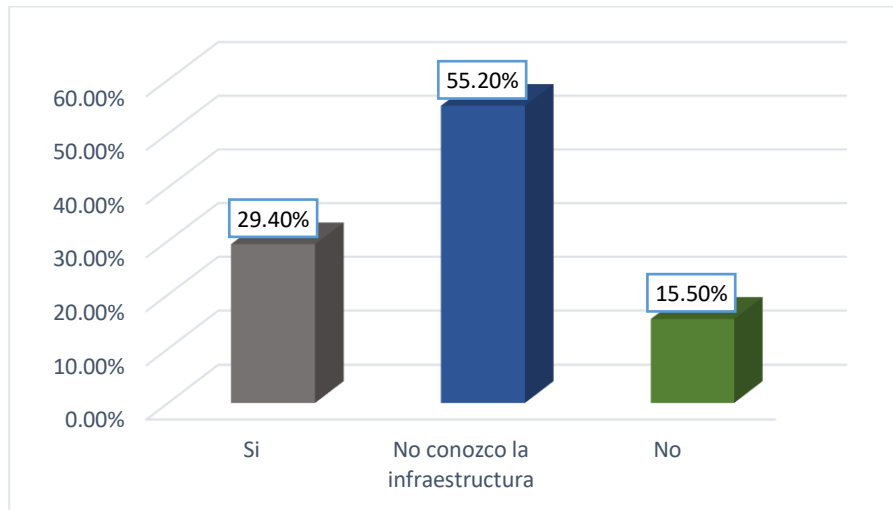
La recolección de datos de forma presencial fue muy útil para el estudio ya que además de completar la aplicación de las encuestas, fue posible establecer conversación directa con los habitantes de Cabo Pulmo y comunidades aledañas acerca de su postura ante el impacto del desarrollo de la localidad y las afectaciones negativas y positivas que podrían enfrentar.

La información obtenida se capturó en el Statical Package Social Science (SPSS) para su análisis estadístico, elaboración de tablas de frecuencia, gráficos y presentación de resultados.



## RESULTADOS

Gráfica 1. Satisfacción entre la demanda turística y la infraestructura actual



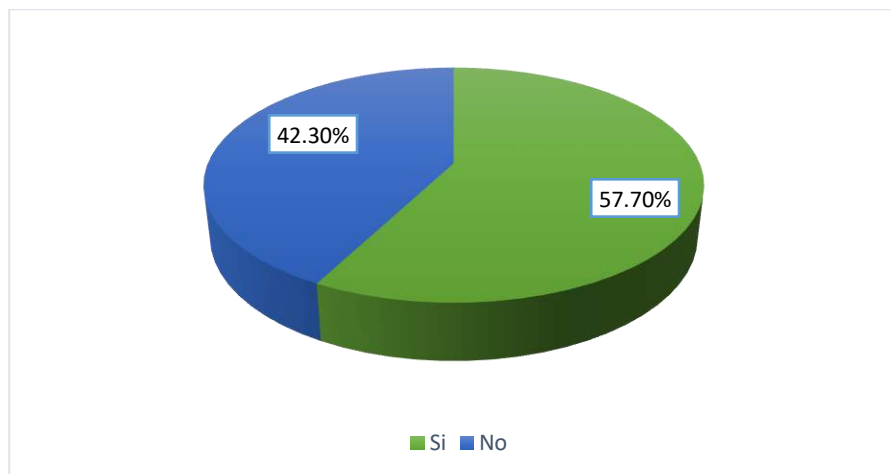
Media	Moda	Desviación típica	Varianza
1.8613	2	0.65615	0.431

Fuente: Elaborada con datos de la encuesta

Esta variable indica que el 29.40% de los encuestados consideran que la infraestructura del PNCP cubre la demanda turística satisfactoriamente, el 15.50% opina lo contrario, los encuestados que consideran que la demanda no se satisface, justificaron su respuesta argumentando que las actividades recreativas que el parque ofrece son costosas y poco variadas, mencionaron también que en temporada alta es difícil conseguir hospedaje en las cabañas.

El dato seleccionado con mayor frecuencia (moda) corresponde al valor 2 o “no conozco la infraestructura”, se obtuvo una media de 1.8613 y una desviación típica de 0.65615.

Gráfica 2. Disposición a pagar (donación)



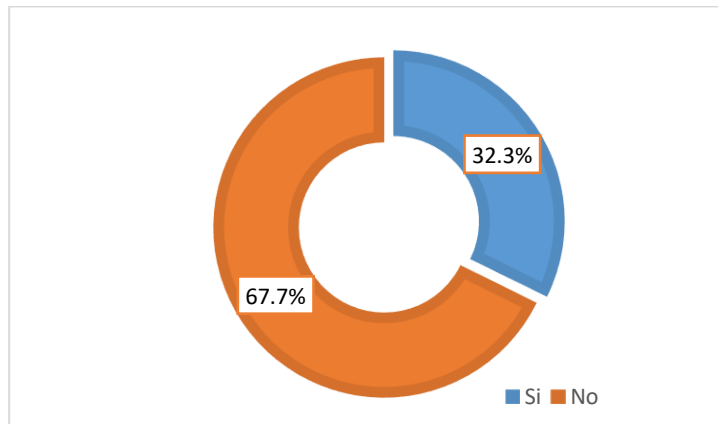
Media	Moda	Desviación típica	Varianza
1.4226	1	0.49477	0.245

Fuente: Elaborada con datos de la encuesta

Esta variable representa el número de encuestados que están dispuestos a realizar donativos para conservar el PNCP en las condiciones que se encuentra actualmente, el dato con mayor frecuencia (moda) corresponde al valor 1 o “si”, se obtuvo una media de 1.4226 y una desviación típica de .49477. Esta información indica que hay una mayor cantidad de encuestados dispuestos a realizar donativos, correspondientes al 57.70%, sin embargo, el porcentaje de personas que no están dispuestas a donar también es considerable, ya que representa el 42.30% de los encuestados. Con estos datos se puede suponer que los proyectos de conservación que se desarrollen en el PNCP podrían tener el apoyo financiero por parte de las comunidades aledañas.

## Valores de uso

Gráfica 3. Personas que han realizado actividades en el PNCP



Media	Moda	Desviación típica	Varianza
1.6774	2	0.46822	0.219

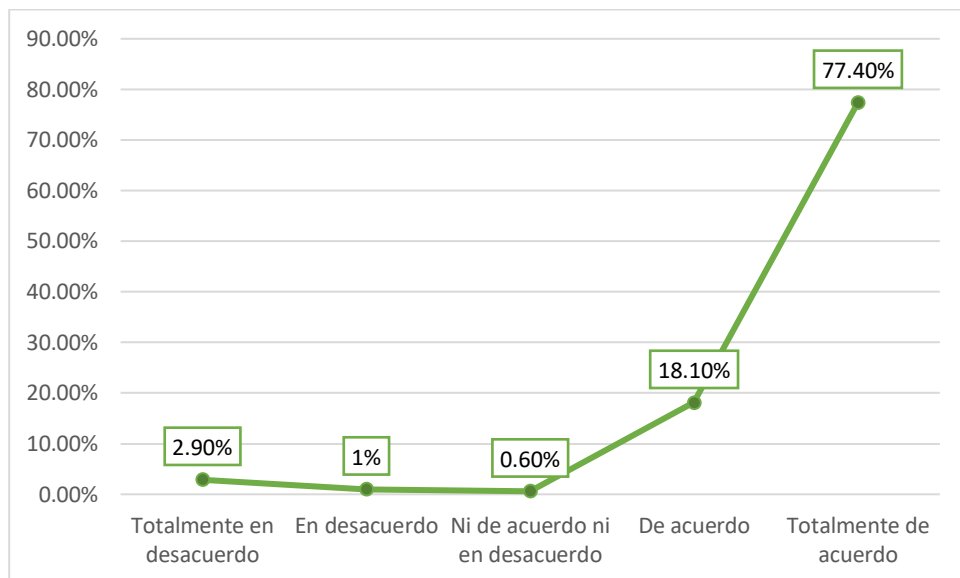
Fuente: Elaborada con datos de la encuesta

Esta variable representa el número de encuestados que han realizado actividades dentro del PNCP. Se encontró una moda con valor de 2 o “No”, indicador de que la frecuencia más alta corresponde a los encuestados que no han realizado actividades en el PNCP, la media tiene un valor de 1,6774 y la desviación típica 0.46822, lo que significa poca dispersión entre los datos.

Los habitantes del PNCP reciben gran parte de su sustento realizando actividades turísticas de bajo impacto ambiental, se encuentran reguladas y siguen un enfoque basado en los principios de la sustentabilidad, existe un valor de uso de los recursos naturales que se ha podido mantener gracias al enfoque que sus cuidadores aplican, como resultado ha sido posible encontrar un beneficio económico, esta variable indica que el 68% de los encuestados no ha realizado ninguna actividad en el PNCP, por lo que sería conveniente crear estrategias que atraigan al turismo local y apoyen a la economía de los habitantes durante las temporadas bajas.

## Valores de no uso

Gráfica 4. Protección y conservación del PNCP



Media	Moda	Desviación típica	Varianza
4.6613	5	0.80338	0.645

Fuente: Elaborada con datos de la encuesta

Esta variable tuvo como objetivo averiguar mediante escala de Likert el nivel de importancia que las personas otorgan a la protección de áreas naturales como el PNCP.

El 2.9% de los encuestados está en total desacuerdo con la protección de áreas naturales, el 1% está en desacuerdo, el 0.6% está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 18.1% se encuentra de acuerdo, y finalmente el 77.4% de los encuestados está totalmente de acuerdo con la protección de áreas naturales como el PNCP. Los porcentajes más altos corresponden a una actitud positiva por la conservación de las áreas naturales, ya que los encuestados consideran que las zonas naturales con las que cuenta México son atractivas internacionalmente y parte de nuestro patrimonio el cual se debe respetar para que no desaparezca. Las respuestas referentes al desacuerdo en la protección de áreas naturales como el PNCP corresponde a las personas que opinaron que la protección de un lugar frena su desarrollo y por lo tanto no permite que los habitantes que residen en un área protegida tengan oportunidades de desarrollo fuera de la conservación del lugar, además de estar sujetos a regulaciones estrictas si quieren permanecer en la localidad. Esta variable representa el nivel de acuerdo que los encuestados asignan a la protección de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) como el PNCP.

<b>Servicios Ecosistémicos</b>			
<b>Servicios de abastecimiento</b>	<b>Servicios de regulación</b>	<b>Servicios de apoyo</b>	<b>Servicios culturales</b>
Seguridad alimentaria	Captura de carbono	Zona de crianza y reproducción de especies con valor comercial	Belleza escénica
Actividades turísticas	Limpieza del aire	Información para el desarrollo del conocimiento y la investigación.	Recreación y ecoturismo
	Disminución del calentamiento global		inspiración para la cultura, el arte y el diseño
	El arrecife proporciona protección del oleaje provocado por tormentas y huracanes		Experiencia: relajación/espiritual

<b>Valor Económico Total</b>				
<b>Valor de uso</b>			<b>Valor de no uso</b>	
Valor de uso directo	Valor de uso indirecto	Valor de opción	Valor de existencia	Valor de legado
Recreación	Almacenamiento de carbono	Exploración biológica y tecnológica	Cultural	Almacenamiento de carbono
Turismo	El arrecife coralino provee protección contra el oleaje, tormentas y huracanes		Científico	Actividades económicas
Investigación			Biológico	
Pesca	Banco de biodiversidad, sitios de crianza y crecimiento de muchas especies marinas, algunas de ellas de importancia comercial.		Referencia exitosa de conservación para instituciones internacionales y ONGs	

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se presentan los hallazgos más significativos que se obtuvieron a lo largo de la investigación, las respuestas que se tomaron en cuenta son parte de los valores recogidos en las variables del cuestionario de campo que se aplicó a lo largo de las comunidades intervinientes.

1. Las personas de estas comunidades, están a favor de la conservación del lugar y han optado por un estilo de vida ecológico que beneficia la sostenibilidad de los recursos naturales con los que cuenta la zona. El activismo que los encuestados mostraron hacia una cultura de protección y conservación del Parque y la aceptación de proyectos turísticos nacionales y extranjeros que amenacen con alterar negativamente el equilibrio que con los años han podido conseguir entre la naturaleza y su actividad económica, se oponen a que sean construidos.
2. Consideran que el valor de uso del parque debe ser conservacionista y no se debe de usar este ecosistema para el desarrollo de infraestructura turística extensiva.
3. En general las personas tienen conocimiento sobre la existencia del Parque Nacional Cabo Pulmo, y otras áreas naturales protegida. Conocen la importancia que representa el cuidado y la conservación que las áreas naturales protegidas representan para la sustentabilidad de los servicios ambientales que proporcionan a los ecosistemas y a la biodiversidad. El 57% está de acuerdo en tener conocimiento acerca de esta importancia y el 43% expresa que no las sabe, pero con disposición a conocerlas.
4. Se considera que la infraestructura para el otorgamiento de servicios turísticos en el parque es suficiente, el 55% no conoce el tipo de negocios que ofrecen servicios recreativos que existen en el lugar, 29 % manifiesta tener conocimiento de lo que hay por que alguna vez ha contratado sus servicios.
5. Las personas que se encuentran en desacuerdo con la construcción de vías carreteras representan el 78% del total de encuestados, lo que quiere decir que existe un fuerte rechazo ante la propuesta de tener que dañar la flora del parque para poder realizar las

obras que se requieren para la construcción de carreteras que en el largo plazo, causarán efectos negativos sobre el ecosistema de la región.

6. Cabo Pulmo es un ejemplo de conservación a nivel internacional, las actividades que se ofrecen en el parque están enfocadas para el turismo ecológico y no suponen una amenaza para la estabilidad de la región. Los habitantes y visitantes de la región están de acuerdo en conservar e incluso preservar los recursos marinos con los que se cuenta, a pesar de que eso signifique una limitación en la creación de nuevos servicios o actividades turísticas.
7. Los resultados revelaron que hay una gran cantidad de personas que no conocen el PNCP y por lo tanto nunca han realizado actividades en él. Al ser un destino turístico es probable que el turismo que se encuentra en las zonas aledañas se interese por visitar el parque.
8. El 91% de los encuestados están de acuerdo en que es importante conservar las Áreas Naturales Protegidas, esto quiere decir que el parque seguirá teniendo el apoyo social y voluntario de los habitantes y de comunidades aledañas si en algún momento se encuentra bajo amenazas que ponga en riesgo la estabilidad de sus recursos ambientales.
9. El 75.5% de los encuestados asignaron un nivel de protección al PNCP del 100%, lo que quiere decir que existe un gran interés por la vigilancia del correcto manejo y uso de los servicios del parque, actualmente existen organizaciones y voluntarios que se encargan de la vigilancia.
10. El 42.30% de los encuestados no muestra disposición a realizar donativos por diversos motivos, se encontró el 57.70% está dispuesto a hacerlo, lo que quiere decir que se cuenta con apoyo económico y están dispuestas a ayudar con la conservación y protección del lugar.

11. El aumento de migración de personas de otros estados a un área natural protegida trae consigo consecuencias negativas para la estabilidad ambiental de la región desde varios puntos de vista, por una parte, la construcción de asentamientos humanos y el aumento en la demanda de servicios urbanos son difíciles de obtener en una comunidad como Cabo Pulmo, es posible que los nuevos habitantes que lleguen a instalarse no adopten la cultura de conservación y protección que es fundamental para la estabilidad de la biodiversidad.
12. Los planes de desarrollo turístico propuestos en años anteriores han ocasionado cierta resistencia por parte de los habitantes ante la idea de permitir la construcción de nueva infraestructura turística que impulse la economía en la región. Por lo general el desarrollo turístico genera desabasto de recursos difíciles de obtener como el agua, además de contaminación, desechos y sedimentos que eventualmente encuentran su camino hacia el mar y como efecto de esto el arrecife y las especies marinas que se albergan en el parque son puestas en riesgo por lo que se genera un rechazo ante la idea de tener que permitir la contaminación del mar ante el desarrollo económico.
13. El 58% de las personas están dispuestas a realizar donativos para la conservación, por lo que se puede asumir que Cabo Pulmo cuenta con el apoyo económico las comunidades y del turismo en general, sin embargo a pesar de que el resto de los encuestados dijo no estar dispuesto a donar, el 92% mencionó que no permitirá que el ecosistema marino sufra alteraciones causadas por actividades turísticas mal reguladas que impacten negativamente la biodiversidad del lugar, lo que quiere decir que existe un compromiso ético por proteger el lugar entre los habitantes de comunidades.
14. Existe un apoyo económico dispuesto a ser entregado con la finalidad de ayudar a la conservación del parque, se podrían implementar acciones para mantener el hábitat marino y la conservación de flora y fauna en condiciones sanas a través del pago de vigilancia, limpieza de agentes extraños en el litoral de la playa, uso de recursos económicos para la delimitación y señalización del área natural protegida entre otros.



15. Los resultados revelaron que los encuestados entre 16 y 29 años son los más propensos a tener la disposición de aportar donativo, estas edades corresponden a los encuestados más jóvenes, la cantidad monetaria que se seleccionó con más frecuencia fue de \$1.00 a \$100.00.
16. En todas las comunidades participantes se encuentran personas dispuestas a realizar donativos para conservar el parque, la comunidad de Cabo Pulmo demostró poca disposición a realizar donativos, algunos encuestados mencionaron que no creen que encontrarían un beneficio personal ya que solo los habitantes que trabajan en los negocios turísticos del parque son los únicos que se verían beneficiados. Las comunidades con más disposición a realizar donativos fueron La Paz y La Ribera.
17. Se reveló que las personas que tienen el salario más bajo son aquellas que tienen mayor disposición a realizar algún donativo, en segundo lugar se encuentran las personas que dicen tener el salario más alto que se propuso y finalmente en tercer están los encuestados que seleccionaron como nivel de ingreso las cantidades de \$3501.00 a \$5000, es decir la opción central de la variable, este resultado indica que el nivel de ingreso ya sea mayor o menos no es una determinante en la disposición a donar del encuestado.
18. Se encontraron tres categorías referentes a la frecuencia con la que los encuestados practican alguna de las actividades que se ofrecen en el PNCP, La primera fue una o dos veces al año, la segunda una vez cada tres meses y finalmente durante vacaciones de verano. Esto quiere decir que hay gente que practica las actividades y servicios que ofrece el PNCP, se deben crear estrategias para que el turismo acuda al parque en vez de a otros destinos.
19. La mayor parte de las comunidades conoce el PNCP, las comunidades con mayor cantidad de personas que dijeron no conocer el PNCP fueron Todos Santos, Cabo San Lucas y Los Barriles

20. Se reveló que para el gobierno lo primordial debe ser la protección del suelo, flora y fauna, y tomarse en cuenta la opinión de los habitantes, elaborar y realizar de estudio ambiental, económico, social y el cumplimiento de las leyes y lineamientos a los que están sujetas las ANP.
21. Referente a la Valoración económica en lo general la estimación que se le da al parque no está centrada en un valor monetario en específico, lo que sí es claro, es que cualquier inversión que promueva el desarrollo económico y que implique riesgos sobre la biosfera entendida como todo el conjunto de ecosistemas de la delimitación del parque en agua y tierra, hay un rechazo en general. No se tiene una visión cerrada al desarrollo económico puesto que es la fuente de la sobrevivencia económica de pobladores y familias en general, si se permite de acuerdo a los criterios locales el desarrollo de infraestructura sustentable y amigable con el medio, como la que hoy existe.
22. Dentro de la valoración de los impactos al ecosistema, las actividades antropogénicas son de baja intensidad, los espacios naturales se encuentran sanos. Las vías de comunicación específicamente los accesos al Parque son de terracería y existen programas de prevención que llevan a cabo tanto el Gobierno Federal y las ONG's. Existen cambios en la estructura natural de parque atribuidos a los propios de la naturaleza o a la incidencia de fenómenos naturales.
23. Se prueba la hipótesis, la valoración económica otorgada por la población objetivo, muestra que es más alto el valor otorgado a la conservación que al desarrollo económico en esos términos, los valores de no uso sobre los de uso, reciben un grado importante de valoración al atribuir una importancia relativa a la conservación que al desarrollo. Se integra un conjunto de recomendaciones que podrán convertirse en políticas públicas con los consensos gubernamentales y regular la actividad turística y la protección de los ecosistemas.
- Dentro de las recomendaciones que se generan en esta investigación se proponen como políticas aquellas situaciones que, en consideración de la información obtenida, hace falta implementar como acciones de mejora futura en la conservación del parque.

- Es recomendable elaborar un programa turístico para atraer turismo sustentable a la región.
- Es recomendable realizar estrategias de marketing que atraigan turismo para que la economía de la región se mantenga estable.
- Una propuesta para mejorar e invertir recursos económicos en la protección ambiental, con la que se cuenta, no es suficiente para la protección de mar y tierra.
- Las propuestas de proyectos formales sobre la protección integral del parque por ONG's, podrían generar beneficios para la estabilidad de los recursos naturales de la región.

## Bibliografía

- Arizpe, O. (2004). El turismo como alternativa a la pesca en el manejo de un arrecife coralino. Caso Cabo Pulmo, Golfo de California. *Actividades Productivas*, 574-588.
- Azqueta, D. (2007). *Introducción a la economía ambiental* (Segunda ed.). Madrid: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. U.
- CONANP. (8 de Septiembre de 2016). <https://www.conanp.gob.mx>. (D. d. Conservación, Editor) Recuperado el 7 de Mayo de 2019, de <https://www.conanp.gob.mx/regionales/>
- CONANP. (30 de Octubre de 2017). <http://pncabopulmo.conanp.gob.mx/>. Recuperado el 3 de Octubre de 2017, de <http://pncabopulmo.conanp.gob.mx/>
- Cristeche, E., & Penna, J. (2008). *Métodos de valoración económica de los servicios ambientales*. INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA). Obtenido de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-metodos\\_doc\\_03.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-metodos_doc_03.pdf)
- Development Alternatives Inc; Amigos para la Conservación de Cabo Pulmo. (2012). *Plan estratégico para el desarrollo turístico en Cabo Pulmo*. México.
- Gámez, A. E. (2008). *Turismo y sustentabilidad en Cabo Pulmo, Baja California Sur* (Primera ed.). México: San Diego State University.
- Malvido, A. (8 de Mayo de 2014). "Cabo Dorado", especulación sombría. Obtenido de <https://www.milenio.com>: <https://www.milenio.com/opinion/adriana-malvido/cambio-fuera/cabo-dorado-especulacion-sombria>
- Tomio, M., & Ullrich, D. (2015). Valoración económica ambiental el el turismo. Temas de debate. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 24(1), 172-187.

Luis Alejandro Uscanga Morales, M. en C.; María Perevochtchikova, Dra. Análisis de la transición del Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos a Fondos Concurrentes. Caso de estudio: San Antonio del Barrio, Oaxaca. Programa de maestría del Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México; Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales (CEDUA) de El Colegio de México, AC. Ciudad de México, México. [alegg.laum@gmail.com](mailto:alegg.laum@gmail.com)

## RESUMEN

Debido a los graves procesos de deforestación a nivel global y la pérdida de los Servicios Ecosistémicos (SE) asociados, se han creado numerosos instrumentos de política pública para la conservación forestal, entre los que destaca el esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA), creado desde una lógica de mercado e internalización de externalidades. En México este Programa dio inicio en 2003 (en su modalidad de PSA hidrológicos -PSAH-), implementado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). A lo largo del tiempo, el esquema federal agregó nuevos mecanismos, incluyendo el de Fondos Concurrentes (-FC- que permite la confluencia de fondos públicos y privados a diversas escalas, incluyendo diversos actores directos de SE), entre otras iniciativas. En aras del aporte a la discusión sobre el futuro del programa de PSAH en México y su transición hacia los FC, en esta investigación se desarrolla un análisis de percepción social de los actores involucrados en el proceso de su implementación (proveedores y usuarios de Servicios Ecosistémicos y actores intermediarios); enfocado a los efectos sociales, económicos y ambientales generados por el cambio de modalidad de PSAH a FC, en el caso de estudio de una comunidad forestal en el estado de Oaxaca. Del análisis realizado mediante entrevistas semiestructuradas desarrolladas en dos periodos de tiempo y el apoyo en trabajo de campo (2016 y 2017), se identificó que existe un contraste entre las opiniones de los actores sobre los programas de PSAH y FC. Particularmente, los usuarios de SE (CONAFOR) se inclinan hacia los FC, argumentando que el futuro de la conservación forestal está en este esquema, ya que promueve la generación de proyectos e impulsa iniciativas locales que detonan el desarrollo y la autosuficiencia en la comunidad. En contraste, los intermediarios destacan que los FC representa mayor costo y esfuerzo para la comunidad, y que el mecanismo se rige por un proceso más complejo, además de no poseer ejes estratégicos bien definidos, lo que conlleva a un bajo índice de involucramiento por parte de los usuarios directos de SE, sobre todo del sector industrial. Por su parte, los proveedores de SE, exclaman que los FC es un programa más exigente, y demanda más actividades, por lo que prefieren al programa nacional de PSAH ante los FC. Lo que, en conjunto, pone en duda el futuro de la transición del programa federal de PSAH a los FC, como Mecanismos Locales. **Palabras clave:** conservación forestal; fondos concurrentes; pago por servicios ambientales hidrológicos; servicios ecosistémicos.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas proveen a la humanidad una gran variedad de bienes y Servicios Ecosistémicos (SE) (Costanza et al., 1997; Matzdorf et al., 2013), y son fundamentales para el funcionamiento de todos los procesos que dan soporte a la vida en el planeta (Fisher et al., 2009). En especial, los SE forestales, aquellos que contribuyen en la regulación del clima, mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos y de biodiversidad, captura de carbono, etc.

(Vihervaara et al., 2012; Paruelo, 2012), tienen un papel sumamente importante en el equilibrio socio-ecológico. Además, los SE forestales impactan benéficamente a las comunidades locales (Sunderlin et al., 2005), pues pueden contribuir a su desarrollo socioeconómico y bienestar social (FAO, 2016).

Sin embargo, a pesar de esta importancia, los ecosistemas forestales y sus SE han sido afectados a escala global por diversos factores (González, 2012), particularmente por la deforestación (Esquivel, 2012). Tan solo del año 1990 al 2015 se han perdido aproximadamente 129 millones de hectáreas (ha) de bosque a nivel mundial (MacDicken et al., 2016). En México en las últimas décadas, las estimaciones de la pérdida forestal van desde 155 000 ha hasta 776 000 ha al año (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat], 2013), siendo la principal causa el cambio de uso de suelo hacia agrícola, pecuario y urbano (FAO, 2016); afectando principalmente a las comunidades rurales e indígenas y ejidos, quienes son propietarios en promedio del 60% de los bosques y selvas del país (Madrid et al., 2009).

Para contrarrestar la deforestación acelerada, se han creado diversos instrumentos de conservación forestal basados en incentivos para la provisión de los SE a largo plazo (Engel et al., 2008). Por ejemplo, el Pago por Servicios Ambientales (PSA), el cual en México, es considerado como uno de los instrumentos<sup>1</sup> de política pública de mayor trayectoria y aceptación (González, 2012), contando con 15 años de experiencia y diversidad de modalidades y formas de apoyo (Shapiro-Garza et al., 2018). La Comisión Nacional Forestal (Conafor), es el organismo encargado de operar la estrategia de PSA, principalmente en tierras de propiedad colectiva (comunidades y ejidos), a través de modalidades, como PSAH (programa federal), Conservación de la Biodiversidad y los mecanismos locales de FC (Conafor, 2011; Saldaña, 2013).

En el entendido de que existe una gran variedad de esquemas de PSA que coexisten en el mundo, los cuales poseen condiciones específicas y varían de acuerdo con las formas en que cada país ha desarrollado los acuerdos institucionales y los tipos de organizaciones involucradas (Osborne y Shapiro-Garza, 2017; Popovici, 2017), se genera un abanico de diversas circunstancias que caracterizan el contexto de aplicación de cada programa y reflejan resultados particulares de su implementación, por lo que es necesario evaluar sus efectos, así como su evolución a escala local.

## **2. OBJETIVOS**

Esta investigación tiene por objetivo analizar el proceso de cambio de modalidad del programa mexicano de PSAH federal a FC, a través de un caso de estudio en una comunidad con tierras de propiedad comunal, ubicada en el estado de Oaxaca, México (con mayor diversidad biológica y cultural del país), con base en la percepción social de los actores clave involucrados en el proceso de implementación de ambos programas. La hipótesis que guía el estudio considera que el cambio del programa federal de PSAH al de FC, se ha realizado con la intención de transitar a un esquema de coinversión de recursos económicos que potencialmente eleva la posibilidad de que la comunidad sea apoyada por la Conafor (por menor competencia a escala nacional y estatal), que potencia actividades de

<sup>1</sup> Otros instrumentos de gran importancia en México son: las áreas naturales protegidas federales (ANP) y los humedales de la Convención Ramsar. En conjunto, estos tres instrumentos protegían, hasta 2015, alrededor de 29.4 millones de ha, lo que equivale aproximadamente al 15% de la superficie nacional (Semarnat, 2013).

conservación forestal y aporta al bienestar comunitario (por mayor monto percibido); lo que, por su parte, impacta positivamente la calidad de vida de los comuneros y sus familias.

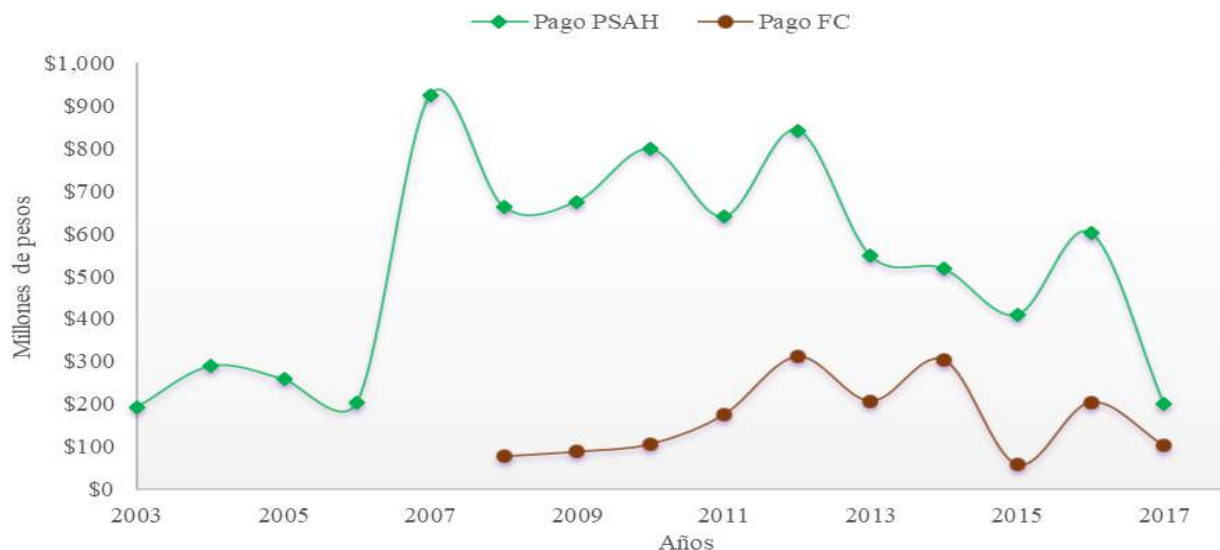
### 3. EL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES COMO INSTRUMENTO DE CONSERVACIÓN FORESTAL

Desde su inicio el programa de PSAH tuvo un fuerte crecimiento y una gran aceptación en las comunidades y ejidos a nivel nacional (Muñoz-Piña et al., 2008; Perevochtchikova y Oggioni, 2014). Debido al aumento de su demanda y a la imposibilidad de continuar financiando a todos los interesados con un apoyo al 100% desde fondos federales, se promovió la creación de mecanismos locales de PSA a través de FC desde el 2008 (Conafor, 2011). Lo que implica la concurrencia de recursos económicos (hasta un 50% apoyados por la Conafor), con usuarios potenciales de SE: gobiernos estatales y municipales, organizaciones gubernamentales o no gubernamentales, sector privado, organizaciones de la sociedad civil, etc. (Saldaña, 2013; Nava-López, 2015; Conafor, 2011, 2017). Se ha pronunciado incluso que el futuro de los instrumentos de PSA está justo en los FC, debido a que éstos propician el interés directo de los actores involucrados en el uso y aprovechamiento de los SE (Perevochtchikova, 2014).

A manera de síntesis se presenta en las gráficas 1 y 2, el panorama nacional de ambos programas. Se observa que el PSAH al 2017 ha logrado abarcar aproximadamente 3 946 639.18 ha de superficie forestal con un monto de inversión de 7 762.64 millones de pesos y 5 921 convenios firmados. En cuanto a los FC, se han apoyado 610 017 ha con un monto de 1 630.75 millones de pesos, y un total de 191 convenios firmados (111 vigentes) (Conafor, 2018).



**Gráfica 1.** Superficie incorporada en los programas de PSAH y FC en México. **Fuente:** elaboración propia con datos de la Conafor (2018).



**Gráfica 2.** Inversión de los programas de PSAH y FC en México. **Fuente:** elaboración propia con datos de la Conafor (2018).

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Caso de estudio

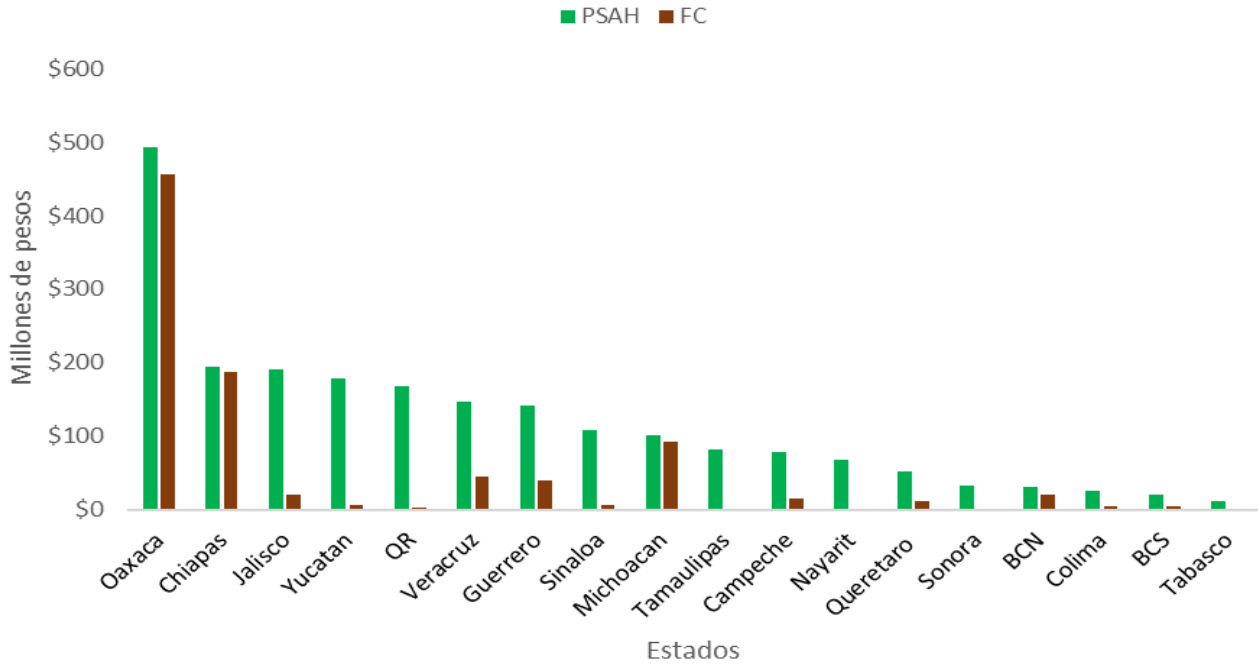
Una de las entidades con mayor involucramiento en el PSA en México es el estado de Oaxaca. De los estados<sup>2</sup> mostrados en las gráficas 3 y 4, Oaxaca destaca por un alto índice de conservación forestal, contribuyendo con un 18.66% del total de la superficie conservada en dichos estados, para el PSAH desde 2003 y hasta 2017, y un 44.83% para FC, desde 2008 hasta 2017; y por su inversión en los programas de PSA, lo que significa que de esos mismos estados, Oaxaca recibe el 19.86% del total del monto de inversión, para el PSAH y 21.83% para los FC; además de ser uno de los estados con mayor número de convenios firmados (7.73% de PSAH y 17.8% para FC, esta vez, considerando el total de convenios de todos los estados de México). Esta dinámica está relacionada con que Oaxaca es el segundo estado con mayor extensión de bosques y selvas del país (6.14 millones ha) y con mayor porcentaje (82%) de los mismos en propiedad social de la tierra (Madrid et al., 2009), además de poseer una importante diversidad florística, faunística y cultural (Bray et al., 2008).

Así, Oaxaca posee alrededor de 1 590 núcleos agrarios, de los cuales 738 son comunidades y 852 ejidos; distribuidos en 507 municipios de los 570 del estado (RAN, 2017). También, es uno de los estados con mayor presencia de pueblos indígenas, con cosmovisiones que involucran el cuidado ancestral del bosque (Boege, 2008); basadas en la organización interna y la gestión colectiva de los recursos naturales (Martin et al., 2011). El caso de estudio se ubica en la Sierra Juárez de Oaxaca, en la región denominada como la

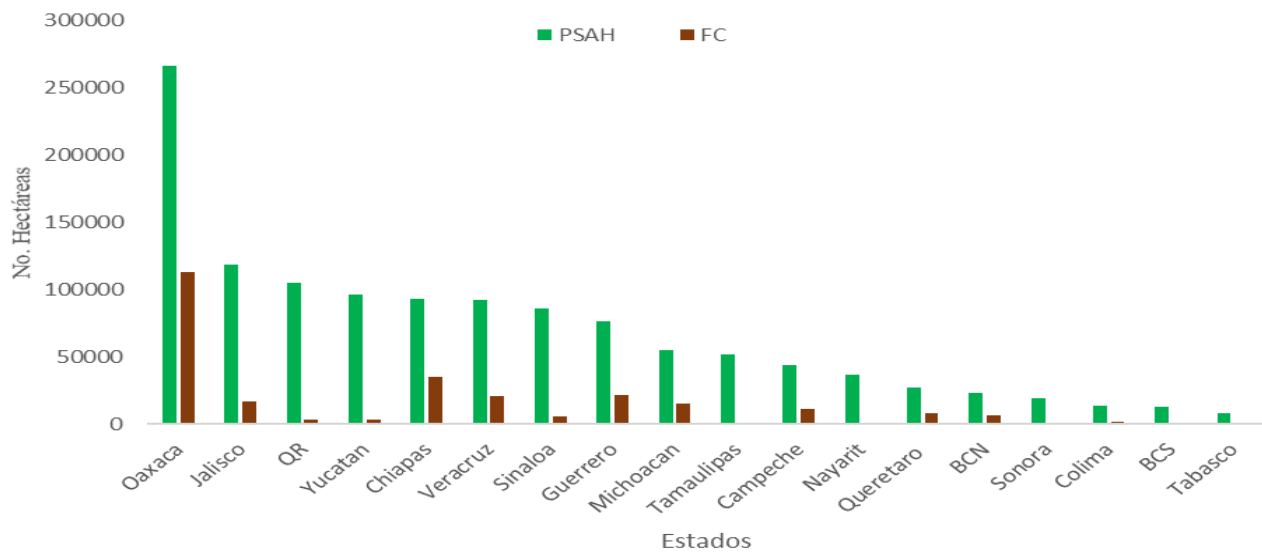
<sup>2</sup> Los estados mostrados en la gráfica fueron seleccionados tomando como base la clasificación de los ecosistemas, especificada en las Reglas de Operación del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2019. Todos los estados de la gráfica poseen alguno de los siguientes ecosistemas: bosque mesófilo, manglares, marismas y vegetación de llanura costera, ecosistemas riparios y palmar natural, los cuales son los mejores pagados y tienen establecido como monto máximo de pago negociable por el SE \$600 pesos/ha/año.



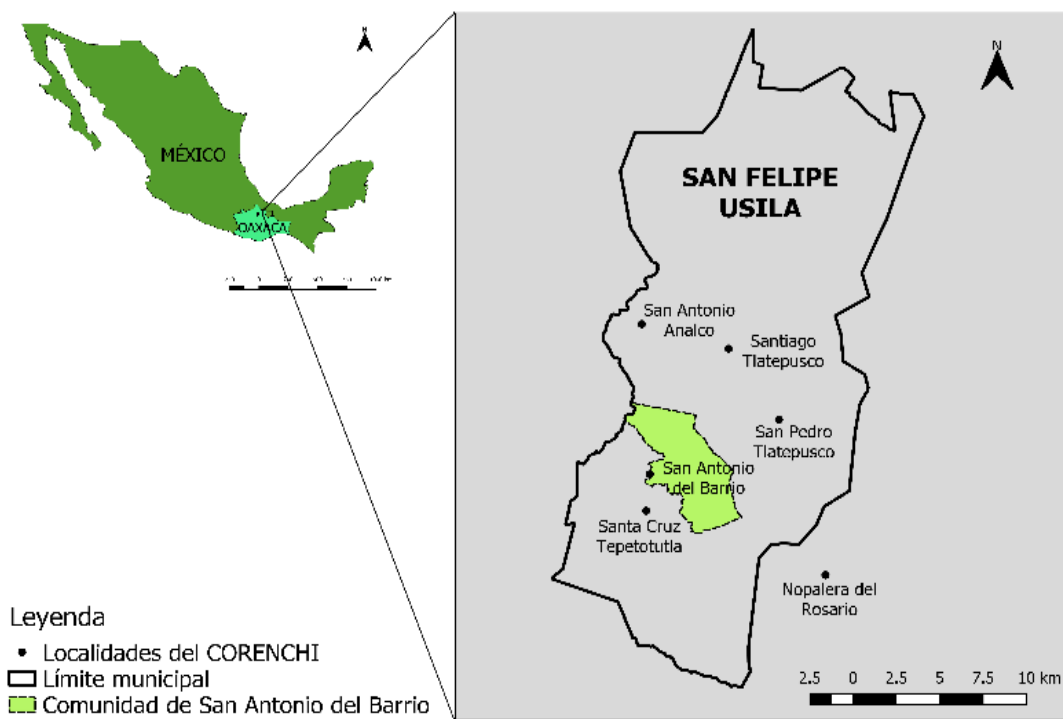
Chinantla Alta, la cual es altamente reconocida por la labor del Comité de Recursos Naturales de la Chinantla Alta (CORENCHI), una organización constituida por seis núcleos agrarios de comunidades indígenas chinantecas (Bray et al., 2008; Molina, 2011), entre las que se encuentra la comunidad de San Antonio del Barrio, perteneciente al municipio de San Felipe Usila (Fig. 1).



**Gráfica 3.** Inversión por estado de los programas de PSAH y FC en México. **Fuente:** elaboración propia con datos de la Conafor (2018).



**Gráfica 4.** Superficie por estado de los programas de PSAH y FC en México. **Fuente:** elaboración propia con datos de la Conafor (2018).

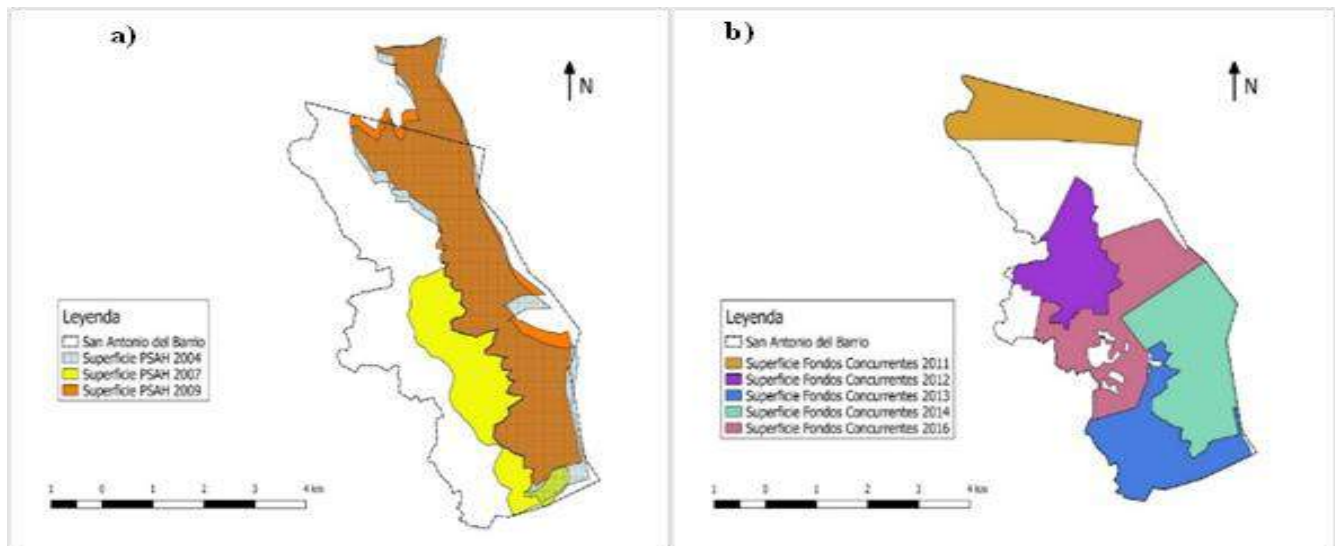


**Figura 1.** Ubicación de la zona de estudio. **Fuente:** Elaboración de Arturo Ramos con base en RAN (2017).

San Antonio del Barrio ha recibido el apoyo y orientación de GeoConservación A.C., una organización no gubernamental que ha protagonizado una historia de cooperación que ha coadyuvado al desarrollo económico y social de la comunidad bajo un esquema de conservación ambiental. Con su ayuda, San Antonio del Barrio se incorporó al PSAH en 2004, siendo beneficiada en el periodo 2004-2009 y posteriormente se integró en FC en 2011-2016 (ver Tabla 1 y Fig. 2). En este sentido, bajo la peculiaridad del mercado cambio de modalidades de PSA en esta comunidad, surgió el interés de investigar cuáles fueron los factores que lo originaron y cuáles son sus efectos sociales, económicos y ambientales generados, y preferencias entre los programas, desde la percepción de los actores clave.

**Tabla 1.** Superficie y montos de inversión del PSAH y FC en San Antonio del Barrio. **Fuente:** elaboración propia con datos de la Conafor (2018).

Programa	Año de ingreso	Área (Ha)	Compensación acumulada en 5 años (\$)
PSAH	2004	1 200.00	2 300 000.00
	2007	400.00	859 690.00
	2009	1 072.18	2 770 489.28
FC	2011	308.93	2 353 955.00
	2012	305.07	2 718 706.30
	2013	350	2 670 000.00
	2014	499.94	3 692 921.20
	2016	465	2 962 350.00



**Figura 2. a)** Superficie de PSAH y **b)** FC en San Antonio del Barrio. **Fuente:** elaboración de Arturo Ramos con base en el Registro Agrario Nacional [RAN] (2017) y datos de la Conafor (2018).

#### 4.2. Análisis de percepción social

Un aspecto fundamental para hacer efectiva la gestión de los recursos naturales es reconocer la pluralidad de las percepciones, valores y objetivos de los actores clave involucrados (Jones et al., 2011), por lo que el análisis de la percepción social es una herramienta que posee una perspectiva de integración muy importante, ya que permite comprender el proceso, fortalezas y limitaciones de la implementación de los programas de conservación a escala local (Baird et al., 2009). De acuerdo con Perevochtchikova y Rojo (2015), en los estudios de percepción de los actores implicados en el PSA, generalmente no se establece con claridad un marco teórico definido (sino conceptual de Servicios Ecosistémicos); no obstante, se utilizan las entrevistas, las encuestas y los cuestionarios como técnicas de análisis (Corbera et al., 2009; De Groot y Hermans, 2009; Perevochtchikova, 2014).

Con base en lo anterior, se eligió y realizó un análisis de percepción social mediante la comparación de opiniones a través de entrevistas semiestructuradas de los proveedores y usuarios de los SE, y actores intermediarios, sobre los efectos sociales, económicos y ambientales, entendidos como beneficios o problemáticas, generados en el proceso de transición del programa de PSAH a FC en la comunidad de San Antonio del Barrio. En el caso de la comunidad de estudio, los proveedores de SE son comuneros y la CORENCHI, el papel de los usuarios de SE lo cumple la Conafor y el grupo de actores intermediarios se constituye por GeoConservación, la academia y consultores independientes.

En total se aplicaron 17 entrevistas semiestructuradas en dos periodos de tiempo: en agosto 2016 (trece entrevistas) y noviembre 2017 (cuatro entrevistas). En el primer periodo se entrevistaron siete comuneros de la comunidad de estudio, un representante de GeoConservación A.C., un consultor independiente, un miembro de la academia y tres representantes de la Conafor. Para el segundo periodo, se entrevistó a un representante de GeoConservación A.C., uno de la Conafor, uno del CORENCHI y uno de la Coordinadora Estatal de Productores de Café de Oaxaca (CEPCO).

## 5. RESULTADOS

A través de los argumentos expresados en las entrevistas se contrastaron las perspectivas de los actores, referentes al cambio de modalidad entre los dos programas de PSA y sus efectos. Estas observaciones se presentan a continuación por actor.

### 5.1. Percepción de proveedores de SE

**Social:** Este grupo argumentó que ambos programas de PSA han influido favorablemente en la organización de la comunidad y la confianza y unión entre sus miembros; no obstante, con la modalidad de FC, se han originado discusiones sobre la repartición del dinero, ya que varios de los comuneros demandan mayor recurso para las necesidades básicas de las familias, argumentando que con el PSAH se ha destinado mayoritariamente a la generación de infraestructura comunitaria; además, señalan que FC demanda más tareas y labores y es más estricto. Por otra parte, los comuneros perciben que ambos programas han restringido o modificado las actividades de caza de especies para alimento, la obtención de recursos maderables para sus hogares, la expansión de los cultivos, entre otras. Mencionan que varios de ellos tienen desinterés en las capacitaciones, talleres o las reuniones que imparten GeoConservación A.C. o la Conafor. También, consideran que hace falta mayor difusión a escala regional del trabajo de conservación que realizan como comunidad.

**Económica:** El ingreso económico que obtienen de ambos programas de PSA ha representado un beneficio para los comuneros y sus familias, a pesar de que es muy poco e insuficiente para solucionar todas las necesidades de cada hogar. Los ingresos por el PSAH se utilizaron para fines colectivos (infraestructura comunitaria); no obstante, con los FC, también se está considerando invertir en más infraestructura y en actividades productivas. En el caso de FC, a pesar de que la repartición del recurso se hace considerando entre 5-35% para infraestructura o equipamiento, y el resto para el reparto entre los comuneros, algunos de ellos demandan mayor recurso para sus familias y menos para la colectividad.

Los proveedores de SE perciben que FC requiere de más de gastos de inversión (más equipos y/o herramientas de trabajo), lo que puede explicar, porqué han argumentado que con el PSAH recibían más dinero que con FC. También argumentan que la gestión de los FC es más complicada, pues se debe buscar una contraparte que aporte la mitad del recurso. Asimismo, demandan la creación de más apoyos y programas que reconozcan y valoricen la gran labor de conservación de las comunidades forestales. Ante este panorama, la comunidad trató de ingresar al PSAH en el año 2018 y 2019, aunque sin éxito; y no ha vuelto a presentar solicitudes para los FC.

**Ambiental:** En esta dimensión no existe alguna distinción de los beneficios entre el PSAH y los FC, ambos han contribuido con actividades de control forestal, generando beneficios ambientales para los mismos ecosistemas y la sociedad, a escala local, regional, nacional e internacional; los comuneros reiteran que, aún sin dichos programas, continuarían conservando sus recursos forestales y ecosistemas, pues son recursos valiosos que están, heredando a sus hijos y las futuras generaciones. Finalmente, no se identificaron problemáticas en este ámbito.

## 5.2. Percepción de usuarios de SE

**Social:** Los usuarios de SE demuestran preferencia por los FC, argumentando que, a diferencia del PSAH, es una modalidad más inclusiva, ya que da oportunidad a que un mayor número de proveedores de SE (inclusive pequeños propietarios) sean beneficiados por este esquema. Además, contemplan un monitoreo de resultados participativo (realizado por las comunidades y la contraparte); en cambio con el PSAH éste era llevado a cabo únicamente por la Conafor. Asimismo, los FC permiten a la comunidad aprender prácticas de conservación que se ven reflejadas en documentos rectores como el Programa de Mejores Prácticas de Manejo, en el cual se determinan las actividades tanto obligatorias como opcionales que deben realizarse dentro del marco de la conservación forestal.

Por otra parte, con FC existe un seguimiento y verificación del cumplimiento de las metas y la realización de actividades y se promueven mecanismos de transparencia, por ejemplo, se lleva a cabo la comprobación del recurso económico aportado por la Conafor y la contraparte, y en qué es utilizado; por su parte, las comunidades deben ingresar un informe anual en el que se comprueben las actividades ejecutadas, y al finalizar el convenio se deben determinar los cambios observados en el área conservada y los efectos en el ecosistema.

**Económica:** Definen que ambos programas poseen una visión de fortalecimiento o empoderamiento de la comunidad, que promueven la inversión de los recursos en actividades productivas y la generación de proyectos e iniciativas para el desarrollo y la autosuficiencia en la comunidad; no obstante, el PSAH por su alta demanda, ha sobrepasado el presupuesto de financiamiento, y se ha visto caracterizado por un decremento en los montos de inversión. Por su parte, la evolución de los FC ha sido paulatina, debido a la complejidad en su gestión y a su carácter voluntario, el cual ha demostrado la menesterosa participación de la iniciativa privada en este tipo de esquemas, sobre todo el sector industrial que hace uso directo de los SE.

**Ambiental:** Ambos programas han representado un papel fundamental en la conservación forestal y de los recursos hídricos del país; sin embargo, los FC han incentivado a que exista un mayor control de incendios debido a la rigurosidad de sus actividades; y también han impulsado la restauración de la biodiversidad acompañada por la vigilancia de los bosques.

## 5.3. Percepción de intermediarios

**Social:** Ambos programas de PSA han significado una mejoría en la calidad de vida de los comuneros y sus familias y han fortalecido la cohesión social para el desarrollo de las actividades de conservación. A pesar de la complejidad que significó el tránsito hacia los FC, este esquema se ha caracterizado por un mecanismo de transparencia, el cual ha permitido que se comprueben los ingresos y los gastos del recurso económico obtenido por la comunidad, lo cual, a su vez, ha disminuido la generación de conflictos internos; no obstante, los FC presentan varias desventajas, entre ellas, que es una modalidad con un proceso más complejo, con una visión muy ambigua y que demanda una contraparte. Los actores intermediarios perciben que la transición pudo deberse a problemáticas de tipo económico, fiscal y de política pública, donde los FC parecen ser un mecanismo creado para endosar a las comunidades la responsabilidad de la conservación, en el que la Conafor pareciera deslindarse de sus responsabilidades de gestor federal.

**Económica:** Ambos programas de PSA contribuyeron a que San Antonio del Barrio haya pasado de muy alta marginación a alta marginación. Al igual que los proveedores, también mencionan que, si bien no se satisfacen las necesidades básicas familiares, si se han mejorado sus viviendas. El hecho de que se continuara con el PSA a través de los FC ha influido en que GeoConservación A.C. perciba esta transición como una oportunidad de desarrollo a largo plazo, que permita el empoderamiento de la comunidad y la reactivación de su economía local derivada de los SE. Asimismo, tanto el PSAH como FC han dado origen a diversos apoyos económicos para actividades de jóvenes, por ejemplo, para el monitoreo de algunas especies de flora y fauna.

Como problemática, se resalta la exigencia de los comuneros sobre la distribución del recurso sin retrasos, es decir, el pago puntual por cada una de las actividades y jornadas laborales realizadas. Por otra parte, los FC desde los términos de referencia no favorecieron a la comunidad, dado que, según la Conafor, la contraparte no puede cumplir el papel del asesor técnico (rol que ha venido tomando GeoConservación A.C. desde el PSAH), lo que representó un costo adicional para la comunidad. Esta situación, aunada a la falta de capital por parte de la contraparte, originó que los comuneros utilizaran el recurso que reciben del premio social por comercio justo (por la venta del café), para formar parte del aporte para fondo concurrente, apoyando a la contraparte.

**Ambiental:** Señalaron que la cobertura forestal conservada en la comunidad se ha mantenido sin alteraciones, por lo que el aporte en términos ambientales de ambos programas de PSA es muy alto, y ha permitido, además, que las comunidades se sientan orgullosas de la riqueza que proveen en términos de conservación forestal, de biodiversidad, aporte a minimización de los efectos del cambio climático, etc., a escalas regional (estado), nacional e internacional. El gran reconocimiento en este seguimiento se ha hecho gracias al apoyo constante y trabajo de GeoConservación A.C. como asesores y capacitadores.

## 6. DISCUSIÓN

Uno de los aspectos importantes para resaltar a partir de este trabajo, es la percepción de los proveedores de SE, quienes son los responsables del cuidado y mantenimiento de los ecosistemas forestales; y de los que depende el desarrollo de las actividades de conservación; sin embargo, las comunidades han tenido un papel limitado en los esquemas de PSA en todo el mundo (Kosoy et al., 2008; Rawlins y Westby, 2013). También es importante reconocer que la participación de las comunidades en los programas de PSA ha influenciado en la revalorización de la importancia de sus recursos naturales y los SE asociados por parte de las mismas comunidades (Bray y Merino, 2004; Durán et al., 2011; Velasco et al., 2014; Zamora et al., 2016).

Particularmente, en San Antonio del Barrio, independientemente de los programas de PSA, se ha demostrado el interés por la protección de los bosques que se sustenta más en una valoración cultural y social, que en una económica. Aunque los dos programas han contribuido en términos económicos, con efectos como mejoría en las viviendas de los comuneros y en su calidad de vida, al igual que se ha demostrado en otras comunidades del país (Nava-López, 2015; Zamora et al., 2016).

En esta investigación la percepción de los proveedores de SE, al igual que los intermediarios, se ha concentrado en la preferencia del PSAH ante los FC. En contraste, los

usuarios de SE (instancia de gestión federal) son los que tienen una opinión más inclinada hacia los FC. De acuerdo con la Conafor (Rodríguez y Ávila, 2013), los FC poseen más beneficios, entre los que destaca, la inclusión de pequeños propietarios al esquema del PSA; no obstante, al igual que los otros actores, también consideran que los FC presentan varias problemáticas que deben ser atendidas; por ejemplo, el monitoreo ambiental, el cual ha tenido un desarrollo muy lento y hasta ahora no tiene soporte (Saldaña, 2013). En 2012 se incluyó el monitoreo en los lineamientos de FC, con la posibilidad de que las partes interesadas lo practicaran de forma voluntaria (Perezpeña, 2015); pero para 2017 sólo 32 convenios de los 191 realizaban algún tipo de observaciones (Conafor, 2018).

Otra situación, y tal vez una de las más preocupantes es la referente al bajo índice de participación que tienen diversos usuarios directos de los SE, como la iniciativa privada, principalmente el sector industrial. Ezzine de Blas et al. (2017) ponen el ejemplo de América Latina, donde la mayoría de los casos de PSA (alrededor de 65%) son esquemas financiados por el sector público, una cuarta parte por el sector privado comercial (empresas) y el resto (10%) por el sector privado no comercial (ONG, fundaciones, organizaciones de la sociedad civil). En México, particularmente para el caso de FC, el financiamiento se da entre el sector público (Conafor) y, en varios casos, con asociaciones civiles, las cuales tienen pocas posibilidades financieras (Saldaña, 2013).

Hasta ahora no existen a nivel federal estrategias definidas para incluir a los usuarios directos, ni ejercicios de acercamiento o negociación para fomentar su participación de manera regulada. Por esta razón, es fundamental destacar el reconocimiento de la labor de las comunidades ante los usuarios potenciales de los SE, para que contribuyan a la conservación de los ecosistemas forestales (De la Mora, 2011).

Para atender esta problemática, es prioritario crear mecanismos intersectoriales, que incentiven la inversión en los FC, y que generen vínculos con los beneficios a corto y largo plazo derivados de la conservación forestal. Por su parte, Nava-López (2015) plantea que, si de verdad se espera que haya una transición de PSAH a los FC, la diversificación de fuentes de financiamiento es esencial. Por eso es importante difundir la información de los programas y trabajar no sólo en la oferta, sino en el lado de la demanda, para concretar los esquemas de compensación económica por conservación ambiental. En este sentido, la inclusión de los distintos agentes sociales, políticos y económicos en la toma de decisiones (De la Mora, 2011; Nava-López, 2015) y la creación de esquemas para el desarrollo de capacidades locales (Galicia et al., 2018), es otra parte imprescindible para el diseño de los esquemas de PSA.

A pesar de las desventajas en torno a los FC, los usuarios de SE en esta y otras investigaciones (Rodríguez y Ávila, 2013), se muestran muy optimistas y aseguran que una buena opción sería direccionar el PSAH hacia los mecanismos locales de FC, lo que permitiría generar proyectos y promover iniciativas para el desarrollo de la autosuficiencia de las comunidades mediante una valoración del bosque y una gestión integrada del territorio (Perevochtchikova, 2014). Al respecto, sería importante cuestionarse ¿qué posibilidades de éxito tendría la visión de los FC como un programa autosuficiente?

Es importante considerarlo, dado que los programas de PSA en México han sido catalogados como subsidios, que no promueven la autonomía, ni la conservación a largo plazo, ni la auto-eficiencia financiera, por ejemplo, con inversiones en infraestructura

comunitaria verde (Ávila-Foucat, 2012; Rodríguez y Ávila, 2013; Perezpeña, 2015; Pérez-Campuzano et al., 2016). A pesar de ello, se tienen posibilidades de lograrlo, pues existen esquemas consolidados basados en la concurrencia de fondos en México, por ejemplo, los casos de la subcuenca del río Pixquiac en Xalapa, y la subcuenca del río Gavilanes en Coatepec (Paré y Gerez, 2012), ambos en el estado de Veracruz; el caso del municipio de Taxco de Alarcón en el estado de Guerrero (Zamora et al., 2016); y también, el caso de la Sierra de Zapalinamé (Herbert et al., 2010; Frausto, 2017) ubicada al sureste del estado de Coahuila.

En este contexto, por el momento es complicado señalar si direccionarse hacia los FC representará un proceso rápido, o más bien requiere ser paulatino, con la oportunidad de inclusión de nuevos actores en la acción de la conservación, con cambio de perspectivas de gestión territorial de cada uno (Rodríguez y Ávila, 2013). Por ello, es importante dar seguimiento al análisis y evaluación de estos instrumentos de política pública ambiental, con miras a asegurar los SE a largo plazo y preservar la diversidad biológica y cultural del país.

## **7. CONCLUSIONES**

A partir de los resultados de esta investigación, la hipótesis inicialmente planteada no pudo ser confirmada, debido a que particularmente para el caso de la comunidad de San Antonio del Barrio, el cambio del programa de PSA federal a los FC, en lugar de beneficiar a la comunidad originó rechazo a la modalidad de los FC. De hecho, la transición se dio no por una decisión voluntaria, sino por la competitividad y la falta de fondos para sustentar el programa federal por parte de la Conafor.

Este y otros estudios demuestran que existe una ínfima participación de diversos sectores en los FC, principalmente el industrial (sector que, de hecho, está integrado por los usuarios que se benefician y aprovechan directamente de los servicios ecosistémicos). No existen lineamientos consolidados que promuevan la integración de los diversos sectores en dicho programa; como resultado, varios de los actores que desarrollan el papel de contraparte son asociaciones civiles, las cuales no cuentan con los ingresos suficientes para sostener el programa, tal es el caso de la comunidad de San Antonio del Barrio en Oaxaca. En este sentido, es imperante direccionar a los FC como un esquema que logre generar proyectos e impulsar iniciativas locales que detonen el desarrollo y autosuficiencia en las comunidades del país y que, al mismo tiempo, logre ser un programa autónomo a largo plazo.

A pesar de las intenciones de la búsqueda de co-inversión de fondos y la consideración de intereses de actores a escala local, los FC siguen siendo un esquema muy vulnerable y sin ejes estratégicos y operativos bien definidos; no obstante, existen posibilidades de lograr que se conviertan en un instrumento autosuficiente, en forma de mecanismos locales, dado que existen algunas experiencias exitosas en diferentes territorio del país.

Como recomendaciones, se considera necesaria la elaboración de evaluaciones de efectos, desde un enfoque integral, de los esquemas de Pago por Servicios Ambientales en México, así como estudios de comparación de los efectos generados por los programas federales de PSAH y de los FC (desde un enfoque inter- y trans disciplinario); con la finalidad



de determinar si su implementación está cumpliendo con los objetivos planteados desde la política pública ambiental y con la efectividad de las inversiones del presupuesto público.

## 8. REFERENCIAS

- Ávila-Foucat, S. (2012). Diversificación productiva en el suelo de conservación de la ciudad de México . Caso San Nicolás Totolapan. *Estudios Sociales*, 20(40), 353–376. <https://doi.org/10.1046/j.1460-2687.2000.00060.x>
- Baird, T. D., Leslie, P. W., y McCabe, J. T. (2009). The effect of wild life conservation on local perceptions of risk and behavioral response. *Human Ecology*, 37(4), 463–474.
- Boege Schmidt, E. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas*. Instituto Nacional de Antropología e Historia-Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- Bray, D. B., Durán, E., Anta, S., Martin, G., y Mondragon, F. (2008). A new conservation and development frontier: community protected areas in Oaxaca, Mexico. *Current Conservation*, 2(2), 7–9.
- Bray, D. B., y Merino, L. (2004). *La experiencia de las comunidades forestales en México* (1st ed.). Pachuca, Hidalgo: INE, Semarnat, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenibilidad A.C.
- Conafor. (2011). Servicios Ambientales y Cambio Climático. Zapopan, Jalisco: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Conafor. (2017). REGLAS de Operación del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2018. 243 pp. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
- Conafor. (2018). Bases de datos de PSAH y Fondos Concurrentes. Obtenidas a través de la Plataforma Nacional de Transparencia bajo el número de folio 1616100003718, de fecha 15 de febrero de 2018.
- Corbera, E., Soberanis, C. G., y Brown, K. (2009). Institutional dimensions of Payments for Ecosystem Services: An analysis of Mexico's carbon forestry programme. *Ecological Economics*, 68(3), 743–761. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.008>
- Costanza, R., D'arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... Van Den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253–260.
- De Groot, R. B., y Hermans, L. M. (2009). Broadening the picture: negotiating payment schemes for water-related environmental services in the Netherlands. *Ecological Economics*, 68(11), 2760–2767.
- De la Mora De la Mora, G. (2011). Una propuesta de análisis sobre proyectos de compensación por servicios ambientales. *Trayectorias*, 13(32), 28–51.
- Durán, E., Bray, D. B., Velázquez, A., y Larrazábal, A. (2011). Multi-Scale Forest Governance, Deforestation, and Violence in Two Regions of Guerrero, Mexico. *World Development*, 39(4), 611–619. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.08.018>

- Engel, S., Pagiola, S., y Wunder, S. (2008). Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. *Ecological Economics*, 65(4), 663–674. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.03.011>
- Esquivel, E. (2012). *Mecanismos nacionales e internacionales de pagos por servicios ambientales (PSA) existentes*.
- Ezzine de Blas, D., Wunder, S., Ruiz-Pérez, M., y Moreno, R. (2017). Los pagos por servicios ambientales entre la acción pública y la privada: un análisis global. En *Los Pagos Por Servicios Ambientales En América Latina: Gobernanza, Impactos Y Perspectivas* (Primera ed, p. 360). Ciudad de Mexico: Universidad Iberoamericana, A.C.
- FAO, (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la Agricultura). (2016). *El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra*. Roma.
- Fisher, B., Turner, R. K., y Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68(3), 643–653. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.014>
- Frausto Leyva, J. M. (2017). Pago por servicios ambientales: contribución a la conservación de la sierra de Zapalinamé. En *La biodiversidad en Coahuila, estudio de estado* (Pimera edi., p. 532). Ciudad de Mexico: Comision Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza.
- Galicia, L., Chávez-Vergara, B. M., Kolb, M., Jasso-Flores, R. I., Rodríguez-Bustos, L. A., Solís, L. E., ... Villanueva, A. (2018). Perspectivas del enfoque socioecológico en la conservación, el aprovechamiento y pago de servicios ambientales de los bosques templados de México. *Madera y Bosques*, 24(2), 1–18. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421443>
- González Vicente, C. E. (2012). La creación de la Comisión Nacional Forestal. In *La Comisión Nacional Forestal en la historia y el futuro de la política forestal de México* (1st ed., p. 346). Ciudad de México: Conafor.
- Herbert, T., Vonada, R., Jenkins, M., Bayon, R., y Frausto Leyva, J. M. (2010). Fondos ambientales y pagos por servicios ambientales. Proyecto de capacitación de RedLAC para fondos ambientales. Red de Fondos Ambientales de Latinoamérica y el Caribe - RedLAC - (Pimera edi.). Rio de Janeiro.
- Jones, N. A., Ross, H., Lynam, T., Pascal, P., y Leitch, A. (2011). Mental models: an interdisciplinary synthesis of theory and methods. *Ecology and Society*, 16(1), 46.
- Kosoy, Nicolas, Corbera, E., y Brown, K. (2008). Participation in payments for ecosystem services: Case studies from the Lacandon rainforest, Mexico. *Geoforum*, 39(6), 2073–2083. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2008.08.007>
- MacDicken, K., Jonsson, O., Piña, L., Marklund, S., Maulo, S., Contessa, V., ... D'Annunzio, R. (2016). *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2015. ¿Como están cambiando los bosques del mundo?* (D. Taylor y S. Lapstun, Eds.), *Fao* (Segunda ed). Roma, Italia: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. <https://doi.org/ISBN 978-92-5-106654-6>

- Madrid, L., Núñez, J. M., Quiroz, G., y Rodríguez, Y. (2009). La propiedad social forestal en México. *Investigación Ambiental Ciencia y Política Pública*, 1(2), 179–196.
- Martin, G. J., Camacho Benavides, C. I., Del Campo García, C. A., Anta Fonseca, S., Chapela Mendoza, F., y González Ortiz, M. A. (2011). Indigenous and community conserved areas in Oaxaca, Mexico. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 22(2), 250–266. <https://doi.org/10.1108/14777831111113419>
- Matzdorf, B., Sattler, C., y Engel, S. (2013). Institutional frameworks and governance structures of PES schemes. *Forest Policy and Economics*, 37, 57–64. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2013.10.002>
- Molina González, O. A. (2011). *Análisis de las instituciones de gobernanza multi-escala para la acción colectiva de conservación de la naturaleza en la Chinantla, Oaxaca, México*. Instituto Politécnico Nacional.
- Muñoz-Piña, C., Guevara, A., Torres, J. M., y Braña, J. (2008). Paying for the hydrological services of Mexico's forests: Analysis, negotiations and results. *Ecological Economics*, 65(4), 725–736. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.07.031>
- Nava-López, M. Z. (2015). *Hydrological ecosystem services in Mexico: environmental processes, payments and mapping*. Tesis de doctorado. College of Environmental Science and Forestry. State University of New York.
- Osborne, T., y Shapiro-Garza, E. N. (2017). Embedding carbon markets: complicating commodification of ecosystem services in Mexico's forests. *Annals of the Association of American Geographers*, 108(1), 88–105.
- Paré, L., y Gerez, P. (2012). Al filo del agua: cogestión de la subcuenca del río Pixquiac, Veracruz. Memoria e interpretación de Al filo del agua (Primera ed). Ciudad de Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Sendas, A.C., Universidad Veracruzana, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), Instituto Nacional de Ecología (INE), Universidad Iberoamericana, campus Puebla, Juan Pablos Editores. <https://doi.org/10.2307/j.ctv47w5b3.28>
- Paruelo, J. M. (2012). Ecosystem services and tree plantations in Uruguay: A reply to Vihervaara et al. (2012). *Forest Policy and Economics*, 22, 85–88. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2012.04.005>
- Perevochtchikova, M. (2014). *Pago por Servicios Ambientales en México. Un acercamiento para su estudio* (1st ed.). México, D.F.: El colegio de México, Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales.
- Perevochtchikova, M., y Oggioni, J. (2014). Global and Mexican analytical review of the state of the art on ecosystem and environmental services: A geographical approach. *Investigaciones Geográficas*, (85), 47–65. <https://doi.org/10.14350/rig.41239>
- Perevochtchikova, M., y Rojo Negrete, I. A. (2015). The perceptions about payment schemes for ecosystem services: Study case of the San Miguel and Santo Tomás Ajusco community, Mexico. *Ecosystem Services*, 14, 27–36. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.04.002>
- Pérez-Campuzano, E., Avila-Foucat, V. S., y Perevochtchikova, M. (2016). Environmental

- policies in the peri-urban area of Mexico City: The perceived effects of three environmental programs. *Cities*, 50, 129–136. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.08.013>
- Perezpeña Sánchez, R. (2015). *Análisis del programa para la creación de mecanismos locales de PSA a través de fondos concurrentes*. Universidad del Medio Ambiente, Estado de Mexico.
- Popovici, R. (2017). *The Role of Intermediaries in Mexico's payments for environmental services programs*. Tesis doctoral. Universidad de Duke.
- RAN. (2017). Catálogo de Núcleos Agrarios. Última consulta: 18 de octubre de 2018 en <https://datos.gob.mx/busca/dataset/catalogo-de-nucleos-agrarios>
- Rawlins, M. A., y Westby, L. (2013). Community participation in payment for ecosystem services design and implementation: An example from Trinidad. *Ecosystem Services*, 6, 117–121. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.09.004>
- Rodríguez R., K. J., y Ávila Foucat, S. (2013). Instrumentos económicos voluntarios para la conservación: una mirada a su surgimiento y evolución en México. *Sociedad y Economía*, (25), 75–105.
- Saldaña Herrera, J. D. (2013). *Sistematización y documentación de mecanismos locales de pago por servicios ambientales en México*. Ciudad de México.
- Semarnat. (2013). *Informe de la situación del medio ambiente en Mexico. Compendio de estadísticas ambientales indicadores clave y de desempeño ambiental. Edición 2012*. México.
- Shapiro-Garza, E., Pfaff, A., Bauche Petersen, P., Kaczan, D., y Popovici, Ruxandra Rodríguez, L. (2018). Ligando usuarios y proveedores de servicios ambientales en México. *Servicios Ambientales*, (15).
- Sunderlin, W. D., Belcher, B., Santoso, L., Angelsen, A., Burgers, P., Nasi, R., y Wunder, S. (2005). Livelihoods, forests, and conservation in developing countries: An overview. *World Development*, 33(9), 1383–1402. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.10.004>
- Velasco Murguía, A., Durán Medina, E., Rivera, R., y Barton Bray, D. (2014). Cambios en la cobertura arbolada de comunidades indígenas con y sin iniciativas de conservación , en Oaxaca , México. *Investigaciones Geográficas, Boletín Del Instituto de Geografía, UNAM*, (83), 55–73. <https://doi.org/10.14350/ig.34975>
- Vihervaara, P., Marjokorpi, A., Kumpula, T., Walls, M., y Kamppinen, M. (2012). Ecosystem services of fast-growing tree plantations: A case study on integrating social valuations with land-use changes in Uruguay. *Forest Policy and Economics*, 14(1), 58–68. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2011.08.008>
- Zamora Saenz, I., Cabestany Ruiz, G., Lucio Hernández, M., García Cuevas, L. M., y Vargas Pérez, E. (2016). Percepción social sobre el Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en los bienes comunales de San Pedro y San Felipe Chichila , Taxco , Guerrero. *Sociedad y Ambiente*, 4(10), 57–77.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



CENTRO DE  
INVESTIGACIONES  
BIOLÓGICAS  
UAEM

# Apropiación de fauna silvestre en el sur del estado de Morelos, México

Valle Marquina Raúl <sup>1</sup>, García Flores Alejandro <sup>2</sup>, Monroy Martínez Rafael <sup>2</sup>, Monroy Ortiz Columba <sup>2</sup>, Monroy Ortiz Rafael <sup>2</sup>, Pino Moreno José Manuel <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Maestría en Manejo de Recursos Naturales, <sup>2</sup>Cuerpo Académico de Unidades Productivas Tradicionales, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, <sup>3</sup>Laboratorio de Entomología, Instituto de Biología, UNAM



# ¿Importancia cultural de la fauna silvestre?

La cosmovisión de las comunidades campesinas indígenas y mestizas históricamente incluye a la fauna silvestre. Los animales como parte de su realidad (Argueta-Villamar, 2008) proveen bienes con valor de uso:



Alimentario

Medicinal

Ornamento

Herramienta

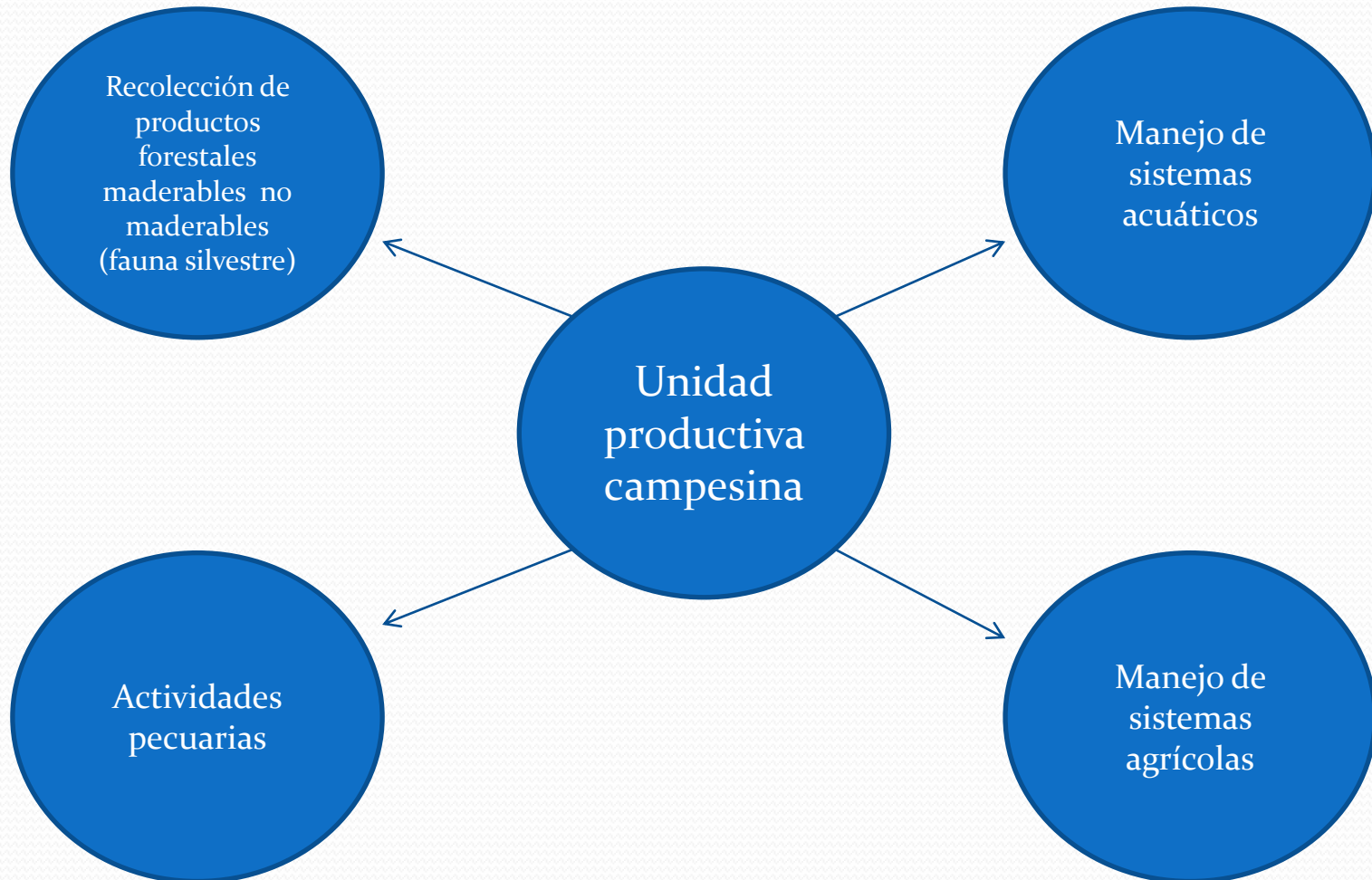
Artesanía

Además, son parte de expresiones simbólicas (Retana 2006; Santos-Fita *et al.*, 2015; Herrera-Flores *et al.*, 2018).



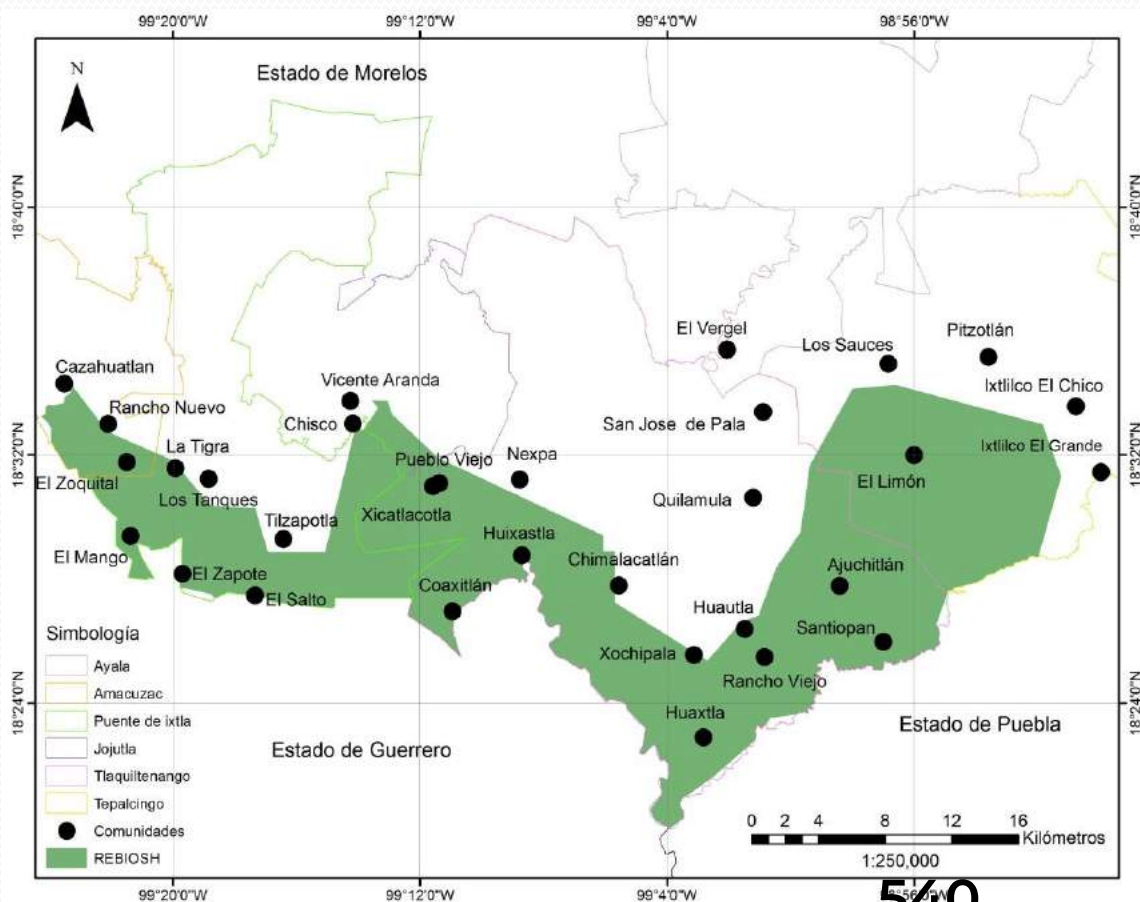
# Unidad productiva campesina

- Está basada en el manejo integral de los recursos naturales.



# La región de Sierra de Huautla, Morelos, México

Las comunidades campesinas representan las localidades con mayor grado de marginación en el estado. Dicha marginación social es mitigada por la apropiación de recursos de la selva baja caducifolia que concentra una alta diversidad biocultural.



**-Apropiación tradicional** de venado, huilotas, tejones, conejos, mapaches, cascabel, zorrillos, iguana, chachalacas (Velarde y Cruz, 2015; García-Flores *et al.*, 2018)

**-Monocultivos:** maíz, calabaza, frijol, sorgo (CONANP, 2005)

**-Milpa tradicional** (87 especies vegetales con valor de uso (Morales y Guzmán, 2015)

**-Ganadería** (Rodríguez *et al.*, 2005)

**-Recolección** (De 1075 plantas, el 56% son aprovechadas) (Monroy y Maldonado, 1990; Maldonado, 1997; Rodríguez *et al.*, 2005; Cruz-León *et al.*, 2006; Cruz-León, 2008; Burgos-Herrera *et al.*, 2016; Juárez-Delgado *et al.*, 2018)

**-Extracción de leña** para autoabasto y venta (Cruz *et al.*, 2016; Yescas-Albarrán *et al.*, 2016)

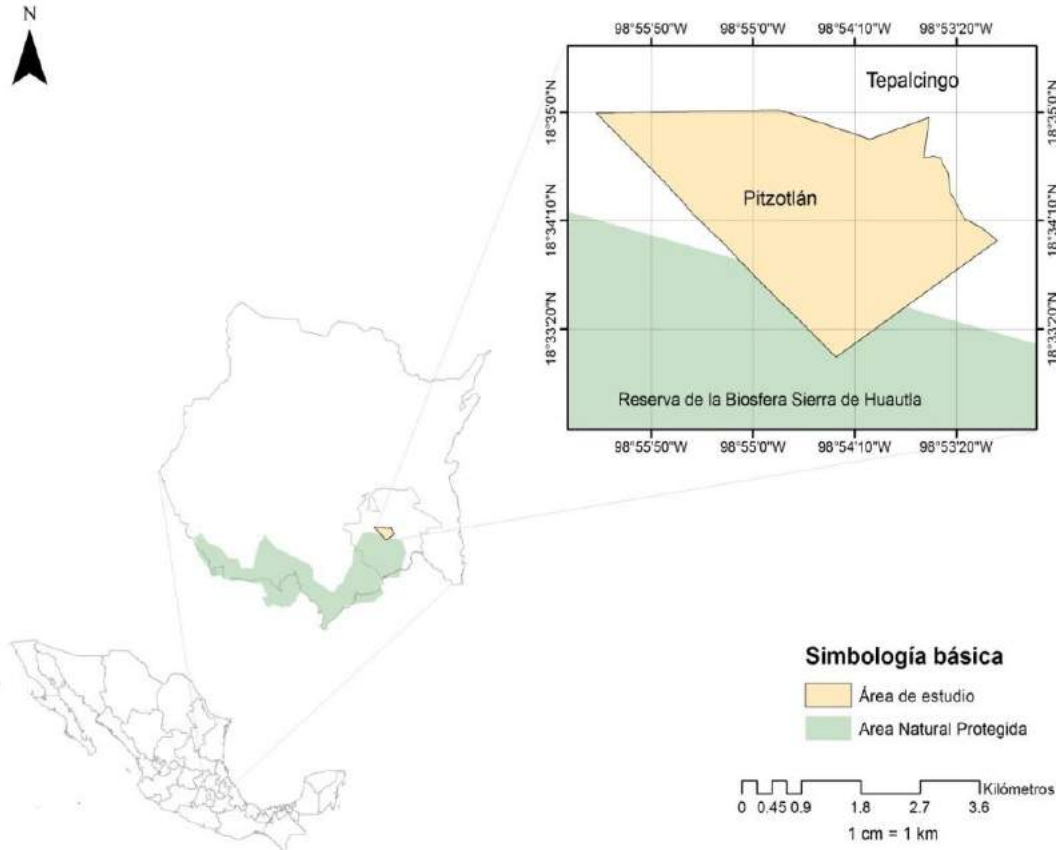


# Pregunta de investigación

- ¿Cuál es la función de la apropiación de la fauna silvestre con el sistema productivo en la comunidad de Pitzotlán, Tepalcingo, Morelos?
- **Hipótesis:** La función de la apropiación de la fauna silvestre con el sistema productivo de la comunidad de Pitzotlán está determinada por la dinámica social de la diversificación productiva que se expresa en la unidad familiar, ajustándose a lo largo del año, conforme a las características del uso y manejo de las unidades de aprovechamiento.
- **Objetivo:** explicar la dinámica de apropiación de la fauna silvestre en el marco de los sistemas productivos comunitarios de Pitzotlán, Tepalcingo, Morelos.

# Método

- Área de estudio



- Aspectos bióticos, físicos y socioeconómicos:**
- Selva baja caducifolia
  - Sistema montañoso (1500 msnm)
  - Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano
  - 39 habitantes distribuidos en 9 familias
  - Carencia de servicios básicos

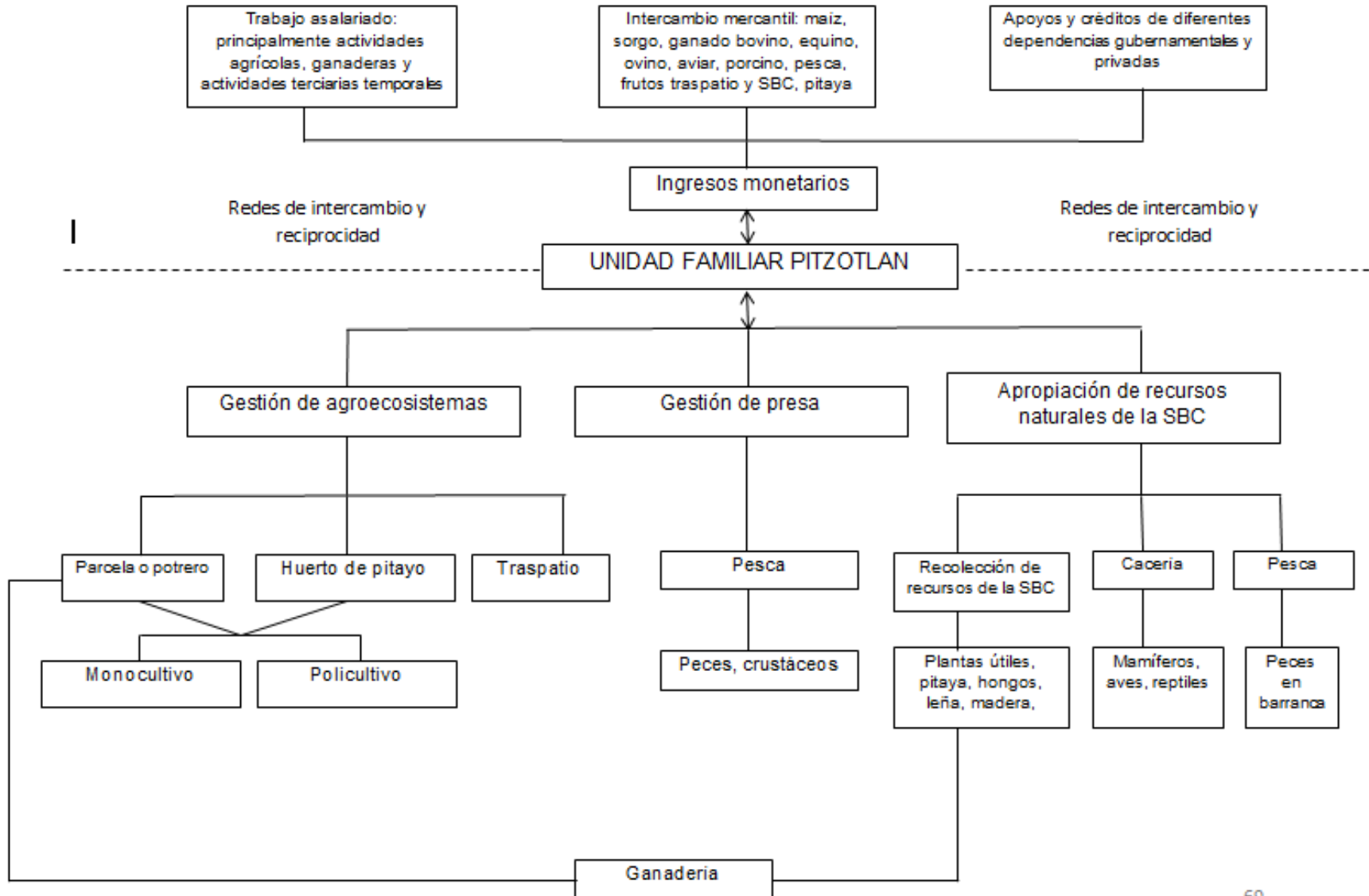
# Técnicas de investigación

- Entrevistas a profundidad al 50% de las unidades familiares
- Investigación participativa con 10 cazadores locales
- Georreferenciación de los sitios de apropiación
- Identificación de las especies de fauna mediante guías, presas capturadas, rastros, observación *in vivo*, cámara trampa



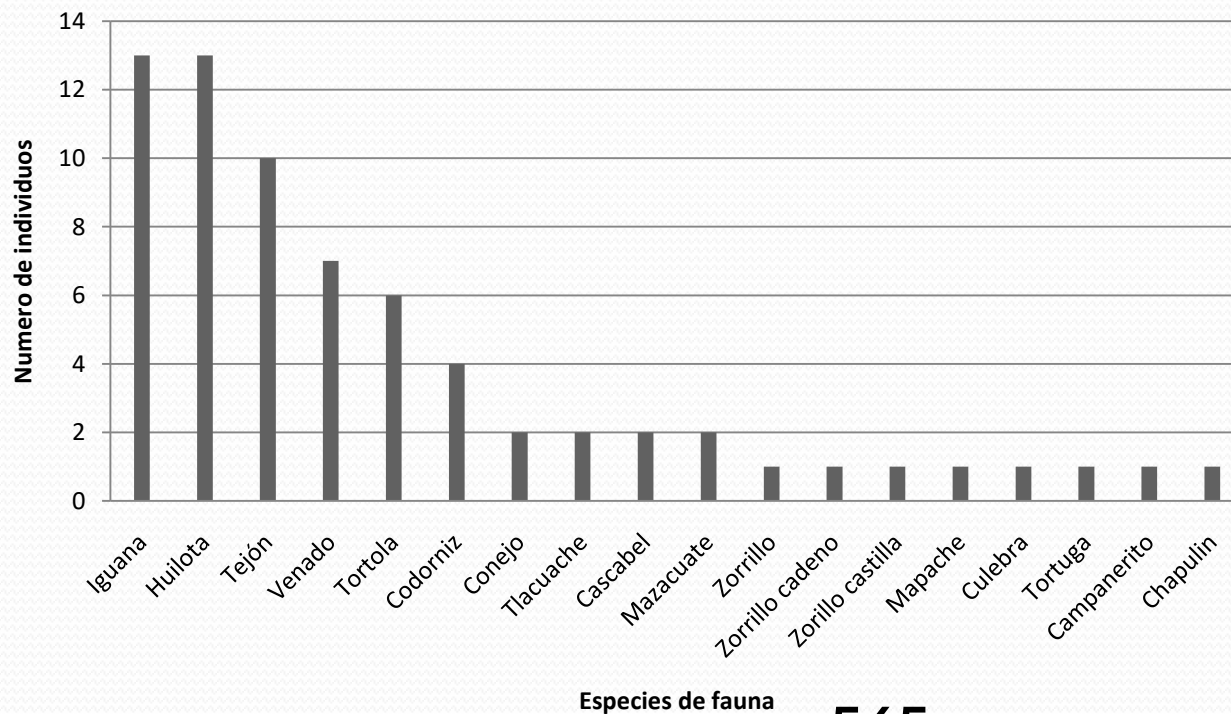
# RESULTADOS

## Complejidad de la Unidad Productiva Familiar

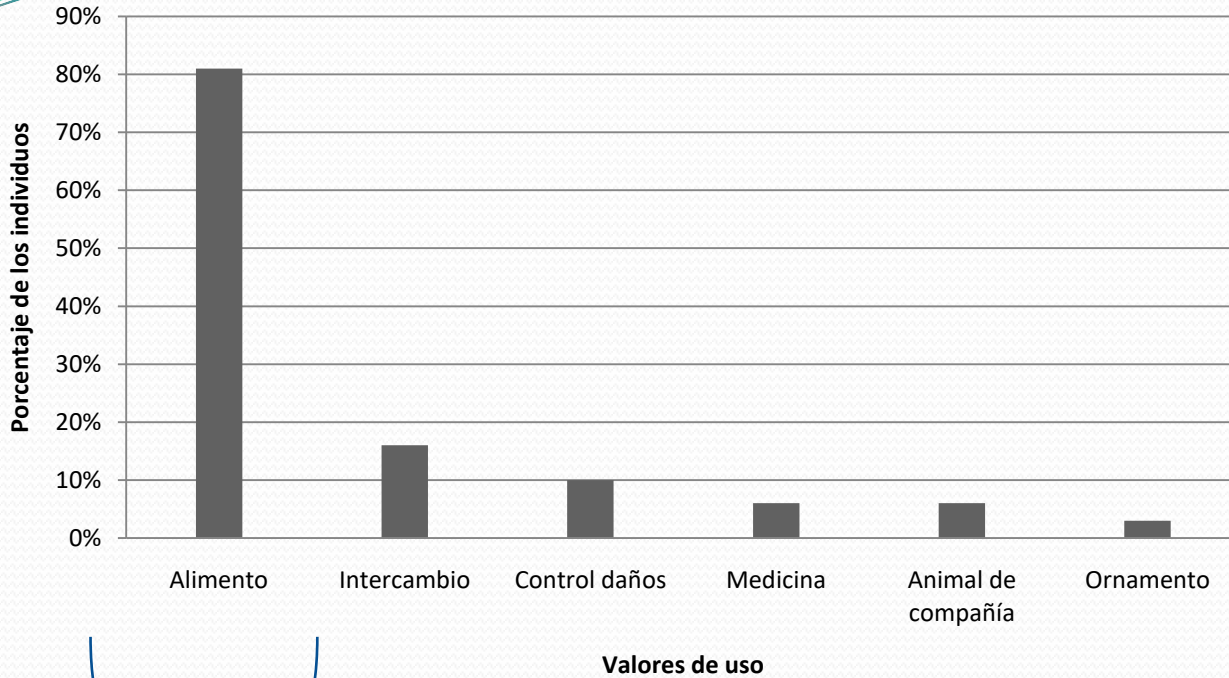


# Apropiación de fauna

- De acuerdo a las entrevistas realizadas, se registran un total de **30 animales (11 aves, 9 mamíferos, 3 reptiles, 2 anfibios, 1 insecto y pez)** con valor de uso y valor de cambio a nivel local.
- Durante el periodo de septiembre de 2018 a marzo de 2019 se registraron **41 eventos de cacería exitosos** en los cuales se llevó a cabo la **apropiación de 70 animales silvestres de 18 especies.**



# Valores de uso



Preparación de huilota



Carne de tejón



Carne seca de venado

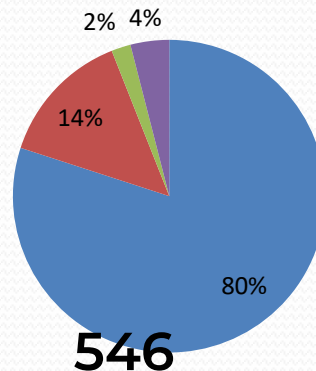


Codorniz en salsa

-Del total de eventos de apropiación de fauna silvestre, el 76% aportó un complemento alimentario

-Estimación biomasa alimentaria: 278.93 kg

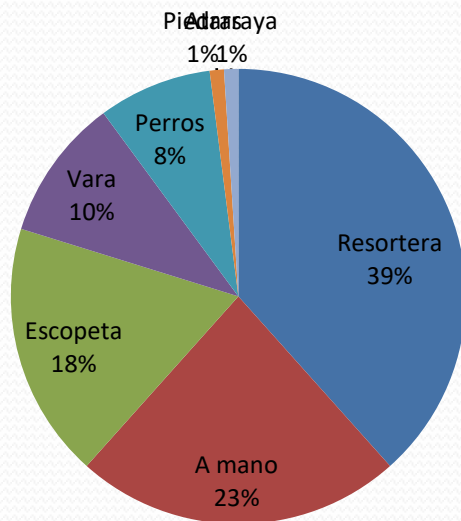
**Biomasa alimentaria**  
 ■ Venado ■ Tejón ■ Iguana ■ Resto de especies



# Organización de la apropiación

- El **84% de los presas** fueron capturadas mediante técnicas individuales o grupales de apropiación como la **lampareada (37%)**, el **acorrallamiento (24%)**, la **espiada (22%)**, la **el uso de perros (8%)**, **arreada (7%)** y la **recolección (2%)**.
- El **16% de presas** fue capturado de manera fortuita cuando los jefes de familias o hijos de las unidades familiares realizaban **actividades en potreros, la presa y los traspatios** como el **cuidado del ganado, la pesca, el cuidado del hogar y animales domésticos**.

Armas en la apropiación de fauna silvestre



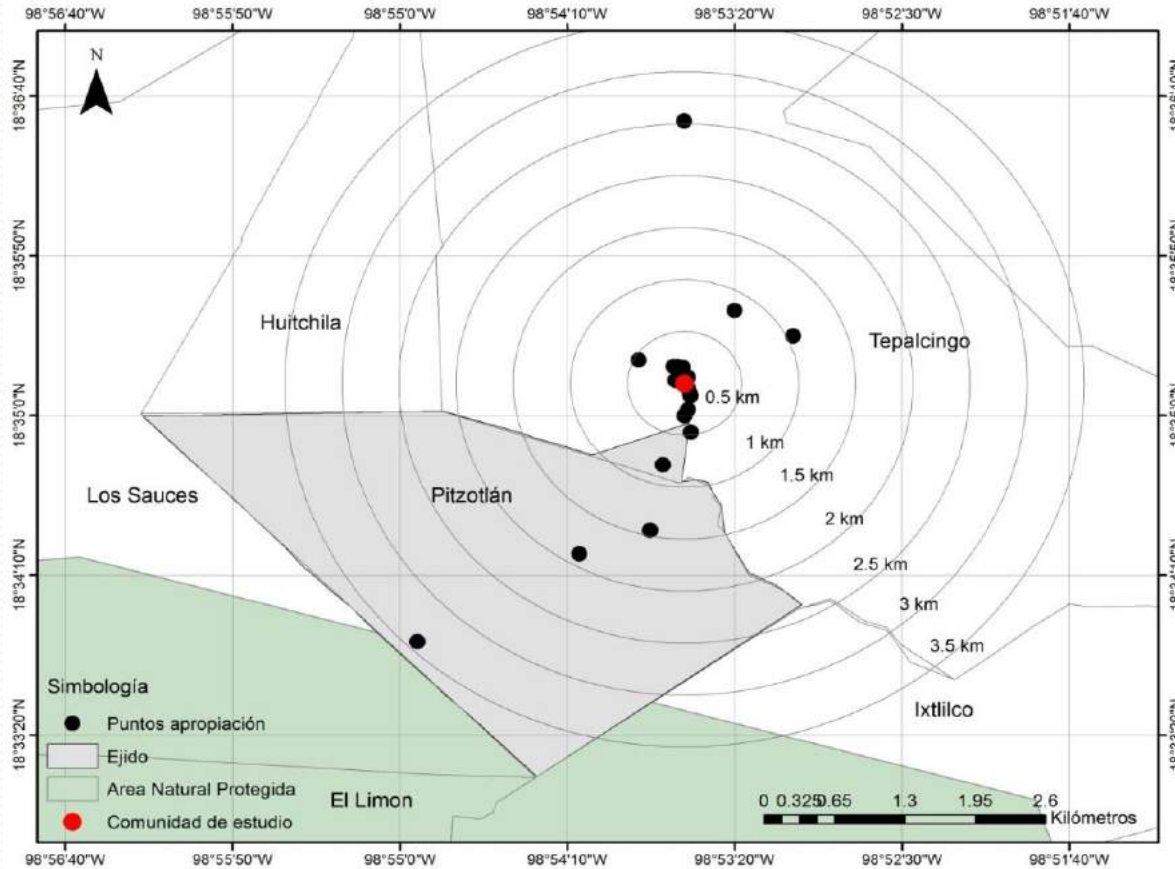
# Distribución temporal

Nombre científico	Nombre local	Peso estimado total de presas	Meses							Total
			Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	350 kg	0	0	1	3	3	0	0	7
<i>Nasua narica</i>	Tejón	67 kg	0	1	3	2	3	0	1	10
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	5 kg	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	6 kg	0	0	1	1	0	0	0	2
<i>Silvilagus cunicularius</i>	Conejo	1.6 kg	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo rayado	4 kg	1	0	0	0	0	1	0	2
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo cadeno	3 kg	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana	13 kg	4	0	6	0	0	3	1	14
<i>Crotalus culminatus</i>	Cascabel	-	2	0	1	0	0	0	0	2
<i>Leptophis diplotropis</i>	Culebra	-	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Boa constrictor</i>	Mazacuata	-	0	0	0	1	1	0	0	1
<i>Kinosternum integrum</i>	Tortuga	-	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Columbina inca</i>	Tórtola	0.3 kg	0	5	0	0	0	1	0	6
<i>Zenaida spp.</i>	Huilota	2 kg	0	0	0	3	6	4	0	13
<i>Peucaea humeralis</i>	Campanerito	0.1 kg	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz	0.8 kg	0	0	0	4	0	0	0	4
<i>Sphenarium spp</i>	Chapulines	-	0	0	0	1	0	0	0	1

Los factores que determinan la temporalidad de la apropiación de fauna son las **normas comunitarias, disponibilidad de las especies, meses de mayor biomasa, producción de los sistemas productivos, uso en la medicina tradicional y relaciones sociales intra e intercomunitarias**



# Distribución territorial



La apropiación de la mayoría de las presas de fauna se registró en la **selva baja (51%)**, seguido de los **traspacios y la zona poblacional (38%)**, **cultivos (6%)** y **presa (6%)**.

# Conclusiones

- Los esquemas organizativos locales son elementos que deben tomarse en cuenta en el diseño de estrategias para el manejo conservacionista.
- Se registra la apropiación de 18 especies de fauna silvestre durante el periodo de 7 meses de estudio, las cuales principalmente aportan proteína animal para la alimentación familiar.
- *Ctenosaura pectinata*, *Zenaida spp.*, *Nasua narica*, *Odocoileus virginianus* y *Columbina inca*, representan las especies con mayor apropiación y mayor aporte de biomasa alimentaria.

**-El presente trabajo de investigación fue apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).**

# Agradecimientos

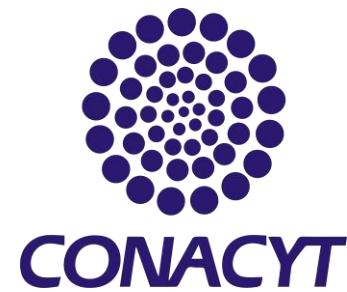
- A las familias de Pitzotlán por su hospitalidad, amistad y apoyo durante la realización del presente trabajo.
- Laboratorio de Ecología del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.

# VALORACIÓN ECONÓMICA DEL USO TRADICIONAL DEL TIBURÓN BALLENA (*Rhincodon typus*) COMO SERVICIO ECOSISTÉMICO RECREATIVO EN LA BAHÍA DE LA PAZ

Biól. Adriana Miranda Torres



CENTRO DE INVESTIGACIONES  
BIOLÓGICAS DEL NOROESTE



UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA   
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

# Servicios ecosistémicos

Uso indirecto

Uso directo

Soporte

Culturales

Aprovisiona  
miento

Regulación

Clasificación de los servicios ecosistémicos (MA,  
2005)

# Servicios ecosistémicos culturales



**Actividades de recreo y salud mental y física**



Oportunidades recreativas basadas en la naturaleza para mantener la salud física y mental



**Turismo**



El disfrute de la naturaleza que atrae a miles de visitantes a diversos lugares



**Apreciación estética e inspiración para la cultura, el arte y el diseño**



Animales, plantas y ecosistemas como fuente de inspiración para pinturas, música, murales



**Experiencia espiritual y sentimiento de pertenencia**



Naturaleza como elemento común en religiones, sentimiento de pertenencia, usos y costumbres

Los ecosistemas naturales proporcionan flujos de bienes y servicios tanto directos como indirectos a los agentes económicos y a la sociedad en general. Muchos de estos servicios constituyen un soporte fundamental para la existencia de la vida misma.

Al igual que los bienes privados, el ambiente enfrenta problemas de escasez relativa, dado que tiene usos alternativos. El problema económico se origina en la necesidad de decidir en torno al mejor uso social de los recursos naturales.

Por lo anterior, se vuelve necesario asignarle un valor a los bienes y servicios ambientales, para sí poder llevar a cabo la mejor toma de decisiones con respecto al algún ecosistema.

Se propende al máximo bienestar social con el menor costo posible o, en otra palabras, esto implica asignar un precio o valor monetario a los recursos naturales y servicios ambientales.

Tomado de Vásquez Lavín, *et al.*, 2006

# ¿Qué es un valor?

Cualidad o conjunto de cualidades por las que una persona o cosa es apreciada o bien considerada.

Es una magnitud con la que medir los distintos bienes económicos comparando su utilidad.



El concepto de valor económico actual se basa en la idea utilitarista desarrollada por Bentham, según la cual el origen del valor proviene del nivel de satisfacción que un bien le genera a un individuo

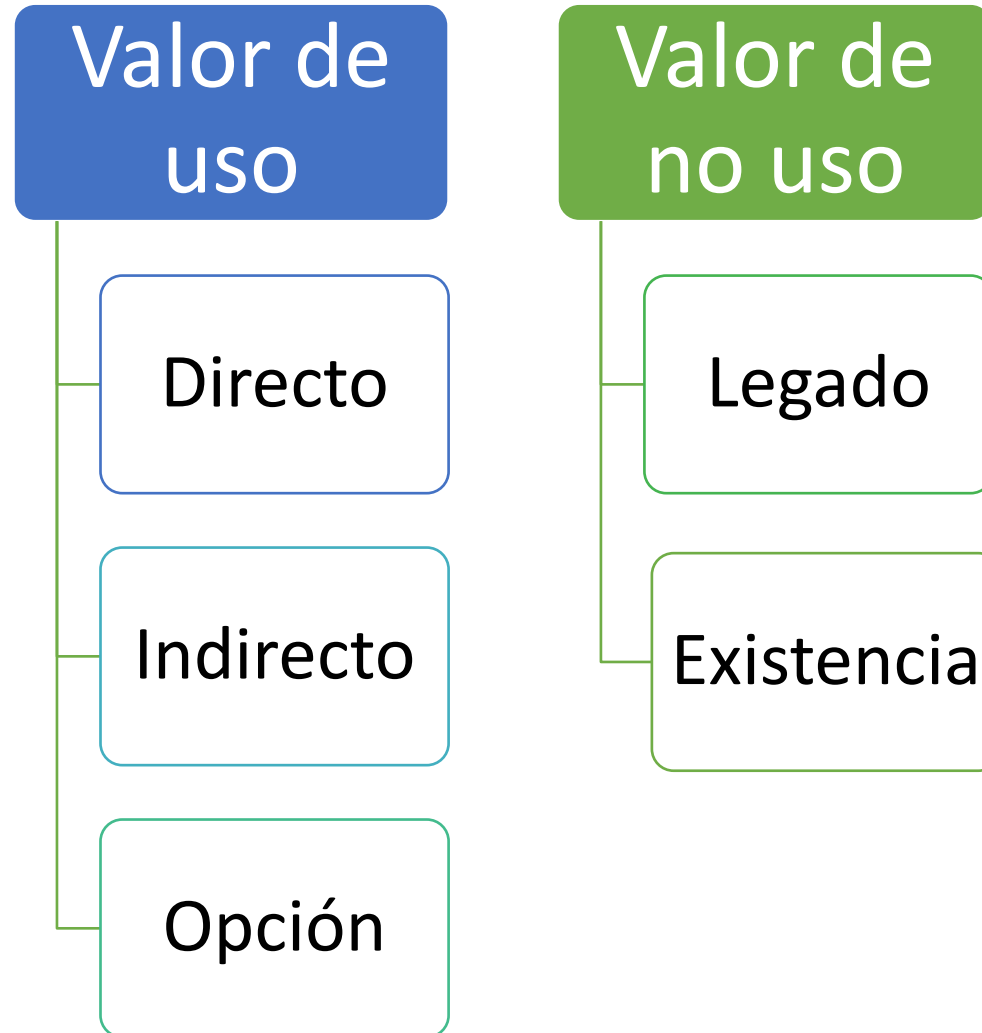
La soberanía ambiental nos dice que el individuo es el más indicado para decidir sobre la maximización de su bienestar.

Desde esta perspectiva el ambiente tiene un valor en cuanto proporciona beneficios al ser humano

Es importante señalar que no se pretende valorar el ambiente en su percepción más amplia, en esencia se valoran las preferencias de los individuos por cambios en las condiciones del ambiente y sus preferencias con respecto a en cambios en los niveles de riesgo que enfrentan.

Tomado de Vásquez Lavín, *et al.*, 2006

# Valor económico de un recurso natural



Tomado de Vásquez Lavín, *et al.*, 2006

A finales de la década de los 70's, se perfiló con mayor fuerza la necesidad de valorar los beneficios recreacionales, con la idea de contribuir a una mejor asignación de los recursos naturales, especialmente los de propiedad pública.

De acuerdo con Freeman (2003), desde la perspectiva económica, los servicios recreativos proporcionados por sistemas de recursos naturales, poseen dos importantes características,

En primer lugar los atributos y la calidad del los recursos naturales

En segunda instancia, el acceso a los recursos que ofrecen alternativas de recreación NO es asignado a partir de mercados

Tomado de Vásquez Lavín, *et al.*, 2006



Servicio ecosistémico	Posibilidad de valoración económica	Método más apropiado para la valoración
Regulación del gas	Medio	CV, AC, RC
Regulación del clima	Bajo	CV
Regulación de disturbios	Alto	AC
Regulación biológica	Medio	AC, P
Regulación del agua	Alto	M, AC, RC, H, P, CV
Retención del suelo	Medio	AC, RC, H
Regulación de desechos	Alto	RC, AC, CV
Regulación de nutrientes	Medio	AC, CV
Suministro de agua	Alto	AC, RC, M, TC
Comida	Alto	M, P
Materia prima	Alto	M, P
Recursos genéticos	Bajo	M, AC
Recursos médicos	Alto	AC, RC, P
Recursos ornamentales	Alto	AC, RC,, H
<b>Recreación</b>	<b>Alto</b>	<b>TC, CV, ranking</b>
Estéticos	Alto	H, CV, TC, ranking
Ciencia y educación	Bajo	Ranking
Espirituales e históricos	Bajo	CV, ranking

AC: Costo evadido, CV: Valoración contingente, H: Precios hedónicos, M: Precios de mercado, P: Enfoque de producción,

RC: Costo de reposición, TC: Costo de viaje.

Tomado de Farber; *et al.*, 2006

El Método de Costo de Viaje (MCV) se fundamenta en los costos que tiene que incurrir el visitante con el propósito de disfrutar los servicios recreativos o ambientales ofrecidos por algún lugar específico, por lo que busca estimar la valoración en demanda del bien ambiental traducida en número de visitas ante los cambios de costos de viaje.

En este tipo de modelos se trata de formalizar el comportamiento de un individuo o grupo de personas en lo que respecta al número de viajes que serán realizados a determinado sitio.

Estos modelos de comportamiento están basados en una hipótesis común de maximización de la utilidad sujeta a una restricción presupuestaria.

Tomado de Vásquez Lavín, *et al.*, 2006

Pez más grande del mundo, mide aproximadamente 12 m de longitud y puede pesar hasta 43 toneladas

Se alimenta de pequeños peces, crustáceos y plancton

Se considera el tiburón más grande del mundo, se encuentra en el océano entre los 30° N y los 35° S

# *Rhincodon typus*

Realizan migraciones de aproximadamente 2100 y 4900 km

Pueden llegar a vivir hasta 100 años

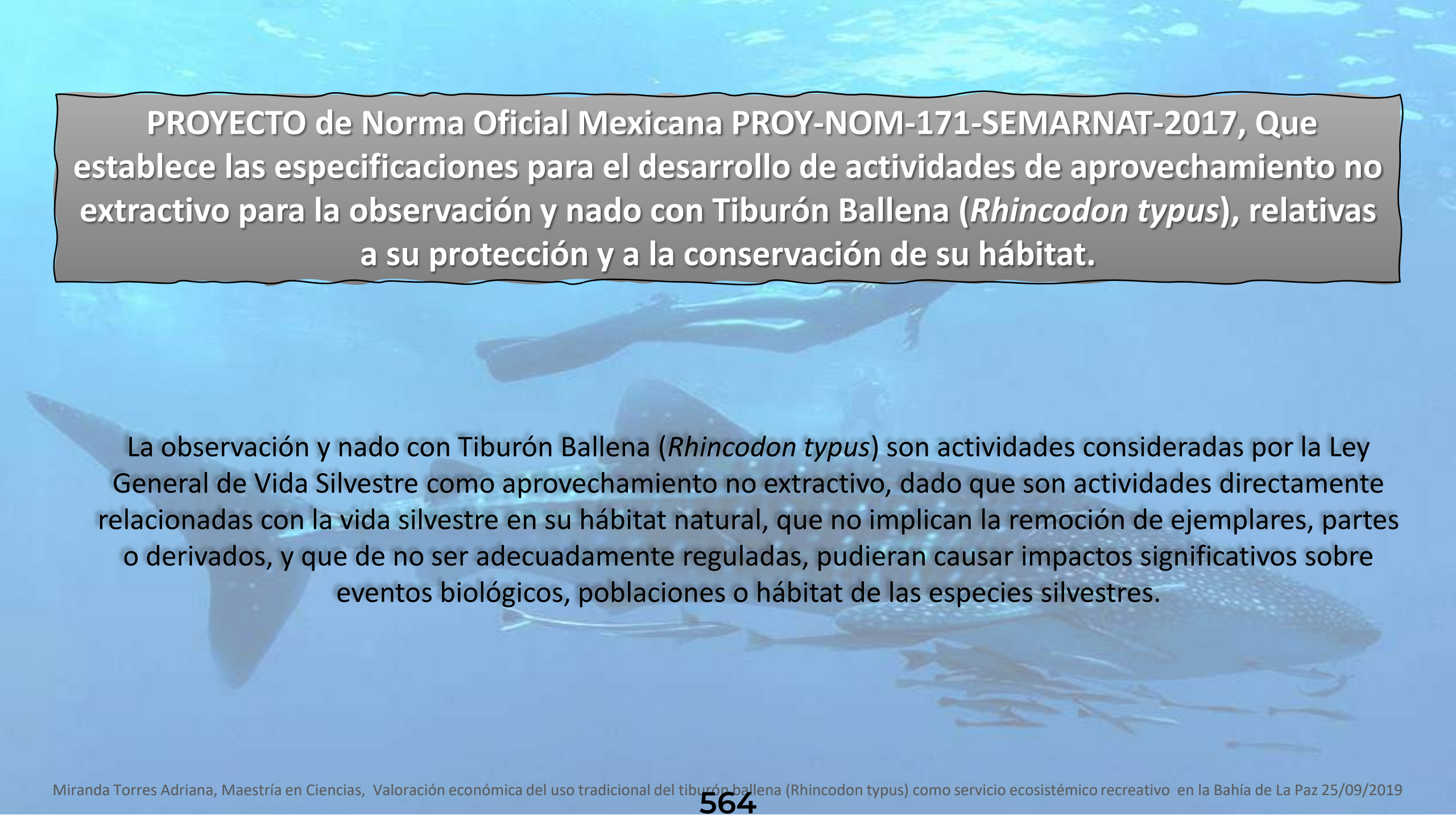
Alcanzan la madurez sexual a los 30 años

NOT EVALUATED DATA DEFICIENT LEAST CONCERN NEAR THREATENED VULNERABLE < ENDANGERED > CRITICALLY ENDANGERED EXTINCT IN THE WILD EXTINCT



NOM-059-SEMARNAT-2010



An underwater photograph showing a diver in the upper center and a large whale shark swimming in the lower right. The water is clear and blue. A grey text box with a black border is overlaid on the top half of the image.

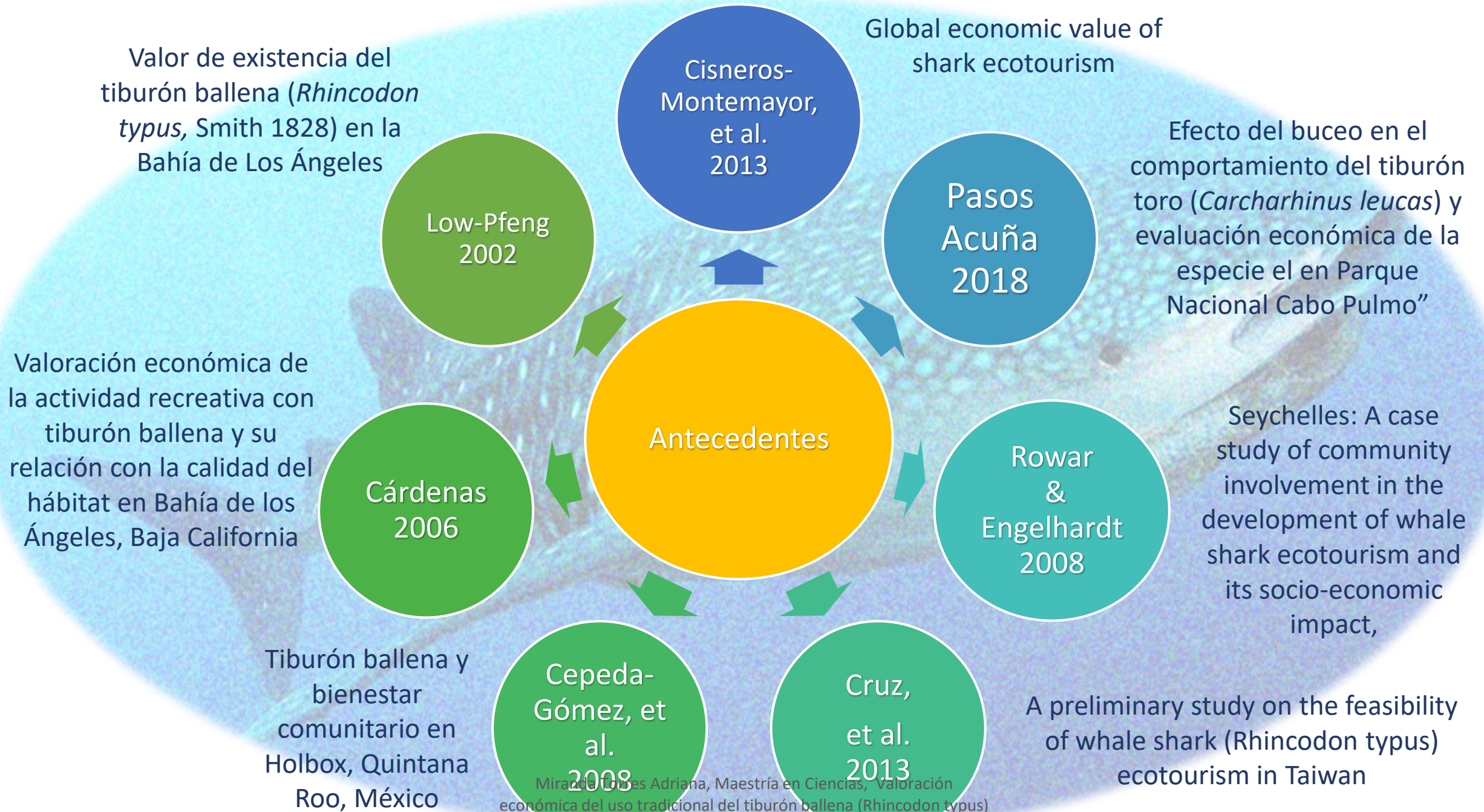
**PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-171-SEMARNAT-2017, Que establece las especificaciones para el desarrollo de actividades de aprovechamiento no extractivo para la observación y nado con Tiburón Ballena (*Rhincodon typus*), relativas a su protección y a la conservación de su hábitat.**

La observación y nado con Tiburón Ballena (*Rhincodon typus*) son actividades consideradas por la Ley General de Vida Silvestre como aprovechamiento no extractivo, dado que son actividades directamente relacionadas con la vida silvestre en su hábitat natural, que no implican la remoción de ejemplares, partes o derivados, y que de no ser adecuadamente reguladas, pudieran causar impactos significativos sobre eventos biológicos, poblaciones o hábitat de las especies silvestres.



# Planteamiento del problema

En la Bahía de La Paz se lleva a cabo un aprovechamiento de servicio ecosistémico cultural como los ofrecido por el tiburón ballena, sin embargo, ésta es una especie vulnerable por lo que es necesario asignar un valor a éstos servicios, lo que nos permitirá llevar a cabo la mejor toma de decisiones con respecto a su aprovechamiento.



# Preguntas de investigación

¿Cuál es la magnitud de los beneficios económicos por el uso del servicio ecosistémico recreativo del tiburón ballena (*Rhincodon typus*)?

¿Cuál es la derrama económica que aporta el tiburón ballena (*Rhincodon typus*) al ser usado como un servicio ecosistémico recreativo en la Bahía de La Paz?

¿Es necesaria una modificación en la magnitud de las cuotas pagadas al extender un permiso oficial que permite realizar la actividad turística del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) para que se mejore la conservación de la especie?

¿Cuáles son las medidas que se deben tomar para poder llevar a cabo un uso sustentable del servicio ecosistémico recreativo de observación y nado con tiburón ballena (*Rhincodon typus*)?

# Hipótesis

Si el tiburón ballena (*Rhincodon typus*) es aprovechado como recurso ecosistémico recreativo y, debido a la biología de la especie, éste aprovechamiento sucede de manera estacional, generando beneficios económicos en la Bahía de La Paz entonces, es importante estimar la magnitud de dicho beneficio ya que esto permitirá llevar a cabo una correcta toma de decisiones que garantice la presencia de la especie en la Bahía.

Realizar la valoración económica del servicio ecosistémico recreativo brindado por *Rhincodon typus*, utilizando el Método de Costo de Viaje en la Bahía de La Paz con el fin de estimar la importancia turística y económica que representa el recurso dentro del socio-ecosistema, favoreciendo el uso sustentable del mismo

Estimar la magnitud económica del servicio ecosistémico recreativo de nado y observación con tiburón ballena.

Estimar el número de turistas que disfrutan al año el servicio ecosistémico recreativo del tiburón ballena.

Determinar si existen diferencias significativas en la disponibilidad a pagar entre el turismo nacional y el extranjero.

Realizar análisis sobre las cuotas de los permisos actuales que se destinan a la conservación de la especie.

# Justificación

Es necesaria la realización de estudios de valoración económica que nos ayuden a reconocer la importancia de los servicios ecosistémicos culturales, ya que es sabido que tienen aportes directos a las economías locales, y estudios como este nos permiten determinar la magnitud de los beneficios de su aprovechamiento a través de paquetes ecoturísticos para así apoyar en la toma de decisiones que permitan un aprovechamiento sustentable del servicio derivado y por lo tanto, que éste siga siendo utilizado sin afectar la calidad del mismo.

# Materiales y Método

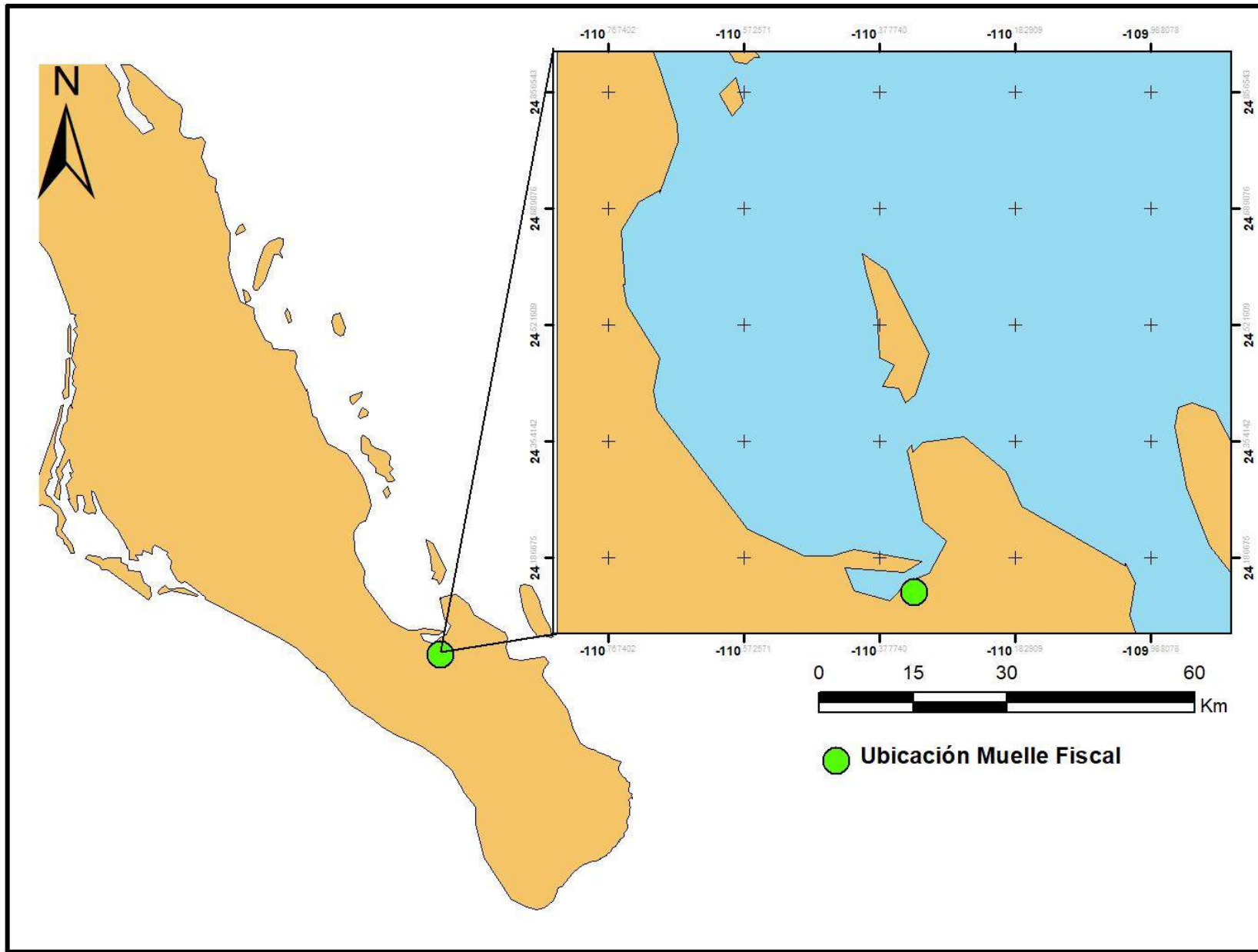
## Bahía de La Paz

Se localiza desde los 24° 07' hasta 24° 21' N de latitud y de los 110° 17' a los 110° 40' O de longitud.

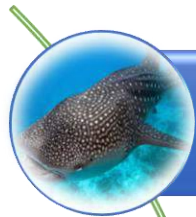
Tiene una extensión de 2, 027 ha, una altura aproximada de 34 msnm y presenta un clima de tipo árido.

En el extremo sur se ha desarrollado una laguna costera (Ensenada de La Paz) de profundidades muy someras, la cual está protegida del mar abierto por una barrera arenosa

La bahía presenta un gradiente batimétrico con profundidades desde 10 m en la parte más al sur, hasta 450 m en su parte norte.







DISEÑO DE ENCUESTA



ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL



APLICACIÓN DE LA ENCUESTA PILOTO



APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS ESTANDARIZADAS



ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS MEDIANTE EL MÉTOD DE COSTO DE VIAJE



# DISEÑO DE ENCUESTA



## Sección I

Datos generales



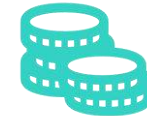
## Sección II

A cerca de su viaje



## Sección III

Actividades del turista



## Sección IV

Situación económica del  
turista



## Sección V

Regulación Mexicana



# Muestreo aleatorio probabilístico

$$n = \frac{Nz^2pq}{i^2(N-1) + (z^2pq)}$$

Donde:

N= Tamaño de la población

n= tamaño de la muestra

z= valor de z (distribución normal 1.96)

p= probabilidad del éxito del parámetro a evaluar (p=0.5)

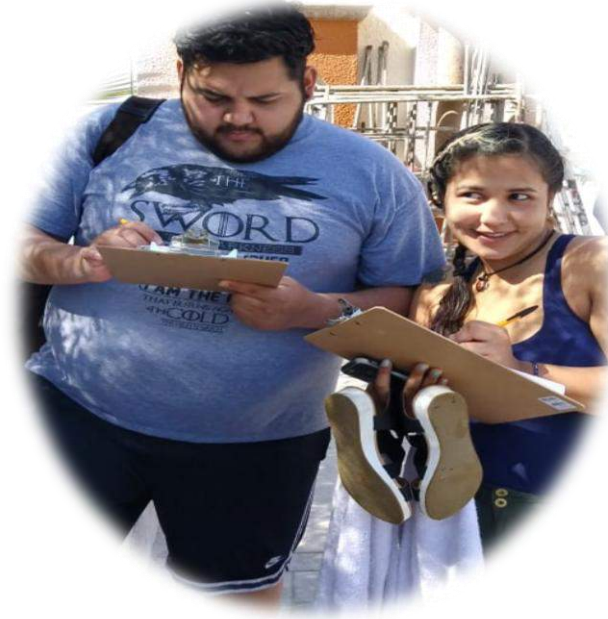
q= p-1

i=error que se prevé puede cometer o error posible de estimación

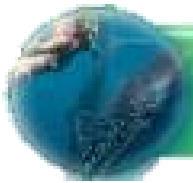
(Wackerly, et al., 2010)



## APLICACIÓN DE LA ENCUESTA PILOTO



Durante los meses de enero a abril de 2019 se aplicaron encuestas a los turistas que habían disfrutado del servicio turístico que se ofrece en el malecón de la Bahía de la Paz con el tiburón ballena, el cual incluye un paseo en lancha por aproximadamente 2 horas y un costo de entre 800 y 900 pesos por persona.

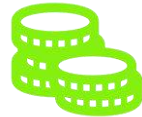


## APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS ESTANDARIZADAS



### Sección I

Datos generales



### Sección II

Situación económica del turista



### Sección III

A cerca de su viaje



### Sección IV

Actividades del turista

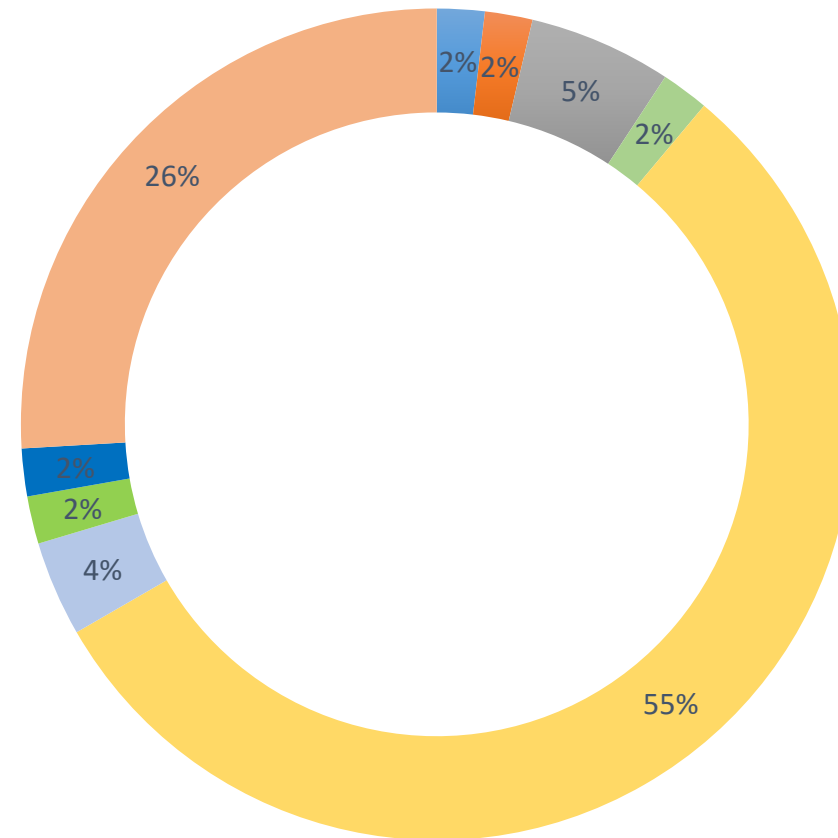


### Sección V

Regulación Mexicana

# RESULTADOS PRELIMINARES

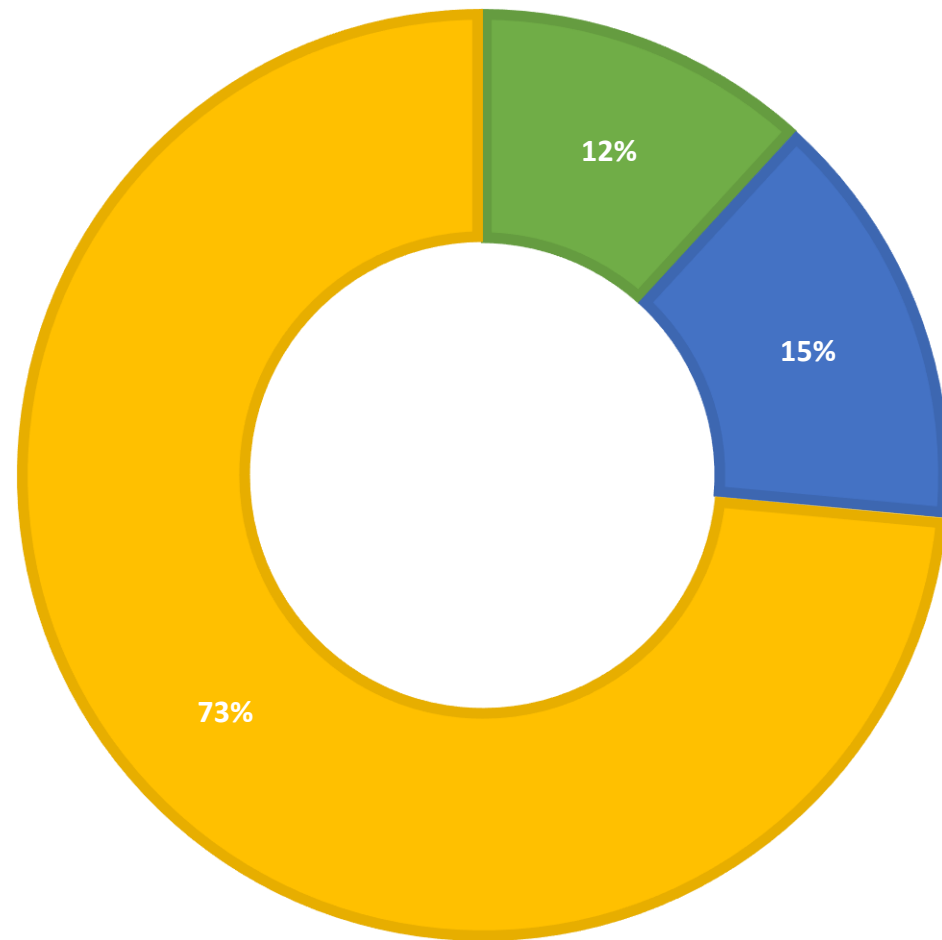
## Procedencia



■ Alemania ■ Bélgica ■ España ■ Francia ■ México ■ Reino Unido ■ Suiza ■ Taiwan ■ E.U.A

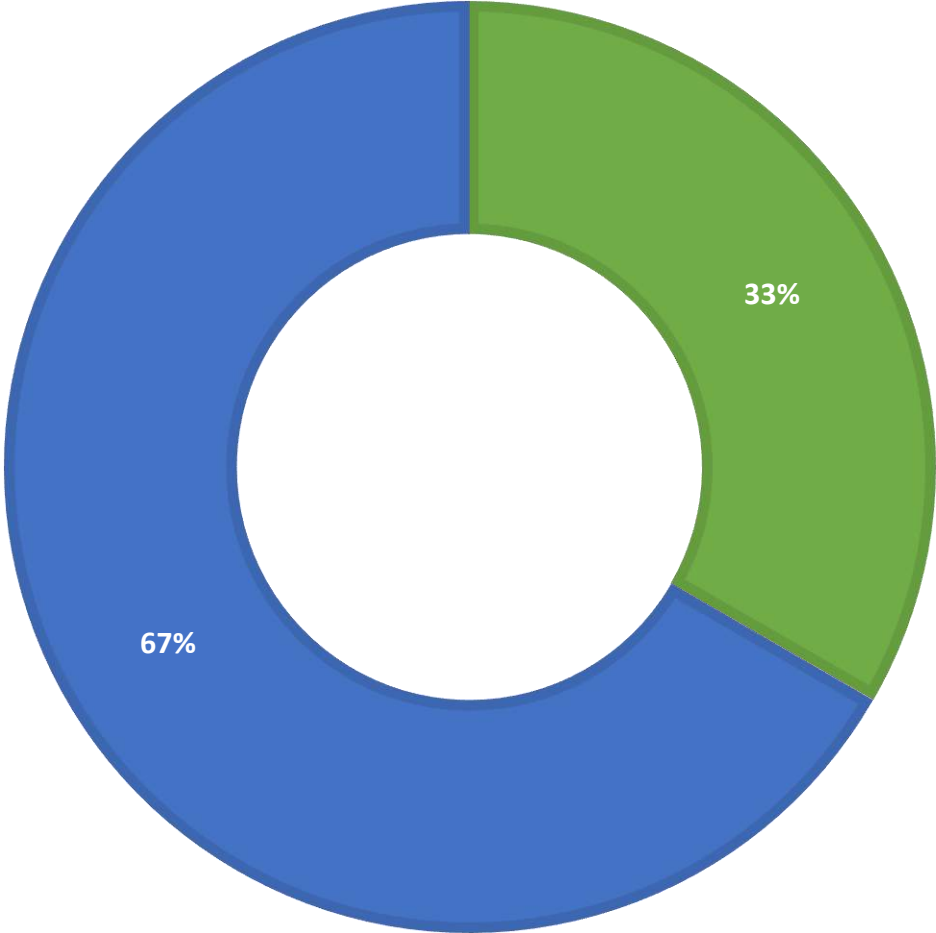
## OBTENCIÓN DEL PAQUETE

■ Hotel ■ internet ■ Oferta local



# REGULACIÓN MEXICANA

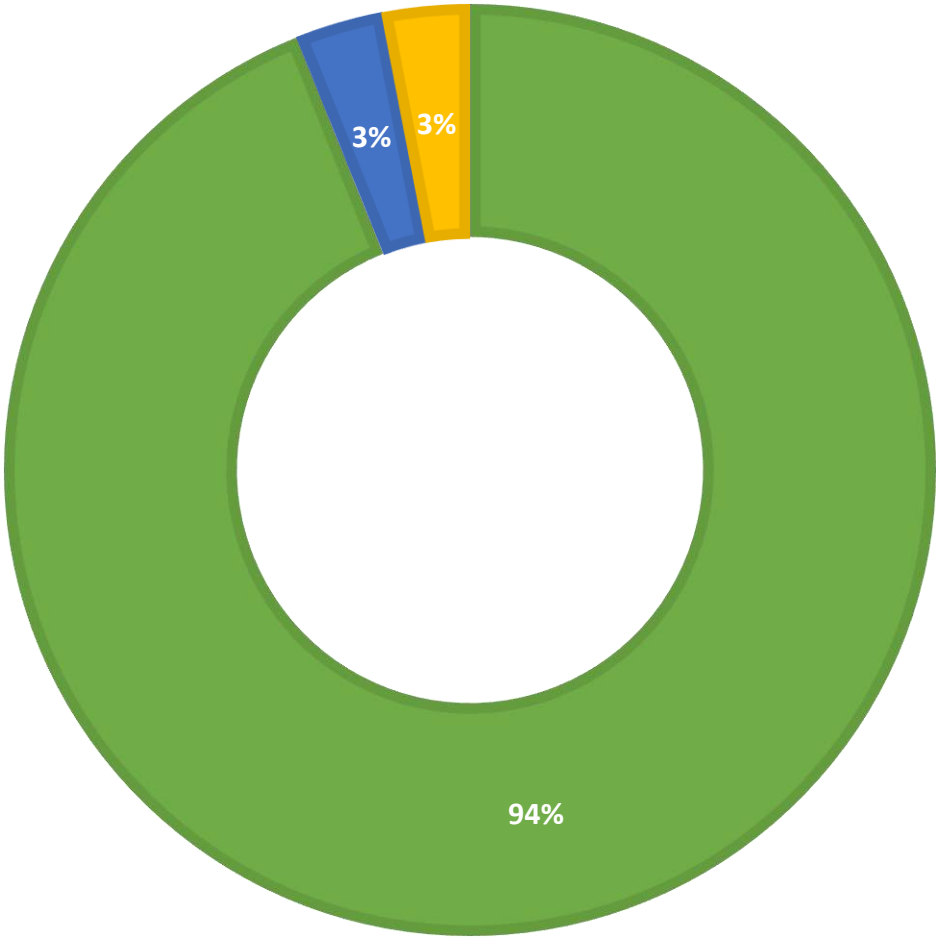
■ Sí ■ No



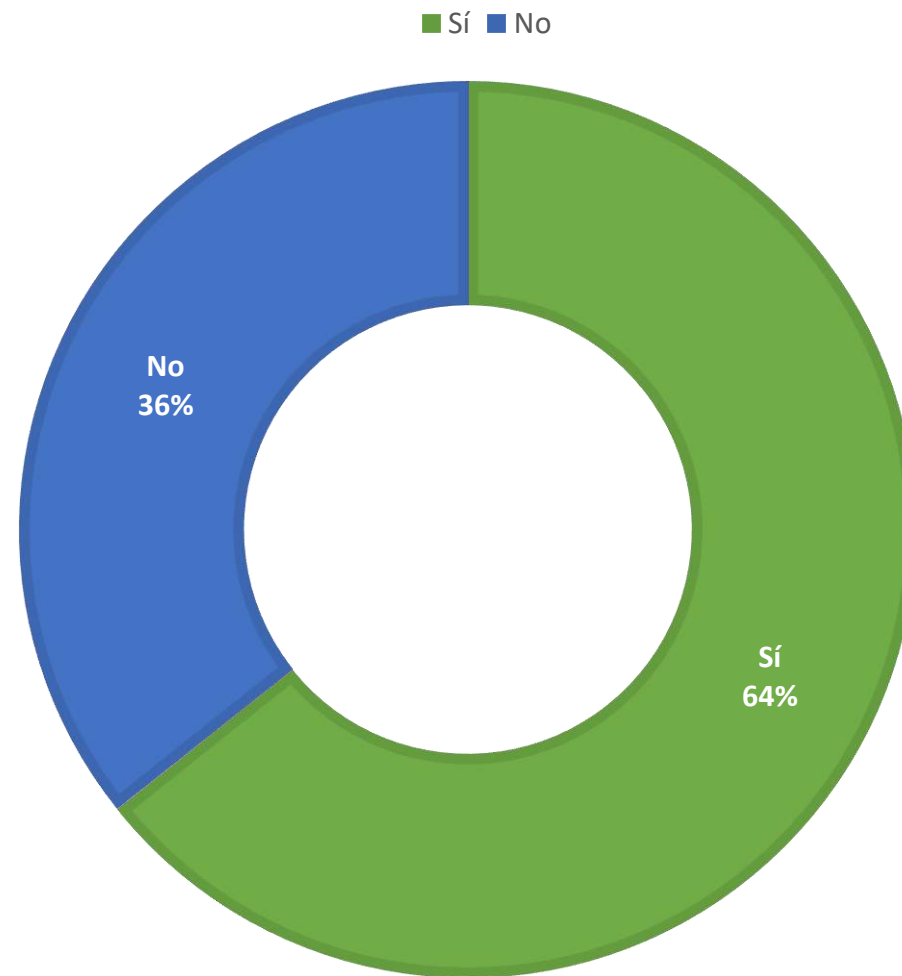


# DÍAS CON EL TIBURÓN

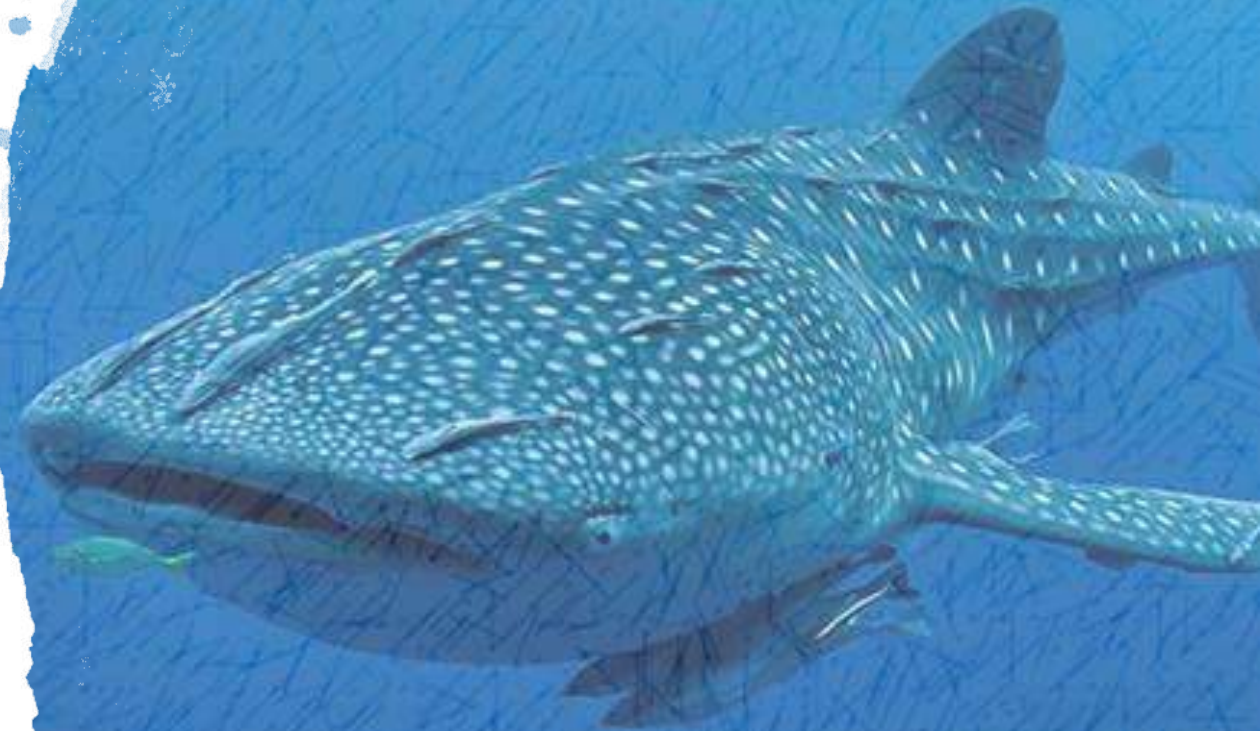
■ 1 ■ 2 ■ Más



## SI SE PROHIBIERA NADAR CON EL TIBURÓN ¿SEGUIRÍA VINIENDO A VERLO?



**¡Gracias  
por su  
atención!**





## Conservación Forestal una alternativa Sustentable para Preservar el Patrimonio Biocultural en el Parque Nacional Malintzin, Tlaxcala, México.



<sup>1</sup>Barreiro Zamorano Sergio Martín, <sup>1</sup>Pérez Avilés Ricardo, <sup>1</sup>Alcántara Flores José Luis, <sup>1</sup>Ortiz Espejel Benjamín, <sup>1</sup>Azuara García Guadalupe, <sup>1</sup>Mora Ramírez Marco, <sup>1</sup>Ramírez Bravo Osvaldo Eric.

Cuerpo Académico 321 <sup>1</sup>Departamento de Investigación en Biodiversidad, Alimentación y Cambio Climático del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

## Conservación del Patrimonio Biocultural una Alternativa Sustentable

El presente estudio tiene como propósito realizar un diagnóstico de las acciones para la conservación de la biodiversidad a través de prácticas sustentables con la participación comunitaria y población náhuatl en la zona de influencia del Parque Nacional Malintzin, Ubicado en el ejido de Santa María Acxotla del Monte, perteneciente al Municipio de San Luis Teolocholco en el Estado de Tlaxcala, ubicado en la cara norponiente del volcán Malintzin.



## Zona de estudio

Santa María Acxotla del Monte, Municipio Teolocholco, Estado de Tlaxcala, México.

Coordenadas GPS: Longitud: -98.165278    Latitud: 19.252500



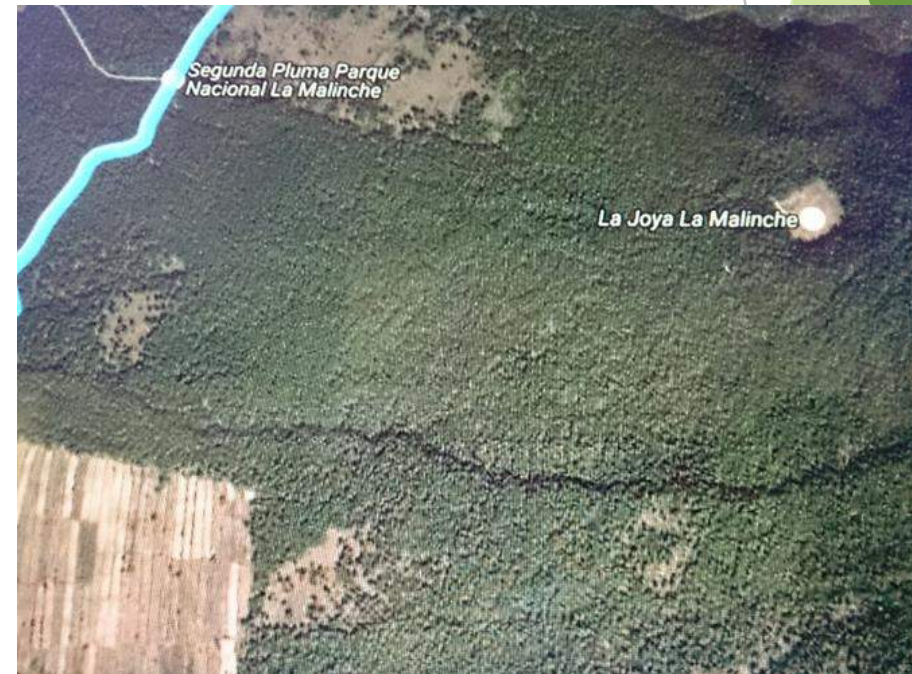
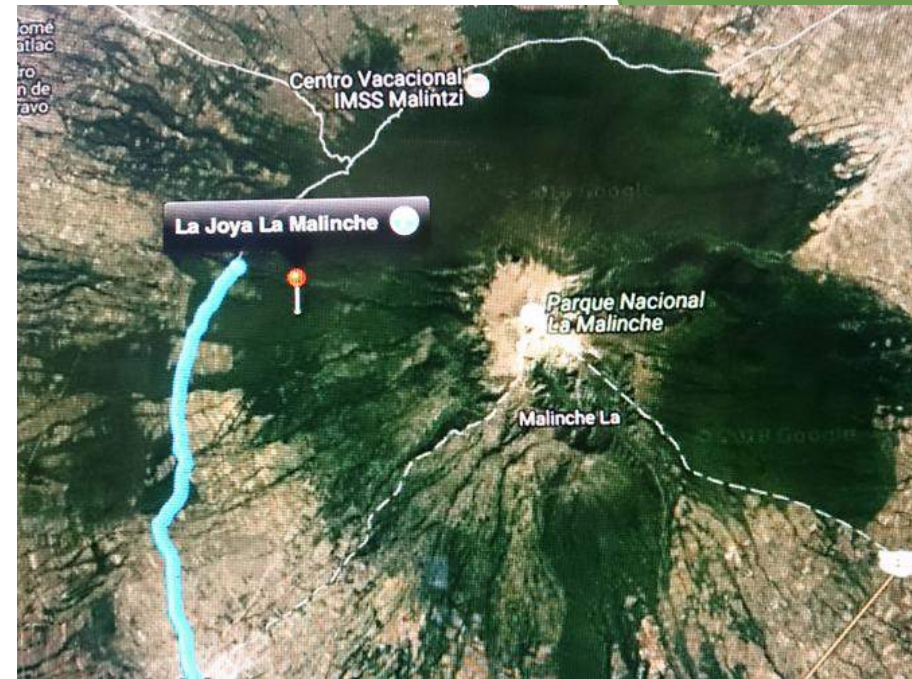
## Parque Nacional Malintzin

### Zona de estudio

El Parque Nacional Malintzin ubicado en el eje neo volcánico en los estados de Puebla y Tlaxcala. Con una altitud de 4,454 msnm y una extensión de 45,711 Hectáreas. Declarado Parque Nacional 1938

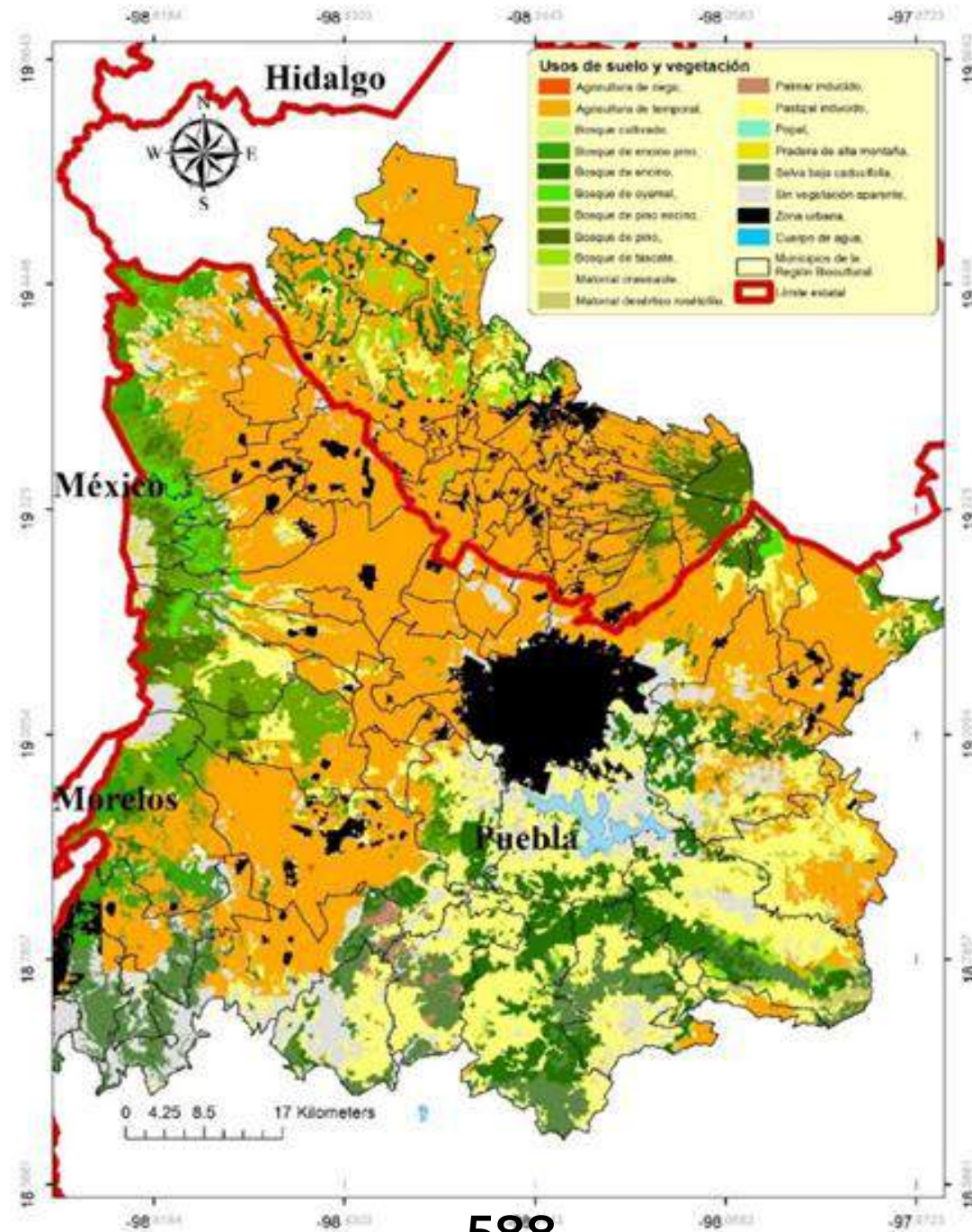
Ubicado entre los Estados de Puebla y Tlaxcala extendido en 14 municipios de ambos Estados

Santa María Acxotla del Monte, Municipio Teolocholco, La localidad se encuentra a una altura de 2420 msnm, cuenta con una reserva forestal con una extensión de 351 hectáreas de bosque que se encuentra a 3,000 msnm.



Zona de estudio  
Uso de Suelo y  
Vegetación en los  
valles centrales de  
Puebla y Tlaxcala

Quedan pocos reductos de  
vegetación Bosque de  
pino, encino y oyamel en  
los valles centrales de  
Puebla y Tlaxcala.





## Patrimonio Biocultural Tlalocan

Conocido por los pobladores como **“Tlalocan” el paraíso de Tlaloc**, es un espacio para la conservación con bosque de oyamel *Abies religiosa*



## Conservación del Patrimonio Biocultural

### Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

### Ley General de Vida Silvestre

### Ley General de Cambio Climático

biodiversidad que podemos encontrar son bosques mixtos de pino: *Pinus montezumae*, *Pinus Pseudostrobus*, *Pinus Hartwegii*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus leiophylla*, *Pinus Patula*. Encino *Quercus crassifolia*, *Quercus laurina*, *Quercus crassipes*. Oyamel *Abies religiosa*, Aile *Alnus jarullensis* , Cedro *Cupressus lindleyi*

la distribución y las poblaciones varían dependiendo de la altura MSNM y algunos otros factores ambientales. Bosques de encino-pino, pino-encino.

Se puede observar prácticas tradicionales de manejo campesindio sustentable.

Programa de pago por servicios ambientales y empleo temporal que promueve la Comisión Nacional Forestal CONAFOR.



## Conservación del patrimonio Biocultural

### Objetivo

Elaborar un diagnóstico para la conservación de la biodiversidad dentro de la zona de influencia del Parque Nacional Malintzin en el ejido Santa María Acxotla del Monte, Municipio de San Luis Teolocholco, Tlaxcala.

### Objetivo Particular

Monitoreo para el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales en el ejido Santa María Acxotla del Monte, Municipio de San Luis Teolocholco, Tlaxcala.

### Método

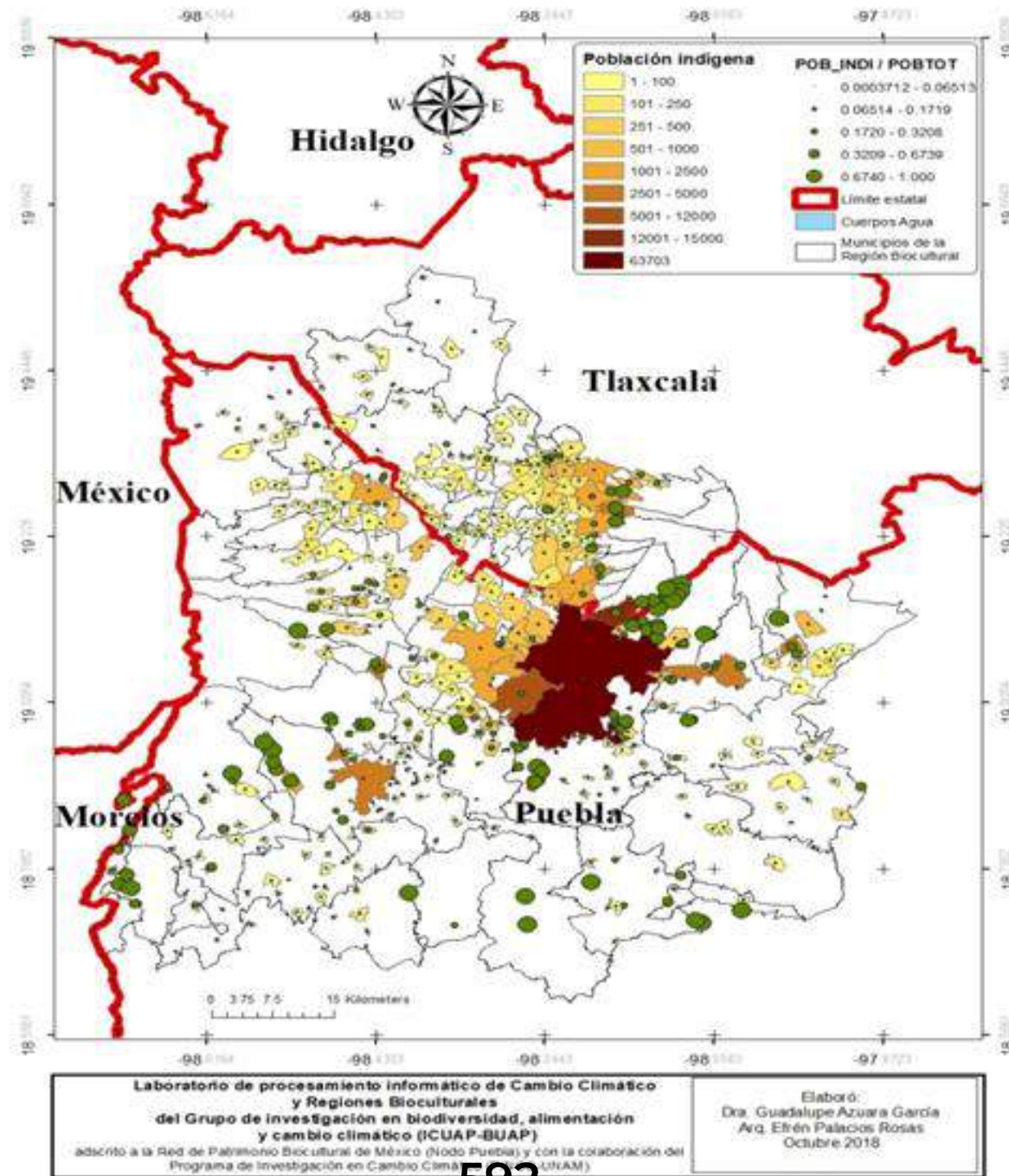
Se realizaron visitas periódicas durante un ciclo anual para conocer las actividades bioculturales que realizan los pobladores “campesindios” en la reserva forestal.

Se realizó muestreo por transecto para determinación taxonómica de las especies forestales en el ejido Santa María Acxotla del Monte, Municipio de Teolocholco, Tlaxcala



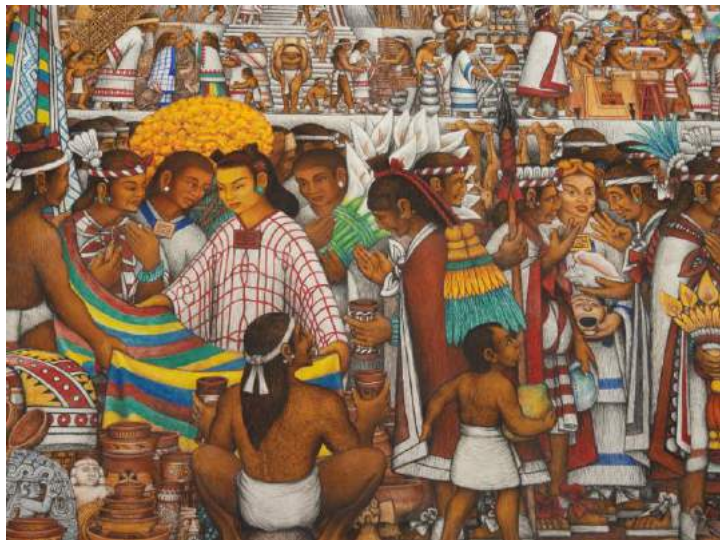
## Población Indígena en la Región Biocultural los Nahuas de los Volcanes del Valle de Puebla y Tlaxcala

Población indígena de la región biocultural centro que denominamos los nahuas de los volcanes del Valle de Puebla-Tlaxcala.



# Tradición Biocultural desde épocas prehispánicas

Conservación de la riqueza biocultural

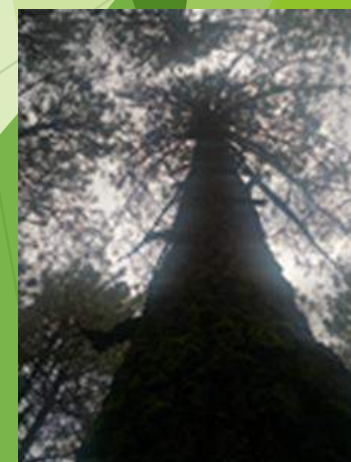


## Preservación de los recursos naturales a través del uso racional y sustentable

La preservación de los recursos naturales a través de un manejo racional y sustentable a lo largo del tiempo.

El bosque como sumidero de carbono o captura de carbono, mitigando efectos del calentamiento global es una aportación para amortiguar los efectos del cambio climático.

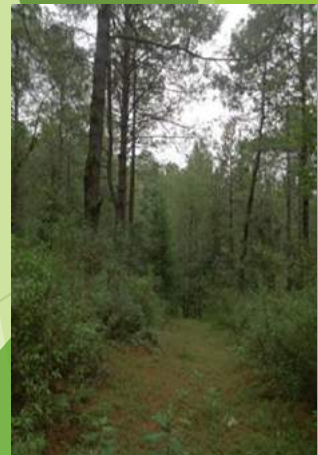
Un problema latente en época de sequías son los incendios forestales por lo que se trabaja y mantiene cotidianamente senderos corta fuegos, para evitar y disminuir el riesgo de incendios.



## Pago por Servicios Ambientales

Programa Pago por Servicios Ambientales y Empleo Temporal, a cargo de la Comisión Nacional Forestal CONAFOR, este programa federal apoya a los ejidos para promover prácticas sustentables.

A pesar de cercanía con uno de los centros urbanos más importantes del país y un corredor industrial entre Puebla y Tlaxcala, aún se puede encontrarla bajo prácticas tradicionales de manejo **campesindio**, aprovechamiento sustentable como recolección de madera, hongos comestibles, trabajo comunitario realizando zanjas guarda fuego, y recolección de basura dejada por los visitantes.



## Banco de Germoplasma

Es indispensable promover bancos de Germoplasma para la conservación de las especies vegetales de importancia ecológica, forestal y económica



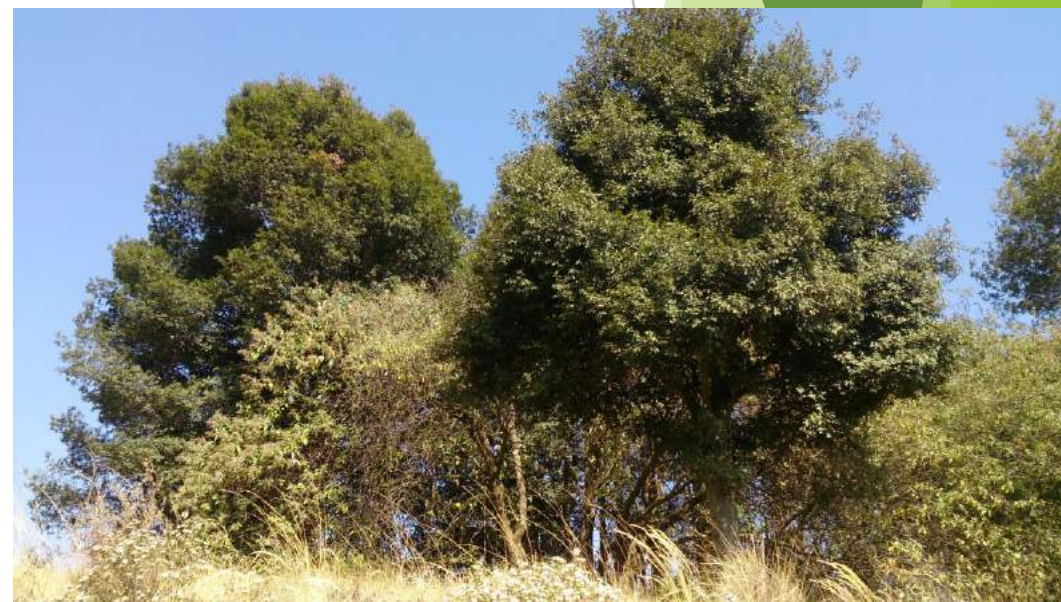
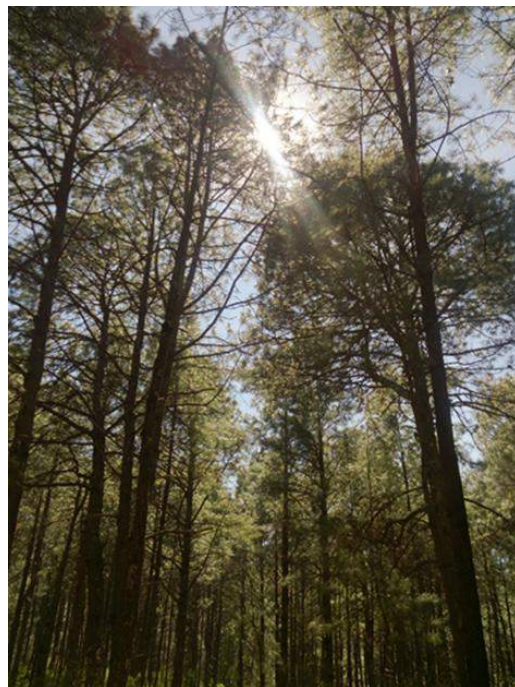


# Bosque de pino, encino, cedro, aile y oyamel

Diversidad Vegetal

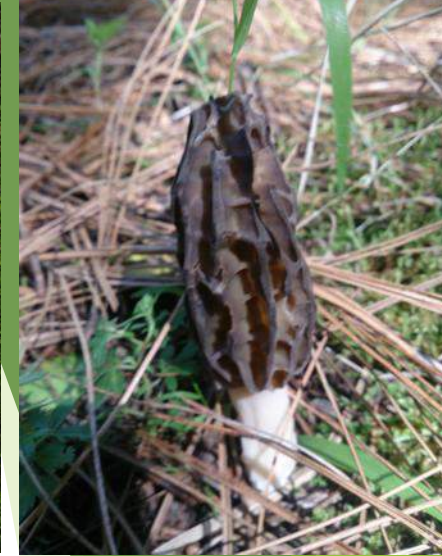
6 especies de Pinos

Encino, cedro, aile y oyamel



# Diversidad Biológica en la reserva forestal

Importancia de la diversidad biológica



# Biodiversidad

120 especies de plantas con flores

13 especies de hongos comestibles



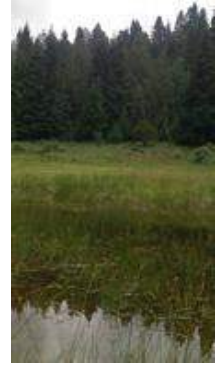
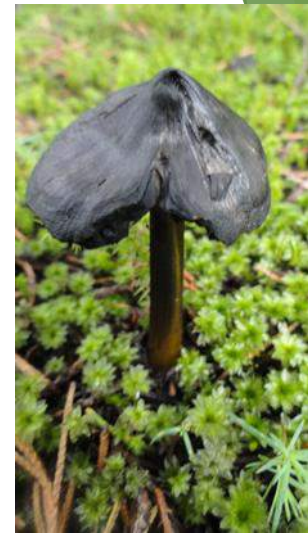
# Biodiversidad

## Diversidad Biológica



# Biodiversidad

## Diversidad Biológica



# Biodiversidad

## Diversidad Biológica



## Biodiversidad

Diversidad faunística se estima en 937 especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios e insectos.



603



## Tala clandestina en la reserva forestal

Uno de los principales problemas que se registra en la reserva forestal es la tala clandestina.

Un riesgo permanente para la reserva y para los guardias forestales es la tala clandestina realizada por tala montes, labor que realizan principalmente por las noches. La madera de un árbol en el mercado negro puede costar \$ 20,000.00 pesos





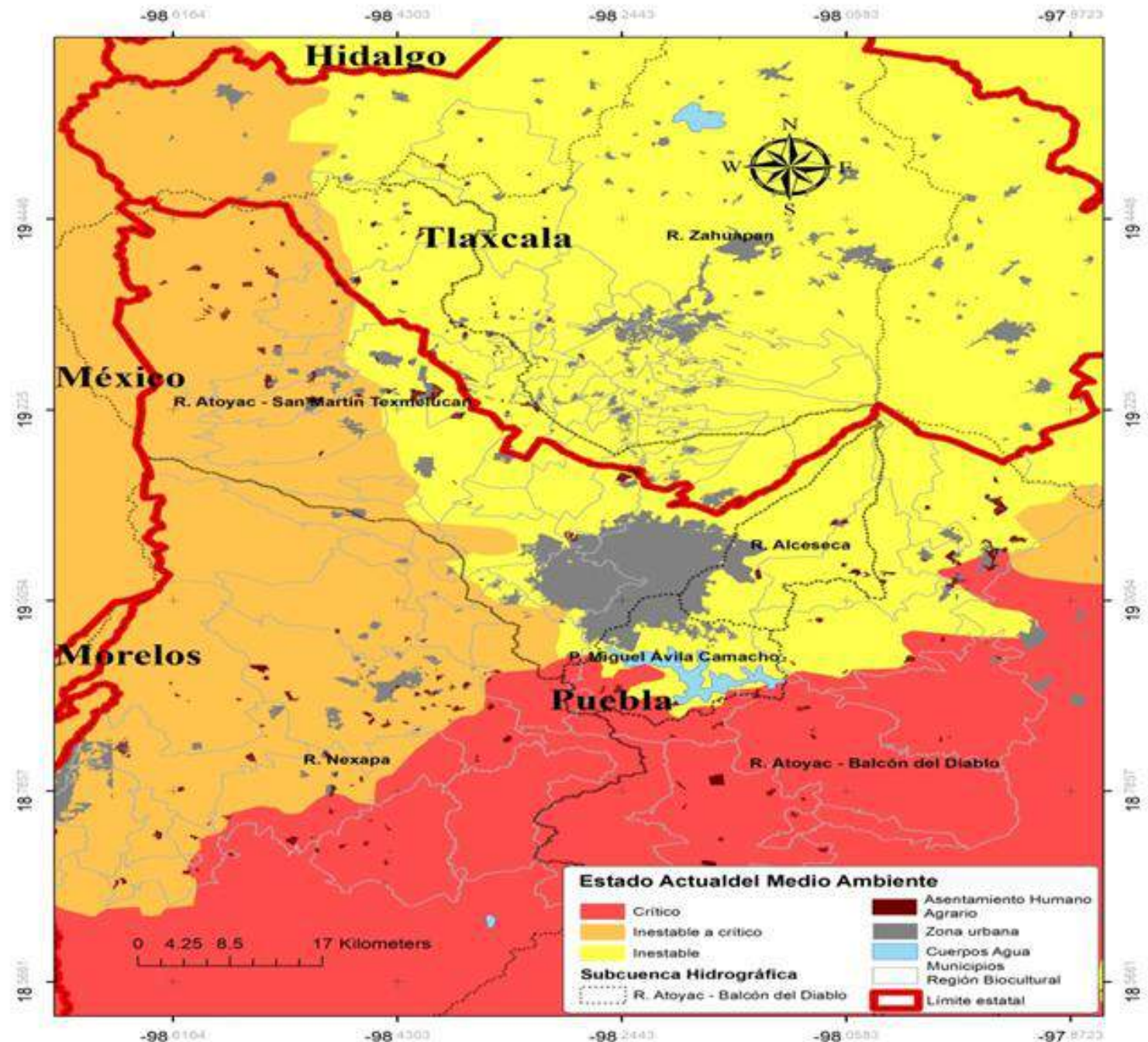
## Casetas forestales en la reserva

Tala clandestina y venta de madera en comunidades cercanas al Parque Nacional



## Estado Actual del medio ambiente en la zona de influencias del Parque Nacional

- ❖ El estado actual del medio ambiente Inestable
- ❖ Elementos medio ambientales que caracterizan el territorio biocultural
- ❖ Elementos Físicos y biológicos
- ❖ Utilización del Territorio, cambio de uso de suelo
- ❖ Prácticas agrícolas
- ❖ Subcuenca hidrográfica



## Casetas forestales en la reserva

Guardias Forestales resguardan la reserva  
Registro de acceso para mayor control



Se requieren programas de educación ambiental para los visitantes

Se requiere promover programas de Educación Ambiental.

Los visitantes dejan basura en la reserva forestal.

Tiraderos de Basura en barrancas en las comunidades cercanas.



## Sembradíos y acahuales fuera de la reserva forestal

Acahuales y sembradíos son una constante fuera del área de la reserva dentro del parque nacional



## Conclusiones

- ❖ Podemos afirmar que la reserva del ejido de Santa María Acxotla del Monte, Tlaxcala presenta múltiples beneficios a la comunidad, en principio porque son favorecidos con el pago por servicios ambientales a 117 ejidatarios y sus familias, empleo temporal realizando trabajos de reforestación, senderos y zanjas corta fuego, recolección de basura de los visitantes que realizan ecoturismo comunitario y días de campo con la familia.
- ❖ Conservación del Patrimonio Biocultural
- ❖ Preservación de la biodiversidad en la reserva forestal, principalmente el vínculo biológico y cultural.
- ❖ Fortalecer el programa federal “pago por servicios ambientales” e incorporar “sembrando vida” para las comunidades aledañas a los parques nacionales y reservas.



## Conclusiones

- ❖ Tala clandestina afecta la estabilidad de la reserva.
- ❖ Vulnerabilidad ante los Incendios forestales
- ❖ Promover Bancos de Germoplasma en las reservas forestales para propagar las especies nativas.
- ❖ La reserva funciona como sumidero de carbono para mitigar los efectos del calentamiento global.
- ❖ Preservar el patrimonio biocultural, a través de prácticas sustentable en comunidades “**campesindias**” indígenas y campesinas que promueve el rescate de las tradiciones ancestrales con un conocimiento biocultural.



“Matlalcueyetl”  
La de las faldas azules



# Conservación Forestal una alternativa Sustentable para Preservar el Patrimonio Biocultural en el Parque Nacional Malintzin, Tlaxcala, México.



<sup>1</sup>Barreiro Zamorano Sergio Martín, <sup>1</sup>Pérez Avilés Ricardo, <sup>1</sup>Alcántara Flores José Luis, <sup>1</sup>Ortiz Espejel Benjamín, <sup>1</sup>Azuara García Guadalupe, <sup>1</sup>Mora Ramírez Marco, <sup>1</sup>Ramírez Bravo Osvaldo Eric.

Cuerpo Académico 321 <sup>1</sup>Departamento de Investigación en Biodiversidad, Alimentación y Cambio Climático

Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Correo: Sergio Barreiro@correo.buap.mx



## **Análisis de la estructura y densidad de un ecosistema semidesértico perturbado por incendios forestales**

José Germán Flores Garnica

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Guadalajara, Jalisco, México.  
flores.german@inifap.gob.mx.

### **Introducción**

El fuego tiene un papel importante en la dinámica de casi todos los bosques y pastizales, ya que es un factor que reinicia el ciclo de sucesión ecológica (Flores y Rodríguez, 2006; Fitch, 2006; Jardel *et al.*, 2009). Debido a esto, queremos comprender y definir bajo qué condiciones el fuego podría tener efectos positivos para apoyar los objetivos de manejo del fuego (Jardel *et al.*, 2009; Sheuyange *et al.*, 2005; Anaya, 1989). En general, el fuego es visto como un factor destructivo y una amenaza contra los ecosistemas forestales (Bakirci, 2010), por lo tanto, deben controlarse (Villers, 2006; Pyne, 1995; Rodríguez *et al.*, 2002). La razón es que en algunos ecosistemas, el fuego constituye un factor limitante para las especies que son susceptibles a él (Pausas y Keeley, 2014; Moretti *et al.*, 2006; Pausas, 1998; Uhl y Kauffman, 1990). Por otro lado, para las especies dependientes del fuego, es una alternativa que garantiza su permanencia (Ice *et al.*, 2004; Flores y Benavides, 1994; Boerner, 1982; De Bano y Conrad, 1978). Esta dependencia del fuego también está relacionada con la intensidad y frecuencia de los incendios (Rodríguez y Sierra, 1995; Alexander, 1982; DeBano *et al.*, 1970), bajo las cuales condicionan los procesos y la temporalidad de la recuperación de los ecosistemas perturbados por el fuego (Syphard *et al.*, 2006; Varner *et al.*, 2005). La perturbación del fuego se puede determinar a través de estudios de dinámica poblacional en ecosistemas forestales (Roques *et al.*, 2001; Hoffmann, 1999; Young & Evans, 1978). Sin embargo, la mayoría de los estudios de dinámica de poblaciones se centran solo en aspectos relacionados con la evaluación o monitoreo de alteraciones en la composición de especies de los ecosistemas forestales (Bergeron, 2000), a través de la determinación de parámetros, como los índices de similitud de especies (por ejemplo, Sorensen), que miden la riqueza específica (por ejemplo, índice de diversidad de Simpson, Menhinick y Margalef), y funciones de acumulación de especies, etc. Sin embargo, existen pocos estudios sobre la alteración de la estructura y la densidad de los ecosistemas (Hall *et al.*, 2005; Peterson y Reich, 2001). Además, los parámetros de la estructura se interpretan en términos de la composición, cuando la estructura de las comunidades se describe en términos de abundancia proporcional de cada especie (Hickler *et al.*, 2004; Moreno, 2001). Por consiguiente, en este estudio, se realizó un análisis comparativo con respecto a la vegetación en áreas perturbadas por un incendio superficial y áreas no perturbadas, en un ecosistema semidesértico, considerando la estructura y también la densidad de las diferentes formas de vida de la vegetación (árboles, arbustos, hierba y hierba). La hipótesis inicial es que el fuego no altera la dinámica de la población estudiada.

### **Metodología**

Los incendios son un fenómeno natural recurrente en los ecosistemas forestales; y el análisis histórico ha determinado que los incendios periódicos han estado presentes durante milenios (Gollberg *et al.*, 2001). Además de los incendios naturales, los humanos también han sido causa de incendios forestales desde la prehistoria (Stocks *et al.*, 2002; Keeley y Fotheringham, 2002), definiendo de manera importante la configuración de los ecosistemas forestales. Cuando un incendio no aparece en un largo período de tiempo, la

dinámica de la vegetación avanza a condiciones muy específicas (Varner *et al.*, 2007; Briggs *et al.*, 2005), tales como: a) una mayor densidad, que define una baja iluminación en las partes bajas del bosque; b) una estructura definida escasa, donde existen diferentes generaciones de la misma especie, formando estratos mixtos (intra o inter-específicamente); y c) una mezcla de especies altas, lo que puede implicar el desplazamiento gradual de ciertas especies. Por lo tanto, la vegetación que inicialmente conformaba un ecosistema puede ser modificada o desplazada por especies de vegetación más avanzadas (Turner *et al.*, 1997). Por lo tanto, podemos decir que el fuego detiene el ciclo de sucesión de plantas, lo que permite que una vegetación forestal característica continúe en un área determinada (Verner *et al.*, 2007; Uhl *et al.*, 1981).

**Descripción del área de estudio.** El área de estudio está ubicada en el estado de Jalisco, México, aproximadamente 22 km al sur de la ciudad de Guadalajara (647,062.97 (X); 2250,434.90 (Y) (UTM 13)). La superficie total del área es de 27.25 ha, de las cuales 0.65 están cubiertas por mezquital y 26.60 por arbusto del desierto de microfila (tropical caducifolio). En donde un incendio forestal en 2011 quemó 18 ha en el área. Esta área está ubicada en una región con un tipo de clima (A) C (w0) (w) (García, 2004), el cual corresponde a un clima templado semicálido, subhúmedo con lluvias en verano, principalmente durante los meses de junio a septiembre. La precipitación anual promedio es de 776 mm con lluvias de invierno que representan menos de 5 mm. La temperatura media anual es de 20.3 ° C, con un rango de 16.2 ° C a 23.7 ° C. Aunque el incendio ocurrió a fines de febrero de 2011, un año después se encontró poca evidencia de tal incendio. Sin embargo, debemos considerar dos períodos importantes de lluvia que ocurrieron: 1) la temporada de lluvias de 2011 (de junio a septiembre); y 2) una serie de lluvias durante el mes de enero de 2012. Esto permitió que la vegetación en el área quemada volviera a crecer y se recuperara. Los datos para este estudio comparativo entre áreas quemadas y no quemadas se recopilaron durante la primera semana de marzo de 2012.

**Diseño del análisis comparativo.** Para el diseño de muestreo, la estrategia utilizada fue establecer primero, una serie de áreas con condiciones similares. Para esto, se utilizaron imágenes de satélite, lo que permitió definir nueve áreas de respuesta homogénea (HRA) diferentes en función de la densidad, el color, la proximidad y la textura. Se utilizó un procedimiento de muestreo aleatorio estratificado para determinar la distribución de las parcelas de muestra. Los estratos se definieron por polígonos de respuesta homogénea y los sitios se distribuyeron completamente al azar dentro del polígono; tratando de tener al menos dos sitios para cada condición (quemado / sin quemar) dentro de cada polígono. Se utilizaron tres elementos para estructurar las parcelas: a) un círculo de 78.54 m<sup>2</sup>, dentro del cual se evaluó toda la vegetación; b) un cuadrado de 30 x 30 cm, ubicado en el centro del círculo, que se utilizó para tomar muestras de biomasa; y c) un punto donde se tomaron muestras de suelo, ubicadas en el centro del círculo. El propósito de este diseño es para poder estimar el promedio y la varianza de las características medidas para árboles, arbustos, cactus y nopales, las cuales fueron: diámetro de copa, altura total, estado (vivo o muerto) y daño. En el caso de las hierbas y el pasto, además de la altura, también se evaluó la densidad (porcentaje de presencia en el área de 78.54 m<sup>2</sup>). El propósito del análisis fue determinar si había alguna diferencia en la estructura y densidad de la vegetación en las áreas quemadas y sin quemar. Se utilizó la prueba t de Student como criterio de decisión estadística, debido a que esta prueba es utilizada para contrastar hipótesis sobre medias poblacionales que se distribuyen normalmente. También proporciona resultados aproximados de los contrastes en las medias de muestras suficientemente grandes cuando estas poblaciones no están distribuidas normalmente.

## Resultados

**Análisis comparativo.** Comparación cualitativa por parcela. Cada uno de los nueve polígonos HRA se caracterizó comparando condiciones quemadas y no quemadas. Como ejemplo, el polígono F se ubicó en la parte centro-norte de la parcela estudiada y está compuesto por un soporte de arbustos (Figura 1). La densidad de estos arbustos fue muy similar entre las áreas quemadas y no quemadas. Aunque las dimensiones de la vegetación encontrada en este polígono fueron muy similares, los arbustos en las áreas quemadas fueron, en promedio, más pequeños. Sin embargo, en ambos casos se pueden observar algunos árboles aislados y también gramíneas (15 a 20 cm) con una densidad relativamente baja. En el área no quemada, los árboles eran más altos que en el área quemada. Sin embargo, la estructura y la densidad de la vegetación fueron muy similares entre ambas áreas. Antes de presentar resultados separados para las condiciones quemadas y no quemadas de la vegetación, se calcularon los promedios de cada una de las variables medidas (Tabla 1). Sin embargo, en los casos de árboles, nopales y pastos, la vegetación es más alta en las áreas quemadas.

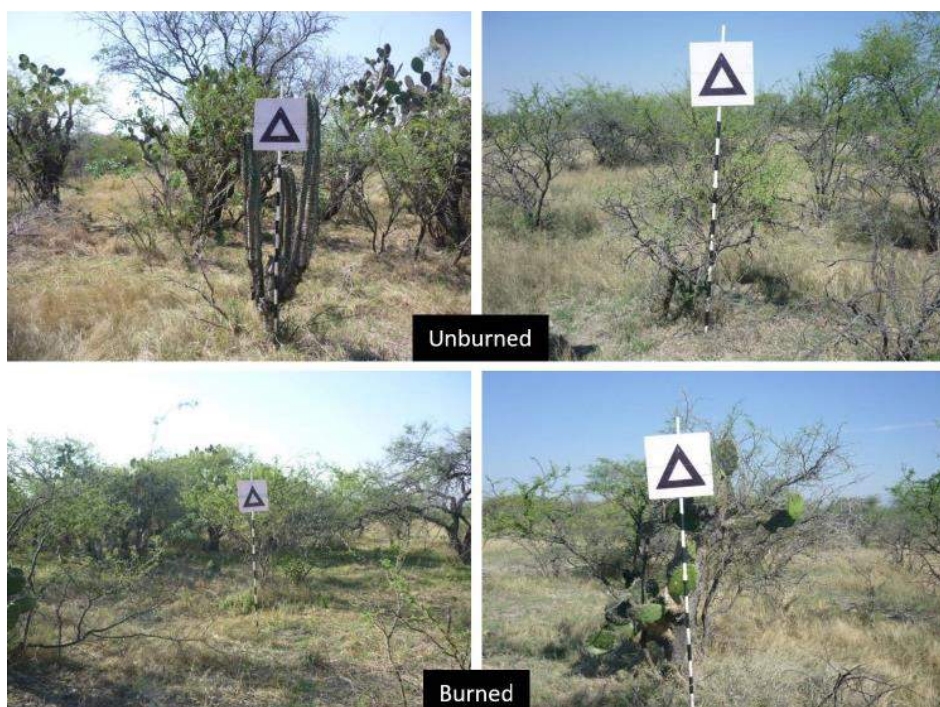


Figura 1. Arbustos de desierto mezquital y microfiliado de sitios ubicados en áreas quemadas y no quemadas del polígono F.

Tabla 1. Promedios de variables (considerando cada sitio muestreado) por tipo de vegetación. NE = Parámetro no evaluado.

Tipo de vegetación	Altura (m)	Diámetro de la corona (m)	Cobertura (%)	Densidad (78.5m <sup>2</sup> )
Arbolado	2.91	2.85	NE	3.64
Arbustos	1.82	1.54	NE	4.11
Cactus	1.65	1.01	NE	1.67
Enredadera	3.8	1.1	NE	1
Hierbas	0.2	0.19	2.87	NE
Nopal	1.86	1.45	NE	2.46
Cactus órgano	1.56	0.7	NE	1
Pasto	0.17	0.23	32.57	NE

En términos de densidad, los árboles presentaron condiciones similares. El mismo patrón se observó en hierbas y pasto. Sin embargo, la densidad en los arbustos fue mayor en las áreas quemadas. Por otro lado, la densidad en los cactus fue mayor en las áreas no quemadas, lo que también sucedió con los nopales. Sin embargo, no se pueden atribuir estas condiciones a la presencia o ausencia de fuego, ya que, corresponden a la forma en que la distribución natural de la vegetación ha prevalecido en la región.

El análisis comparativo cuantitativo sugiere que, a excepción del diámetro de la copa ( $p = 0.0152$ ), no hay diferencias estadísticamente significativas en la vegetación entre quemado y no quemado. Sin embargo, el criterio final para decidir la diferencia o similitud entre las condiciones fue a través de los resultados de la prueba "t" a un nivel  $\alpha$  de 0.05. En donde, si el valor de prueba t calculada es menor que el valor de la tabla de prueba t, no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las variables comparadas. A partir de los valores de la Tabla 2, podemos inferir que en todos los casos la estadística sugiere que las variables de vegetación entre áreas quemadas y áreas no quemadas son las mismas.

**Tabla 2. Resultados de la prueba t-student (a un nivel de 0.05) utilizada como criterio de decisión para probar la hipótesis de que no hay diferencia en las condiciones de vegetación entre las áreas quemadas y no quemadas.**

Variable	Árbol	Arbusto	Hierba	Pasto	Nopal	Combustibles
Altura	0.09147	0.37324	0.25645	0.3438	0.5164	–
Copa	0.01515	0.38494	–	–	–	–
Individuos	0.91133	0.35021	–	–	0.36332	–
Densidad	–	–	0.5948	0.40331	0.030896	–
Peso	–	–	–	–	–	0.21805

Con respecto a la evaluación de árboles, también se realizó un análisis comparativo a nivel del principal tipo de vegetación. La especie de árbol dominante del área de estudio fue *Acacia farnesiana* (huizache). En general, los árboles más grandes se encontraron en las áreas quemadas (Tabla 3). Lo mismo corrió para la densidad y el diámetro; aunque en el caso de la densidad, el número de individuos fue muy similar. Una vez más, esto no fue el resultado de la ocurrencia de incendios en el área, sino de la dinámica de la población natural de los árboles. En cuanto a la evaluación de arbustos, la vegetación arbustiva estuvo representada principalmente (99%) por *Acacia farnesiana* (huizache); Aunque hubo algunos individuos de *Nicotiana glauca*. En este caso, la vegetación de arbustos era más alta en las áreas quemadas, que es lo opuesto a los árboles. Sin embargo, las dimensiones del diámetro de la copa fueron similares. Por otro lado, la densidad de arbustos fue mayor en las áreas quemadas. Sin embargo, como en casos anteriores, esto no es el resultado de la ocurrencia de incendios en el área, sino de la dinámica natural de la población de los arbustos. Por otra parte la evaluación de la hierba muestra que la vegetación herbácea estuvo representada por varias especies. Como en el caso de los arbustos, las medidas de altura y densidad de las hierbas fueron mayores en las áreas quemadas (Tabla 3). Una vez más, esto no es el resultado de un incendio en el área; ya que podría deberse a la presencia de ganado. Sin embargo, en general, las áreas quemadas y sin quemar se consideran similares. En cuanto a la evaluación de pastos, esta vegetación está dominada por especies principalmente. En promedio, los pastos fueron más altos en las áreas quemadas. Sin embargo, esta densidad de vegetación fue ligeramente mayor en las áreas sin quemar. Aunque la altura de los individuos era ligeramente más alta en el área quemada, estadísticamente no hubo diferencia entre las áreas quemadas y no quemadas. Por el

contrario, la mayor variabilidad de la densidad se encontró en áreas sin quemar. Este resultado no puede atribuirse a la ocurrencia de incendios en el área, sino a la dinámica poblacional natural del pasto. Con respecto a la evaluación de nopales. La vegetación de nopales en el área de estudio corresponde a la especie de *Opuntia atropes*. Las medidas de las tres variables (densidad, altura y diámetro de la copa) fueron muy similares. Sin embargo, las medidas de altura y diámetro de copa fueron ligeramente mayores en las áreas quemadas. El número de nopales por área (densidad) fue mayor en las áreas quemadas. Sin embargo, este hallazgo no es el resultado de la ocurrencia de incendios en el área, sino de la manifestación natural de la dinámica poblacional de los nopales.

Finalmente en cuanto a la evaluación del material combustible, se consideró que los combustibles forestales están compuestos por materiales leñosos de muchos tamaños que varían desde pequeños pastos y hierbas hasta grandes arbustos y árboles (Brown *et al.*, 1982), y que pueden quemarse. Las condiciones ambientales predominantes también influyen en los combustibles forestales y su combustibilidad (Rodríguez, 1996). Se evaluó todo el material de combustible recogido en los cuadrados de 30 x 30 cm. El material se secó hasta un peso constante, y se estimó la medición en toneladas por hectárea. Este material combustible contiene principalmente combustibles livianos, formados por pasto, ramitas muertas, hojas muertas, hierbas (secas y verdes) y humus (material vegetal en descomposición). Inicialmente esperaríamos una disminución de las cargas de combustible en áreas quemadas. Como se esperaba, las cargas de combustible fueron ligeramente mayores en las áreas no quemadas. Sin embargo, los medios de carga de combustible para las áreas no quemadas y quemadas fueron muy similares (2.704 tn / ha y 2148 tn / ha correspondientemente). Pero los valores de varianza (2.672 tn / ha y 0.821 tn / ha respectivamente) implican una mayor variabilidad en las áreas quemadas. Sin embargo, se observó que esto no es resultado de la ocurrencia de incendios en el área. Sino más bien como producto de la distribución de los diferentes tipos de vegetación que se encuentran en el área; que contribuyen a la producción de combustibles.

**Tabla 3. Estadísticas de las variables evaluadas por tipo de vegetación para los sitios no quemados y quemados.**

Condición	Tipo de Vegetación	Estadísticas	Altura (m)	Diámetro de Copa (m)	Individuos (78.5m <sup>2</sup> )	Densidad (%)
Sin quemar	Árbol	Media	2.46	1.696	3.182	–
		Varianza	4.37	1.711	7.364	–
	Arbusto	Media	2.095	1.57	4.182	–
		Varianza	0.824	0.613	14.96	–
	Hierba	Media	0.239	–	–	3.178
		Varianza	0.063	–	–	35.63
	Pasto	Media	0.153	–	–	34.28
		Varianza	0.017	–	–	806.8
	Nopal	Media	2.17	1.072	3.2	–
		Varianza	1.581	0.223	11.51	–
	Árbol	Media	3.786	2.92	3.4	–
		Varianza	0.691	0.201	14.3	–
	Arbusto	Media	1.804	1.33	5.524	–
		Varianza	0.562	0.352	12.66	–
	Hierba	Media	0.171	–	–	2.471
		Varianza	0.41	–	–	16.135
	Pasto	Media	0.181	–	–	29.697
		Varianza	0.022	–	–	487.97
	Nopal	Media	2.53	1.624	2.09	–
		Varianza	1.538	0.369	2.491	–

## Conclusión

El objetivo principal de esta investigación fue determinar si el fuego afectó el ecosistema del área de estudio hasta el punto en que la estructura y la densidad de la vegetación serían diferentes entre los sitios quemados y no quemados. Con base en los resultados de nuestro estudio, se puede concluir que no hay diferencia en la estructura de la vegetación y las condiciones de densidad entre las áreas quemadas y no quemadas. No se pudo encontrar ninguna evidencia de que un incendio ocurrido un año antes en el área de estudio haya alterado permanentemente la vegetación en el área. Aunque el fuego inicialmente podría afectar la vegetación de pastos y hierbas, esta vegetación se recuperó completamente después de aproximadamente un año de ocurrencia del incendio. De manera similar, a partir de los resultados observados y el nivel de impacto del incendio evaluado en el área de estudio, se puede concluir que fue un incendio de baja intensidad, que permitió una rápida recuperación de la vegetación quemada. Además, después de un año, no hubo evidencia o rastros de la ocurrencia de un incendio en el área de estudio. Finalmente, en general, la vegetación tanto en las áreas quemadas como en las áreas sin quemar, mostró una condición saludable. Era imposible apreciar cualquier daño causado por el incendio, o cualquier otro agente de perturbación.

## Bibliografía

- Alexander, M. E. (1982). Calculating and Interpreting Forest Fires Intensities. *Canadian Journal of Botany*, 60, 349-357. <https://doi.org/10.1139/b82-048>
- Bakirci, M. (2010). Negative Impacts of Forest Fires on Ecological Balance and Environmental Sustainability: Case of Turkey. *Journal of Geography*, 5, 15-32.
- Bergeron, Y. (2000). Species and Stand Dynamics in the Mixed Woods of Quebec's Southern Boreal Forest. *Ecology*, 81, 1500-1516. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2000\)081\[1500:SASDIT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2000)081[1500:SASDIT]2.0.CO;2)
- Boerner, R. (1982). Fire and Nutrient Cycling in Temperate Ecosystems. *BioScience*, 32, 187-192. <https://doi.org/10.2307/1308941>
- Briggs, J. M., Knapp, A. K., Blair, J. M., Heisler, J. L., Hoch, G. A., Lett, M. S., & McCarron, J. K. (2005). An Ecosystem in Transition: Causes and Consequences of the Conversion of Mesic Grassland to Shrubland. *BioScience*, 55, 243-254. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0243:AEITCA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0243:AEITCA]2.0.CO;2)
- Brown, J. K., Oberheu, R. D., & Johnston, C. M. (1982). Handbook for Inventorying Surface Fuels and Biomass in the Interior West. USDA Forest Service, General Technical Report INT-129, 48 p.
- DeBano, L. F., & Conrad, C. E. (1978). The Effect of Fire on Nutrients in a Chaparral Ecosystem. *Ecology*, 59, 489-497. <https://doi.org/10.2307/1936579>
- Fitch, H. S. (2006). Ecological Succession on a Natural Area in Northeastern Kansas from 1948 to 2006. *Herpetological Conservation and Biology*, 1, 1-5.
- Flores G., J. G., & Benavides S., J. de D. (1994). Efecto de las quemadas prescritas sobre algunas características del suelo en un rodal de pino. *Revista Terra*, 12, 393-400.
- Gollberg, G. E., Neuenschwander, L. F., & Ryan, K. C. (2001). Introduction: Integrating Spatial Technologies and Ecological Principles for a New Age in Fire Management. *International Journal of Wildland Fire*, 10, 263-265. <https://doi.org/10.1071/WF01047>
- Hickler, T., Smith, B., Sykes, M. T., Davis, M. B., Sugita, S., & Walker, K. (2004). Using a Generalized Vegetation Model to Simulate Vegetation Dynamics in Northeastern USA. *Ecology*, 85, 519-530. <https://doi.org/10.1890/02-0344>

- Hoffmann, W. A. (1999). Fire and Population Dynamics of Woody Plants in a Neotropical Savanna: Matrix Model Projections. *Ecology*, 80, 1354-1369. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1999\)080\[1354:FAPDOW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1999)080[1354:FAPDOW]2.0.CO;2)
- Keeley, J. E., & Fotheringham, C. J. (2002). Historic Fire Regime in Southern California Shrublands. *Ecology*, 15, 1536-1548.
- Moretti, M., Conedera, M., Moresi, R., & Guisan, A. (2006). Modelling the Influence of Change in Fire Regime on the Local Distribution of a Mediterranean pyrophytic Plant Species (*Cistus salviifolius*) at Its Northern Range Limit. *Journal of Biogeography*, 33, 1492-1502. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01535.x>
- Pausas, J. G., & Keeley, J. E. (2014). Evolutionary Ecology of Esprouting and Seeding in Fire-Prone Ecosystems. *New Phytologist*, 204, 55-65. <https://doi.org/10.1111/nph.12921>
- Roques, K. G., O'Connor, T. G., & Watkinson, A. R. (2001). Dynamics of Shrub Encroachment in an African Savanna: Relative Influences of Fire, Herbivory, Rainfall and Density Dependence. *Journal of Applied Ecology*, 38, 268-280. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2001.00567.x>
- Sheuyange, A., Oba, G., & Weladji, R. B. (2005). Effects of Anthropogenic Fire History on Savanna Vegetation in Northeastern Namibia. *Journal of Environmental Management*, 75, 189-198. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.11.004>
- Syphard, A. D., Franklin, J., & Keeley, J. E. (2006). Simulating the Effects of Frequent Fire on Southern California Coastal Shrublands. *Ecological Applications*, 16, 1744-1756. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[1744:STEOFF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[1744:STEOFF]2.0.CO;2)
- Turner, M. G., Romme, W. H., Gardner, R. H., & Hargrove, W. W. (1997). Effects of Fire Size and Pattern on Early Succession in Yellowstone National Park. *Ecological Monographs*, 67, 411-433. [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(1997\)067\[0411:EOFSAP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(1997)067[0411:EOFSAP]2.0.CO;2)
- Uhl, C., & Kauffman, J. B. (1990). Deforestation, Fire Susceptibility, and Potential Tree Responses to Fire in the Eastern Amazon. *Ecology*, 71, 437-449. <https://doi.org/10.2307/1940299>
- Varner, J. M., Hiers, J. K., Ottmar, R. D., Gordon, D. R., Putz, F. E., & Wade, D. D. (2007). Overstory Tree Mortality Resulting from Reintroducing Fire to Long-Unburned Longleaf Pine Forests: The Importance of Duff Moisture. *Canadian Journal of Forest Research*, 37, 1349-1358. <https://doi.org/10.1139/X06-315>
- Young, J. A., & Evans, R. A. (1978). Population Dynamics after Wildfires in Sagebrush Grasslands. *Journal of Range Management*, 31, 283-289. <https://doi.org/10.2307/3897603>



## *Sesión Técnica 4*

*Conservación y Restauración de los Recursos Naturales*

*Presidente:* **Dra. María Virginia Cervantes Gutiérrez.** Profesor-  
Investigador del Departamento El Hombre y su Ambiente.  
División Ciencias Biológicas y de la Salud. UAM-Xochimilco.  
México.

*Copresidente:* **Mtro. Alejandro Meléndez Herrada.** Profesor-  
Investigador del Departamento El Hombre y su Ambiente.  
División Ciencias Biológicas y de la Salud. UAM-Xochimilco.  
México.



## **Estudio del manejo de las Áreas Naturales Protegidas de León, Guanajuato.**

Angel Serrano Sánchez.

Departamento de Gestión Pública y Desarrollo. División de Ciencias Sociales y Humanidades. Universidad de Guanajuato. Campus León. Correo Electrónico: angel.serrano@ugto.mx

### **Resumen**

En este estudio exploramos las principales problemáticas socio-ambientales relacionadas con el manejo de las ANP del municipio de León, Guanajuato y que por lo tanto limitan la efectividad de dichas áreas como espacios para la conservación y preservación del entorno y el manejo sustentable de los recursos naturales. Nos basamos en la revisión de los planes de manejo para cumplir con este objetivo. El plan de manejo es el instrumento rector donde se especifican los lineamientos básicos, estrategias y acciones que llevarán a la protección de un ANP. Como primer paso, se hizo una revisión documental y un análisis comparativo de los planes de manejo de las tres ANP del municipio: Sierra de Lobos, Parque Metropolitano y Cañada Arroyo Hondo. Posteriormente, y en base a la información obtenida del análisis de los planes de manejo y decretos, se entrevistó a personal de las dependencias gubernamentales encargadas de la administración y protección de las ANP en el municipio, así como a integrantes de algunas organizaciones civiles que trabajan en el cuidado del medio ambiente en León. De manera paralela, se llevaron a cabo recorridos de campo en las tres ANP mencionadas para contrastar la información obtenida en las entrevistas y obtener datos complementarios a partir de la observación. Dentro de la variedad programas que existen para el manejo de las ANP estudiadas, destacan como relevantes los subprogramas de protección y manejo de recursos naturales, subprogramas enfocados al conocimiento e investigación de estos sitios, así como los encaminados a educar a la población en general sobre la importancia de estos lugares. Como parte de la problemática encontrada en las ANP de estudio, los planes de manejo resaltan deforestación y erosión, generación de residuos sólidos y contaminación de cuerpos de agua, impacto de técnicas tradicionales en ganadería, silvicultura, minería y agricultura; además de la presión ejercida sobre estas zonas por el crecimiento urbano de la ciudad de León.

### **Introducción**

La conservación de especies en los propios sitios naturales se considera como una de las estrategias más adecuadas para la protección de la riqueza biológica a largo plazo (Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009), ya que esto garantiza la preservación de las interacciones ecológicas y la continuidad de los procesos evolutivos de las comunidades y poblaciones naturales; previniendo así la pérdida de variabilidad genética. Por lo tanto, la conservación de espacios naturales, protegidos por leyes y reglamentos correspondientes, resulta primordial para la conservación de la biodiversidad.

Además del valor que las Áreas Naturales Protegidas (ANP) tienen como espacios para la conservación de la riqueza biológica, estos espacios proveen al ser humano con una amplia gama de bienes y servicios. De acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) dichos bienes y servicios se pueden clasificar en:

Servicios de provisión

Alimentos (cultivos, ganado, pesquerías de captura, acuicultura, alimentos silvestres); fibra (madera, algodón-cáñamo-seda, leña); recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos, y agua dulce.

Servicios de regulación

Regulación de la calidad del aire; regulación del clima (global, regional y local); regulación del agua; regulación de la erosión; purificación del agua y tratamiento de aguas de desecho; regulación de enfermedades; regulación de pestes; polinización y regulación de los riesgos naturales.

Servicios culturales

Aquí se incluyen valores espirituales y religiosos; valores estéticos, recreación y ecoturismo.

Tomando en cuenta la importancia de contar con espacios naturales protegidos para la conservación de la biodiversidad y que además provean de recursos y servicios a la sociedad, el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato establece en 1997 el Sistema de Áreas Naturales protegidas para el Estado de Guanajuato (SANPEG), cuyas funciones principales consisten en coordinar actividades de protección, preservación, conservación, restauración y uso sustentable de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) (POGEG, 2000a). En este contexto, se considera un Área Natural Protegida (ANP) como “una zona del territorio estatal en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad humana o que requieren ser preservados y restaurados y están sujetos al régimen previsto en la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente en el Estado de Guanajuato (LPPAEG) y su reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas” (Guzmán, 2012, p. 373).

Es factible decir que los objetivos primordiales de la creación y el manejo de ANP en el estado han sido la conservación y preservación del entorno; además de detener procesos de expoliación y destrucción de la biodiversidad, los cuales son concebidos como resultado del desarrollo económico y el crecimiento demográfico. Actualmente, en Guanajuato se cuenta con un ANP de competencia federal (Sierra Gorda de Guanajuato), 23 de competencia estatal y 3 de competencia municipal. Las ANP estatales se clasifican en una de las siguientes cinco categorías (Guzman, 2012):

- Reservas de conservación: se establecen en sitios poco alterados, idealmente despoblados, con una alta biodiversidad y mayores a 10 000 ha. En la actualidad existen dos reservas de este tipo en Guanajuato.
- Áreas de uso sustentable: comprenden cuencas hidrológicas con recursos biológicos importantes y donde existen desarrollos agropecuarios y poblaciones rurales, pero conservan rasgos y funciones de importancia ecológica. El estado cuenta con 10 ANP bajo esta categoría.
- Áreas de restauración ecológica: zonas con ecosistemas representativos pero que por la acción humana han perdido sus características ecológicas y sin embargo estas pueden ser recuperadas. Se tienen dos áreas clasificadas en esta modalidad.
- Monumentos naturales: zonas con rasgos naturales sobresalientes a escala estatal por lo que son consideradas como dignas de protección. Pueden tener elementos de importancia arqueológica. A la fecha hay solamente una zona en el estado considerada como monumento natural.
- Parque ecológico: espacios con una superficie mayor a 25 ha, contienen elementos naturales y por su fácil acceso y cercanía a centros de población son considerados importantes para uso recreativo y la educación ambiental. Hay cuatro parques ecológicos en Guanajuato.

La declaración de un territorio como ANP implica un proceso en el que participan diversos actores de la sociedad y autoridades a nivel municipal, estatal y federal. Primero debe existir interés por parte de habitantes, organizaciones civiles o autoridades locales para la creación del ANP y expresarlo al Instituto de Ecología, quien será el responsable de evaluar la viabilidad del decreto. Al resultar positiva la resolución se debe llevar a cabo un estudio que incluya el impacto en la región, un diagnóstico del medio físico, biológico y

socioeconómico, así como la propuesta de manejo. En caso de resultar propicio y de no haber oposición por parte de autoridades municipales, habitantes y propietarios de la zona se procede al decreto del ANP en el Periódico Oficial del Estado (Guzmán, 2012).

Sin embargo, desde una postura crítica, es posible afirmar que la visión actual y predominante de las ANP privilegia los aspectos biológicos-ecológicos sobre el carácter social del espacio (Durand y Jiménez, 2010). Es decir, al momento de decretarse un territorio como ANP, los detalles sociales son poco explorados y analizados, no llegando más allá de una caracterización muy general de aspectos demográficos, productivos y de tenencia de la tierra; eliminando de esta forma la singularidad social del espacio. Actores externos, universidades, ONGs e instancias gubernamentales llevan a cabo análisis de imágenes aéreas y de satélite, listados taxonómicos y otros estudios ecológicos para conocer la viabilidad de un espacio como área protegida, pero dejando de lado la percepción inmediata que otorga la experiencia cotidiana del lugar (Porto Goncalves, 2002).

Por lo tanto, la creación de un ANP es por lo general un proceso que cuenta con la escasa participación de las comunidades locales, quienes pierden acceso a recursos naturales y sitios culturales importantes. Sus prácticas de subsistencia y productivas se convierten en actividades reguladas o ilícitas, dando paso al abandono, afectación o la transformación negativa de formas de aprovechamiento y de organización locales (Sundberg, 2003).

Este trabajo es el resultado de una primera aproximación exploratoria a las ANP del municipio de León, Guanajuato con el propósito de generar y actualizar información básica sobre estos espacios en el municipio; además de entender las principales problemáticas socio- ambientales relacionadas con su manejo, y que por lo tanto limitan la efectividad de dichas áreas como espacios para la conservación y preservación del entorno y el manejo sustentable de los recursos naturales. Esta aproximación es visualizada como una primera fase que sirva como base para la implementación de proyectos, programas e intervenciones futuros que busquen la resolución de las problemáticas más urgentes que aquejan a las ANP, espacios de vital importancia para la conservación de la diversidad biológica y el manejo sustentable de recursos naturales en nuestro país.

Los objetivos del estudio son:

- Revisar y actualizar información básica sobre las Áreas Naturales Protegidas del municipio de León, Guanajuato.
- Explorar las principales problemáticas socio- ambientales relacionadas con el manejo de las ANP del municipio y que por lo tanto limitan la efectividad de dichas áreas como espacios para la conservación y preservación del entorno y el manejo sustentable de los recursos naturales.

### El municipio de León y sus Áreas Naturales Protegidas

De acuerdo a información del INEGI para el 2015, León contaba con 1 millón 578 mil 626 habitantes en su territorio municipal, ocupando el cuarto lugar en la lista de municipios con mayor número de habitantes a nivel nacional. Por otro lado, la Zona Metropolitana de León, registró casi dos millones de habitantes, por lo que se ubica en la sexta zona metropolitana con mayor población del país. Este acelerado crecimiento ha venido acompañado de problemáticas de índole ambiental, social, económico y urbano que plantean retos significativos para lograr un apropiado bienestar para la misma población. Dentro de las problemáticas ambientales que más se destacan de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico y Territorial de León, Guanajuato (IMPLAN, 20015) son:

Sobre-explotación del acuífero y falta de infraestructura para el abastecimiento y el manejo adecuado del agua.

Elevada contaminación del aire en el municipio.

Reducción de cobertura vegetal por uso inadecuado del suelo.

Alteración de los procesos ecosistémicos en las microcuencas de la zona norte e incremento de riesgos.

Déficit de espacios naturales y áreas verdes en la ciudad.

Pérdida de biodiversidad y fragmentación de ecosistemas.

Suelos erosionados en el norte y contaminados en el sur.

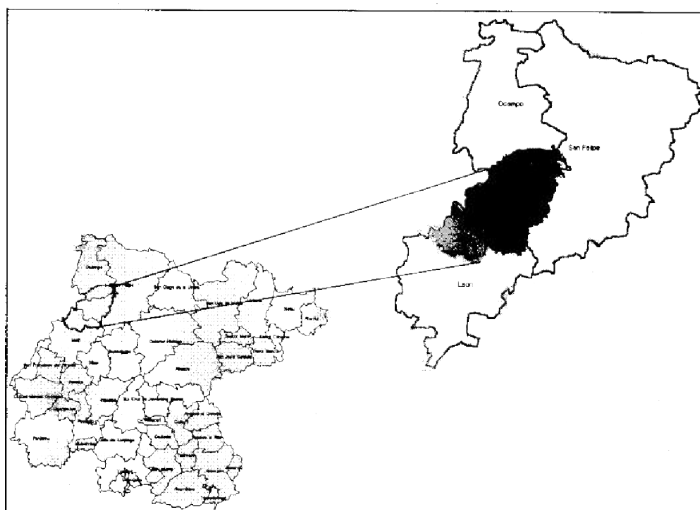
Además, de creciente vulnerabilidad ante fenómenos meteorológicos precursores del cambio climático, entre otros.

Ante la creciente complejidad de las problemáticas ambientales en el municipio de León, las ANP tienen el potencial de jugar un papel preponderante en amortiguar el impacto de las mismas en la población y el ambiente. Actualmente el territorio municipal cuenta con tres ANP, dos estatales (Sierra de Lobos y el Parque Metropolitano) y una municipal (Cañada Arroyo Hondo).

	<b>Extensión</b> (hectáreas)	<b>Categoría</b>	<b>Fecha de Decreto</b>	<b>Programa de manejo</b>
<b>Sierra de Lobos</b>	104068.24	Área de uso sustentable (estatal)	4/nov/1997	12/junio/1998
<b>Parque Metropolitano</b>	337.63	Parque ecológico (estatal)	19/sep/2000	30/nov/2001
<b>Cañada Arroyo Hondo</b>	36.89	Municipal	26/marzo/2015	12/junio/2015

Cuadro 1: Áreas Naturales Protegidas del municipio de León, Gto.

**Sierra de Lobos** es el ANP estatal de mayor extensión en Guanajuato. Se localiza al noroeste del estado y se extiende en el territorio de tres municipios: León, San Felipe y Ocampo; además de colindar al norponiente con el vecino estado de Jalisco. En el área se encuentran diversos tipos de vegetación, siendo predominantes los bosques de encino, bosques de encino-pino, y diversos tipos de matorrales. Sierra de Lobos es un área importante para la infiltración de agua, lo que permite la recarga de los mantos acuíferos y la regulación de los flujos de agua, reduciendo la severidad de las inundaciones y el azolvamiento de los cuerpos de agua (POGEG, 1997).



Mapa de localización de Sierra de Lobos. Fuente: Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. 6 de Julio de 2004.

**Parque Metropolitano.** Se localiza al noroeste de la ciudad de León y comprende el cuerpo de agua de mayor extensión del municipio. La presa del Palote, nombre del mencionado cuerpo de agua, recibe los escurrimientos de los arroyos La Patiña, Calvillo, Los Castillos, La India, Ibarrilla, Ojo de agua de los reyes y Hondo. La vegetación dominante en el área es de tipo matorral, con importante presencia del mezquite (*Prosopis* sp.). Este sitio cumple la función de recreo y esparcimiento para la población de la ciudad, funciona en el control de escurrimientos pluviales hacia la zona urbana, además de abastecer de agua a un 3% de la población de la ciudad. Cabe agregar que el Parque Metropolitano es hábitat importante de más de 36 especies de aves migratorias (POGEG, 2000b).



Mapa de localización del Parque Metropolitano.  
Fuente: Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. 30 de noviembre de 2001.

**Cañada Arroyo Hondo.** ANP con decreto municipal. Se localiza al sur-poniente de la ciudad de León. Respecto al territorio municipal se ubica al centro-poniente, entre los límites de los Altos de Jalisco y el Bajío Guanajuatense. El tipo de vegetación que anteriormente predominaba en la zona era el bosque tropical caducifolio o selva baja caducifolia, aunque las actividades humanas han propiciado la presencia de pastizales inducidos y zonas gravemente erosionadas. La cubierta vegetal original se ha conservado en laderas de difícil acceso. Cañada Arroyo Hondo es un importante pulmón para la ciudad, además de un área de conservación de especies nativas de la región (POGEG, 2015).

## Metodología

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica sobre las ANP del estado de Guanajuato, poniendo especial atención en los documentos de las áreas pertenecientes al municipio de León. Como parte de dicha revisión, se hizo un análisis comparativo de los planes de manejo de Sierra de Lobos, Parque Metropolitano y Cañada Arroyo Hondo. Cabe mencionar que el plan de manejo es el instrumento rector donde se especifican los lineamientos básicos, estrategias y acciones que llevarán a la protección de un área natural protegida.

Posteriormente, teniendo como guía los decretos y planes de manejo, se entrevistó a personal de las dependencias gubernamentales encargadas de la administración y protección de las ANP en el municipio, así como a integrantes de algunas organizaciones civiles que trabajan en el cuidado del medio ambiente en León y que en ciertos casos llevan a cabo trabajo en las ANP. Se tomaron notas de la información más relevante emitida durante las entrevistas, o en los casos que fue posible, las entrevistas se audio grabaron para su posterior transcripción y análisis.

De manera paralela, se llevaron a cabo recorridos de campo en las tres ANP ya mencionadas, esto con el objetivo de conocer de primera mano estos espacios, contrastar lo observado con la información obtenida en las entrevistas y obtener información complementaria a partir de la observación. Se diseñó una guía de observación que permitiera estandarizar la información recopilada por los integrantes del equipo de trabajo. Cabe mencionar que dicho equipo de trabajo estuvo conformado por el autor y cuatro estudiantes próximos a egresar de nivel licenciatura de la División de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad de Guanajuato, Campus León.

## **Resultados preliminares y discusión**

A continuación se presentan los resultados del estudio. Cabe aclarar que estos son resultados preliminares derivados de un primer acercamiento a las zonas de estudio y a los actores relevantes en el tema. Por lo tanto, se hace necesario a futuro un análisis más profundo y sistemático de la problemática aquí presentada.

En los planes de manejo de las Áreas Naturales Protegidas del municipio de León, Gto., se menciona una serie de problemáticas que resultan comunes en los tres espacios estudiados. De manera general, es posible decir que la problemática que enfrentan estas zonas es la contaminación del suelo y cuerpos de agua, así como la pérdida de cobertura vegetal y del suelo. Estos problemas están directamente relacionados con las actividades humanas al interior de las ANP y en sus alrededores. En el cuadro 2 se muestran las principales problemáticas enumeradas en los planes de manejo para cada una de las ANP de interés.

Durante los recorridos de campo en las ANP fue posible constatar de primera mano la existencia de algunas de estas problemáticas, como los efectos de la contaminación y erosión edáfica, la pérdida de cobertura vegetal ocasionada por incendios y mortandad arbórea, presencia de desechos sólidos, y los efectos negativos de actividades productivas como la ganadería. Las problemáticas presentes en las ANP de León se dan en un contexto de expansión de la mancha urbana y las actividades que dicha expansión conlleva. Al ser estos espacios muy cercanos a la zona urbana de la ciudad de León, y a pesar de estar protegidos normativamente, hay una constante presión a ser urbanizados. De hecho, en los límites inmediatos de estos sitios es posible observar actividades tales como fábricas, tenerías, ganadería y bancos de extracción de materiales para la construcción, entre otras.

Estas actividades se ven favorecidas tanto en las cercanías, como en los mismos territorios de las ANP por la tenencia de la tierra. El caso de Sierra de Lobos resulta un claro ejemplo de esto. A pesar de que Sierra de Lobos se encuentra protegida, el modo predominante de tenencia de la tierra en la zona es la pequeña propiedad y solo una mínima parte ubicada al sureste y suroeste es propiedad ejidal (POGEG, 2004). Esto permite que los propietarios, a pesar de tener ciertas restricciones en el uso del suelo, gocen de relativa libertad para llevar a cabo actividades y acciones que pueden tener efectos adversos en la conservación de los recursos naturales y en su manejo sustentable, como la tala de árboles para la construcción de viviendas, y la ya mencionada presencia de actividad ganadera al interior de las zonas protegidas.

	<b>Cañada Arroyo Hondo</b>	<b>Sierra de Lobos</b>	<b>Parque Metropolitano</b>
<b>Problemáticas</b>	Contaminación del agua Generación de residuos sólidos. Pérdida de flora y fauna silvestre Incendios forestales Erosión Ganadería de libre pastoreo lo que ha impactado vegetación y suelos	Deforestación y erosión Plagas y enfermedades en encinares Impacto de técnicas tradicionales en la ganadería, silvicultura, minería y agricultura Inexistencia de alternativas de diversificación productiva con criterios sustentables	Disminución del nivel de agua en la presa Problemas de erosión en las microcuencas que alimentan la presa Azolvamiento Basura y contaminantes en los arroyos Extracción de tierra para dezasolve puede implicar la disminución de zonas de alimentación para la avifauna Vegetación con problemas de sanidad.
<b>Subprogramas</b>	S. de protección. S. de Manejo. S. de restauración. S. de conocimiento. S. de cultura. S. de gestión.	S de protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la flora y la fauna. S. de agricultura, ganadería, acuicultura y actividades forestales. S. de protección y vigilancia. S. de investigación, monitoreo y restauración ecológica. S. de turismo de bajo impacto. S. de infraestructura. S. de educación ambiental y difusión. S. de desarrollo sustentable. S. de desarrollo histórico-cultural.	S. Manejo de recursos naturales. S. de Educación Ambiental y Uso Público. S. de investigación y monitoreo. S. de administración y vigilancia.

Cuadro 2: Problemáticas y subprogramas de las Áreas Naturales Protegidas de León.

En la segunda parte del cuadro 2 se enumeran los subprogramas definidos por los planes de manejo respectivos para cada una de las ANP. Dichos subprogramas tienen el objetivo de lograr la conservación y preservación de los recursos naturales al interior de estos espacios y propiciar un manejo sustentable de los mismos. Si bien existen similitudes y coincidencias en cuanto a los objetivos y metas de los subprogramas definidos para las ANP del estudio, cada área tiene sus propios subprogramas. Sierra de Lobos cuenta con nueve subprogramas, mientras que el Parque Metropolitano y Cañada Arroyo Hondo cuentan con cuatro y seis respectivamente; sin embargo, de acuerdo con lo mencionado por personal de las diferentes instancias gubernamentales encargadas de la administración de estos espacios, las propuestas avanzadas en los planes de manejo para la conservación, gestión y cuidado de estos sitios pocas veces se han llevado a la práctica, quedándose solamente en buenas intenciones.

Un documento de la Red Nacional de Sistemas Estatales (sin fecha) sobre Áreas Naturales Protegidas con decreto estatal nos aporta datos importantes para entender por qué los subprogramas señalados en los planes de manejo no se han implementado, o se han puesto en marcha de manera inefectiva. En dicho documento se señala que a nivel nacional el personal disponible es insuficiente o nulo en el 92.77% de las ANP estatales del país. Mientras que el equipamiento disponible en estos espacios es insuficiente o nulo en el 85.55% de los casos. Finalmente, los recursos financieros para atender las ANP estatales son insuficientes o nulos en el 96.09% de los casos. Así, podemos afirmar que la falta de personal, equipamiento y recursos financieros son graves obstáculos que dificultan el manejo apropiado de las ANP, no solamente en Guanajuato sino a nivel nacional.

Es crucial pues que se aumenten los recursos humanos y monetarios dedicados a estos espacios, teniendo en mente que los recursos así asignados son una inversión sabia. De hecho, en términos económicos, se calcula que las ANP aportan aproximadamente 51 mil millones de pesos cada año, lo que equivale a una aportación de 52 pesos por cada peso del presupuesto federal invertido (Bezaury-Creel, 2009). Por otro lado, resulta importante que todos como sociedad, incluyendo a las autoridades municipales, estatales y federales, revaloremos el papel tan importante que las ANP cumplen para la conservación de la riqueza biológica del país y como espacios proveedores de toda una serie de bienes y servicios tanto para espacios urbanos como rurales. Debemos estar seguros que sin dichos bienes y servicios las sociedades humanas difícilmente podríamos sobrevivir. Así integrantes organizados de la sociedad civil debemos exigir a las autoridades de todos los niveles que aumenten la inversión y el personal dedicado al mantenimiento y gestión de estos espacios pues esto contribuirá directamente al beneficio colectivo.

## **Bibliografía**

Bezaury-Creel, J. 2009. El valor de los bienes y servicios que las áreas naturales protegidas proveen a los mexicanos. The Nature Conservancy y Comisión de Áreas Naturales Protegidas: México.

Bezaury-Creel, J. y D. Gutiérrez Carbonell. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México, en *Capital natural de México*. Vol. II, Estado de conservación y tendencias de cambio. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), pp. 385-431.

Durand, L. y J. Jiménez. 2010. Sobre áreas naturales protegidas y la construcción de no-lugares. Notas para México. *Revista Lider*. Vol. 16, pp. 59-72.

Guzmán González, D. 2012. Las Áreas Naturales Protegidas del estado de Guanajuato y su importancia en la conservación de la biodiversidad. En *La biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado*. Vol. II. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología del Gobierno del Estado de Guanajuato, pp. 373-389.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, Informe de Síntesis, Borrador final. En línea en: [www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf](http://www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf).

IMPLAN (Instituto Municipal de Planeación). 2015. Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico y Territorial de León, Guanajuato. Publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato el 16 de octubre de 2015.



POGEG (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato). 2015. Acuerdo municipal por el cual se declara a Cañada Arroyo Hondo como Área Natural Protegida y se aprueba el Programa de Manejo. Gobierno del Estado de Guanajuato. 12 de junio.

POGEG (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato). 2004. Programa de Manejo del Área Natural Protegida "Sierra de Lobos." Gobierno del Estado de Guanajuato. 6 de julio.

POGEG (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato). 2001. Programa de Manejo del Área Natural Protegida "Parque Metropolitano." Gobierno del Estado de Guanajuato. 30 de noviembre.

POGEG (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato). 2000a. Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato. Gobierno del Estado de Guanajuato. 8 de febrero. Última reforma publicada el 12 de noviembre de 2004.

POGEG (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato). 2000b. Decreto por el cual se declara el Parque Metropolitano como Área Natural Protegida. Gobierno del Estado de Guanajuato. 19 de septiembre.

POGEG (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato). 1997. Decreto por el cual se declara la Sierra de Lobos como Área Natural Protegida. Gobierno del Estado de Guanajuato. 4 de noviembre.

Porto Goncalves, C.W. 2002. Da Geografia as Geo.grafias: un mundo em busca de novas territorialidades". En Sader, E. y A. E. Ceceña. La guerra infinita: hegemonía y terror mundial. Buenos Aires: CLACSO.

Red Nacional de Sistemas Estatales, Áreas Naturales Protegidas. s/f. Diagnóstico de las Áreas Naturales Protegidas Estatales. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato.

Sundberg, J. 2003. Conservation and democratization: constituting citizenship in the Maya Biosphere Reserva, Guatemala. Political Geography. 22, pp. 715-740.

## Tiempo térmico y temperaturas cardinales en la germinación de *Cedrela odorata* L.

Salvador Sampayo-Maldonado<sup>1</sup>, Cesar A. Ordoñez-Salanueva<sup>1</sup>, Efigenio Mattana<sup>2</sup>, Tiziana Ulian<sup>2</sup>, Michael Way<sup>2</sup>, Elena Castillo-Lorenzo<sup>2</sup>, Patricia D. Dávila-Aranda<sup>3</sup>, Rafael Lira-Saade<sup>3</sup>, Oswaldo Téllez-Valdéz<sup>3</sup>, Norma I. Rodríguez-Arevalo<sup>3</sup>, Cesar M. Flores-Ortiz<sup>\*1,4</sup>

1 Laboratorio de Fisiología Vegetal, UBIPRO, FES Iztacala, UNAM. Tlalnepantla 54090, Estado de México, México. cmflores@unam.mx; ssampayom@hotmail.com

2 Royal Botanic Gardens, Kew, Wellcome Trust Millennium Building, RH17 6TN, Ardingly, West Sussex, UK.;

3 Recursos Naturales, UBIPRO, FES Iztacala, UNAM. Tlalnepantla 54090, Estado de México, México;

4 Laboratorio Nacional de Salud. FES Iztacala, UNAM. Tlalnepantla 54090, Estado de México, México.

### Resumen

La temperatura es el factor más importante en el proceso fisiológico de la germinación, para lo cual, los estudios de temperaturas cardinales y el tiempo térmico son indispensables para determinar la temperatura óptima, donde ocurre la mayor germinación en el menor tiempo. El objetivo de este trabajo fue determinar las temperaturas cardinales y tiempo térmico en semillas de *Cedrela odorata*. Las semillas fueron colocadas en cámaras de germinación con temperaturas constantes en un rango de  $5 \pm 2$  a  $45 \pm 2$  °C. Se utilizó un diseño completamente al azar con 5 repeticiones. Se realizaron conteos diarios de semillas germinadas durante 61 días. Con un análisis probit se determinó el tiempo térmico y se estimó el periodo en que se acumula en el escenario A2 y B2, para el año 2050, en el modelo alemán (MPIECHAM5) y modelo inglés (UKMOHADGEM1). La temperatura base fue medio grado por debajo de cero, la temperatura óptima fue de  $38 \pm 1.6$  °C y la temperatura umbral máxima fue de  $53.3 \pm 2.1$  °C. El tiempo térmico ( $\theta(50)$ ) fue de  $132.74 \pm 2.60$  °Cd, que en el escenario actual los acumula en 5.5 días. En el escenario A2 del modelo inglés será en 4.5 días, y en el escenario B2 será 10 horas antes que el escenario actual. Mientras que en el modelo alemán en los escenarios A2 y B2 serán 10 y 6.5 horas antes que el escenario actual respectivamente. Las semillas presentaron un amplio rango de temperaturas cardinales para la germinación y de acuerdo a los escenarios de cambio climático, el tiempo térmico se acumula en un lapso menor, lo que acelerará la germinación del banco de semillas en el sotobosque.

**Palabras clave:** *Cedrela odorata*; semillas; germinación; temperaturas cardinales; tiempo térmico; cambio climático.

### Introducción

*Cedrela odorata* es originaria de América tropical (Pennington y Sarukhán, 2005). De acuerdo con Mendizábal-Hernández *et al.* (2009), en México se distribuye en climas cálidos y semicálidos, requiere suelo fértil y con buen drenaje, por lo que se le encuentra en el trópico húmedo y subhúmedo, crece asociado al bosque tropical caducifolio, subcaducifolio y perennifolio, además del bosque mesófilo de montaña. Debido al frágil estado de conservación se encuentra en la lista de especies en riesgo sujeta a protección especial de la NOM. 059 (SEMARNAT, 2010), razón por la cual, se justifican los estudios de efecto de la temperatura en la germinación, ya que es un requisito indispensable para su conservación y manejo sustentable.

Para González (1991) la temperatura influye en los procesos fisiológicos de la germinación de semillas, debido a que regula tanto la velocidad como el porcentaje máximo de germinación. Además de reducir el tiempo de germinación para obtener un mayor número de plantas en menor tiempo y de manera uniforme. Ordoñez-Salanueva *et al.* (2015) mencionan que las temperaturas máximas y mínimas determinan los límites dentro de los cuales es posible la germinación; en tanto que la temperatura óptima según Gilbertson *et al.* (2014) es donde la velocidad de germinación es mayor y se obtienen plántulas en menor tiempo. Mientras que el tiempo térmico de acuerdo con Durán-Puga *et al.* (2011) es la suma de la temperatura media acumulada por día, necesaria para completar la germinación del 50 % del lote de semillas. La temperatura es el elemento bioclimático más importante para predecir la respuesta de las semillas a las condiciones climáticas cambiantes. El objetivo de ésta investigación fue determinar las temperaturas cardinales y el tiempo térmico en semillas de *C. odorata*.

## **Materiales y métodos**

*Germinación.* Las semillas maduras se recolectaron en abril del 2018, de una muestra representativa de una población en la periferia de Zozocolco de Guerrero, Municipio de Zozocolco de Hidalgo, Veracruz. (649265.14 E y 2223834.28 N; 183 msnm), que se ubican en la Región del Totonacapan. La siembra se realizó en condiciones asépticas en la campana de flujo laminar. Se sembraron 30 semillas en cada caja Petri, con 5 repeticiones. Después fueron sellados con parafilm y se etiquetaron. Posteriormente fueron colocados en las germinadoras en las siguientes temperaturas constantes  $5 \pm 2$ ,  $10 \pm 2$ ,  $15 \pm 2$ ,  $20 \pm 2$ ,  $25 \pm 2$ ,  $30 \pm 2$ ,  $35 \pm 2$ ,  $40 \pm 2$  y  $45 \pm 2$  °C, con un fotoperiodo de 12 horas luz y 12 horas oscuridad, usando lámparas de halógeno con una intensidad lumínica de  $28.05 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . La siembra se realizó el 1 de junio del 2018; durante 61 días se realizaron conteos para determinar el porcentaje de semillas germinadas. De acuerdo con Parmoon *et al* (2015), una semilla fue considerada germinada cuando la radícula midió  $\geq$  de 2 mm

*Temperatura base (Tb).* Se calculó el tiempo para la germinación en percentiles para todos los tratamientos de temperaturas. Después se les obtuvo su inverso y se graficaron con relación a las temperaturas para observar la tendencia de los datos, donde se ubicó el punto de inflexión y se determinaron las temperaturas sub-óptimas. De acuerdo con Ellis *et al*, (1986) se determinó la regresión lineal, para obtener los parámetros para cada porcentaje de germinación. Posteriormente, se obtuvo el valor promedio de  $\beta_0$ . Con el valor promedio se volvió a realizar una segunda regresión lineal para cada porcentaje de germinación. Se obtuvo el valor promedio de  $\beta_0$  el cual fue el valor de la temperatura mínima.

*Temperatura máxima (Tc).* De acuerdo con Hardegree (2006), para la temperatura máxima se determinaron las temperaturas supra-óptimas. Con las cuales se realizó una regresión lineal para obtener los parámetros para cada porcentaje de germinación. Se obtuvo el valor promedio de  $\beta_0$ , con el cual se realizó una segunda regresión lineal y se volvió a obtener el valor promedio de  $\beta_0$ , que fue el valor de temperatura máxima.

*Temperatura óptima (To).* Una vez obtenidas las temperaturas base y máxima, de acuerdo con Hardegree (2006), las ecuaciones de la segunda regresión se igualaron a cero. El valor obtenido fue la temperatura óptima.

*Tiempo térmico.* Se obtuvo el número de semillas germinadas para los porcentajes en intervalos de 10 % para todos los tratamientos de temperatura. Para estimar la probabilidad de que una semilla germine en un tiempo determinado se realizó con el Análisis Probit. Para el rango de temperaturas sub-óptimas los valores Probit se expresaron en función de  $\theta_1$ . Se utilizó la siguiente identidad:

$$\text{Probit}(G) = K + [\theta_1 / \sigma]$$

Dónde: K es una constante de intercepción cuando el tiempo térmico es cero y  $\sigma$  es la desviación estándar de la respuesta al tiempo térmico  $\theta_1$ . Con la misma ecuación se determinó el tiempo térmico requerido para la germinación del 50 % ( $\theta_1(50)$ ) de la población.

*Escenarios de cambio climático.* Se utilizaron las proyecciones de las capas de temperatura media, propuestos por los modelos de circulación general; Modelo alemán (MPIECHAM5) y el modelo inglés (UKMOHADGEM1), disponibles en el Atlas Climático Digital de México (Fernández-Eguiarte *et al.*, 2010). Se proyectó para el año 2050 en los escenarios A2 (escenario severo o pesimista: emisiones altas de gases de efecto invernadero) y B2 (escenario conservador o no pesimista: emisiones bajas de gases de efecto invernadero) de cada modelo. Se ubicó la zona en el mapa y se obtuvieron los datos de la temperatura media para cada escenario A2 y B2 de los modelos. Las temperaturas medias se proyectaron para el mes de abril, ya que de acuerdo a Pennington y Sarukhán (2005) es cuando inicia la dispersión de las semillas.

## Resultados y discusión

*Germinación.* Los porcentajes de germinación de semillas en diferentes temperaturas presentó diferencias significativas ( $F_{8,36} = 49.82$   $p < 0.02$ ). Las semillas de *C. odorata* iniciaron la germinación a los 3 días, en la menor temperatura se inició a los 28 días. La germinación promedio fue superior al 50 %, teniendo una mayor frecuencia el 90 % de germinación. La mayor germinación se tuvo en la temperatura de  $20 \pm 2$  °C y el menor porcentaje ocurrió en la temperatura más alta. En la velocidad de germinación se encontraron diferencias significativas ( $F_{8,36} = 28.13$ ;  $p < 0.001$ ), el tratamiento que mostró la mayor velocidad fue 35 °C, en el cual germinaron 6 semillas por día y el más lento registrado fue el de 5 °C con un velocidad de germinación de 1 semilla cada dos días.

*Temperaturas cardinales.* Al aumentar la temperatura, la velocidad de germinación aumenta hasta encontrar un máximo en la temperatura óptima ( $T_o$ ) de  $38 \pm 1.6$  °C, mientras que al disminuir la temperatura la velocidad de germinación disminuye a cero en la temperatura base ( $T_b$ )  $-0.5 \pm 0.09$  °C. Cuando aumenta la temperatura por encima de la temperatura óptima ( $T_o$ ), la velocidad de germinación disminuye hasta un mínimo en la temperatura máxima ( $T_c$ ) en  $53.3 \pm 2.1$  °C. Según Parmoon *et al.* (2015) con el aumento de la temperatura se tiene un crecimiento lineal de la tasa de germinación hasta la temperatura óptima; si sigue aumentando la temperatura la tasa de germinación se reducirá hasta cero.

Lo que corresponde según Ruíz-Corral *et al.* (2002) a una relación sigmoïdal normalizada entre la temperatura y la tasa de germinación de semillas.

*Tiempo térmico.* De acuerdo a la temperatura base ( $T_b$ ) para obtener el 50 % de la germinación del lote de semillas, se necesitó acumular  $132.74 \pm 2.60$  °Cd de tiempo térmico ( $\theta_1(50)$ ). El modelo probit lo explicó con más del 96 %. La constante de intercepción fue de  $-4.91 \pm 0.53$  cuando el tiempo térmico fue cero y la desviación estándar del tiempo térmico fue de  $0.125 \pm 0.019$ . De acuerdo con Parmoon *et al.* (2015) el tiempo térmico se utiliza para incluir los efectos de la temperatura como el factor bioclimático más importante para la regulación de los procesos de germinación de las semillas.

*Escenarios de cambio climático.* En el escenario actual se acumula el tiempo térmico ( $\theta(50)$ ) en 5.5 días. Por lo que al incrementarse la temperatura en 2 °C de acuerdo al escenario A2 del modelo alemán (MPIECHAM5), se acumularía el tiempo térmico ( $\theta(50)$ ) 10 horas antes que en el escenario actual. En el escenario B2 se espera un incremento de 1.3 °C, por lo que el tiempo térmico ( $\theta(50)$ ) se acumularía 6.5 horas antes que el escenario actual. Para el modelo inglés (UKMOHADGEM1) en el escenario A2 con 3.1 °C de incremento, la acumulación de la suma térmica se acelera, por lo que el tiempo térmico ( $\theta(50)$ ) necesita un poco más de 4.5 días para que germine el 50 % del banco de semillas dispersadas en el sotobosque, por lo que se acumularía en 21.5 horas antes que el escenario actual. Mientras que para el modelo B2 el tiempo térmico ( $\theta(50)$ ) se acumula 10 horas antes del escenario actual. Rajjou *et al.* (2012) mencionan que a mayores temperaturas, se incrementa la velocidad de germinación, y una germinación más rápida asegura el establecimiento de los individuos para competir por espacio.

## Conclusiones

*C. odorata* presentó un amplio rango de temperaturas cardinales, la temperatura base fue medio grado por debajo de cero y la temperatura umbral máxima de  $53.3 \pm 2.1$  °C. Mientras que la temperatura óptima para la germinación fue de  $38 \pm 1.6$  °C. Requiere un tiempo térmico ( $\theta(50)$ ) de  $132.74 \pm 2.60$  °Cd. para la etapa de germinación, que en el escenario actual los acumula en 5.5 días. Por lo que al incrementarse la temperatura de acuerdo a los modelos alemán (MPIECHAM5) e inglés (UKMOHADGEM1), en el escenario de cambio climático A2, se va acelerar la germinación del banco de semillas en el sotobosque. Por lo tanto los escenarios de cambio climático analizados muestran que el impacto del aumento de la temperatura se presenta en etapas sucesivas del desarrollo como el establecimiento o crecimiento.

## Literatura citada

- Durán-Puga, N., Ruíz-Corral, J.A., González-Eguiarte, D.R., Núñez-Hernández, G., Padilla-Ramírez, F.J., Contreras-Rodríguez, S.H., 2011. Development cardinal temperatures of the planting-emergence stage for 11 forage grasses. *Revista Mexicana Ciencias Pecuarias* 2(3):347-357.
- Ellis, R.H., Covell, S., Roberts, E.H., Summerfield, R.J., 1986. The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. II. Intraspecific variation in chickpea (*Cicer*

- arietinum* L.) at constant temperatures. *Journal of Experimental Botany* 37:1503-1515. doi.org/10.1093/jxb/37.10.1503
- Fernández-Eguiarte, A., Zavala-Hidalgo, J., Romero-Centeno, R., 2010. Digital Climatic Atlas of the Mexico. Center of Sciences of the Atmosphere, Universidad Nacional Autónoma de México. Consulted in september 2018. Obtained from: <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/ACDM/servmapas>
- Gilbertson, P.K., Berti, M.T., Johnson, B.L., 2014. Borage cardinal germination temperatures and seed development. *Industrial Crops and Products* 59:202-209. doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.04.046
- González J., E., 1991. Seed collection and germination of 26 tree species from the tropical rain forest. *Journal Biología Tropical* 39(1):47-51. doi.org/10.15517/rbt.v39i1.24574
- Hardegree, S.P., 2006. Predicting germination response to temperature. I. Cardinal temperature models and subpopulation-specific regression. *Annals of Botany* 97:1115-1125. doi.org/10.1093/aob/mcl071
- Mendizábal-Hernández, L.C., Alba-Landa, J., Márquez-Ramírez, J., Cruz-Jiménez, H., Ramírez-García, E.O., 2011. Carbon sequestration by *Cedrela odorata* L. in a genetic trial. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 2(4): 105-111.
- Ordoñez-Salanueva, C.A., Seal, C.E., Pritchard, H.W., Orozco-Segovia, A., Canales-Martínez, M., Flores-Ortíz, C.M., 2015. Cardinal temperatures and thermal time in *Polaskia Beckeb* (Cactaceae) species: Effect of projected soil temperature increase and nurse interaction on germination timing. *Journal of Arid environments* 115:73-80. doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.01.006
- Parmoon, G., Moosavi, S.A., Akbari, H., Ebadi, A., 2015. Quantifying cardinal temperatures and thermal time required for germination of *Silybum marianum* seed. *The Crop Journal* 3:145-151. doi.org/10.1016/j.cj.2014.11.003
- Pennington, T.D., Sarukhán, J., 2005. Tropical trees of Mexico: manual for the identification of the main species. Third edition. University scientific text. UNAM. 294-296 p.
- Rajjou, L., Duval, M., Gallardo, K., Catusse, J., Bally, J., Job, C., Job, D., 2012. Seed germination and vigour. *Annual Review of Plant Biology* 63:507-533. doi.org/10.1146/annurev-arplant-042811-105550
- Ruíz-Corral, J.A., Flores-López, H.E., Ramírez-Díaz, J.L., González-Eguiarte, D.R., 2002. Cardinal temperatures and length of maturation cycle of maize hybrid H-311 under rainfed conditions. *Agrociencia* 36:569-577.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Environmental protection. Native species of flora and fauna in Mexico. Risk categories and specifications for inclusion, exclusion or change. List of species at risk. Official diary. p. 67.

Biól. Magdalena Malacara Velázquez<sup>1</sup>; Dr. Xavier López Medellín<sup>1</sup>; Dra. Leticia Durand Smith<sup>2</sup>

Percepciones ambientales para la conservación del venado cola blanca: el caso de dos comunidades campesinas de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación. Universidad Autónoma del estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos. malemalacara@gmail.com (MM); xlmedellin@uaem.mx (XL)

<sup>2</sup> Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuernavaca, Morelos. leticiad@unam.mx (LD)

El esquema de conservación de los recursos naturales que predomina en la actualidad se ha centrado en la protección y mantenimiento de la biodiversidad, principalmente con la creación de Áreas Naturales Protegidas (ANP). En este caso, las políticas de conservación conforman un discurso que apunta a un modelo neoliberal, razón por la cual poco se ha discutido sobre los saberes y prácticas sustentables que resguardan los pobladores locales que habitan en estos espacios. Estas políticas, a su vez, han limitado el acceso y el uso de los recursos naturales, algunos de los cuales aportan de manera significativa al bienestar y desarrollo de las comunidades que las habitan. En algunos casos, estas limitantes son mayores que los beneficios que resultan de ellas.

Debido a esta situación nos proponemos analizar cómo se manifiestan las percepciones ambientales en las comunidades de Ajuchitlán y Quilamula que forman parte de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH), la cual es un ANP ubicada al sur del estado de Morelos, colindante con los estados de Guerrero y Puebla y que cuenta con acuerdos de conservación biológica nacionales e internacionales.

La REBIOSH, se caracteriza por resguardar una extensa área de Selva Baja Caducifolia en buen estado de conservación y en donde muchas de las actividades que realizan los pobladores de esa zona se caracterizan por tener una tradición de cuidado de la biodiversidad; ello debido a las prácticas que han realizado desde el asentamiento de estas poblaciones y en donde el venado cola blanca representa un recurso fauna que aporta de manera importante a su bienestar comunitario.

En tanto que el venado cola blanca simboliza una especie de relevancia ecológica y social, un recurso fauna de aprovechamiento que se encuentra protegido bajo leyes ambientales federales, resulta necesario considerar el estudio de las percepciones ambientales que tienen los cazadores locales con relación al venado cola blanca y su conservación.

Las percepciones ambientales, son consideradas como la experiencia directa de la población con el ambiente, por lo que su estudio ayudaría a reconciliar diferentes puntos de vista con relación al tema de la conservación de los recursos naturales en ANP's, como es el caso del venado cola blanca. Estos ejercicios, permiten contar con elementos para minimizar posibles conflictos de intereses, además de reconocer la apertura de espacios que conduzcan al desarrollo de nuevas estrategias de investigación, las cuales sean compatibles con las necesidades de los pobladores locales, pues son actores esenciales en el manejo del capital natural de México.

Para ello, partimos de que la percepción de los cazadores locales respecto al venado cola blanca se ha configurado con el paso del tiempo y con la aplicación de políticas de conservación. Las que, a su vez, han tenido efectos significativos en las actitudes y acciones en el manejo del venado cola blanca y que a su vez han repercutido en el bienestar socioeconómico de los pobladores de las comunidades de estudio.

Por tal razón pretendemos dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿cómo se ha configurado la percepción del venado cola blanca en los pobladores de las comunidades de estudio a lo largo del tiempo?; ¿Han influido las políticas de conservación en la percepción que tienen los pobladores del venado cola blanca? La presente investigación, busca dar respuesta a estas preguntas a partir del estudio de las percepciones ambientales, desde la diversidad de enfoques teóricos que existen sobre el tema. Considerando como eje principal el papel de la antropología en la conservación, la organización comunitaria y las políticas de conservación del venado cola blanca que se han llevado a cabo a lo largo del tiempo en el área.

Como objetivo general nos planteamos conocer las percepciones ambientales de los campesinos que habitan en dos comunidades de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla con relación a la conservación del venado cola blanca y el manejo de su hábitat.

Nos planteamos tres objetivos particulares: (1) describir la relación humano-venado que ha existido en las comunidades de estudio, (2) exponer las formas de construcción de las percepciones de los habitantes de las comunidades de Ajuchitlán y Quilamula y su importancia para la conservación del capital natural de esa zona y (3) analizar la influencia que han tenido las políticas de conservación del venado cola blanca en las percepciones, actitudes y prácticas que realizan los pobladores locales de estas comunidades actualmente.

El análisis metodológico se divide en tres etapas: la primera, aborda el contexto histórico de las poblaciones que han habitado en la zona de estudio, la segunda se enfoca en la relación directa que tiene la gente con el venado cola blanca en términos de su significado, interacción y manejo y, finalmente, la tercera parte aborda el contexto de la conservación del venado cola blanca con la introducción de políticas públicas para su manejo y aprovechamiento.

En comunidades rurales, el aprovechamiento y la conservación de los animales silvestres es de gran importancia debido a su aporte de proteínas, por ser un elemento integrante de su cosmovisión y por el valor intrínseco que tiene dentro de los ecosistemas. No obstante, la disminución de este recurso implica mermas a corto plazo en la economía de las familias que lo utilizan.

Es por esto, que se considera necesario generar información de los factores que influyen en la regulación local de la cacería de subsistencia, no sólo desde el punto de vista ecológico, sino también socio-cultural y económico, ya que esta actividad debe verse como una situación compleja y no como una serie de procesos aislados.

La relevancia de estos estudios radica en que, los problemas de degradación ecológica no están limitados a fronteras geopolíticas de las naciones, estados o regiones, y que sus consecuencias se resienten más allá de los sitios en los que se originan. Esto trae como consecuencia que, aún en problemáticas de corte local, están generalmente implicados diversos actores con posiciones e intereses distintos, lo que nos lleva a hablar de la necesidad del diálogo y la cooperación como elementos indispensables en la búsqueda de soluciones regionales.



**Juan José Maldonado Miranda, Dr.<sup>1,2</sup>**

**Candy Carranza Alvarez., Dra. <sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca de la UASLP,**

**<sup>2</sup>Unidad de Posgrados de la Facultad de Contaduría y Administración de la UASLP**

**Romualdo del Campo 501, C.P. 79060, Cd. Valles, S.L.P., México**

**juan.maldonado@uaslp.mx**

**Planificación para la conservación del área. Caso Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa**

Las áreas naturales protegidas (ANP) son el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad (UNEP, 2018). Su carácter de espacios territoriales sometidos a control estatal supone el mantenimiento y la protección de los recursos naturales ahí localizados.

En el estado de San Luis Potosí, existen 19 ANP, dentro de las cuales se encuentra una reserva de la biosfera: La Reserva de la Biosfera de la Sierra del Abra Tanchipa (RBSAT), declarada como área prioritaria para la conservación de los recursos naturales en 1994. La RBSAT es una de las reservas más jóvenes del país y una de las menos extensas, está conformada por tierras ejidales, nacionales y privadas. Aproximadamente el 80% del terreno constituye la zona núcleo y se destina a actividades de investigación. Abarca una superficie de 21,464 ha, con una zona núcleo de 16,758 ha. Sin embargo, debido a la falta de políticas integradas que propicien la planificación ordenada del uso del suelo en términos de sustentabilidad, la RBSAT ha sido objeto de afectaciones ambientales, tales como la explotación, saqueo, extracción de madera, de especies ornamentales y faunísticas. Además, la RBSAT presenta otros problemas de tipo ambiental y social provocado por las comunidades aledañas a la zona, y por la falta de planeación en los programas de conservación.

Con base en lo anterior, en este proyecto se realizaron trabajo de campo y entrevistas con los principales actores para identificar los objetos de conservación clave de la RBSAT, y proponer así un proceso de planificación que permita la conservación de ésta área. Los resultados indicaron que entre los objetos de conservación que la población desea preservar se incluyen especies ornamentales (orquídeas) y fauna (jaguar). Entre las amenazas y presiones que afectan a los objetos de conservación se encuentran la tala clandestina, los incendios naturales y/o provocados, la falta de programas para de reproducción, etc. Entre los principales temas de intervención que se requieren abordar se incluye la falta de programas para la operancia del Plan de Manejo de la RBSAT, la protección de objetos de conservación, la falta de incentivos económicos para realizar trabajos comunitarios en beneficio de la reserva, difusión de información y la falta de capacitación de los habitantes en temas prioritarios de la RBSAT. Con estos resultados se propusieron algunas estrategias desde la perspectiva de la gestión pública para realizar el proceso de planificación para la conservación de esta área.

## **Introducción**

México ha integrado 25, 250,963 hectáreas en una red de 173 áreas naturales protegidas, de las cuales 57 cuentan con programas de manejo y representan 34.14% del total del área protegida en el país. De las seis categorías que actualmente integran la red de ANP, las reservas de la biosfera, las áreas de protección de flora y fauna y los parques nacionales representan 84.2% de la totalidad del territorio nacional bajo algún régimen de protección. De la superficie restante, el 15.8% corresponde a monumentos naturales, áreas de protección de recursos naturales y santuarios (Conanp, 2009).

El estado de San Luis Potosí, cuenta con 19 ANP y una reserva de la Biosfera denominada Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa (RBSAT). La RBSAT es una de las reservas más jóvenes del país y una de las menos extensas, está conformada por tierras ejidales, nacionales y privadas. Aproximadamente el 80% del terreno constituye la zona núcleo y se destina a actividades de investigación. Abarca una superficie de 21,464 ha, con una zona núcleo de 16,758 ha. Sin embargo, la Sierra del Abra Tanchipa enfrenta problemas de tipo forestal, relacionados con explotación, saqueo, extracción de madera, de especies ornamentales y faunísticas (Programa de manejo de Sierra del Abra Tanchipa, 2007). De acuerdo a Vargas-Mergold (2010), en la RBSAT se han observado problemas de tipo ambiental y social provocado por las comunidades aledañas a la zona, y por la falta de planeación en los programas de conservación. Los métodos de planificación suponen la proyección de metas, basadas en métodos apropiados. A través de la planificación se pueden tomar decisiones y se constituye en un medio para lograr algo a través de acciones que permitan interpretar la realidad para mejorarla (Jarrín, 2011). La planificación es una herramienta de la administración, que puede contribuir a la organización y administración de los recursos naturales de un área en particular (Guerrero-Orozco, 1997). Existe una metodología de planificación, denominado PCA, que significa planificación para la conservación de áreas. Esta metodología es un proceso interactivo, no solamente un producto, que busca garantizar la viabilidad de la biodiversidad, la integridad del patrimonio cultural y el desarrollo sostenible en áreas naturales. La planificación de un área natural protegida, permitirá el desarrollo de la misma, y de las comunidades del entorno. Una planificación apropiada puede contribuir a la conservación de los recursos naturales, y al desarrollo social. Palomo et al., (2011) aplicaron el marco de planificación escenario participativo para un área natural protegida, encontrando dos escenarios participativos de planificación: 1) creación de diferentes visiones a futuro del sistema de direccionamiento, su incertidumbre y de los principales servicios que los ecosistemas pueden brindar, y 2) generación de estrategias consensuales de gestión participativa para determinar un camino hacia un futuro deseable.

En esta investigación, se analizó la situación actual de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, con el objetivo de identificar los principales problemas que enfrenta actualmente, y proponer así planes de intervención, para atacar las causas del problema mediante la metodología de planificación para la conservación del área.

## **Métodos**

En esta investigación se siguió un método cualitativo basado en una lógica y proceso inductivo (explorar y describir, y luego generar perspectivas teóricas) que fue desde lo particular a lo general. Para aplicar la metodología de planificación del área, se siguió la guía de The Nature Conservancy, Protectin nature-Preserving Life, 2010, para la conservación de Áreas Naturales Protegidas. Como población de estudio se seleccionaron dos comunidades con tierras

colindantes en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, las cuales son denominadas El Abra y Laguna del Mante, ambas localizadas en el municipio de Ciudad Valles, S.L.P. Para definir los límites de estudio, se analizó la información sobre las ecorregiones representadas en las Regiones prioritarias terrestres de México, CONABIO, 1998. Dado que esta investigación se basó en un método cualitativo, se empleó un método no probabilístico para la recolección de datos en muestras tipo clusters.

### **Selección de objetos de conservación**

Se realizaron visitas de campo al sitio de estudio, y entrevistas con el comité de representantes de la Sierra del Abra Tanchipa, y con habitantes de la región, para definir el objeto de conservación que desean proteger o que presente mayores afectaciones. Para identificar los objetos de conservación, primero se realizaron las siguientes preguntas entre los principales actores:

*¿Qué queremos conservar?*

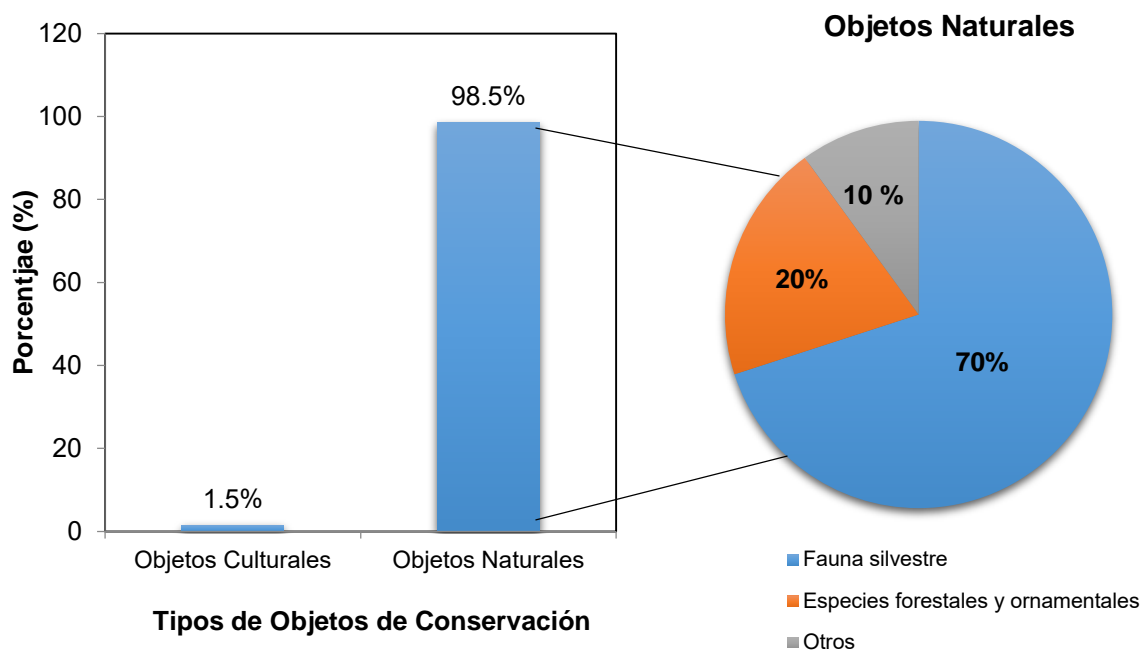
- a. Valores o características del área sobre los cuales enfocaremos nuestros esfuerzos de conservación y producción.
- b. Vinculados a Planes de Manejo o de Conservación a mayor escala.

Los objetos de conservación se clasificaron en: i) Objetos Naturales (Sistemas Ecológicos, Comunidades Ecológicas, Especies amenazas o clave); ii) Objetos Culturales (Tangibles o Intangibles).

Una vez establecidos los objetos de mayor interés a conservar por parte de la población, se generaron las propuestas de planificación del área.

### **Resultados y Discusión**

Dado que el interés de este trabajo consistió en proponer algunas estrategias de planificación para conservar objetos de interés dentro de la RBSAT, a los habitantes del Ejido Laguna del Mante, se les planteó la posibilidad de conservar objetos de interés en la reserva. Los objetos de conservación se dividieron en Objetos de Conservación Naturales y Culturales. La mayor parte de la población (98.5%), se inclinó por los objetos naturales, el resto por objetos culturales (1.5%). Los objetos naturales son los objetos que les proporcionan mayores beneficios económicos y de servicio a la población, por ello fueron los más mencionados (Figura 1).



**Figura 1.** Objetos de Conservación que los habitantes de la comunidad Laguna del Mante desean proteger dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa. Las barras azules representan el porcentaje de objetos naturales o culturales, de acuerdo a lo que los habitantes mencionaron. La grafica de pastel describe los tipos de objetos naturales mencionados por los mismos habitantes.

De los objetos naturales, se encontró que el 70% de la población desea conservar especies de fauna silvestre, el 20% especies forestales maderables y especies ornamentales, el 10% mencionó otros objetos naturales como palmas, rocas, manantiales, etc. Las especies forestales son recursos importantes tanto para uso frecuente en forma de leña, como para la elaboración de materiales de construcción (vigas, postes, etc.), de las cuales podrían obtener ingresos extras, al igual que de las especies ornamentales (Figura 1).

### **Análisis de áreas potenciales de intervención y propuestas para la conservación de la RBSAT**

La determinación de las áreas de intervención es un proceso difícil de definir, ya que en él intervienen muchos factores e intereses. Las áreas prioritarias a intervenir son aquellas que presentan cierto grado de afectación o modificación natural, sobre todo aquellas zonas de la RBSAT que presentan mayores asentamientos humanos o que se encuentran próximas a zonas de cultivo. Para ello, se debe de considerar el grado y tipo de afectación, la reducción de los recursos naturales, el beneficio a la población, la rehabilitación de las zonas que requieren reforestación. Para lograr lo anterior, debe existir participación de todos los actores principales y hacer una labor muy intensa en la concientización a los pobladores.

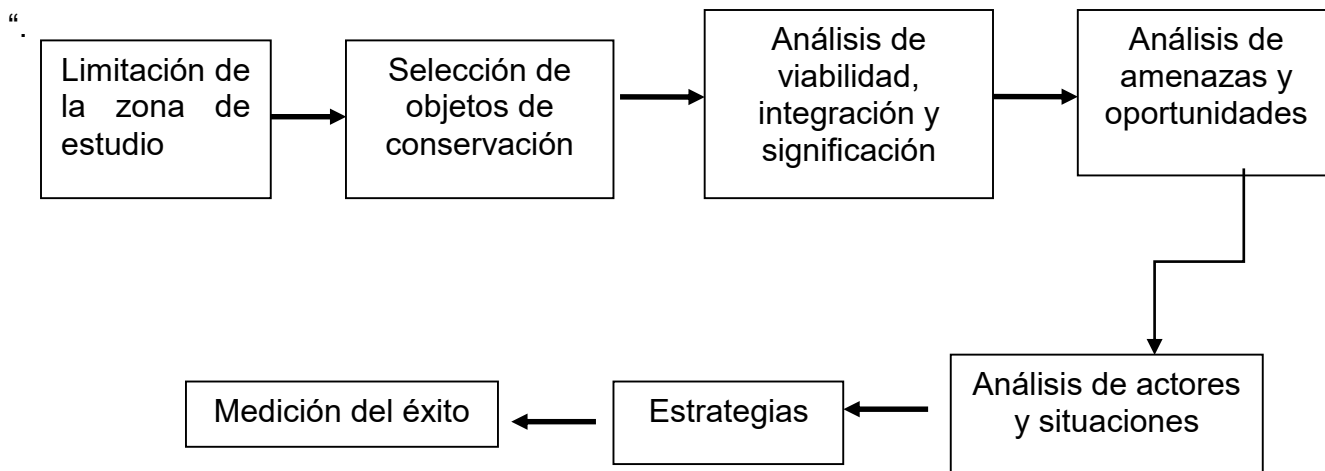
La información obtenida en las visitas de campo, y de las entrevistas realizadas, determinaron los temas potenciales a intervenir. Los resultados indican que los principales problemas que se

presentan en la zona son de tipo ambiental (saqueo de especies de flora y fauna), problemas sociales (falta de organización para la administración del área), inoperancia del Plan de Manejo de la RBSAT, nula protección de objetos de conservación, la falta de incentivos económicos para realizar trabajos comunitarios en beneficio de la reserva, difusión de información y la falta de capacitación de los habitantes en temas prioritarios de la RBSAT. Aunque aún falta definir otros temas prioritarios, se observó que los sistemas de organización son la pauta para lograr la conservación y el buen funcionamiento de la reserva, es decir el trabajo organizado de las comunidades aledañas pueden definir el rumbo futuro de la RBSAT.

Para lograr el funcionamiento del reglamento que regule objetos de conservación dentro de la RBSAT es necesario contar con la participación todos los actores involucrados e interesados en el tema. Ningún actor por sí solo cuenta con las capacidades directivas, técnicas, económicas y administrativas para llevar a cabo el manejo integral de los recursos naturales o culturales de la reserva. Para ello, además de la participación de todos los actores, es necesario lograr la participación y compromiso de actores clave, desde líderes comunitarios a científicos y políticos en los objetos de conservación del área, así como mantener actitudes de cooperación, arreglos inter-institucionales entre asociaciones civiles, centros académicos, instituciones locales y de los municipios que rodean a la RBSAT.

El trabajo colectivo y comunitario se debe impulsar por actores externos y por la necesidad de crear mecanismos e incentivos entre el gobierno, sociedad civil organizada e individuos, además de crear una identidad social (visión compartida). Estas acciones son necesarias para la conservación de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, y elevar así, la eficiencia en la conservación de los recursos naturales, en la educación ambiental de los habitantes de las comunidades aledañas, en la participación comunitaria, y en la operación del Plan de Manejo de la RBSAT.

La metodología propuesta para conservar el área Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, se presenta en la Figura 2.



**Figura 2. Etapas de la metodología de Planificación para la Conservación del Área caso “Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa”.**

## Conclusiones

La planeación es el primer paso del proceso administrativo por medio del cual se define el problema, se analizan las experiencias pasadas y se esbozan planes y programas. Los principios en la planeación para la conservación de un área se basan en consultar a la población los objetos de mayor interés que desean conservar dentro del área. La conservación de la RBSAT está vinculada a un proceso de planificación de corriente de cambio o desarrollo, porque para este cometido es necesaria la articulación interdisciplinaria entre la comunidad y el sector público para la elaboración de planes y programas.

Con el análisis realizado, se encontró que la participación de las comunidades de la zona de influencia representa un eslabón para la conservación de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa. La comunidad con mayor área de influencia es Laguna del Mante, y es la que actualmente tiene una mayor participación y organización para la conservación del área natural protegida. Aunque falta definir otros temas prioritarios, durante se observó que los sistemas de organización son la pauta para lograr la conservación y el buen funcionamiento de la reserva, es decir el trabajo organizado de las comunidades aledañas pueden definir el rumbo futuro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Abra Tanchipa.

## Bibliografía

1. Ansoff, H. I. (1980). Planeación Estratégica. Corporate Strategy. McGraw Hill. New York. <http://www.thefreelibrary.com/lgor+Ansoff:+father+of+Corporate+Strategy>.
2. Conabio (1998). La diversidad biológica de México: Estudio de País. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Versión preliminar.
3. Conabio (2006). Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el uso y conocimiento de la Biodiversidad, México.
4. Jarrín, E. (2011). Manual para Planificación participativa y gestión de Proyectos. [http://www.impactalliance.org/ev.php?ID=8776\\_203&ID2=DO\\_TOPIC](http://www.impactalliance.org/ev.php?ID=8776_203&ID2=DO_TOPIC).
5. Palomo, I., Martín-López, B., López-Santiago, C., and Montes, C. (2011). Participatory Scenario Planning for Protected Areas Management under the Ecosystem Services Framework: the Doñana Social-Ecological System in Southwestern Spain. *Ecology and Society*. 16: 23.
6. UNEP-WCMC, I. (2018). *Protected Planet Report*. [En línea]. Disponible en- <https://www.protectedplanet.net/c/monthly-updates/2018/january-2018-update-of-the-wdpa> Fecha de consulta: 08 de enero de 2019.

Daniel Armando Herrera Bojórquez Pasante Ingeniero Agrónomo. Cambio en las existencias de Carbono en un Bosque Húmedo Tropical de Costa Rica. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Departamento de Producción Forestal. Guadalajara, Jalisco, México. [daniel.hb@academicos.udg.mx](mailto:daniel.hb@academicos.udg.mx)

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se desarrolló como parte del proceso de certificación de captura de carbono de la asociación civil Natural Pact de Costa Rica. La asociación cuenta con 70 hectáreas de Bosque Húmedo Tropical (bh-T según la clasificación de Holdrige, 1987). El predio donde se realizó el trabajo se encuentra en la provincia de San José, en el pacífico Central de Costa Rica. El rango altitudinal va de los 120 a los 300 msnm, el tipo de suelo es *Hultisolhumults*, y la precipitación promedio es de 3,500mm anuales.

El objetivo del trabajo fue cuantificar el incremento de las existencias de carbono en un periodo de dos años (2017-2019) en las 70 hectáreas de bosque del predio, para poder calcular el CO<sub>2</sub>equivalente para un servicio de compensación de Gases de Efecto Invernadero, dentro del mercado voluntario de carbono en Costa Rica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del inventario se estratificó el bosque según los dos tipos de cobertura existentes; bosque primario y bosque secundario. Se establecieron 16 parcelas permanentes de medición de forma rectangular y una superficie de 500m<sup>2</sup>. Durante el inventario las variables dasométricas registradas fueron la altura total del árbol y el diámetro normal. Estos datos fueron recabados utilizando una cinta diamétrica y un clinómetro. Para realizar la cubicación y la estimación de carbono se utilizaron coeficientes determinados por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático específicos para la región. Los coeficientes y factores utilizados fueron:

- Coeficiente mórfico(.7)
- Fracción de carbono (.5)
- Factor de expansión de biomasa aérea (1.2)
- Factor de expansión de biomasa subterránea (1.2)
- Densidad básica de la madera (.5)
- Factor de conversión de masa molar de Carbono a Dióxido de Carbono (3.67)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados arrojaron un incremento de 1.008% en Bosque Primario y de 1.06% en Bosque Secundario. Las especies más predominantes presentes en el bosque primario fueron:

- *Ceiba pentandra*
- *Hura crepitans*
- *Brosimumutile*
- *Poulseniaarmata*

El predio donde se realizó el estudio tiene vocación ganadera y las zonas con cobertura de bosque secundario corresponden a potreros abandonados en 2012. Dentro del predio no se ha realizado ningún manejo o tratamiento silvícola para acelerar el proceso de sucesión y la baja tasa de incremento se atribuye a que en el bosque primario el arbolado corresponde a fustales con incrementos mínimos, mientras que en el bosque secundario el establecimiento de especies de rápido crecimiento con baja densidad de madera y rápida degradación no permiten la acumulación de Carbono.

Hace falta la elaboración de tablas de volumen específicas por especie para agilizar la toma de datos y tener datos específicos por especie lo que incrementará la confiabilidad y precisión de trabajos posteriores.



## **Análisis comparativo de la regeneración natural al implementar quemas prescritas en un bosque de pino**

Flores Garnica José Germán<sup>1</sup>, Lomelí Zavala Mónica Edith<sup>1</sup>, Flores Rodríguez Ana Graciela<sup>1</sup>

Análisis comparativo de la regeneración natural al implementar quemas prescritas en un bosque de pino. <sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIRPAC-CE Centro-Altos de Jalisco. Guadalajara, Jalisco. México. monica.lomeli.zavala@gmail.com

### **Resumen**

La sustentabilidad de los ecosistemas forestales está fundamentada en varios factores, dentro de los que destaca el aseguramiento de la regeneración natural. Lo cual, a su vez, puede estar condicionado a factores ambientales, como la cantidad y calidad de material combustible en, lo que implica que cuando se forma una capa muy gruesa de, por ejemplo, hojarasca en el suelo, ésta impide el establecimiento de nuevos árboles. Una solución práctica es disminuir dicha capa de hojarasca, lo cual puede lograr con el uso del fuego a través de la implementación de quemas prescritas. Sin embargo, esta práctica ha sido muy limitada en México, debido principalmente a dos factores: 1) las implicaciones de riesgo que conlleva el uso del fuego; y 2) se ha documentado poco el impacto positivo del fuego en los ecosistemas forestales. De acuerdo con lo anterior, se llevó a cabo un estudio en el Área Natural Protegida en Sierra de Quila, Jalisco, donde en 2017 se implementó una quema prescrita. En este trabajo, un año después de la quema prescrita, se hizo una evaluación de la respuesta de la regeneración natural de un bosque de pino bajo dos condiciones: a) sin la presencia de fuego y, b) con la implementación de una quema prescrita. En cada condición se establecieron tres sitios, donde la regeneración se evaluó en forma separada por cada uno de los siguientes estratos (rangos de altura): 1) 0–30 cm; 2) 0.31-1 m; y, 3) 1.01-3 m. El análisis comparativo de los datos se hizo a través de una prueba de “t” de Student para medias de dos muestras emparejadas. Los resultados muestran que el área donde se aplicó la quema con regeneración de altura de 0-30 cm presentó 108,545 individuos ha<sup>-1</sup>, y la de altura de 0.31-1m se registraron 400 individuos ha<sup>-1</sup>, mientras que la condición sin incendio no presentó regeneración en ningún estrato. De acuerdo con esto los resultados sugieren que existe una diferencia significativa en la regeneración del área donde se aplicó la quema prescrita en relación al área no quemada. Concluyéndose que la aplicación de quemas prescritas favoreció el establecimiento de la regeneración natural de pino en el área estudiada.

### **Introducción**

La sustentabilidad de los ecosistemas forestales está fundamentada en varios factores, dentro de los que destaca el aseguramiento de la regeneración natural. Lo cual, a su vez, puede estar condicionado a factores ambientales, como la cantidad y calidad de material combustible en, lo que implica que cuando se forma una capa muy gruesa de, por ejemplo, hojarasca en el suelo, ésta impide el establecimiento de nuevos árboles. Una solución práctica es disminuir

dicha capa de hojarasca, lo cual se puede lograr con el uso del fuego a través de la implementación de quemas prescritas. Sin embargo, esta práctica ha sido muy limitada en México, debido principalmente a dos factores: 1) las implicaciones de riesgo que conlleva el uso del fuego; y 2) se ha documentado poco el impacto positivo del fuego en los ecosistemas forestales (Flores y Benavides, 1985). Siendo aún, para muchas coníferas y latifoliadas indispensable para su regeneración, reproducción, competencia, nutrición, aclareo, saneamiento y sucesión (Spurr y Barnes, 1982; Mysterud y Mysterud, 1997; Juárez y Rodríguez, 2003; Sánchez *et al.*, 2014). Por lo tanto, es importante conocer que la aplicación de quemas prescritas en algunos ecosistemas, ya que ayudan a propiciar la regeneración natural, disminución de combustibles forestales y el riesgo de incendios, entre otros.

Debido a lo anterior, se realizó la evaluación de la regeneración natural en un área con quema prescrita y una sin quema, con el objetivo de determinar el área en la que hay mayor establecimiento de regeneración. Esta información contribuirá a fundamentar la aplicación de las quemas prescritas en los bosques de pino como una herramienta de apoyo en el manejo forestal.

## **Materiales y métodos**

**Área de estudio.** El estudio se llevó a cabo en el Área Natural Protegida Sierra de Quila, el área comprende los municipios de Tecolotlán, Tenamaxtlán y San Martín Hidalgo en el estado de Jalisco, tiene una superficie total de 14,168.9 hectáreas. Presenta diversidad de ecosistemas forestales y regímenes hidrológicos donde se encuentran los bosques templados de encino, pino y pino-encino, entre otros (APFF Sierra de Quila, 2016).

**Selección de sitios de muestreo.** Para seleccionar las áreas donde se llevaría a cabo la evaluación de la regeneración de acuerdo al objetivo, primeramente, se identificaron dos áreas con distinta condición: a) donde se aplicó una quema prescrita en noviembre del año 2017; y b) donde no ocurrió incendio en más de cinco años. Para cada una de ellas se aseguró que presentaran características similares en cuanto a pendiente, densidad, estructura y composición, así como, el tipo de vegetación de pino-encino. En el área donde se aplicó la quema prescrita se ubica en el paraje “Junta de Caminos”, fue llevada a cabo en una superficie total de 10 ha. En esta quema participó personal de la ANP de Sierra de Quila y de INIFAP, el método de quema aplicado fue por fajas con tres antorcheros por línea. La altura de las llamas fue desde 50 cm hasta 10 metros (Figura 1), afectando seriamente a algunos árboles adultos. El comportamiento del fuego durante esta quema fue variado, desde un comportamiento moderado al inicio de la quema, hasta un comportamiento extremo conforme fue avanzando la quema. Las condiciones meteorológicas fueron monitoreadas antes y durante la quema considerando la temperatura, la humedad relativa y el viento (R. Sevilla, Comunicación personal, 19 de julio, 2019). El área donde no ocurrió incendio, se ubica en el ejido El Cobre, es un área donde no han ocurrido incendios desde más de cinco años, y cuenta con abundante combustible muerto de alrededor de 17 cm de profundidad (Figura 2).



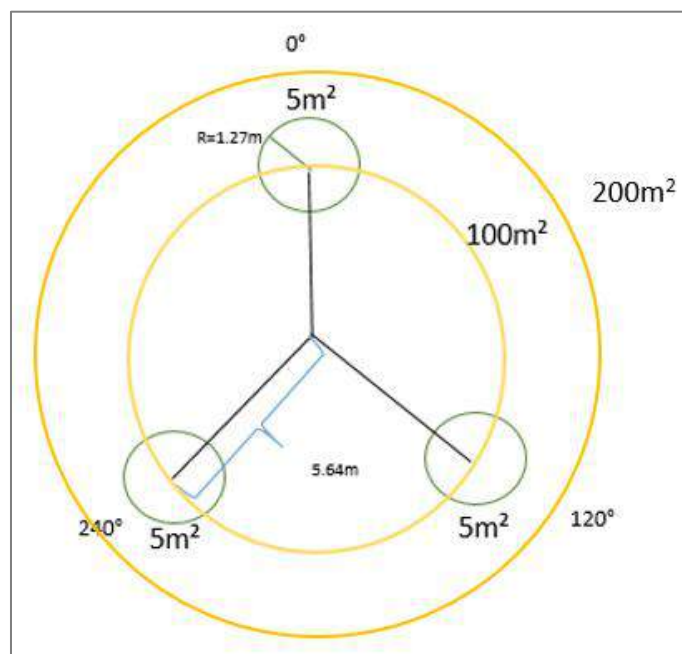
**Figura 1. Altura de escorchado en área con aplicación de quema prescrita.**



**Figura 2. Profundidad del combustible muerto en el área sin incendio.**

**Diseño de muestreo.** La evaluación de la regeneración natural en ambas áreas se realizó en julio del año 2018. En cada una de ellas se establecieron tres sitios de 200 m<sup>2</sup>, donde se evaluó la regeneración en sub sitios con diferentes rangos de altura (Figura 3);

- Tres sub sitios de 5 m<sup>2</sup> con orientación a 0°, 120° y 240° para la regeneración de 0 a 30cm de altura
- Un sub sitio de 100 m<sup>2</sup> para la regeneración de 0.31 a 1m de altura
- Un sub sitio de 200 m<sup>2</sup> para la regeneración de 1.01 a 3m.



**Figura 3. Diseño de muestreo de regeneración natural.**

Se elaboró un formato de campo, en el cual se registraron todos los datos obtenidos en el levantamiento de la información. Posteriormente, dichos datos se revisaron y se ingresaron en un sistema de captura que daba como resultado una base de datos con toda la información registrada. Finalmente, con dicha tabla, se realizó un análisis comparativo de los datos a través de una prueba de “t” de Student para medias de dos muestras emparejadas, considerando los tres rangos de altura de regeneración para las áreas con quema prescrita y sin quema.

## Resultados y discusiones

Los datos obtenidos muestran que el área donde se aplicó la quema prescrita para la regeneración natural con rango de altura de 0 a 30cm se registraron 108,545 individuos ha<sup>-1</sup> y para los de altura de 0.31 a 1 m 400 individuos ha<sup>-1</sup>, mientras que el área sin quema no se registró alguno en ninguno de los rangos de altura antes mencionados. Además, mediante el análisis de la prueba “t” de Student para los individuos de regeneración con altura de 0 a 30cm y de 0.31 a 1 m, los resultados sugieren que hay diferencia significativa en la regeneración del área con quema prescrita en relación al área sin quema (Tabla 1). En los rangos de altura de 1.01 a 3m no se registraron individuos de regeneración en ninguna de las dos áreas, por lo tanto, no se realizó el análisis. Además, con la prueba realizada, para los individuos de regeneración natural con altura de 0 a 30 cm se considera una media de 12,060 individuos ha<sup>-1</sup> con una varianza de 76383647.3, mientras que para la de 0.31 a 1m se considera una media de 33 individuos ha<sup>-1</sup> con una varianza de 2427.49.

**Tabla 1. Resultados de la prueba de “t” de Student por rangos de altura de las áreas estudiadas.**

<i>Rangos de altura</i>	<b>0 a 30cm</b>	<b>0.31 a 1m.</b>
Estadístico t	4.139904612	2.34520788
P(T<=t) una cola	0.001626905	0.019407046
Valor crítico de t (una cola)	1.859548038	1.795884819
P(T<=t) dos colas	0.00325381	0.038814092
Valor crítico de t (dos colas)	2.306004135	2.20098516

La regeneración natural con altura de 1.01 a 3m fue nula para el área donde se aplicó la quema prescrita como para el área sin quema. Esto puede ser que, al aplicar la quema, los individuos son afectados por el fuego.

No se registró regeneración natural de ningún rango de altura en el área sin incendio, esto se debe a la cantidad de combustibles muertos disponibles impidiendo que la regeneración natural reciba la luz, ya que la mayoría de las especies de pino son intolerantes y a cierta apertura del dosel, implica mejores condiciones para la regeneración (Juárez y Rodríguez, 2003). Esto apoya que con la aplicación de quemas prescritas se reduce la cantidad de combustibles disponibles y de hierbas y arbustos permitiendo que la semilla haga contacto con el suelo (Juárez y Rodríguez, 2003) y reciba la luz por la eliminación del mismos permitiendo que crezca.

## Conclusiones

De acuerdo a los resultados del presente estudio, se concluye que si existe diferencia significativa de la regeneración natural entre el área sin quema y el área donde se aplicó la quema prescrita. Encontrando que el área que presenta mayor regeneración natural es el área donde se llevó a cabo la aplicación de la quema prescrita, esto apoya que la aplicación de quemas prescritas favorece el establecimiento de la regeneración natural de pino en el área estudiada. Lo anterior, se debe a que la aplicación de la quema prescrita influye en la reducción de los combustibles muertos lo que favorece a que la regeneración pueda implantarse en el suelo. Además, se elimina el sotobosque lo que permite que la plántula reciba mayor cantidad de luz, lo que le da la posibilidad de crecer.

## Bibliografía

- Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila, 2016. Programa de Manejo del Fuego del Área Natural Protegida Sierra de Quila 2016. 55 p.
- Flores G., J.G y Benavides S., J.D. 1985. Evaluación de dos tipos de quemas controladas en un rodal de *Pinus michoacana*, en Tapalpa, Jalisco.
- Juárez-Martínez, A. y Rodríguez-Trejo D. A., 2003. Efecto de los incendios forestales en la regeneración de *Pinus oocarpa* var. *ochoteranae*. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 9(2): 125-130 p.
- Mysterud, I. and Mysterud, I. 1997. Effects of forest fires. *In*: Bleken, E., Mysterud, I., and Mysterud, I. (eds.). Forest fire and environmental management. Directorate for Fire and Electrical Safety and Department of Biology, University of Oslo. 266 p.
- Sánchez D., M.; Gallegos R., A.; González C., G.A.; Castañeda G., J.C. y Cabrera O., R.G., 2014. Efecto del fuego en la regeneración de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. Vol. 5 Núm. 24. 126- 149 p.
- Spurr H., S. and Barnes, B. V. 1982. Ecología forestal. AGT. México, D. F. 690 p.

## Regeneración natural de pino bajo diferentes niveles de perturbación por incendios forestales

Flores Garnica, José Germán; Flores Rodríguez, Ana Graciela; Lomelí Zavala, Mónica Edith

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Pacífico Centro (CIRPAC), Guadalajara, Jalisco, México.

### RESUMEN

Los ecosistemas forestales están expuestos a factores de perturbación como los incendios, sin embargo, no todos los incendios son iguales, su comportamiento varía debido a diversos factores. De esta forma, diferentes incendios pueden producir diferentes impactos, donde el nivel de severidad condiciona la respuesta que tendrán ante el fuego. Como lo es, la capacidad de regeneración natural que el ecosistema pueda tener ante el fuego. No obstante, poco se ha estudiado al respecto en México, lo que ha limitado las estrategias de restauración después de un incendio forestal. De acuerdo a esto, se realizó un análisis comparativo de la respuesta de la regeneración natural a incendios forestales, considerando: a) diferentes condiciones de severidad del incendio (sin incendio, con incendio moderado, incendio extremo); b) tres regiones de bosques de pino-encino (Sierra de Quilla, el bosque La Primavera y la Sierra de Tapalpa, Jalisco) y c) tres estructuras de regeneración donde se evaluó el número de individuos de regeneración natural en tres rangos de altura (0–30 cm, 0.31–1 m y 1–3 m). Para el análisis comparativo de la regeneración se generaron los ANOVA con base a diseño experimental factorial (2X2: región y severidad), analizando los estratos de regeneración por separado. En los casos que se definió una diferencia significativa, se procedió a realizar la prueba de Tukey. Los resultados sugieren que existe una diferencia significativa entre las condiciones de severidad de los incendios y entre las regiones, para el rango de altura de 0 a 30 cm, apreciándose una mayor regeneración en las áreas con incendios moderados. Esto se remarca, en Tapalpa donde se estiman en promedio 160,000 individuos  $ha^{-1}$ , en áreas con incendio moderado. Por otra parte, con respecto los otros estratos de regeneración (31cm –1 m y 1.1–3 m) no se encontraron diferencias significativas entre las condiciones de severidad del fuego, considerando solo la regeneración de pino. No obstante, al considerar la regeneración de *Quercus sp.*, se observa una diferencia significativa en la presencia de regeneración en el estrato de 1.1-3 m, aunque solo para Tapalpa y en el área sin incendio, en donde se estiman en promedio 433 individuos  $ha^{-1}$ . Se concluye que la ocurrencia de un incendio moderado puede propiciar una mayor incidencia de regeneración natural, lo cual sugiere no implementar estrategias de regeneración inmediata, sin embargo se debe monitorear la evaluación de esta regeneración para verificar su sobrevivencia y adecuada densidad.

**Palabras clave.** Fuego, Incendio Moderado, Incendio Extremo, Severidad, Sin incendio.

### INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales, son factores de perturbación a los cuales están expuestos los ecosistemas forestales año tras año en todo México afectando, en muchos casos, grandes extensiones de ecosistemas (Gómez *et al.*, 2013; Jardel *et al.*, 2006). Lo que genera daños

tangibles y económicos como pérdida de recursos maderables, así como daños intangibles (Rodríguez *et al.*, 2012) como la generación de emisiones de diversos gases, considerados como de efecto invernadero y la liberación del carbono almacenado en los combustibles forestales (Martínez *et al.*, 2014). Estas emisiones de gases, a su vez, tienen un impacto en el ambiente por ejemplo, propiciando el clima extremo y sequías más frecuentes, lo cual afecta los regímenes del fuego mismos que están basados en la frecuencia y la intensidad de los incendios forestales (FAO, 2006).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que no todos los incendios forestales son iguales y que no todos los ecosistemas responden de la misma manera ante el efecto de los incendios forestales. Para las especies dependientes del fuego, el fuego es una alternativa que garantiza su permanencia (Flores y Benavides, 1994; Boerner, 1982; De Bano y Conrad, 1978). Desde esta perspectiva, el fuego tiene un papel importante en la dinámica de casi todos los ecosistemas de bosques y pastizales, ya que actúa como un factor que reinicia el ciclo de sucesión ecológica (Fitch, 2006; Jardel *et al.*, 2006). No obstante, esta dependencia también está relacionada con la severidad y frecuencia de los incendios (Alexander, 1982;), las cuales condicionan los procesos y la temporalidad de la recuperación de los ecosistemas perturbados por el fuego (Syphard *et al.*, 2006; Varner *et al.*, 2005). Así mismo, se debe considerar que existe una relación entre la severidad y la cantidad de materia orgánica (combustible) que se consume, lo que a su vez, puede definir la capacidad de recuperación del ecosistema (Montorio *et al.*, 2014). Es decir, una alta severidad está asociada a niveles bajos de recuperación de la vegetación y por lo tanto a factores de degradación como altas tasas de erosión y alteraciones en la respuesta hidrológica del suelo (Neris *et al.*, 2015).

Desde esta perspectiva, se considera que el fuego puede ser benéfico para el ecosistema (Juárez y Rodríguez, 2004), ya que tiene influencia en el desarrollo biológico, reproductivo y de composición estructural de la vegetación dentro de ecosistemas adaptados al fuego (Márquez *et al.*, 2005). Además que, aunque los combustibles forestales protegen el suelo (Flores, 1996), es esencial que la capa que cubre el piso forestal se reduzca para que permita que las semillas estén en contacto directo con el suelo y pueda darse la regeneración de la vegetación (Flores y Moreno, 2005; Márquez *et al.*, 2005). De esta manera, con base en la dualidad que puede tener el efecto del fuego en los ecosistemas forestales, es importante comprender bajo qué condiciones el fuego podría tener efectos positivos dentro de la dinámica de los ecosistemas, para apoyar los objetivos de manejo del fuego y las estrategias de restauración de ecosistemas afectados por los incendios forestales (Jardel *et al.*, 2009; Sheuyange *et al.*, 2005; Anaya, 1989).

De esta manera, los objetivos planteados en este trabajo se basan en la hipótesis de que existe mayor regeneración en áreas con perturbación moderada por incendios forestales, por lo cual se tiene como objetivo principal determinar la relación que existe entre diversas severidades de incendios forestales con respecto a la regeneración natural de Pino en ecosistemas de bosque de Pino-Encino.

## **ANTECEDENTES**

Actualmente existe poca documentación que relacione la severidad y la regeneración natural en México y mucho menos para los ecosistemas forestales del estado de Jalisco, donde año

con año se presentan incendios forestales que causan un impacto en los ecosistemas y en los cuales es importante poner atención para comprender mejor la dinámica entre el fuego y la recuperación de los ecosistemas y de esta manera planear y dirigir las acciones de restauración después de la ocurrencia de incendios forestales, tomando en cuenta variables de suelo, clima y manejo.

**Impacto del fuego en la regeneración.** La presencia del fuego genera tanto impactos positivos como impactos negativos sobre los ecosistemas forestales. Por ejemplo, el fuego puede causar la muerte de los árboles y eliminar la cubierta vegetal del suelo facilitando la erosión en lugares con pendiente. Pero por otro lado, algunas especies se pueden ver favorecidas por la apertura del dosel, debido a la muerte de los árboles y arbustos, la cual deja entrar la luz y propicia la presencia de especies intolerantes a la sombra (Juárez y Rodríguez 2004) o la pérdida de la capa de materia orgánica que cubría el suelo, propiciando a la regeneración natural de las semillas que ahora pueden estar en contacto con el suelo (Márquez *et al.*, 2005); además, el fuego, en algunas especies de pinos provoca la termodehiscencia de las piñas lo cual provoca la liberación de las semillas y por lo tanto la regeneración natural de esta especie (Vega, 2003). Sin embargo, la incorporación de la regeneración por medio de semilla en un bosque afectado por el fuego es un proceso complejo y depende de una gran variedad de factores poco estudiados (Vega, 2003). No obstante, se tienen varias evidencias de que el fuego puede propiciar una abundante regeneración natural, específicamente en ecosistemas de coníferas, donde se ha observado que en las áreas incendiadas se presenta mayor regeneración que en las no incendiadas (Juárez y Rodríguez, 2004) aunque frecuentemente el periodo de establecimiento puede ser prolongado (Shatford *et al.*, 2007). Un ejemplo de esto, en ecosistemas mexicanos, es el parque ecológico de Chipinque (Nuevo Leon), en donde se ha observado una cobertura del 100 % y una sobreposición de copas en bosques de encino y pino después de 12 años de la ocurrencia de un incendio (Alanís *et al.*, 2011). Por su parte en el estado de Jalisco, específicamente en el Bosque de la Primavera, áreas afectadas por incendios después de 5 años presentan una exitosa regeneración de *Pinus oocarpa*, especie que muestra adaptaciones al impacto frecuente del fuego (Sanchez *et al.*, 2014).

## **METODOLOGÍA**

**Definición de área de muestreo**-En este proyecto se evaluó la relación que existe entre la ocurrencia de incendios forestales y sus diversas severidades, con respecto a la regeneración natural de pino. Para esto, primeramente se definieron áreas de trabajo contemplando similitudes en los ecosistemas, tomando en cuenta aspectos como: vegetación, composición, clima y condiciones de perturbación. Determinando así tres regiones de trabajo: Bosque de la Primavera, Sierra de Quila y Tapalpa. Esto debido a que son sitios donde se presentan ecosistemas de Bosque de Pino-Encino que han sido afectados por incendios forestales con anterioridad.



Una vez determinadas las regiones de trabajo en el estado de Jalisco, se georreferenciaron los incendios forestales ocurridos y se clasificarán por año de ocurrencia, basado en información proporcionada tanto por los encargados de las áreas de trabajo como con las bases de datos de incendios forestales de la Comisión Nacional Forestal.

**Diseño de muestreo-** El trabajo se basó en un diseño experimental factorial el cual se compone en dos factores 1) Regiones (Bosque de la Primavera, Sierra de Quila y Tapalpa) 2) Condiciones (sin incendio, con incendio moderado y con incendio extremo). Para determinar la condición o severidad de los incendios se evaluaron las áreas de muestreo mediante recorridos en campo por las áreas forestales y la observación directa de las condiciones de la vegetación local, tomado un registro fotográfico del mismo. Una vez ubicadas estas condiciones, se seleccionaron sitios de muestreo, estos sitios se ubicaron de manera aleatoria para evitar el sesgo en las muestras y se realizaron tres sitios por condición, esto para soportar el análisis estadístico.

Posteriormente, en cada sitio se realizó el inventario tanto del arbolado como de la regeneración y los combustibles forestales y del suelo; para esto se utilizó un diseño de muestreo circular de 400m<sup>2</sup>, en el cual se midió el arbolado adulto ( $DN \geq 7.5\text{cm}$ ). Dentro de cada sitio de muestreo, se ubicaron círculos concéntricos más pequeños en donde se contabilizó y midió la regeneración, dependiendo a diferentes categorías de altura. Para esto se avaluó en el área de 200 m<sup>2</sup> la regeneración de 1.1m a 3m, en el área de 100 m<sup>2</sup> la regeneración de 31cm a 1m y finalmente, para la regeneración menor a 30 cm. se establecieron tres sub-sitios de 5 m<sup>2</sup>.

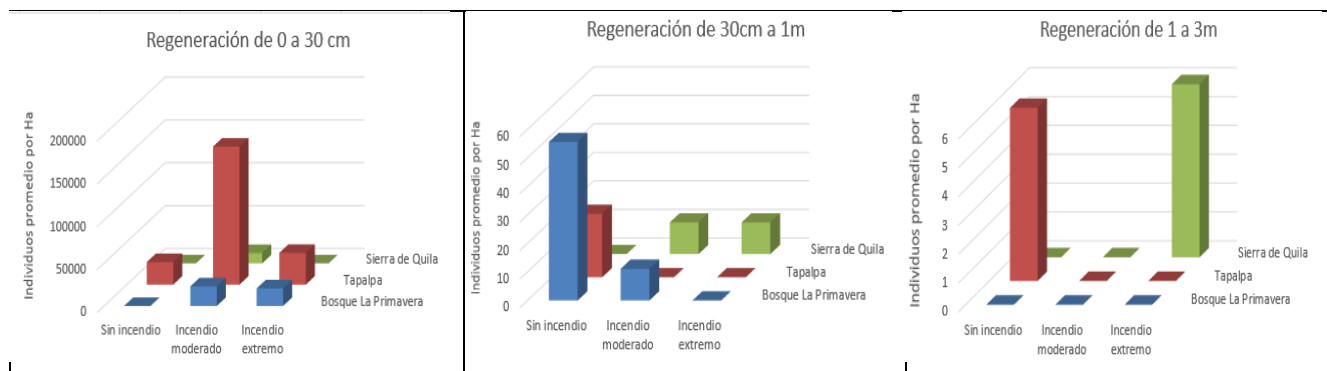
**Integración y procesamiento de datos-**Una vez tomada la información en campo, ésta se estructuró en una base de datos de manera organizada y sistemática para facilitar su análisis comparativo de la regeneración natural en diferentes condiciones de severidad de incendios forestales, lo cual se realizó por medio de un análisis de varianza para saber si la presencia de la regeneración natural es significativa dependiendo de la condición de afectación por incendios forestales. En los casos que se definió una diferencia significativa, se procedió a realizar la prueba de Tukey. Estos análisis estadísticos se llevaron a cabo con el programa InfoStat, mismo que se utilizó para graficar los resultados.

## **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

Los resultados mostraron un mayor número de regeneración natural de individuos pequeños de pino (0 a 30 cm) en comparación con la regeneración de alturas mayores. Registrando un mayor número de individuos para la región de Tapalpa en donde para las tres condiciones (sin incendios, incendio moderado e incendios extremo) se registraron individuos, siendo en la condición de incendio moderado el registro máximo de alrededor de 160,000 individuos en promedio por ha<sup>-1</sup>. En cuanto a esta regeneración para el bosque La Primavera se registraron 22,806 individuos en promedio para el área de incendio moderado y 20,393 individuos para el área de incendio extremo, no encontrando registro de individuos para el área sin incendio. Por su parte en Sierra de Quila no se encontró regeneración, ni en el área sin incendio ni en el área de incendio extremo y solamente se registraron en promedio un aproximado de 12,061 individuos por ha<sup>-1</sup> (Figura 1).

Con respecto a los individuos de regeneración de pino, medianos (de 31cm a 1m), la presencia no fue tan abundante, encontrándose un máximo en promedio de 56 individuos por Ha<sup>-1</sup> correspondientes al área sin incendios en el bosque La Primavera. (Figura 1).

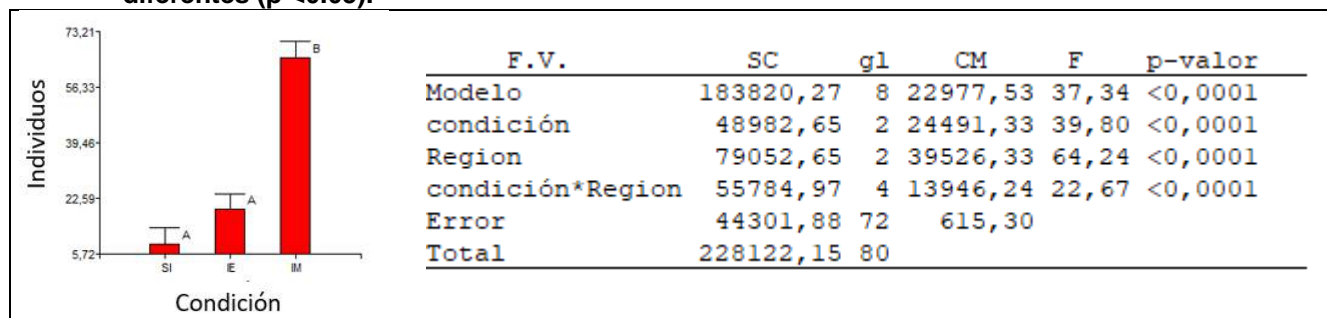
Por su parte la regeneración de pino más alta (de 1.1 m a 3m), fue la más escasas en todas las regiones y en todas las canciones, reportaron un máximo de 6 individuos en promedio por ha solo para el área sin incendios de Tapalpa y el área de incendios extremo en sierra de Quila. (Figura 1).



**Figura 1 Graficas comparativas de número de individuos de las tres alturas de regeneración de pino en las tres regiones diferentes y bajo las tres condiciones de impacto por el fuego.**

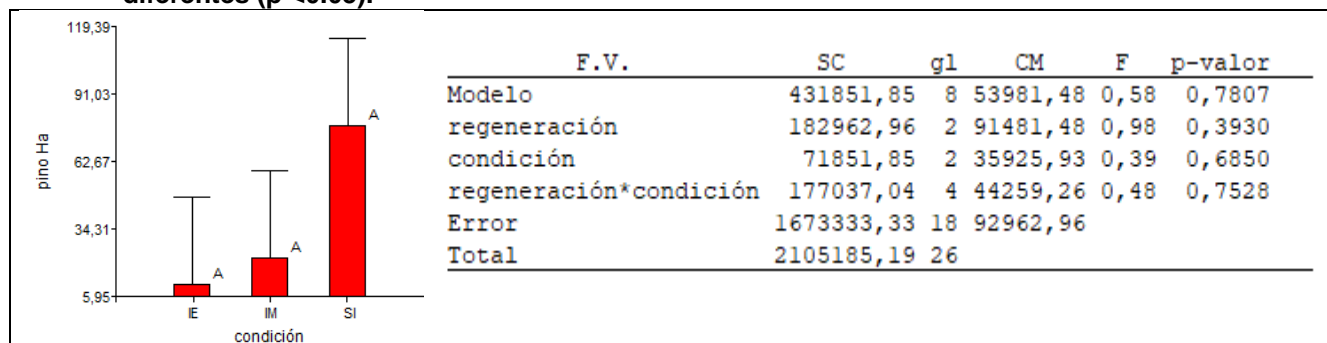
En cuanto al análisis estadístico, los resultados sugieren que existe una diferencia significativa entre las condiciones de severidad de los incendios y entre las regiones de muestreo. Esta diferencia significativa es alta, mostrando el valor de “p” por debajo del 0.0001, lo que indica un grado muy bajo de error. Sin embargo esta diferencia solamente se obtuvo para la regeneración de pino en el rango de altura de 0 a 30 cm, apreciándose una mayor regeneración en las áreas con incendio moderado especialmente en la región de Tapalpa (Tabla 1).

**Tabla 1. Análisis estadístico de la regeneración natural de pino con alturas de 0 a 30 cm, en las tres diferentes regiones y en las tres diferentes conducidos de severidad donde SI= sin incendio, IE= incendio extremo y IM= incendio moderado. Medias con letra diferente son significativamente diferentes (p <0.05).**



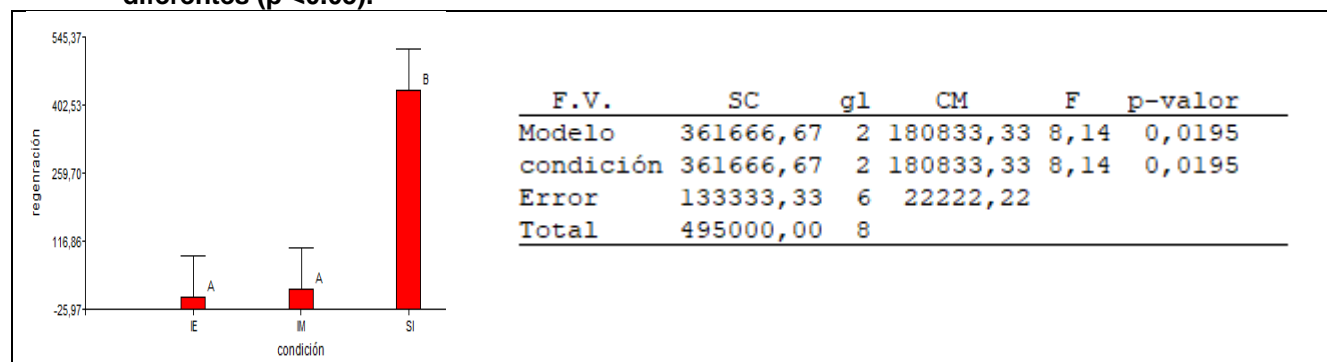
Con respecto a la regeneración de pino con alturas de 31cm a 1m no se encontraron diferencias significativas entre las condiciones de severidad del fuego, ni entre las regiones de estudio, considerando solo la regeneración de pino, ni tampoco considerando la regeneración de *Quercus sp.* Mostrando el valor de “p” por arriba del 0.05, lo que indica un grado muy alto de error. (Tabla 2).

**Tabla 2. Análisis estadístico de la regeneración natural de pino con alturas de 31cm a 1m, en las tres diferentes regiones y en las tres diferentes conducidos de severidad donde SI= sin incendio, IE= incendio extremo y IM= incendio moderado. Medias con letra diferente son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).**



Finalmente, en cuanto a la regeneración con alturas de 1.1m a 3m no se encontraron diferencias significativas entre las condiciones de severidad del fuego, considerando solo la regeneración de pino, la cual fue muy escasa (Figura 1). No obstante, al considerar también la regeneración de *Quercus sp.*, se observa una diferencia significativa en la presencia de regeneración en el estrato de 1.1m a 3 m, aunque solo para la región de Tapalpa y en el área sin incendio, en donde se estiman en promedio 433 individuos  $ha^{-1}$ . Mostrando el valor de “p” por debajo del 0.05, lo que indica un grado aceptable de error. (Tabla 3).

**Tabla 3. Análisis estadístico de la regeneración natural de pino y encino con alturas de 1.1m a 3m para la región de Tapalpa, en las tres diferentes conducidos de severidad donde SI= sin incendio, IE= incendio extremo y IM= incendio moderado. Medias con letra diferente son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).**



Como se mencionó anteriormente, en cuanto a la regeneración pequeña (de 0 a 30 cm) se apreció una alta tasa de individuos en áreas con afectación moderada de incendios forestales, lo cual también es observado por Juárez y Rodríguez 2004 quienes determinan en áreas incendiadas mayor regeneración de pino que en las no incendiadas. Esto puede estar relacionado a factores como la disminución considerable de la capa de hojarasca y fermentación acumulada en el suelo forestal. Esta cobertura del suelo fue muy evidente en la región de Sierra que Quila en donde la capa de hojarasca y fermentación en las áreas no afectadas por incendios forestales superaban en algunas zonas los 30 cm de profundidad y en donde no se registró ningún individuo de regeneración de ningún rango de alturas. Mientras que en las áreas donde se presentó un incendio moderado la capa de hojarasca no superaba

los 5 cm, lo que permitía que la regeneración lograra anclarse al suelo y germinar (Figura 2) presentando alrededor de 12,000 individuos de pino de 0 a 30 cm y 100 individuos de pino de 31cm a 1m. Esta relación de la cobertura de suelo (Capa de hojarasca y fermentación), con la regeneración natural de pino después de incendios forestales se ha visto en especies como *Pinus pinaster* Ait., relacionada a la densidad inicial y a supervivencia de la regeneración, aunado con otros factores como la pedregosidad del terreno y la erosión (Madriral *et.al.* 2005:



**Figura 2. Profundidad de capa de cobertura de suelo en Sierra de Quila. Izquierda área sin incendio. Derecha área con incendios moderado, en donde se puede apreciar un brote joven de pino.**

Por otra parte es muy notoria la diferencia entre el establecimiento de la regeneración pequeñas (0 a 3 cm) la cual fue muy abundante en comparación al estableciendo de la regeneración mediana o grande (de 31cm a 1m y de 1.1 a 3m) esto puede ser debido al factor de la frecuencia de los incendios, ya que si en un lugar en el cual se presentó un incendio moderado y se dio la regeneración natural pero en el transcurso de un par de años se presenta en el mismo lugar otro incendio, este acabará con la regeneración que se había establecido previamente, propiciando probablemente que se de origen a nuevos brotes, pero eliminado a las pequeñas plántulas establecidas con anterioridad, lo cual no permite que se dé una continuidad al ciclo de crecimiento del bosque.

## **CONCLUSIONES**

Los resultados sugieren que si existe una diferencia entre la regeneración natural y los impactos de los incendios forestales, o la ausencia de estos. En donde se puede apreciar que la ocurrencia de un incendio moderado puede propiciar una mayor incidencia de regeneración natural, lo cual sugiere no implementar estrategias de regeneración inmediata, sin embargo se debe monitorear la evaluación de esta regeneración para verificar su sobrevivencia y adecuada densidad.

Bajo estos resultados, se puede considerar a las quemadas prescritas como un tratamiento silvícola para favorecer la regeneración natural en bosques de pino- encino, debido a la escasa

regeneración que se observó en las áreas sin incendios forestales. Sin embargo para la aplicación de esta herramienta, con huso del fuego, es recomendable realizar estudios específicos del área, así como incluir consideraciones de las condiciones ambientales del lugar, para evitar los efectos negativos del fuego.

Debido a que no se cuenta con evidencia de la estructura y composición del área de estudio antes de los incendios forestales, no se puede decir que la regeneración media y alta (de 31cm a 1m y de 1.1 m a 3m) son producto de estos incendios o de otros, por lo cual su ocurrencia no se puede atribuir enteramente a esta situación, sin embargo se podría pensar que estos incendios afectaron a la regeneración previamente establecida debido a la baja existencia de regeneración de estas alturas. Por lo cual es importante en trabajos posteriores analizar el factor de la frecuencia de los incendios y su impacto en la sobrevivencia de la regeneración natural.

## Referencias

- Alanís R., E.; Jimenez P., J.; Valdecantos D., A.; Pando M., M.; Aguirre C., O. y Treviño G., E. J. (2011). Caracterización de regeneración leñosa post-incendio de un ecosistema templado del parque ecológico Chipinque, México. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17(1): 31-39.
- Alexander, M. E. (1982). Calculating and Interpreting Forest Fires Intensities. *Canadian Journal of Botany*, 60, 349-357. <https://doi.org/10.1139/b82-048>
- Anaya Corona M. 1989. El fuego en la regeneración natural del bosque de pino-quercus en la Sierra de Manantlán, Jalisco. Tesis profesional Universidad de Guadalajara facultad de agronomía. 78p.
- Boerner, R. (1982). Fire and Nutrient Cycling in Temperate Ecosystems. *BioScience*, 32, 187-192. <https://doi.org/10.2307/1308941>
- DeBano, L. F., & Conrad, C. E. (1978). The Effect of Fire on Nutrients in a Chaparral Ecosystem. *Ecology*, 59, 489-497. <https://doi.org/10.2307/1936579>.
- FAO. 2006. *Fire management: voluntary guidelines. Principles and strategic actions*. Fire Management Working Paper 17. Rome (also available at [www.fao.org/forestry/site/35853/en](http://www.fao.org/forestry/site/35853/en)).
- Flores G., J. G. (1996). Aplicación de sensores remotos y sistemas de información geográfica para el mapeo de riesgo de incendios forestales. INIFAP, SAGAR. Campo Experimental Colomos. Folleto Informativo Núm. 1. Guadalajara, Jal., México. 16 p.
- Flores G., J. G., & Benavides S., J. de D. (1994). Efecto de las quemas prescritas sobre algunas características del suelo en un rodal de pino. *Revista Terra*, 12, 393-400.
- Flores G., J. G. y Moreno G., D.A., Modelaje espacial de la influencia de combustibles forestales sobre la regeneración natural de un bosque perturbado. *Agrociencia*, mayo-junio 2005. Volumen 39, número (3), 339- 349p.
- Fitch, H. S. (2006). Ecological Succession on a Natural Area in Northeastern Kansas from 1948 to 2006. *Herpetological Conservation and Biology*, 1, 1-5.
- Gómez M. L.; Flores G. J.; Centeno E. L.; Guerra de la Cruz. V.; Xelhuantzi C. J.; Chávez D. A. y Cerano P. J. (2013). Sitios Permanentes de Investigación en Incendios Forestales (Guía Técnica para la Evaluación y Monitoreo) .Núm.1. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, México .100 p.

- Jardel P., E.J.; Ramírez V., R.; Castillo N., F.; García R., S.; Balcázar M., O. E.; Chacón M., J. C. y Morfín R., J. E. (2006) Manejo del fuego y restauración de bosques en la reserva de la biosfera sierra de Manantlán, México, PUBLICADO EN: Flores-Garnica, J.G. y D.A. Rodríguez-Trejo (Eds.). *Incendios Forestales*. Mundi Prensa-CONAFOR. México D.F. y Madrid Pp. 214-242.
- Juárez M, A. y Rodríguez T., D.A. (2004). Efecto de los incendios forestales en la regeneración de *Pinus oocarpa* var. *ochoterenae*. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 9(2): 125-130.
- Madrigal, J.; Hernando, C.; Martínez, E.; Guijarro, M. y Díez, C. 2005. Regeneración pos-incendio de *Pinus pinaster* Ait. En la Sierra Guaderrama (Sistema central, España): modelos descriptivos de Iso facotres influyentes en la densidad inicial y la supervivencia. Invest Agrar: Sist Recur For 14(1). 36-51p
- Márquez L., M. A., Jurado, E. y López G., C. (2005). Efecto del fuego en el establecimiento de *Arctostaphylos pungens* Hbk., en ecosistemas templados semihúmedos de Durango, México. Madera y Bosques, 11(2): 35-48.
- Martínez G., G.; Orozco H., M. E.; Ordóñez D., J.A.B. y Camacho S., J.M. (2014) Régimen y distribución de los incendios forestales en el Estado de México (2000-2011). Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 6(29): 92-107.
- Montorio LL., R.; Pérez C., F.; García M., A.; Vlassova, L. y De la Riva F., J. (2014). La severidad del fuego: revisión de conceptos, métodos y efectos ambientales, Geología cambio ambiental y paisaje: homenaje al profesor José María García Ruiz. 427- 440.
- Neris J.; Santamarta, J.C.; Doerr S.H.; Prieto, F.; Aguallo P., J. y García V., P. (2016). Post-fire soil hydrology, water erosion and restoration strategies in Andosols: a review of evidence from the Canary Islands (Spain). Forest 9: 583-59210. – doi: 10.3832/for1605-008 [online 2016-03-17.
- Rodríguez S., F.; Molina M., J.R.; y Castillo S., M. (2012). Aproximación metodológica para la evaluación del impacto ecológico de los incendios forestales, mediante el uso de teledetección especial, aplicación mediante el uso de imágenes Modis. Memorias del Cuarto Simposio Internacional Políticas, Planificación y Economía de los Incendios Forestales. General technical report PSW-GTR-245. 305-319.
- Shatford, J., P., A.; Hibbs, D., E.; Puettman, K., J. (2007). Conifer Regeneration after Forest Fire in the Klamath-Siskiyou: How Much, How Soon?, Journal of Forestry April/May. 139-146.
- Sheuyange, A., Oba, G., & Weladji, R. B. (2005). Effects of Anthropogenic Fire History on Savanna Vegetation in Northeastern Namibia. Journal of Environmental Management, 75, 189-198. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.11.004>
- Vega H., J.A. (2003). Regeneración del género *Pinus* tras incendios. Actas de la III Reunión sobre regeneración natural IV reunión sobre ordenación de montes Cuad. Soc. Esp. Cien. For. 15:59-68.
- Sánchez D., M.; Gallegos R., Ag.; González C., G.A.; Castañeda G., J. C. y Cabrera O., R. G. Efecto del fuego en la regeneración de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, vol. 5, núm. 24, julio-agosto, 2014, pp. 126-143

Alejandro Meléndez Herrada, M. en C. La Importancia de la Avifauna como Recurso Turístico en México. Depto. El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Ciudad de México, México. meha1789@correo.xoc.uam.mx

## Resumen

México posee un gran capital avifaunístico que está ampliamente difundido en el ecoturismo. La observación de aves para el aviturismo ha prosperado ampliamente en las últimas décadas y se prevé que forme parte importante de la oferta turística nacional. El objetivo de este artículo es mostrar la importancia de las aves en el sector turístico y la complejidad operativa en que está inmerso. Se siguió una búsqueda de la bibliografía disponible en el ámbito nacional e internacional, con particular énfasis a México y se integraron experiencias del autor. Las aves sobresalen en el ecoturismo por ser relativamente fáciles de ver, su variedad y carisma. Los observadores de aves pasan a ser avituristas cuando se integran al fenómeno del turismo, principalmente al viajar fuera de su localidad habitual, y pueden ser diferenciados por la dedicación que le impriman a esta actividad, lo que contribuye a estimar la derrama económica que generen en las comunidades y la conservación en las localidades visitadas. Es complicada la estimación del impacto económico del aviturismo a nivel nacional, por la multiplicidad de variables a considerar; no obstante, aunque la estimación sea conservadora, se espera mejore por la atracción de más avituristas extranjeros y la mayor difusión de esta actividad en el mercado doméstico. Para contender con este auge, el país y localidades específicas deberán prepararse por medio de la capacitación y la expectativa hacia la certificación para ofrecer un servicio de calidad. Por estas razones, se hace necesario conformar una estrategia nacional de aviturismo.

**Palabras clave:** Aves, Aviturismo, Ecoturismo, Estrategia, México, Observación de Aves.

## Introducción

Para comprender la importancia de la avifauna como recurso turístico, es necesario ubicarla dentro del contexto del turismo a nivel internacional. El turismo es la actividad económica que más ha prosperado, aún con la crisis mundial. Como parte de él, el ecoturismo es la actividad que se ha más difundido y, dentro de él, el aviturismo es la actividad que más ha progresado.

El turismo genera divisas que compiten o superan a la industria automotriz y de alimentos a nivel mundial (WTO 2019a). En México, el turismo aporta al Producto Interno Bruto nacional alrededor del 8.7%, genera 9 millones de empleos directos e indirectos y es ubicado como uno de los 10 países con mayor número de turistas internacionales, al recibir a más de 35 millones tan sólo en 2016 (Sectur 2017).

Según la WTO (Organización Mundial del Turismo, por sus siglas en inglés, también referida como UNWTO, 2019b), “el turismo es un fenómeno social, cultural y económico que implica el movimiento de las personas a otros países o lugares fuera de su entorno usual con

propósitos personales o profesionales”. El interés por el turismo se deriva de la versatilidad de las modalidades en que se manifiesta, adquiriendo particular relevancia las actividades en contacto con la naturaleza, donde el ecoturismo ha tenido auge y desencadenado una perspectiva de recreación ampliamente aceptada. De acuerdo a esta misma organización (WTO 2019c), se pueden considerar 11 tipos de turismo, donde el ecoturismo es una de ellas. Derivado de este último, el aviturismo se ha perfilado como una actividad muy difundida y aceptada internacionalmente.

En este artículo se adoptará la palabra “aviturismo”, como una modalidad del ecoturismo basada en la observación de aves que, como actividad recreativa, contribuye a la economía de las comunidades y a la conservación de la naturaleza.

La fauna ha sido, desde el origen del turismo, un atractivo que ha cautivado a los viajeros. No obstante, no toda la fauna es fácil de ver o que interese a los turistas. Pero es factible ubicar la avifauna (fauna compuesta por el grupo de las aves silvestres) como un atractivo por muchas de sus cualidades que le favorece, como ser relativamente fáciles de ver, carisma y variedad. Con base en Navarro et al. (2013), en el mundo existen alrededor de 10,500 especies, mientras que para México se consideran entre 1,123 a 1,150, dependiendo de la actualidad de la fuente de información, nuevas distribuciones de las especies y cambios taxonómicos. Este número de especies supera a las reconocidas para Estados Unidos de América y Canadá juntos. Los autores ubican a México en octavo lugar en diversidad de aves y cuarto en endemismos a nivel mundial. Particularmente, el 77% se reproduce en México y entre 194 y 212 son endémicas, es decir, que sólo existen en el país, y a que una de cada tres del total de especies está en alguna categoría de riesgo. Regionalmente, es hacia la vertiente del Golfo y la Península de Yucatán donde concurren la mayor cantidad de especies y hacia el Pacífico (incluyendo al Eje Neovolcánico Transversal) la mayor cantidad de endemismos. Estos autores también mencionan que 843 (74%) del total de especies son propias de los ambientes terrestres, 280 (24%) a los acuáticos y el resto (18=2%) acuático-terrestres. Así mismo, se pueden presentar variaciones tanto regionales y locales como temporales. Indudablemente, estos datos adquieren gran relevancia si se interpretan bajo una perspectiva de atractivo turístico a nivel internacional y nacional, pero considerando su conservación.

De esta manera, México es un país con una amplia variedad de especies y con un número considerable de aves residentes, endémicas y migratorias; así como diurnas y nocturnas, y terrestres o acuáticas. Todas ellas con posibilidades de estar presentes en mayor o menor medida en los viajes que los turistas lleven a cabo.

Como tema de interés, sobre la observación de aves y el aviturismo, se ha generado información variada a escala nacional, regional y local. Los aportes de Gómez de Silva y Alvarado (2010) y Cantú et al. (2011) son dos fuentes básicas en este contexto.

Por tales motivos, las aves forman parte de los atractivos naturales más importantes de México y la observación de aves se está convirtiendo en una actividad económica con beneficios a las comunidades y la conservación del ambiente. Bajo este panorama, el objetivo de este artículo es mostrar la importancia de las aves en el sector turístico y la complejidad operativa en la que está inmersa.



## Métodos

Con la finalidad de proporcionar un panorama del aviturismo, se entabló una búsqueda de la bibliografía disponible en el ámbito nacional e internacional, que proporcionara información histórica, sobre sus características e importancia, y con particular énfasis a México. Algunas referencias son consideradas vitales como las de Ceballos-Lascuráin (1998), Greenfield et al. (2006), Gómez de Silva y Alvarado (2010), Cantú et al. (2011) y BirdLife International (2015), entre otras. Adicionalmente, se integraron experiencias del autor de esta contribución.

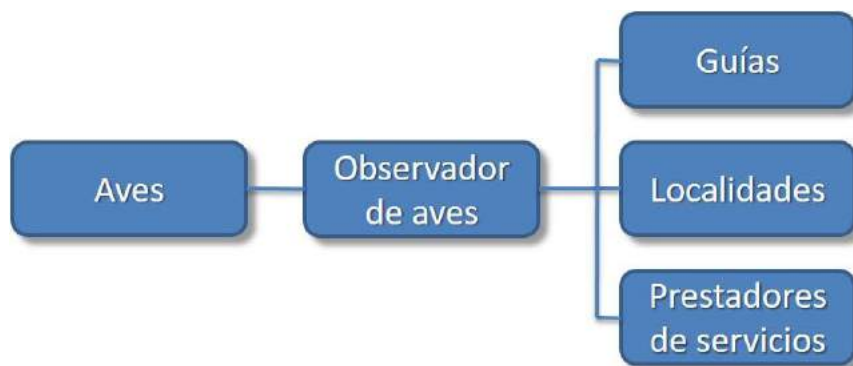
## Resultados y Discusión

Para comprender cómo el aviturismo se ha convertido en una actividad de interés internacional, es pertinente adentrarse en la definición de ecoturismo. Ceballos-Lascuráin (1998) definió al ecoturismo como “Viajes ambientalmente responsables a las aéreas naturales, con el fin de disfrutar y apreciar la naturaleza (y cualquier elemento cultural, tanto pasado como presente), que promueva la conservación, produzca un bajo impacto de los visitantes y proporcione la activa participación socioeconómica de la población local”. Esta definición fue adoptada por la IUCN y está ampliamente difundida a nivel mundial; no obstante, muchas de las actividades ecoturísticas se llevan a cabo en áreas que ya no son tan “naturales” pero que brindan una experiencia satisfactoria al turista, por lo que podría tomarse como actividades que se llevan a cabo en áreas “silvestres”, lo que abarcaría tanto naturales como aquellas con algún grado de modificación ambiental reciente o histórica (observación del autor).

De acuerdo con Ceballos-Lascuráin (1998), en el turismo se pueden diferenciar tres tipos de atractivos: focales, aquellos que son los de interés principal; complementarios, aquellos que no necesariamente son el centro de atracción pero que enriquecen la experiencia; y los elementos de apoyo (centros de visitantes, senderos, restaurantes, estacionamientos, etc.). La atención apropiada a estos componentes tiene repercusión en la satisfacción del visitante; es decir, cuando se trabaja en el turismo, se trabaja con la satisfacción del cliente o visitante. Bajo este panorama, al tomar a las aves como atractivo focal o complementario, también se deben considerar los requerimientos de los turistas, los prestadores del servicio y la oferta de actividades particulares.

Como parte del ecoturismo, el aviturismo lo llevan a cabo personas responsables de su presencia y prevén que sus actitudes pudieran afectar a las aves y su hábitat. Los avituristas suelen diferenciarse en aquellos con poca experiencia (casuales o novatos) que pueden estar satisfechos con aves llamativas y fáciles de ver, mientras que los avituristas con experiencia dan preferencia a las aves endémicas, raras o difíciles de observar.

En el aviturismo convergen elementos básicos, cada uno con sus propias características, pero vinculados estrechamente, las que pueden ser desglosadas más finamente si su comprensión así lo ameritara (**figura 1**).



**Figura 1.** Elementos básicos en el aviturismo, cada uno con sus características propias.

De acuerdo con Gómez de Silva y Alvarado (2010) “un observador de aves es una persona que dedica tiempo a observar aves en el medio natural, principalmente con fines recreativos”. No obstante, un investigador o académico interesado en aspectos ornitológicos, también observa aves, pero, principalmente con fines técnicos o científicos. Estos especialistas han contribuido a generar y difundir información que también ha interesado a personas no especialistas. Estos autores consideran dos tipos de observadores de aves: “los que cuentan con una guía de identificación de especies (observadores comprometidos) y los que no (observadores no comprometidos)”. En este sentido, Greenfield et al. (2006) diferencian a los avituristas en: muy exigentes, medianamente exigentes, y suaves (**tabla 1**).

Greenfield et al. (2006) también hacen referencia a otros términos relacionados. “Avitour”, sugieren que es una actividad turística planeada para observar aves, que no es rígida y puede estar envuelta en situaciones cambiantes de las aves y el sitio a visitar, donde la presencia de un guía es factor para una experiencia más exitosa. Otro término es “aviafición”, de la que sugieren es llevada a cabo por personas aficionadas, dedicadas y hasta obsesionadas por la observación de aves.

De esta manera, es posible percibir una diferencia entre el observador de aves en su tránsito a ser aviturista. Si bien comparten el mismo interés por las aves, el observador de aves se desenvuelve en su localidad o proximidades con interés avifaunístico, mientras que el aviturista es aquel que se integra al fenómeno del turismo en su deseo de observar aves; en general, como el visitar lugares fuera de su localidad y permanecer ahí al menos una noche y menos de un año, como es enmarcado para el turista en los “términos genéricos” para el turismo según Sectur (2017). Aunque puede existir una delgada línea que eventualmente los diferencie, considerarlos así puede mostrar con mayor claridad los beneficios en las comunidades y el involucramiento de personas en acciones de conservación, entre otros contextos. El observador de aves, entonces, puede ser un aviturista (observación del autor).

**Tabla 1.** Tipificación y caracterización del aviturista, con base en Greenfield et al. (2006).

AVITURISTA		
TIPIFICACIÓN	CARACTERIZACIÓN	
<b>Muy exigentes (Hard Core)</b>	Profesionales	Grupo con mucha influencia en el mercado del aviturismo como ornitólogos, ecólogos, guías y fotógrafos profesionales
	Dedicados o intensos  Se pueden dividir en: Con presupuesto Más capacitados De paquetes	Grupo de aficionados que consideran en sus viajes la observación de aves, incluyendo viaje de negocios y eventos especializados (simposia, congresos y similares).
<b>Medianamente exigentes</b>	Más intenso	Organiza sus viajes con base en las aves o cuando existe la oportunidad participa en otras actividades turísticas, no es muy obsesionado si demanda mucho esfuerzo.
	Moderado	Observa aves durante sus viajes con compañías muy o medianamente reconocidas. Además, busca otros aspectos de la naturaleza y cultura en sus visitas.
	Menos intenso	Aunque se interesa en las aves y las puede incluir en sus viajes, generalmente no es la única razón para seleccionar un destino para visitar
<b>Suaves</b>		Persona que viaja sin tomar en cuenta a las aves, pero tomará la oportunidad si se presenta, posiblemente motivado por la información disponible.
<b>Turista naturalista generalista y/o de aventura</b>		Su interés principal no son las aves, pero disfruta al aire libre con deportes y con momentos de relajación y familiares. Aprecia las aves si se da oportunidad.
<b>El mochilero y aviaficionado independiente</b>		Viaja módicamente, pero puede permanecer más tiempo en el sitio visitado que alguien en los grupos anteriores, por lo que su aportación puede ser muy significativa.

Gómez de Silva y Alvarado (2010) también presentan un análisis histórico respecto a la observación de aves en México. Iniciada esta actividad hacia principios del siglo pasado en los Estados Unidos de América, se extendió a México con algo de notoriedad en las décadas de 1950 a 1970, pero con mayor impulso en las décadas siguientes, donde, es en este siglo XXI cuando ha tomado mayor impulso. Parte del incremento del interés en México por la observación de aves se debe a la disponibilidad de libros y manuales sobre aves (guías de campo), principalmente en español, y a los instrumentos ópticos para observarlas (binoculares, telescopios y cámaras fotográficas). Así mismo, por las revistas, documentales y películas sobre la naturaleza, donde las aves suele ser el tipo de fauna comúnmente presente, aunque algunos de estos materiales están especializados en las aves. También ha contribuido la mayor apertura de académicos y especialistas hacia este fenómeno turístico.

A lo largo de este auge por la observación de aves, se han consolidado empresas que ofrecen servicios turísticos en este ámbito, principalmente solicitados por extranjeros con cierto grado de compromiso. Aunque en algunos lugares la observación casual es llevada a cabo

como atractivo complementario, en otros las aves son el atractivo focal como ocurre con los flamencos en Yucatán, migración de rapaces en Veracruz o en colonias de anidación de aves marinas como en los Morros de Potosí, cerca de Zihuatanejo, en Guerrero (Rubio 2010, Meléndez et al. 2015, Pronatura s/f).

En las últimas dos décadas, se ha fomentado la capacitación de guías locales para recorridos ecoturísticos y la observación de aves. Sin embargo, aún es muy baja la cantidad de guías especializados nacionales por falta de capacitación, entrenamiento más especializado y el idioma inglés. También, es pertinente considerar que, a muchos de los guías locales, con poco o nulo entrenamiento, se les facilita más conocer de aves en ambientes acuáticos y con escasa vegetación, a diferencia de aquellos con abundante vegetación o con el follaje denso. Por lo que es un factor importante en el entrenamiento el equilibrar la capacidad de observación en ambas situaciones ambientales.

Algunos estudios caso, bajo una perspectiva cronológica (Ortiz y Medellín 2004, Fernández et al. 2007, Sosa et al. 2013, Nahuat 2015, Carrillo et al. 2017, Rivas 2018), han documentado sobre la necesidad de entrenamiento para la observación de aves y el aviturismo, así como de una constante actualización para aumentar la calidad de la oferta del servicio. También, resaltan la necesidad de contar con un inventario avifaunístico, determinar la verdadera vocación de la localidad para desarrollar el aviturismo, valorar los atractivos naturales complementarios y de la comunidad, beneficios económicos para los locales, fomento de la conservación, y compatibilizarlo con actividades de divulgación de la ciencia y educación ambiental, entre otros aspectos. Consideran la necesidad de que se ajuste a un marco legal y que, preferentemente se transite hacia la certificación como lo enmarca la Norma Oficial Mexicana NOM-09-TUR-2002 “Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías especializados en actividades específicas” (Sectur 2003). Esta Norma Oficial Mexicana considera a los guías como “el conducto por el que se da a conocer el patrimonio natural y cultural de los destinos turísticos con los que cuenta el país”, por lo que el desempeño adecuado de los guías es importante para la imagen de la comunidad y del país en su conjunto; y tiene como objetivo “Definir los procedimientos, requisitos de información, seguridad y protección al turista y medio ambiente, patrimonio natural y cultural que se requieren en el desarrollo de la actividad, que realizan los guías de turistas especializados”.

El reconocimiento para la práctica exclusiva de aviturismo puede encajar en las modalidades “Guías de Excursionismo” dentro del “Turismo de Aventura” y más concretamente en “Turismo Orientado hacia la Naturaleza”, y así cumplir con los requisitos solicitados. De manera similar a los niveles de compromiso de los avituristas, los guías son identificados en tres niveles para prestar sus servicios: básico, medio y avanzado (Sectur 2003).

Muy relacionado con los guías está siendo importante la formación de grupos para la observación de aves, donde, al menos la Conabio tiene registrados a 97 grupos, de los cuales la Ciudad de México y Jalisco tienen gran representatividad con 11 y 10, respectivamente (Calderón-Parra et al. 2019). Estos grupos se dedican principalmente a organizar salidas de campo para la búsqueda de diversidad de especies y aves sobresalientes, además de participar en una diversidad de eventos relacionados con la difusión de las aves y su

conservación. Esto también sostiene la idea de que la observación de aves ya se está popularizando en México. Sin embargo, al estar conformados principalmente por gente joven (20-30 años) con recursos económicos limitados, es muy probable que su capacidad como avituristas también sea limitada, aunque por su elevado nivel de estudios y constancia, su desempeño como observadores, monitores y difusores es de suma importancia. De hecho, ante la carencia de empleo para los egresados de educación superior, al entrenarse, actualizarse y certificarse pueden tener una oportunidad de empleo bien remunerado, además de satisfactorio (observación del autor).

El entrenamiento ya se planteaba como una necesidad urgente en la década de 1990, incluso para servidores de otros componentes dentro del ecoturismo. Ceballos-Lascuráin (1993) planteó como vital el entrenamiento para diferentes audiencias como operadores turísticos, guías de campo, propietarios de hoteles, administradores de parques, grupos de las comunidades locales, y planificadores gubernamentales.

Tanto para gente de las localidades que deseen entrenarse en la observación de aves como aquellos pertenecientes a grupos organizados, es importante que en su integración al aviturismo consideren el “talento” para este tipo de actividad económica, el cual podrá ser despertado o pulido, si ya se tiene.

El talento conjunta la inteligencia y la aptitud, lo que implica “una persona inteligente y apta para determinada ocupación” (RAE 2019); en nuestro caso, talento para la observación de aves y el aviturismo.

De acuerdo con Oxford Economics (2015), en general, los gobiernos no dan prioridad a los recursos humanos como lo hacen para la infraestructura. Enfatizan en que el promover más infraestructura turística no es suficiente, y ubican al talento como un factor clave para un mayor desarrollo económico, que facilita el crecimiento y fortalece la competitividad. Los desequilibrios y deficiencias de talento de Viajes y Turismo los distinguen como: la escasez de mano de obra de talento, las vacantes de talento, los vacíos en la formación del talento entre los empleados existentes, los vacíos de talento y el trabajo frecuentemente transitorio. También ubican a las mejores prácticas como vitales para el desarrollo y las dividen para tres categorías: la industria, la educación y el gobierno. Es decir, talento en los recursos humanos y buenas prácticas como una conjunción necesaria para el éxito turístico.

En la actualidad, los medios de comunicación han facilitado que el ecoturismo, y por ende el aviturismo, se difundan más ampliamente. El acceso a Internet y las aplicaciones y redes sociales en los teléfonos celulares están contribuyendo notablemente; un ejemplo son las aplicaciones para la identificación de especies de aves de Merlin (<http://bit.ly/MerlinApp>) y Audubon (<https://www.audubon.org/app>). Las tecnologías nuevas están cambiando la manera de percibir y llevar a cabo el turismo al ofrecer una hiper personalizada experiencia y maximizar el actuar de los mercados. Incluso, está en aumento el número de destinos que miden el turismo en tiempo real para una mejor conducción del flujo de turistas (WTO 2019d).

En el aspecto económico de la observación de aves en México, Cantú et al. (2011) resaltan el potencial que tiene México para los visitantes extranjeros. Estos autores consideran

que, de los 82 millones de observadores de aves en los Estados Unidos, estimados en 2007, alrededor de 9.8 millones viajarían fuera de su país para ver aves. Al respecto, Greenfield et al. (2006) mencionan que, de las cantidades estimadas por varias compañías especializadas en aves, se estima que el aviturista promedio que toma un tour deja entre \$1.500 y \$1.800 *usd* en el país que visita, es decir, \$30,000 y \$36,000 pesos mexicanos, a la cotización de 20 pesos por dólar. Y, aunque sólo fueran 500,000 *birdwatchers* (observadores de aves en inglés) muy exigentes o comprometidos, la cifra sería de hasta \$18,000,000,000. Pensando que a México sólo llegarán el 10% de ellos, la cantidad estimada pudiera ser \$1,800,000,000 de pesos. Esta cifra no parece tan irreal cuando se sabe que la mayor proporción de turistas extranjeros que visitan nuestro país proviene de los Estados Unidos de América. Aunque en una apreciación conservadora, como lo prevé Sectur (2000) para 2020, pueda cada visitante estar gastando en promedio en México \$710 *usd*, equivalente a \$14,200 pesos mexicanos (de hace casi dos décadas), la cantidad también es llamativa.

En su aproximación del valor económico de las aves, Gómez de Silva (2011) también destaca la complejidad de llegar a cálculos precisos, debido a la gama de variables y de modalidades en que los visitantes vienen a nuestro país y lo complejo que es saber sobre sus gastos. A esto se le añade lo disperso del turismo doméstico en materia de aviturismo.

Las encuestas han sido una estrategia muy usada para documentar sobre las actividades de los turistas y sus gastos. Como herramientas en la investigación social y antropológica, son muy efectivas para hacer aproximaciones y detectar tendencias (Bernard 2002, De Vaus 2002). En esta búsqueda de información útil, en México, se ha comenzado a recurrir a tecnologías nuevas como *Big Data* (<http://www.datatur.sectur.gob.mx/>), como lo menciona Sectur (2017), que es una herramienta poderosa para forjar estadísticas y análisis de la información, en la que se puede hacer un seguimiento de los patrones de gasto de usuarios de tarjetas bancarias nacionales y extranjeras; así mismo, se obtiene una visión de las zonas y servicios de interés para los visitantes y del origen de los 86 millones de turistas considerados en 2017. Pero, por lo sensible de este tipo de información, el análisis se apega a las normas de confidencialidad del sector financiero.

Debido a que en el aviturismo converge una multiplicidad de aspectos que competen básicamente al aviturista, a las aves, al sitio, a la comunidad y a la industria, Greenfield et al. (2006) diseñaron para Ecuador su estrategia nacional de aviturismo, donde, en ella, se notan convergencias económicas, políticas, sociales y ambientales con México (**figura 2**).

Este esquema para un manejo y desarrollo sostenible del aviturismo, así como la tendencia histórica de la observación de aves, la conservación de la biodiversidad y el complejo mecanismo socioeconómico inmerso en el turismo en nuestro país, mencionados renglones arriba, sugiere la necesidad imperiosa de conformar una Estrategia Nacional de Aviturismo para México. Dicha estrategia deberá considerar desde la especificación de términos (glosario) hasta un diagnóstico actualizado, y los componentes de la estrategia y sus líneas de acción; así mismo, enfatizada como una actividad económica, que propicia la conservación del ambiente y, por lo tanto, un promotor del desarrollo sustentable, el aviturismo en ello.



**Figura 2.** Elementos a considerar para una Estrategia Nacional de Aviturismo, en el diagnóstico y los componentes estratégicos y líneas de acción (adaptado de Greenfield et al. 2006).

Otros ejemplos de estrategias nacionales que se han estructurado para las aves en México son la “Estrategia para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de las aves acuáticas y su hábitat en México” y la “Estrategia para la conservación y manejo de las aves playeras y su hábitat en México” (Semarnat 2008a, 2008b).

Por último, es pertinente mencionar que la investigación ornitológica también se puede dirigir a desarrollar proyectos y programas aviturísticos. La información científica puede traducirse a un lenguaje más accesible para los no especialistas y útil para este fin. Las listas de aves de los estudios diagnósticos de la avifauna han sido potencialmente útiles para localidades concretas, así como cierta información ornitológica, de hábitat y de la ubicación espacial de la localidad. Pero es quizá más loable cuando una investigación está dirigida a comprender la dinámica socioambiental en que está inmersa la avifauna y proponer sobre este uso no extractivo y potencialmente benéfico para la comunidad y la conservación. Otra manera en que los estudios ornitológicos se pueden dirigir es hacia comprender la situación en que la avifauna ya se encuentra en el fenómeno aviturístico, y turístico en general, y proponer medidas para un mejor aprovechamiento. La magnitud del aviturismo a nivel nacional e internacional, actual y futura, así lo justifica (nota del autor).

La seguridad también cobra importancia en la investigación de campo, así como para el aviturismo y el turismo en general. Es conocido en México que las altas tasas de criminalidad se han incrementado vertiginosamente en la última década, afectando a la industria del turismo, incluso se difunden boletines en otros países sobre el riesgo de visitar nuestro país, con su equivalente en los medios de comunicación nacionales. Varias de las ciudades reconocidas como turísticas en México se encuentran en las 50 ciudades más peligrosas del mundo e, incluso, visitantes extranjeros son advertidos de transitar en esas ciudades (Meléndez et al. 2015, Torres 2016, CCSPJP, 2018, Departamento de Estado de los Estados Unidos y Oficina de Asuntos Consulares, 2018).

Es muy esperanzador un futuro en que el aviturismo se lleve a cabo con toda seguridad y proporcionando los beneficios tangibles tan necesarios en México.

## **Conclusiones**

México cuenta con un capital avifaunístico sobresaliente, perfilándolo como un destino turístico importante a nivel mundial basado en la observación de aves. Esta actividad ha seguido una trayectoria histórica progresiva y tenderá a difundirse con mayor auge en las próximas décadas. Es una actividad socioeconómica compatible con la conservación de la biodiversidad y con beneficios para las comunidades locales y el país en conjunto. Además de la infraestructura apropiada, en materia de recursos humanos, es imprescindible el entrenamiento de guías y encaminarlos hacia la certificación; y de manera similar, para otros sectores en el aviturismo. Por la riqueza avifaunística, el creciente interés por la observación de aves y los beneficios económicos y ambientales del aviturismo, se hace imperiosa la conformación de una Estrategia Nacional de Aviturismo para México que contenga las estrategias y líneas de acción que contribuyan a orientar con mayor eficiencia esta actividad.



## **Agradecimientos**

Se agradece el apoyo proporcionado por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, en particular por el Jefe de Departamento de El Hombre y su Ambiente el M. en SIG Gilberto S. Binnqüist Cervantes; así como al Comité Organizador de COIRENAT (Consejo Internacional de Recursos Naturales y Vida Silvestre AC) en particular al Biól. Gabriel Arrechea González.

## **Literatura citada**

- Bernard, H. R. 2002. Research methods in Anthropology: qualitative and quantitative approaches. 3th edition. Altamira Press. Walnut Creek, California.
- BirdLife International. 2015. Maximizing the value of birds and wildlife for tourism: A guide for tourism businesses in the Rift Valley/Red Sea Flyway. BirdLife International.
- Calderón-Parra, R., R. Ortega-Álvarez, V. Rodríguez-Contreras, V. Vargas-Canales, T. Sánchez-Rodríguez y H. Berlanga (Comps.). 2019. Clubes y grupos de observadores de aves en México: Directorio. Conabio. México. Internet. Última actualización: 26 de julio de 2019. Consultado el 18 de septiembre de 2019. Disponible en: [www.biodiversidad.gob.mx/especies/scripts\\_aves/docs/grupos\\_observadores\\_aves\\_mexico.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/scripts_aves/docs/grupos_observadores_aves_mexico.pdf)
- Cantú, J. C., H. Gómez de Silva y M. E. Sánchez. 2011. El dinero vuela: el valor económico del ecoturismo de observación de aves. Defenders of Wildlife. Washington.
- Carrillo Garcia, M., P. Enríquez Rocha y A. Meléndez Herrada. 2017. Gestión comunitaria y el potencial del aviturismo en el Centro de Ecoturismo Sustentable El Madresal, Chiapas, México. Revista El Periplo Sustentable, Universidad Autónoma del Estado de México. 33: 564-604.
- CCSPJP (Consejo Ciudadano para la Seguridad Pública y Justicia Penal). 2019. Las 50 ciudades más violentas del mundo. Última actualización: 12 de marzo de 2019. Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2019. Disponible en: <http://seguridadjusticiaypaz.org.mx/files/estudio.pdf>
- Ceballos-Lascuráin, H. 1993. Ecotourism as a worldwide phenomenon. 12-14. En: K. Lindberg and D. E. Hawkings. Ecotourism a guide for planners and managers. Vol. 1. The Ecotourism Society. North Bennington, VT. USA.
- Ceballos-Lascuráin, H. 1998. Ecoturismo, naturaleza y desarrollo sostenible. Ed. Diana. México.
- Departamento de Estado de los Estados Unidos y Oficina de Asuntos Consulares. 2018. México Travel Advisory. Travel to High-Risk Areas. Fecha de consulta: 17 de mayo de 2018. Disponible en: [www.travel.state.gov](http://www.travel.state.gov)

- De Vaus, D. 2002. Survey in social research. 5<sup>th</sup> edition. Routledge. London.
- Gómez de Silva, H. y E. Alvarado Reyes. Breve historia de la observación de aves en México en el siglo XX y principios del siglo XXI. HUITZIL (2010) 11(1):9-20. Disponible vía internet: [www.huitzil.net](http://www.huitzil.net)
- Greenfield, P. J., O. Rodríguez, B. Krohnke y I. Campbell. 2006. Estrategia Nacional de Aviturismo. CORPEI. Quito, Ecuador.
- Meléndez Herrada, A., A. Chimal Hernández, A. L. Figueroa Fernández, E. Vázquez Suaste y F.M. García González. 2015. Biodiversidad de Barra de Potosí, Guerrero, México: Hacia una interacción entre conservación y turismo. Serie Académicos 123. CBS. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. México.
- Nahuat Tun, M. A. 2015. El aviturismo y el desarrollo regional en comunidades de la Península de Yucatán. 20° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México. AMECIDER – CRIM, UNAM. Cuernavaca, Morelos del 17 al 20 de noviembre de 2015.
- Navarro-Sigüenza, A. G., M. F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A. Townsend Peterson, H. Berlanga-García, L. A. Sánchez-González. 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S476-S495
- Ortiz Salinas, S. y S. Medellín Morales. 2004. Plan de negocios en aviturismo para los grupos campesinos organizados de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. Pronatura Noreste A.C., la Asociación de Promotores Campesinos de El Cielo y del Instituto de Ecología y Alimentos de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamps., México.
- Oxford Economics. 2015. Tendencias de talento global y problemas para el sector de Viajes y Turismo. Consejo Mundial de Viajes y Turismo (WTTC, World Travel & Tourism Council). UK.
- Pronatura. s/f. Recomendaciones para visitar el proyecto de Veracruz Rio de Rapaces. Pronatura Veracruz A. C. México. Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2019. Disponible en: [https://pronaturaveracruz.org/PDFs/Visitas\\_al\\_Veracruz\\_Rio\\_de\\_Rapaces.pdf](https://pronaturaveracruz.org/PDFs/Visitas_al_Veracruz_Rio_de_Rapaces.pdf)
- RAE (Real Academia Española). 2019. Diccionario de la lengua española. Consultado el 20 de septiembre de 2019. Disponible en: <https://www.rae.es/recursos/diccionarios>
- Rivas Orilla, N. A. 2018. EL aviturismo como alternativa económica y de conservación en el humedal La Poza, Todos Santos, B.C.S., México. Tesis de Maestría en Ciencias Sociales con Orientación en Desarrollo Sustentable. Departamento Académico de Economía, Universidad Autónoma de Baja California Sur. México.
- Rubio, R. 2010. El flamenco rosa del caribe y su conservación. En: J. Carabias et al. (coords.). Patrimonio natural de México: cien casos de éxito. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

- Sectur (Secretaría de Turismo). 2000. Estudio de Gran Visión del Turismo en México: Perspectiva 2020. Reporte Analítico. Sectur. Ciudad de México.
- Sectur (Secretaría de Turismo). 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-09-TUR-2002, Que establece los elementos a que debe sujetarse los guías especializados en actividades específicas. (Cancela la Norma Oficial Mexicana NOM-09-TUR-1997). Diario Oficial, Segunda Sección. Viernes 26 de septiembre de 2003.
- Sectur (Secretaría de Turismo). 2017. 5to Informe de Labores 2016-2017. Sectur. México.
- Sosa Covarrubias, J., A. Vargas Vázquez e I. M. Rodríguez Herrera. 2013. Diseño y ejecución de un programa de capacitación para guías aviturismo del Municipio de Álamos, Sonora. RICIT 6: 59-84.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2008a. Estrategia para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de las aves acuáticas y su hábitat en México. SEMARNAT. México.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2008b. Estrategia para la conservación y manejo de las aves playeras y su hábitat en México. SEMARNAT. México.
- Torres, C. I. 2016. Violencia e inseguridad frenan trabajos de campo de científicos y estudiantes. Diario La Crónica de Hoy. Fecha de consulta: 17 de mayo de 2018. Disponible en: [www.cronica.com.mx](http://www.cronica.com.mx)
- WTO (World Tourism Organization). 2019a. International tourism highlights. 2019 Edition. UNWTO. Madrid, DOI: <https://doi.org/10.18111/9789284421152>.
- WTO (World Tourism Organization). 2019b. Understanding tourism: Basic glossary. UNWTO. Disponible vía Internet. Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2019. Disponible en: <http://cf.cdn.unwto.org/sites/all/files/docpdf/glossaryenrev.pdf>
- WTO (World Tourism Organization). 2019c. Tourism definitions. UNWTO. Madrid. DOI: <https://doi.org/10.18111/9789284420858>
- WTO (World Tourism Organization). 2019d. International tourism highlights, 2019 Edition. UNWTO. Madrid. DOI: <https://doi.org/10.18111/9789284421152>.



## *Sesión Técnica 5*

*Conciencia, Sociedad y Legislación Ambiental*

*Presidente:* **Lic. Rosa Carmina Ramírez Contreras.** *Liga Mundial de Abogados Ambientalistas, A.C. México.*

*Copresidente:* **Dra. C. Mileisys Benitez Odio.** *Profesora-Investigadora. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Pinar del Río. Cuba.*



# Congreso Internacional de Recursos Naturales León 2019



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE RECURSOS NATURALES 2019” León, Guanajuato, México

**Título:** La educación ambiental comunitaria, apoyada en Metodología “Mapa Verde”, impulsa transformaciones en comunidad del occidente cubano.

**Autores:** Dr. C. Álvaro Celestino Alonso Vázquez.  
Lic. Saily Leo González  
MSc. Reina María Rodríguez

[alvaro.alonso@upr.edu.cu](mailto:alvaro.alonso@upr.edu.cu)

[saily.leo@upr.edu.cu](mailto:saily.leo@upr.edu.cu)

[Reina.rodriquez@upr.edu.cu](mailto:Reina.rodriquez@upr.edu.cu)

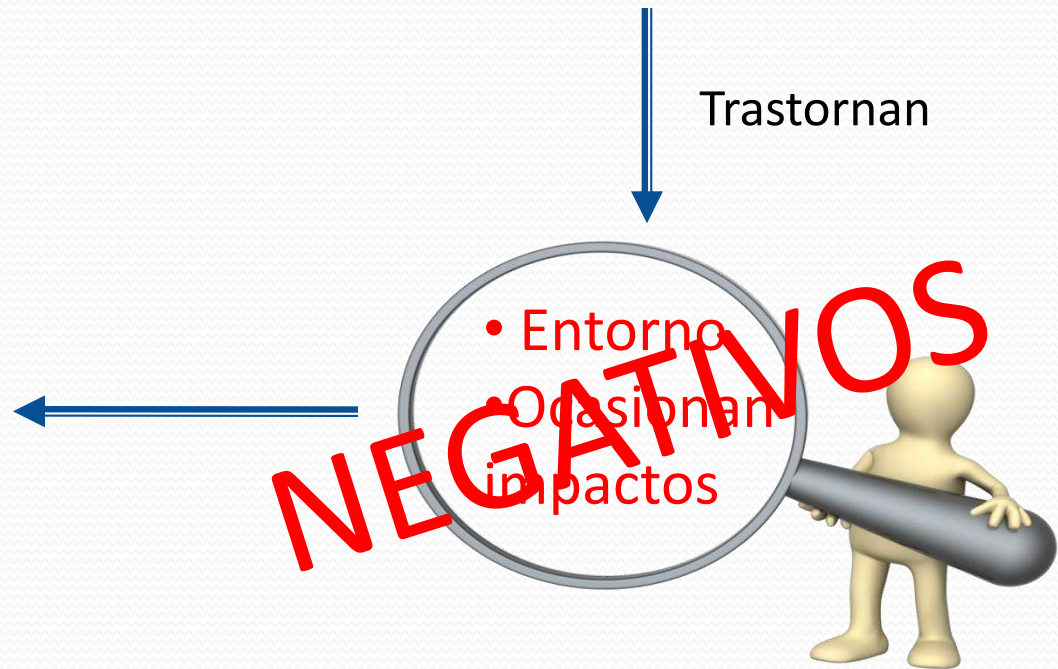
25, 26 y 27 de septiembre de 2019

673

# ANTECEDENTES.



Según BLANCO (2011)





**se percibe un débil tratamiento para enfrentar problemas ambientales existentes**



**la deforestación**



**el manejo inadecuado de residuales sólidos y líquidos**



**el alcoholismo**



**Violencia intrafamiliar**



**el deterioro del fondo habitacional**



**alcance**



**acciones**

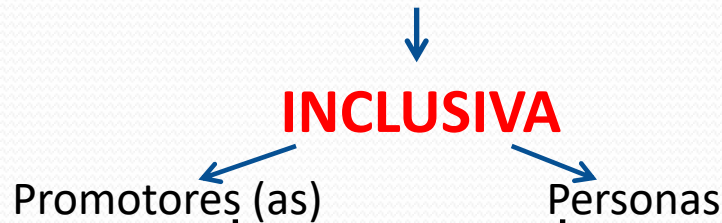


La educación y transformación ambiental son aspectos que tienen que ver con lo político, lo social y con lo cultural.



# Metodología de Mapa Verde:

Metodología de diagnóstico, planificación y gestión ambiental participativa, promueve una efectiva participación en la búsqueda de alternativas de solución a problemáticas locales de una manera creativa, que influye positivamente en las esferas educativa y ambiental.



Crear grupos de mapeo  
espacios de interrelaciones

Ecológicas



Socioeconómicas



Culturales



Sistema complejo y dinámico que evolucionan a través del proceso histórico de la sociedad

El cómo hacer una acción de sensibilización y capacitación → Implementar una propuesta de

transformación

Desarrollo de Comunidades Sostenibles

## Principios



- Heterogeneidad
- Horizontalidad
- Autonomía
- Construcción del conocimiento

- Evaluación y aprendizajes
- Descentralización
- Compromiso

- Transparencia del procedimiento
- Comunicación

La suficiente **flexibilidad** para favorecer y promover la participación conjunta y espontánea de individuos o grupos



Diferencias sociales



Edad



Sexo



Creencias o nivel cultural

Se aplica a cualquier escenario a partir del **principio de su adecuación al contexto** del cual forman parte sus ejecutores.

Examen de la situación ambiental,  
de modo transdisciplinario y  
desde una perspectiva local



Promover la búsqueda y adquisición de conocimientos y al desarrollo de aptitudes y acciones para resolver los problemas de nuestra propia comunidad.

La diversidad participativa enriquece:

- 1.- La visión del ambiente cercano
- 2.- Facilita su reconocimiento
- 3.- La búsqueda y aplicación de soluciones alternativas



# Métodos y técnicas

Alcance y objetivos de trabajo

Necesidades de información

Fuentes de Información

- Caracterización de la comunidad “Semilla”
- Estado actual del proceso de gestión de la Educación Ambiental en la comunidad Semilla
- Descripción del plan de acción para transformar Educación Ambiental a partir de Metodología “Mapa Verde”

Fuentes primarias

Métodos de medición Empíricos

Entrevistas

Diálogos

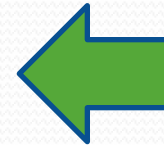
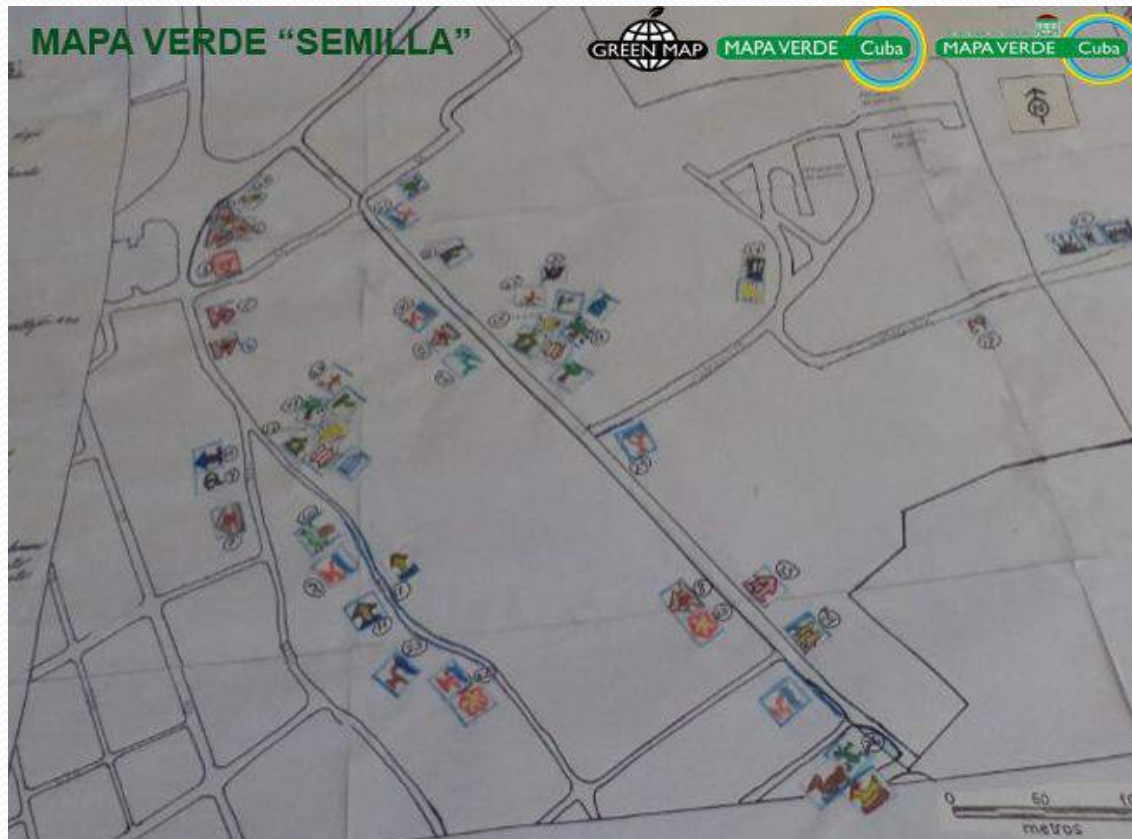
- Determinación de los objetivos
- Selección del tipo de acción y personas con las que se realiza
- Elaboración de guía para entrevistas
- Determinación del plan de acción de Educación ambiental comunitaria
- Aplicación de acciones

Fuentes secundarias

- Composición etnológica
- Análisis documental relacionado con la comunidad
- Estadísticas de la comunidad
- Estrategia de Desarrollo Local del municipio

# Resultados

La comunidad está compuesta por **580 habitantes** agrupados en los diferentes grupos etarios. De ésta cantidad, el **63,27 %** estuvo involucrado de una u otra forma en los resultados o impactos



Las acciones propuestas fueron las siguientes:

1. **Evaluar** la situación del **proceso de educación ambiental** en la comunidad “Semilla”.
2. **Identificar** a los **actores comunitarios** y las **potencialidades** para desarrollar el **proceso de educación ambiental de la comunidad**.
3. **Ejecutar** un **sistema de actividades** que facilite la capacitación acerca de sus principales problemas ambientales con la participación activa de los habitantes de la comunidad “Semilla”.
4. **Crear un clima favorable** en toda la comunidad que los motive hacia la ejecución de las actividades de educación ambiental y la realización de acciones que generen soluciones a los problemas ambientales identificados.
5. **Reflexionar sobre los cambios producidos en la comunidad** una vez solucionados los problemas ambientales gracias a la participación ciudadana.
6. **Crear diferentes espacios comunitarios** donde se divulguen los problemas medio ambientales representados en el Mapa Verde de la comunidad y los avances alcanzados en la transformación.
7. **Promover las diversas soluciones** realizadas a los problemas medio ambientales resueltos dentro de la comunidad, como ejemplo de buenas prácticas comunitarias a favor de la Educación Ambiental.

Los **resultados** de la práctica desarrollada alcanzaron impactos positivos que fueron agrupados en **dimensiones de educación, gestión ambiental y social.**

## **DIMENSIÓN EDUCACIÓN**

1. La **confección del Mapa Verde**, posibilitó la toma de conciencia y visualización de la problemática ambiental de la comunidad “Semilla”, destacándose: el **colectivismo**, la **solidaridad**, el **sentido de pertenencia**, y la **propuesta y ejecución de medidas** para solucionar los problemas ambientales en la comunidad.
2. Se **fortaleció en los estudiantes de educación primaria** del seminternado “Paquito González Cueto”, la **capacidad investigativa, la identificación de lo positivo y negativa** dentro de su comunidad.
3. Se realizaron **charlas educativas** con jóvenes desvinculados del estudio y el trabajo, alcanzando un porcentaje de incorporación positivo a éstas labores.
4. Se promovió un **intercambio entre adultos mayores** que aportaron valiosas soluciones para trabajar en equipo en la solución de los problemas representados en el mapa de la comunidad.



## DIMENSIÓN EDUCACIÓN

5. Vinculación de una **artesana al trabajo con los niños** de la comunidad que presentan dificultades de aprendizaje en la escuela, con el objetivo de enseñarlos y prepararlos para la vida con la creación del círculo de interés manualidad y artesanía
6. **Creación del grupo cultivarte** donde se integran a las peñas culturales de la comunidad asesorados y apoyados por los instructores de arte del semi internado de la comunidad.
7. Se **conformó el grupo “Salud y Vida en la tercera edad”** que promueve la realización de ejercicios físicos en los Adultos Mayores de la comunidad diariamente
8. Se **fortaleció en la comunidad el trabajo con jóvenes, adultos mayores y amas de casa**, integrándolos al grupo de mapeadores, lo cual posibilitó dar solución y participar activamente en la transformación de los problemas identificados en la comunidad.





## DIMENSIÓN GESTIÓN AMBIENTAL

1. **Eliminación de micro-vertederos**, con recogida de residuales sólidos generados en las viviendas semanalmente, gracias a la participación del carro colector del Sectorial de Comunales del municipio.
2. **Realización del Festival de Reciclaje**, con la colecta de productos u objetos reciclables diseminados por la comunidad, en la que participaron pioneros, jóvenes y comunidad en general, los cuales fueron entregados en Materia Prima.
3. **Rescate del huerto escolar del Seminternado “Paquito González Cueto”**, que cultiva variedades de hortalizas y vegetales para el consumo en el comedor de la instalación educativa.
4. **Participación en la marcha** desarrollada en el municipio a **favor del Clima y por la mitigación ante los efectos del Cambio Climático** (15 de Marzo 2019).



5. **Fomento y desarrollo de patios familiares**, donde se establecen cultivos de ciclo corto y hortalizas que son comercializadas a precios módicos a los habitantes de la comunidad.
6. Realización de **labores de limpieza e higienización de las calles**, con la participación ciudadana en la recogida de escombros, objetos y basura que se trasladan a vertedero municipal.
7. **Pavimentación y mejora de la calle principal** de la comunidad “Semilla”.
8. **Reforestación de áreas** teniendo en cuenta el tipo de suelos, rescate de especies autóctonas, e incremento de árboles frutales y maderables en dependencia del destino de esta.
9. **Recuperación y creación de sitios favorables para el esparcimiento**, fiestas de la comunidad y descanso de niños y ancianos.



10. **Espacios** para la realización de **actividades socio-culturales** a partir de iniciativas locales.
11. **Eliminación de focos de vectores** transmisores del dengue, con la creación del **Círculo de Interés de la Cruz Roja**, que actúa en la comunidad como brigada focal.
12. Se estableció un **sistema para la educación ambiental de los miembros de la comunidad**, a través de charlas, intercambio con los mapeadores, trabajos voluntarios, entre otras actividades, de conjunto con las organizaciones de masas del consejo popular.



## DIMENSIÓN SOCIAL

1. A través del **Mapa Verde, se logró involucrar a adolescentes y adultos** en la realización de actividades socio laborales a diversos niveles de la estructura social, propiciando la transformación del entorno comunitario.
2. Se logró **generar un movimiento espontáneo a favor del medio ambiente**, el cuidado, protección y mejora de los espacios públicos y privados en la comunidad.
3. Se logró **insertar a los decisores del Consejo Popular**, así como a otras organizaciones de masas en el trabajo de Educación Ambiental Comunitario que se desarrolla dentro de la comunidad “Semilla”.



4. Se aplican **acciones endógenas en busca de soluciones a los problemas ambientales** identificados en el contexto comunitario donde se desarrolla la investigación.
5. El plan de acciones establecido a partir de la elaboración del Mapa Verde contribuyó a la creación de **iniciativas creadoras para el trabajo conjunto en la comunidad "Semilla"**, lo cual constituye un aporte del trabajo como parte del perfeccionamiento de la metodología vigente del Mapa Verde.
6. **Se continúa fortaleciendo las habilidades y capacidades de observación**, desde una perspectiva transformadora, para la planificación y la toma de decisiones de los habitantes de la comunidad "Semilla".





Las acciones contenidas en el plan de acciones de educación ambiental apoyado en la Metodología de Mapa Verde, contribuyó al perfeccionamiento de la educación ambiental en la comunidad “Semilla” sobre sólidas bases teóricas y con fuerte fundamento científico; además permitió lograr cambios de actitudes de la población hacia el medio ambiente y una vía indispensable para frenar el alarmante deterioro a que estuvo sometido, lo que se logró a través de la ejecución de acciones de capacitación, promoción y acciones transformadoras, con la participación ciudadana, como dimensión de la educación integral, prestando especial interés a la formación de valores ambientales que se expresen en los modos de actuación del sujeto. Estas prácticas se consideran vital para conseguir una sociedad con elevada cultura y un establecimiento de relaciones más seguras y de respeto a su entorno.

A photograph of a man and a young boy planting a tree in a field. The man, wearing a red and blue plaid shirt and blue jeans, is kneeling on the right, smiling as he holds a small sapling. The boy, wearing a striped sweater and blue jeans, is kneeling on the left, using a small pink shovel to dig the soil around the base of the tree. The background is a soft-focus field with trees.

*Si supiera que el mundo se acaba mañana,  
...yo, ...hoy todavía... plantaría un árbol.  
Martin Luther King*



*Gracias*



Miguel Alberto Magaña Alejandro Dr. y Karina de los Ángeles Ramírez Méndez Biol.

## **Conocimiento etnobotánico de las plantas que se comercializan en el mercado de Comalcalco, Tabasco, México**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas. Km 0.5, carretera Villahermosa, Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. [manglarujat@hotmail.com](mailto:manglarujat@hotmail.com)

### **Resumen**

Los tianguis o mercados mexicanos son unos de los pocos legados culturales, donde aún se puede encontrar una amplia diversidad de plantas procedentes de varias partes del país. Sin embargo, los mercados tradicionales del estado de Tabasco se han visto afectados por el aumento de centros comerciales modernos. En ese sentido las investigaciones etnobotánicas en los mercados permiten conocer que plantas se venden en él, sean exóticas o nativas, así como la variabilidad genética de los cultivos y los diferentes usos que se les da a los recursos vegetales. Para ello se planeó identificar la diversidad y uso de las especies vegetales que se comercializan en el mercado de Comalcalco, Tabasco. Se hizo una visita cada fin de mes y se entrevistó a vendedores. Se identificaron vendedores permanentes, vendedores temporales y vendedores ambulantes. Se reconocieron 259 especies, se presentan por nombre común, nombre científico, forma biológica, temporada de venta y categoría de uso. El 54% de las especies que se comercializan en el mercado, son traídas de otros estados de la república, principalmente, Puebla y México. El 66.7% de las especies que venden son frescas, sobre todo porque que es parte de los objetivos de un mercado. El 93.2%, son productos vegetales que se cultivan en el mismo municipio de Comalcalco o cercanos a él como es Jalpa de Méndez, Paraíso y Cunduacán. Por otro lado, se reconocieron 9 categorías de usos, de los cuales el uso medicinal es el más abundantes con un 54%. El 67.7% son frutas, verduras y productos derivados que están en venta todo el año en cambio hay otras que son de temporada. Finalmente, se concluye que el mercado de Comalcalco es una alternativa de subsistencia para muchas personas de escasos recursos económicos, que cultivan sus productos vegetales en huertos familiares para posteriormente venderlos.

## Introducción

Es indudable la capacidad de manejo y aprovechamiento que la humanidad ha desarrollado empíricamente de los recursos naturales especialmente los grupos rurales e indígenas (Estrada, 1989), que han recolectado frutos, semillas, tubérculos, hojas, flores y tallos comestibles ya que ellas han sido su principal fuente de alimentación.

Los tianguis o mercados mexicanos son unos de los pocos legados culturales de la temprana pos conquista de México, donde aún se puede encontrar una amplia diversidad de plantas medicinales procedentes de varias partes del país. La venta de plantas en los mercados fortalece las interacciones y relaciones entre la gente y los vegetales, ya que los mercados son una fuente de información de especies útiles de plantas mexicanas (Bye y Linares, 1983).

Se ha discutido el concepto de mercado y por otro lado el de tianguis, pero en un diccionario común, el mercado se asocia a: reunión de comerciantes, “sitios donde se realizan las acciones de compraventa entre comerciantes y consumidores; “sitios” lugares específicos, en ciertas poblaciones se han destinado a estos menesteres, cuyos sinónimos más frecuentes son el “baratillo”, “la feria”, “la plaza”, “el tianguis”, etc., por lo que el tianguis es una modalidad de mercado pero que no están establecidos por tiempo definido, ni tienen infraestructura.

Las investigaciones etnobotánicas en los mercados permiten conocer la distribución y venta de plantas cultivadas y silvestres de México, sean exóticas o nativas, así como la variabilidad genética de los cultivos y los diferentes usos que se les da a los recursos vegetales (Martínez, 1984a).

Los mercados tradicionales del estado de Tabasco se han visto afectados por el aumento de centros comerciales modernos. Donde se ha perdido una infinidad de costumbres comerciales, alimenticias y socioeconómicas del estado influyendo en el manejo, uso y aprovechamiento de algunos recursos.

La idea de esta investigación, tiene como finalidad expresar de varias maneras la diversidad cultural que existe en nuestro estado; insertada en un espacio público cultural, que permita conocer con mayor detalle varias herramientas para la difusión de nuestras costumbres y tradiciones. Así como identificar el uso de las especies vegetales encontradas en el mercado 27 de octubre de Comalcalco, Tabasco y el papel que juegan en el aspecto social y económico del campesino que las produce y las vende, trayendo como consecuencia la conservación de una gran diversidad de especies vegetales a través de los años.

## Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada entre las calles Reforma, Nicolás Bravo, Mariano Escobedo y la Paz del municipio de Comalcalco, Tabasco.

Este municipio, representa el 3.1 % de la superficie del Estado. Su ubicación geográfica es: Al norte 18° 26', al sur 18° 09' de latitud norte; al este 93° 06' y al oeste 93° 32' de longitud oeste (Figura 1). Comalcalco colinda al norte con el municipio de Paraíso; al este con Paraíso y Jalpa de Méndez; al sur, Cunduacán y Cárdenas y al oeste con el municipio de Cárdenas (INEGI, 2000).

Ocupa el primer sitio en la producción de cacao, pero debido a las características que presenta en el suelo se pueden desarrollar otros tipos de vegetación externo al cacao como son árboles frutales y maderables.

La fertilidad al uso agrícola es alta y con susceptibilidad a la erosión que varía de moderada a baja. Prácticamente no tiene limitantes para su uso y manejo, y en algunos lugares se utiliza para el cultivo de cacao y plátano. (INEGI 2001).



Figura 1. Ubicación del área de estudio

## **Método**

Para la obtención de la información se visitó la biblioteca del municipio y también se obtuvo información en las páginas de internet. Con el fin de conocer la información publicada en otras partes.

Posteriormente se hizo una visita al mercado para conocer la distribución y la organización de las especies en el mercado, del mismo modo se realizó un acercamiento con los vendedores del mercado. Con el fin de tener un ciclo completo de las especies que se comercializan en el mercado, se realizaron dos visitas por mes durante un año, una a principio de mes y otra a mediados.

Con la investigación obtenida se elaboró una lista de las especies que se comercializan en el mercado, clasificándolas por nombre común, nombre científico, categoría de uso, lugar de origen y si es cultivada o tomada del medio natural, temporada de venta y costo de venta.

Se aplicaron encuestas a los vendedores que tienen local fijo y los vendedores ambulantes del mercado. Para ello se utilizó el cuestionario propuesto por Gispert *et al.*, (2005), donde abarca preguntas sobre el conocimiento de la especie, formas de aprovechamiento y técnicas de colecta, dicho cuestionario fue complementado de acuerdo a los objetivos propuestos.

## **Resultados y discusión**

El mercado de Comalcalco se funda el 27 de octubre de 1976, siendo el Gobernador del Estado el Lic. Mario Trujillo García. Los locatarios del mercado deciden dar el nombre de Mercado Público 27 de octubre por coincidir con el mes de fundación de dicho municipio.

Se entrevistaron 100 vendedores del tianguis ubicado en el mercado 27 de octubre de Comalcalco de los cuales 55 eran mujeres y 45 hombres, en el período de enero a diciembre de 2017.

En el mercado hay puestos de venta que son fijos y otros temporales, que solo llegar y vender durante el día y después retirarse. Los primeros se localizan en el interior del mercado, y los segundos en el exterior del mismo (banquetas y alrededores del mercado).

Es importante mencionar que los vendedores temporales generalmente se encuentran acompañado por otros miembros de su familia. Por ejemplo, la señora generalmente es la que vende, pero atrás de ella se encuentra su esposo o algún hijo varón o alguna de sus hijas quienes los acompañan durante la jornada de venta y cuando terminan la mercancía, con las ganancias hacen sus compras de víveres y verduras para la semana y si es necesario hacen también algún trueque de sus plantas sobrantes, por pan o tortillas, principalmente.

Un aspecto importante es que cuando los vendedores consideran que ya no van a vender su mercancía, la rematan a un precio que ni siquiera paga la mano de obra que dedicaron al cultivo ni el costo del transporte, o la abandonan en la calle del tianguis y se retiran a sus comunidades.

Se enlistaron un total de 259 especies agrupadas en 96 familias y 196 géneros, estas se organizaron por nombre común, nombre científico, forma biológica, temporada de venta y categoría de uso. Al comparar estos resultados con los reportados por Pérez (2000) para el mercado Pino Suarez, tenemos que él reporta un total de 104 especies, una cantidad menor que lo que se reporta en este trabajo, pero cabe señalar que el sólo trabajó el área de vendedores de plantas frescas, en cambio en este trabajo se cubrió todo el mercado incluyendo las especies deshidratadas traídas de otros estados de la Republica.

Es importante mencionar que el 54% de las especies que se comercializan en el mercado, son traídas de otros estados de la república, principalmente, Puebla y México, aunque también traen de otros estados (Figura 2) en cambio el 46% son especies que se producen en diferentes municipios del estado de Tabasco, incluyendo Comalcalco que es donde se encuentra este mercado. Con esto podemos notar que el mercado a pesar de ser un lugar con una amplia diversidad de productos que se comercializan, la mayoría es traída de otras partes. Esto confirma lo que dicen Linares *et al.*, 1988, que los diferentes mercados de México, forman parte del complejo “mercado de La Merced” incluyendo el mercado de Sonora donde venden a mayoreo y menudeo las plantas y que seguramente también son vendidos en el mercado de Comalcalco, Tabasco.

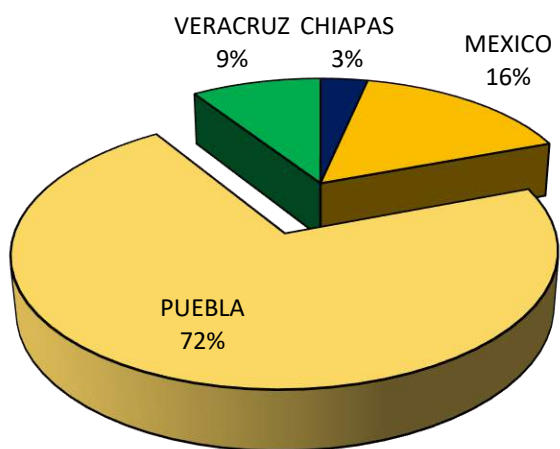


Figura 2. Origen de los productos vegetales que son traídos para su venta al mercado de Comalcalco.

Un aspecto que vale la pena mencionar es que el 40.1% de los productos vegetales que se comercializan en el mercado las compran los locatarios directamente en la central de abasto de Villahermosa, Tabasco, del resto, una buena parte, son de origen local y otras son llevadas directamente por los vendedores que las traen de otros estados como son principalmente los poblanos. De las especies que compran en la central de abasto solo el 5.45% son de origen tabasqueño, encontrándose entre ellas la piña (*Ananas comosus*), que mencionaron la llevan de Huimanguillo, el plátano (*Musa sapientum*), que lo llevan de Teapa y la Sandía (*Citrullus vulgaris*) que la llevan de Emiliano Zapata.

En cuanto a las especies que se comercializan en el mercado que son de origen tabasqueño, tenemos que el 93.2%, son productos vegetales que se cultivan en el mismo municipio de Comalcalco o cercanos a él como es Jalpa de Méndez, Paraíso y Cunduacán. Algunas de estas especies son el Chinín (*Persea schiedeana* Nees.), Chipilín (*Crotalaria maypurensis* H.B.K.), Choplé (*Eupatorium moriifolium* Mill.), entre otras. Por otro lado, se reconocieron 9 categorías de usos, de los cuales el uso medicinal es el más abundantes con un 54%, en cambio las comestibles solo el 32% de las que se venden son de este tipo de uso, (Figura 3).

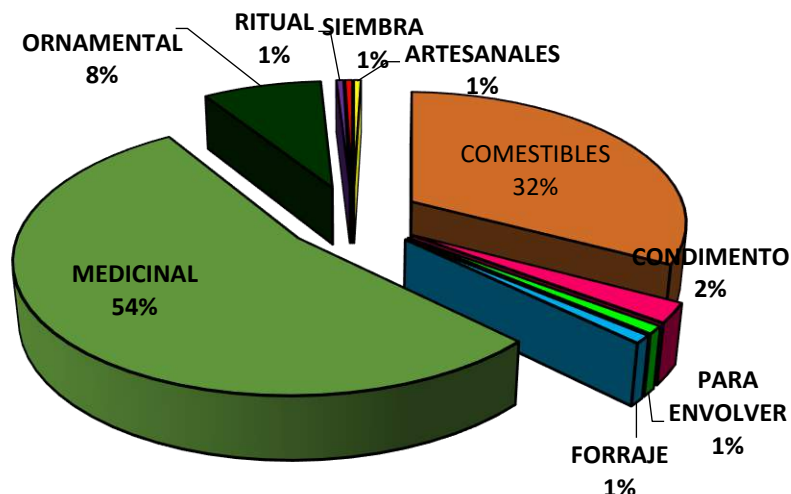


Figura 3.- Uso de plantas que se comercializan en el mercado 27 de octubre de Comalcalco, Tabasco.

Es interesante mencionar que el 67.7% de frutas, verduras y productos derivados de estos que se comercializan en el mercado, se pueden encontrar en venta durante todo el año, como es el chile amashito (*Capsicum annum*, var *glabriusculum*), el epazote (*Chenopodium ambrosioides*), la chaya (*Cnidoscolus chayamansa*) y chipilín (*Crotalaria maypurensis*), entre otros lo cual hace referencia de un manejo integral tradicional de huertos familiares y pequeñas áreas de cultivo, que asegura que el productor pueda ofrecerlo durante todo el año.

En cuanto a las especies introducidas el 86% de estas, las venden todo el año y solo un 14% las venden en cierta época del año, tal es el caso de la flor de noche buena (*Euphorbia pulcherrima*) solamente la venden en los meses de noviembre y diciembre o el caso de la ciruela (*Spondias purpurea*), que únicamente la venden en los meses de marzo a mayo.

Por otro lado, el número de frutas, verduras y productos vegetales que venden en este mercado por mes, varía de acuerdo a la temporada de producción (Figura 4), así tenemos que los meses donde encontramos mayor cantidad de estos productos es en el mes de noviembre, donde se enlistaron un total de 154, así como también en los meses de marzo, octubre y diciembre donde se encontraron 153.

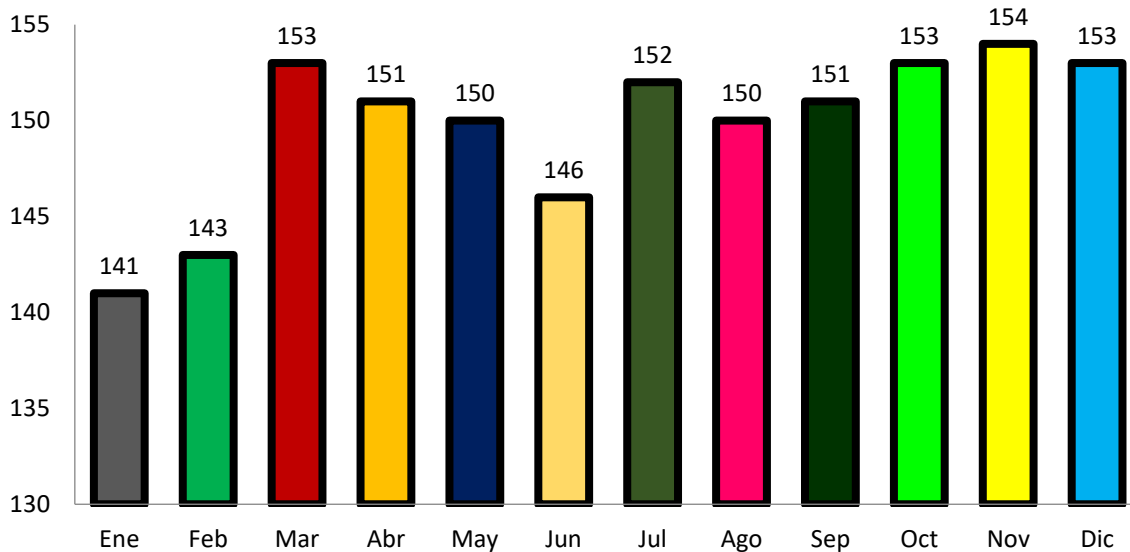


Figura 4. Número de especies que se venden por mes en el mercado.

De las verduras, vegetales y productos derivados de estos, que se venden por mes, la mayoría de estos son especies nativas y la otra parte son especies introducidas. En ese sentido, en el mes de noviembre que es donde más especies se encuentran 93 son especies nativas y 61 son introducidas

Por otro lado, la diversidad de productos derivados de estos que se comercializan en el mercado es muy variada, en ese sentido tenemos que existen 17 tipos de dulces, curtidos, bebidas, productos para esoterismo, entre otros.

Ejemplos de ellos son:

### DULCES

Dulce de papaya oreja de mico (*Saccharum officinarum* + *Carica mexicana*)

Dulce de papaya grande (*Saccharum officinarum* + *Carica papaya* L.)

Dulce de limón real (*Saccharum officinarum* + *Citrus medica* L.)

Dulce de cocoyol (*Saccharum officinarum* + *Acrocomia mexicana*)

Dulce de panela (*Saccharum officinarum*)

Dulce de chocolate (*Saccharum officinarum* + *Theobroma cacao*)

Dulce de nance (*Saccharum officinarum* + *Byrsonima crassifolia*)

Dulce de coco (*Saccharum officinarum* + *Cocos nucifera*)

### CURTIDOS

Nance (Aguardiente + *Byrsonima crassifolia*)

Ciruela (Aguardiente + *Spondias purpurea*)

Chile habanero (Vinagre + *Capsicum chinensis* + *Daucus carota*)

Chile amashito (Vinagre + *Capsicum annum var glabriusculum* + *Daucus carota*)

Grosella (Aguardiente + *Phyllanthus acidus*)

## **BEBIDAS**

Pozol (*Zea mays* + *Theobroma cacao*)  
Agua de guanábana (*Annona muricata*)  
Agua de Jamaica (*Hybiscus sabdarifa*)  
Agua de melón (*Cucumis melo*)  
Agua de sandía (*Citrullus vulgaris*)

## **COMIDAS**

Chamchamito (*Zea mays* + carne+ Holoche)  
Pan de elotes (*Zea mays* + *Saccharum officinarum*)  
Tamales (*Zea mays* + carne + *Musa paradisiaca*)  
Tamalitos (*Zea mays* + carne + *Calathea lutea*)  
Tamalitos de chipilín (*Zea mays* + carne + *Crotalaria maypurensis* + *Calathea lutea*)

## **ARTESANIAS**

Jícaras labradas (*Crescentia cujete*)  
Morrales (*Agave furcroides*)  
Arreglos de naturaleza muerta (*Asteraceas* varias)  
Bush (*Lagenaria siceraria*)  
Abanicos (*Atalea liembanii*)

## **ESOTERISMO**

Ajo macho (*Allium* sp.)  
Hoja de canela (*Cinnamomum zeylanicum*)  
Estoraque blanco (*Liquidambar orientalis*)  
Marrubio (*Marrubium vulgare* (L.))  
Aguas para baños (Diversas especies)

## **Conclusiones**

- El mercado 27 de octubre es una alternativa de subsistencia para muchas personas de escasos recursos económicos, que cultivan sus productos vegetales en huertos familiares y pequeñas áreas de cultivo tradicional y rural, para posteriormente venderlos.
- Algunos de los ellos son agricultores y han estado vendiendo las plantas en el mercado desde su infancia, otros sólo después de la jubilación.
- Finalmente, en el mercado para muchos comerciantes y grandes compradores, lo único que les importa son las grandes ganancias con el mínimo de inversión, por eso manejan precios económicos, no se preocupan por la conservación de los recursos.



## Bibliografía

- ❖ Estrada, L E. J. 1989. "El código Florentino. Su información Etnobotánica". Editorial Futura, S.A. Texcoco México. Colegio de Postgraduados Chapingo. 399p.
- ❖ Bye R. & Linares M., E., 1983. "The role of plants found in the Mexican markets and their importance in ethnobotanical studies". *Journal of Ethnobiology*,**3**(2): 1-13.
- ❖ Gispert, M., Coutiño, B., Rodríguez, H. y Díaz, A. 2005. La Etnobotánica y su Vinculación Intrínseca con los Grupos Étnicos Integrados a su Medio Natural, 1er Congreso sobre la Investigación en Facultades y Escuelas, UNAM.
- ❖ INEGI, 2000. XII Censo General de Población y Vivienda.
- ❖ INEGI, 2001. XII Censo General de Población y Vivienda.
- ❖ Linares M., E., B. Flores P. y R. Bye, 1988. Selección de plantas medicinales de México. Editorial Limusa S.A. de C.V. México.
- ❖ Martínez, A., M.A., 1984a. "Guía etnobotánica del Mercado de Oaxaca". *Guías de Excursiones Botánicas en México* VII. IX Congreso Mexicano de Botánica. Sociedad Botánica de México. 41-49.
- ❖ Pérez R.C.M. 2000. Aspectos Etnobotánicos de Especies Vegetales, Comercializadas en el Tianguis del Mercado Principal, en el Municipio del Centro, Tabasco, México. Tesis de Licenciatura. División Académica de Ciencias Biológicas. UJAT. Villahermosa, Tabasco. 28pp.

# Camas de combustibles forestales en selvas inundables de la Reserva de la biósfera La Encrucijada, Chiapas

Barrios-Caderón, Romeo de Jesús<sup>1</sup>; Flores-Garnica, José G.<sup>2</sup>; Infante Mata, Dulce<sup>1</sup>; Mozón Alvarado, Claudia<sup>3</sup>; Maza-Villalobos Méndez, Susana<sup>4</sup>

<sup>1</sup>El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula. Carretera Antigua Aeropuerto km 2.5. C. P. 30700. Tapachula, Chiapas, México.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Montecillo. Interior Parque Colomos S/N. Colonia Providencia, C.P. 44660. Guadalajara, Jalisco.

<sup>4</sup>El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche. Av. Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial, 24500 Lerma Campeche, Campeche, México.

<sup>5</sup>CONACyT-El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula, Chiapas, México.

## Introducción

La selvas inundables de *P. aquatica* del sistema de humedales El Castaño, se establecen en la zona del río San Nicolás, alejadas de las entradas de agua salada de los esteros. Sin embargo, la presencia recurrente de incendios que inician en los tulares y se propagan hacia las selvas inundables, han provocado la desaparición paulatina de estos ecosistemas. La alta frecuencia de incendios de gran impacto ecológico en la Reserva de la Biósfera La Encrucijada (REBIEN) está ligada principalmente a la extracción de fauna silvestre o a la apertura de áreas de cultivo y potreros (Kaal *et al.*, 2011; Barrios-Calderón *et al.*, 2018). Aún cuando se trata de humedales costeros que permanecen inundados gran parte del año, las selvas inundables tienen alta acumulación natural de combustibles muertos (árboles muertos en pie, troncos derribados, ramas, ramillas y hojas caídas) que forman parte de la materia orgánica disponible para quemarse. A pesar de ser un componente esencial para la dinámica de los flujos de energía, ciclos de carbono, nutrientes, agua y la conservación de los bosques (Sandberg *et al.*, 2001), el combustible forestal es la fuente de energía para el desarrollo del incendio, que no sería posible sin su presencia (Scott *et al.*, 2014).

La estimación de la carga de combustibles y las técnicas para su adecuado manejo, constituyen una herramienta de prevención de incendios que ha cobrado importancia en algunos países (Rodríguez, 2002). Una forma integral de evaluar la cantidad y calidad de los combustibles forestales es mediante el estudio de las Camas de combustibles forestales (CCF). Dentoni y Muñoz (2001) señalan que las CCF incluyen todo material combustible vegetal con su disposición espacial vertical y horizontal en cualquier sitio, que pueda llegar a quemarse durante un incendio. De acuerdo a lo anterior, el objetivo del presente trabajo es caracterizar las camas de combustibles forestales y determinar la carga promedio de combustibles muertos en selvas inundables de la Reserva de la Biósfera La Encrucijada, lo cual será de utilidad para definir *a posteriori* el peligro potencial de incendios en el área de estudio.

## Materiales y Métodos

**Área de estudio.** La REBIEN se encuentra ubicada al sur de Chiapas, México, entre los 14°43' y 15°40' latitud norte y 92°26' y 93°20' longitud oeste. Tiene una superficie de 144,868 ha, de las cuales 36,216 ha (24.9%) corresponden a dos zonas núcleo (La Encrucijada y Palmarcito) y 108,651 ha (75.1%) corresponden a la zona de amortiguamiento (DOF, 1995; Barrios-Calderón, 2018). De acuerdo a Breedlove (1981) las selvas inundables de *P. aquatica* en la REBIEN ocupan una extensión de 2,500 ha distribuidas en los municipios de Mazatán, Huixtla, Villa Comaltitlán, Mapastepec y Pijijiapan. Las selvas inundables del sistema de humedales El Castaño se localizan en la

parte NW de la zona núcleo La Encrucijada, específicamente en el municipio de Mapastepec. Estas se encuentran distribuidas en cercanía a otros humedales costeros como los manglares, tulares y relictos de palmares inundables (figura 1).

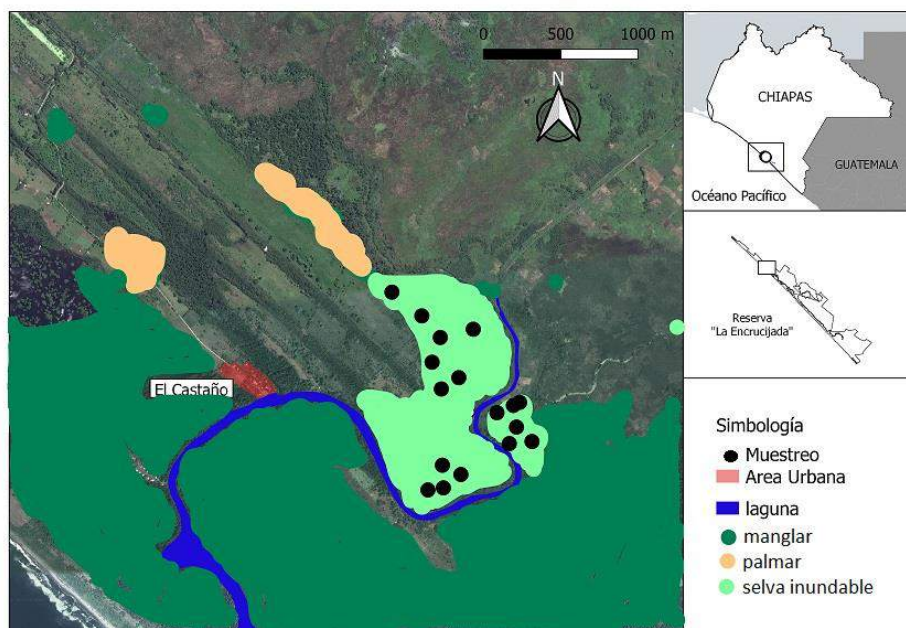


Figura 1. Localización de unidades de muestreo en las selvas inundables.

**Diseño de muestreo.** El tipo de muestreo utilizado es un muestreo aleatorio. Se establecieron un total de 17 unidades de muestreo (UM) circulares en las selvas inundables (figura 1) con superficie de 0.06 ha (13.82 m de radio) agrupadas de acuerdo a tres criterios de perturbación: 1) Perturbación alta, 2) perturbación media, y 3) No perturbada. El tamaño de las UM es una adecuación a la aplicada para selvas húmedas con dimensiones de 0.05 ha (500 m<sup>2</sup> o 1/20 de hectárea) como medida estándar recomendable (Morfin-Ríos et al., 2012). De manera que al incrementar el tamaño se pretende reducir la varianza, sin alterar la superficie establecida para muestreos forestales con rango de 400 a 1000 m<sup>2</sup>.

Metodología

**Combustibles vivos.** Para el inventario del arbolado en la CCF de las selvas inundables se incluyeron árboles adultos en pie y tocones con un Diámetro a la Altura de Pecho (DAP)  $\geq 2.5$  cm. Estos se midieron en las UM circulares a 1.3 m del suelo. Para estimar altura total y diámetro de copa seleccionó un 20% del arbolado total contabilizado dentro de cada UM siguiendo la metodología aplicada por Valdez-Hernández (2002) con el uso de un hipsómetro láser Vertex III. Para describir la estructura de la vegetación se definieron categorías diamétricas de acuerdo a Corella *et al.*, (2001). También se calculó el área basal utilizando la fórmula aplicada por Ramos-Durón *et al.*, (2004). La cobertura relativa (CR) del dosel fue obtenida utilizando la fórmula de Zarco-Espinoza *et al.*, (2010), mientras que para calcular frecuencia, densidad y dominancias relativas se aplicaron las fórmulas propuestas por Gentry y Ortiz (1993). La caracterización del estrato arbustivo y herbáceas se realizó en un subsitio circular de 0.006 ha (60 m<sup>2</sup>) situado al interior del sitio de 0.06 ha. En este subsitio se midió también la regeneración (brinzales) y arbolitos con diámetro normal (DN)  $< 2.5$  cm. Las variables evaluadas fueron altura y diámetro.

**Combustibles muertos.** Los combustibles leñosos se midieron aplicando la técnica de intersecciones planares (Brown, 1971; Sánchez y Zerecero, 1983; Flores *et al.*, 2008) y

adaptada por Barrios-Calderón (2018). En cada UM de muestreo se tiraron cuatro transectos lineales con longitud de 10 m a los cuatro puntos cardinales. Los combustibles leñosos fueron medidos a cuatro intervalos de distancia en cada línea de intersección planar con longitud de 10 m. Se aplicaron las fórmulas correspondientes para obtener la carga de combustibles promedio para cada categoría diamétrica. De esta manera los combustibles leñosos o Material Leñoso caído (MLC) fueron separados por tiempos de respuesta (1 h, 10 h, 100 h y 1000 h). Los combustibles de 1, 10 y 100 h fueron contabilizados en función a las frecuencias de intersección con respecto al plano horizontal. Para los combustibles de 1000 h se midieron los diámetros (en cm) y fueron clasificados de acuerdo a su condición (firme o podrido). Los combustibles ligeros (hojarasca) se midieron al final de cada línea de intersección planar, estableciéndose cuatro cuadros de 0.2 x 0.2 m. El combustible ligero fue separado en hojarasca superficial (HS) y hojarasca en fermentación (HF). Se colectó y fue secado en un horno a 75°C durante 24 hasta alcanzar un peso seco constante. Se aplicaron los cálculos correspondientes de acuerdo a la metodología aplicada por Morfín *et al.*, (2012). Se registró la carga de esta clase de combustibles sumándose a la carga total.

Para definir posibles diferencias entre carga de combustibles muertos (leñosos y ligeros) se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), mediante la prueba de comparación de medias por Tukey con un nivel de significancia de 0.05 utilizando el paquete estadístico jmp versión 14.

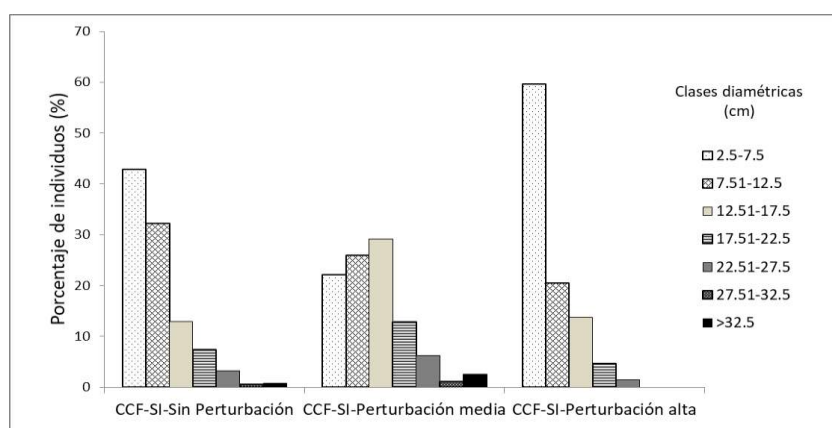
## Resultados y Discusión

**Caracterización de la CCF Selva inundable.** El estrato arbóreo registró 10 especies arbóreas en las CCF de las selvas inundables identificadas (seis a nivel especie y cuatro a nivel género y familia). La especie principal es *Pachira aquatica* Aubl., mejor conocida como “zapote de agua” o “zapotón”. Esta especie pertenece a la familia Bombacaceae y es la especie característica de las selvas inundables en la REBIEN. Asociadas a *P. aquatica* se encontraron otras especies arbóreas, que por orden de importancia se enlistan a continuación: *Zygia conzattii* (Standl.) Britton & Rose, perteneciente a la familia Fabaceae; las dos especies de mangle asociadas: *Rhizophora mangle* L., perteneciente a la familia Rhizophoraceae y *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn perteneciente a las Combretaceas. Además de otras fabáceas como *Cynometra oaxacana* Brandegee y *Cynometra retusa* Britton & Rose e *Inga laurina* (Sw) Willd, además de la especie *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC., perteneciente a la Bignonaceas. Las herbáceas encontradas fueron *Acrostichum aureum* L, con altura promedio de 1.95 m, diámetros mayor y menor de 1.42 y 0.98 m, y con un total de 13 a 21 pinnas; *Crinum americanum* con alturas promedio de 0.85 m, diámetros mayor y menor de 0.66 y 0.34 m, respectivamente. Otras hierbas distribuidas en estas CCF son: *Leucaena leucocephala* (tamarindillo), *Solanum* sp., *Crotón lobatus* L., etc. El estrato arbustivo se conforma principalmente por plantas de *P. aquatica* con alturas promedio de 0.76 m y diámetro promedio de 0.5 m, plantas de *R. mangle* (1.2 m de altura y diámetro promedio de 0.7 m) y *L. racemosa* con alturas promedio de 1.34 y diámetro de 0.6 m en algunas zonas. También se encontraron plantas de *Cynometra oaxacana*, *Cynometra retusa* y *Zygia conzattii*, con alturas promedio de 1.2 m y diámetro de 0.6 cm. Las lianas encontradas fueron *Pseudocalyma macrocarpum* (bejuco de ajo), *Vitis caribaea* (bejuco de agua) *Dalbergia ecastophyllum* (bejuco péndola) y *Entadopsis polystachya* (bejuco prieto).

**Estructura vertical de combustibles vivos.** El estrato arbóreo de las tres condiciones de Selva inundable evaluadas presenta una estructura vertical dominante de la clase de 2-7 m

de altura. Las especies más importantes para cada clase de diámetro y su porcentaje respectivo fueron: **a)** CCF-SI-Sin Perturbación: *Hymenea*, *Croton lobatus*, *Cynometra retusa*, *Entada sp.*, *Laguncularia racemosa*, *Pachira aquatica*, *Paullinia sp.*, *Rhizophora mangle*, *Lianas*, *Serjania sp.*, *Tabebuia rosea*, *Zygia conzattii*; **b)** CCF-SI-Perturbación media: *Entada sp.*, *Cynometra oaxacana*, *Inga laurina*, *Laguncularia racemosa*, *Pachira aquatica*, *Rhizophora mangle*; **c)** CCF-SI-Perturbación alta: *Croton lobatus*, *Lianas*, *Laguncularia racemosa*, *Pachira aquatica*, *Rhizophora mangle*, *Zygia conzattii*.

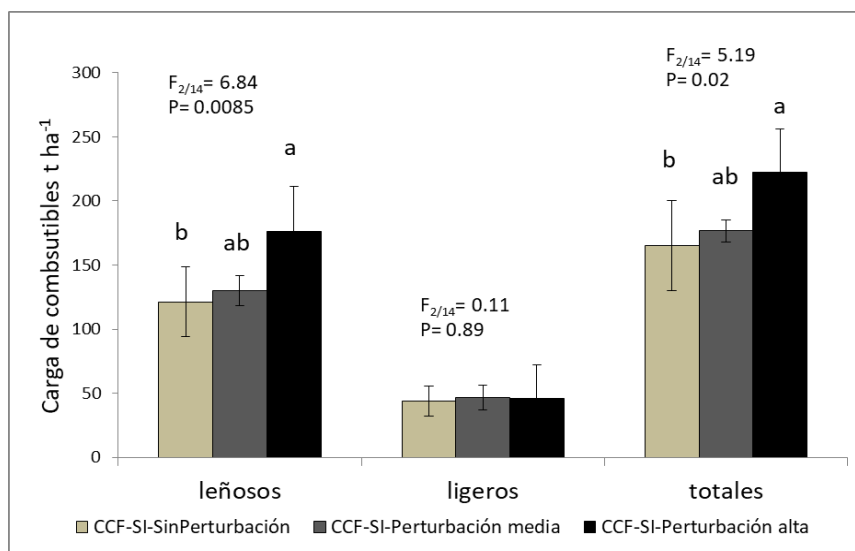
**Estructura horizontal de combustibles vivos. a)** Clases diamétricas. La estructura horizontal determinada en las clases diamétricas de la CCF Selva inundable en las tres condiciones de selva evaluadas, la mayor parte de los individuos con el 41.5% presentan un DN entre 2.5-7.5 cm, el 26.2% (DN 7.6-12.5 cm), el 18.5% (DN 12.6-17.5 cm), 8.3% (DN 17.6-22.5 cm), 3.6% (DN 22.6-27.5), 0.9% (DN 27.6-32.5), 0.5% (DN 32.6-37.5), 0.3% (DN 37.6-42.5), 0.1% (DN 42.6-47.5) y 0.2% para DN >47.5 cm (Figura 2). **b)** Densidad de arbolado. La densidad media de arbolado de los tres condiciones de evaluadas fue mayor en la CCF-SI-Sin perturbación con un total de 2,686 ind ha<sup>-1</sup>, teniendo un área basal media de 26.59 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> que es la menor obtenida. El área basal mayor correspondió a la CCF-SI-Perturbación media con 39.41 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. La especie con el mayor IVI en la CCF-SI-Sin perturbación fue *P. aquatica* con 171.35%, seguido por *R. mangle* 29.53% y *Z. conzatti* 24.73%, principalmente. La especie con el menor IVI fue *Sapida sp.* (2.33%). En la CCF-SI-Perturbación media el IVI más alto corresponde a *P. aquatica* (178.07%), seguida de *C. oaxacana* y *R. mangle* con 35.36% y 34.44% respectivamente, mientras que la especie con el menor IVI *L. racemosa* con 5.74%. La CCF-SI-Perturbación alta muestra el IVI más alto para *P. aquatica* (207.47%), siendo este el valor más alto para la especie en las tres condiciones de selva evaluadas. El valor más bajo en esta CCF corresponde a la especie *C. lobatus* con un 4.84%.



**Figura 2. Porcentaje de individuos ha<sup>-1</sup> para cada clase diamétrica (DN > 2.5 cm) en las tres condiciones de la CCF Selva inundable.**

**Carga de combustibles muertos.** Los resultados de las cargas de combustibles muertos muestran diferencias en las clases de combustibles de 1 h, 10 h y 1000 (podrido) teniendo mayor cantidad de combustibles en la SI-Perturbación alta. En las categorías restantes no se presentaron diferencias significativas. El análisis comparativo del promedio de combustibles leñosos (1 h, 10 h, 100 h y 1000 firme y podrido) muestra diferencias significativas teniendo el valor más alto en la SI-Perturbación alta con un 176.22±31.48 t ha<sup>-1</sup> con respecto a la SI-Perturbación media (130.15±21.75 t ha<sup>-1</sup>) y la CCF-Si-Sin perturbación (121.36±27.15 t ha<sup>-1</sup>). Los combustibles ligeros (HS y HF) no presentaron

diferencias significativas en los valores obtenidos de su carga que correspondieron a  $45.96 \pm 8.42 \text{ t ha}^{-1}$  en la SI-Perturbación alta,  $46.51 \pm 5.11 \text{ t ha}^{-1}$  en la SI-Perturbación media y  $43.83 \pm 3.86 \text{ t ha}^{-1}$  correspondiente a la SI-Sin perturbación (Figura 4). Finalmente la carga de combustibles total también muestra diferencias estadísticas significativas teniendo el mayor valor en la SI-Perturbación alta con  $222.19 \pm 13.37 \text{ t ha}^{-1}$ , mientras que el valor menor correspondió a SI-Sin perturbación con  $165.2 \pm 34.92 \text{ t ha}^{-1}$ . Para el caso de la SI-Perturbación media, el valor obtenido corresponde a  $176.67 \pm 26.19 \text{ t ha}^{-1}$  que corresponde a un valor intermedio entre la otras dos condiciones de selvas inundables (Figura 4).



**Figura 4. Comparación de carga de combustibles leñosos, ligeros y totales entre las tres condiciones de selva inundable. De acuerdo con la prueba de Tukey-kramer ( $P > 0.05$ ), letras diferentes muestran diferencias significativas; sobre las barras se representa la desviación estándar de la media.**

## Conclusiones

Este uno de los primeros esfuerzos de investigación en el país y a nivel internacional, que contempla un estudio más profundo sobre la caracterización de combustibles forestales en selvas inundables, dado a que actualmente no se cuenta con información en estos humedales costeros. Los resultados obtenidos son un primer avance para realizar inferencias sobre la dimensión espacial que puede tener el fuego a partir de las cargas de combustibles. Además permite inferir el potencial de carbono disponible para la combustión ante posibles incendios. De esta manera, el conocimiento generado será de utilidad para futuras investigaciones relacionadas al estudio del comportamiento del fuego en estos humedales costeros.

## Literatura consultada

- Barrios-Calderón, R. J. 2015. Combustibles forestales y su relación con incendios en humedales costeros de la Reserva de la Biósfera La Encrucijada, Chiapas. Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula, Chiapas, México. 239 p.
- Barrios-Calderón, R. J., Infante-Mata, D., Flores-Garnica, J. G., Tovilla-Hernández, C., Grimaldi-Calderón, S. J. and García Alfaro, J. R. 2018. Woody fuel load in coastal wetlands of the La Encrucijada Biosphere Reserve, Chiapas, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 24(3), 339-357. doi: 10.5154/r.rchscfa.2017.12.068.
- Breedlove, D. 1981. Flora of Chiapas, Introduction to the Flora of Chiapas. California Academy of Sciences. 35 pp.

- Brown, J. K. 1974. "Handbook for inventorying downed woody material". USDA Forest Service. General Technical Report INT – 16. Utah, USA. 24 p.
- Corella J. F., Valdez H. J. I., Cetina, A. V. M., González, C. F. V., Trinidad, S. A. and Aguirre, R. J. 2001. Estructura forestal de un bosque de mangle en noreste del estado de Tabasco, México. *Ciencia Forestal en México*, 90 (26): 73-102.
- Dentoni, M.C. y Muñoz, M. 2001 Glosario de Términos Relacionados con el Manejo del Fuego. Plan Nacional de Manejo del Fuego. Secretaria de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. Argentina. 28 p.
- Flores, G. J. G. 2001. Modeling the spatial variability of forest fuel arrays. Ph.D. Dissertation. Dept. For. Sc. Colorado State University. 184 p.
- Flores, G., Chávez, D. J., Xelhuantzi, C. y Villela, S. A. 2008. Evaluación de la Respuesta de Diferentes Ecosistemas Forestales a los Incendios Forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro-Altos de Jalisco, México
- Gentry, A. y Ortiz, R. 1993. Patrones de composición florística en la Amazonía peruana. Kalliola, R.; Puhakka, M. & Danyoy, W. (eds.). Amazonia peruana vegetación húmeda subtropical en el llano subandino. Proyecto Amazonia Universidad de Turku (PAUT) and Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), Jyväskylä. Pp. 155-166.
- Infante, M. D., Moreno-Casasola, P., Madero-Vega, C., Castillo-Campo, G., and Warner, B. G. 2011. Floristic composition and soil characteristics of tropical freshwater forested wetland of Veracruz on the coastal plain of the Gulf of Mexico. *Forest Ecology and Management*, 262(8), 1514–1531. doi: 10.1016/j.foreco.2011.06.053
- Infante-Mata, D., Moreno-Casasola, P., and Madero-Vega, C. 2014. ¿Pachira aquatica, un indicador del límite del manglar? *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(1), 143–160. doi: 10.7550/rmb.32656
- Kaal, J., Carrión, M. Y., Asouti, E., Martín, S. M., Martínez, C. A., Costa, C. M., and Criado, B. F. 2011. Long-term deforestation in NW Spain: linking the Holocene fire history to vegetation change and human activities. *Quaternary Science Reviews*, 30(1-2), 161–175. doi: 10.1016/j.quascirev.2010.10.006
- Moreno-Casasola, P. 2016. Servicios ecosistémicos de las selvas y bosques costeros de Veracruz. México: INECOL - ITTO - CONAFOR - INECC.
- Morfin Ríos, J. E., Jardel Peláez, E. J., Alvarado Celestino, E. and Michel-Fuentes R. 2012. *Caracterización y cuantificación de combustibles forestales*. Comisión Nacional Forestal-Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 111 p.
- Ramos-Durón, F. J., Quiróz F, A. J., Ramírez G. J. P. y Lot H. A. 2004. Manual de hidrobotánica: Muestreo y análisis de la vegetación acuática. AGT Editor. México. 158 p.
- Rodríguez-Trejo., D. A., Rodríguez A. M., Fernández S. F. y Pyne, S. J. 2002. Educación e incendios forestales. 2ª ed. MundiPrensa. México, D. F. 201 p.
- Sandberg D., Ottmar R. and Cushon G. 2001, Characterizing fuels in the 21st Century, *International Journal of Wildland Fire*, 10:381-387.
- Scott, A. C., D. M. J. S. Bowman, W. J. Bond, S. J. Pyne and M. E. Alexander. 2014. *Fire on Earth: An Introduction*. John Willey & Sons. Hoboken, NJ USA. 434 p.
- Valdez-Hernández J. I. 2002. Aprovechamiento forestal de manglares en el estado de Nayarit, costa Pacífica de México. *Madera y Bosques*. Número especial: 129-145.
- Villers-Ruiz, Villers, L. S. and Wong, J. 2006. Fire hazard assessment at Malinche National Park, Central Mexico. 3rd International Fire Ecology Conference, San Diego, California. 3 p.
- Zarco-Espinosa, V. M., Valdez-Hernández, J. I., Ángeles-Pérez J. y Castillo-Acosta, O. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea en el Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia*, 26(1): 1-17.
- Sánchez, C. J. y Zerecero, L. G. 1983. Método práctico para calcular la cantidad de combustibles leñosos y hojarasca. México: CIFONOR- INIF- SFF - SARH.



*"Por el derecho Universal a un Medioambiente Sano"*



Título: Mujeres y patios familiares, lucha grande desde espacios pequeños

Autores

Reina María Rodríguez García

Álvaro Celestino Alonso Vázquez

Isabel Castillo Reinoso

Francisco Cruz ávilla

Yosvany Medina Carbó

Saily Leo González

Nidia María Rojas Carballo

Ana Cristina Pérez Hernández

Universidad de Pinar del Río Hermanos Saiz Montes de Oca. Centro Universitario Municipal.  
Consolación del Sur. Cuba. [reina.rodriguez@upr.edu.cu](mailto:reina.rodriguez@upr.edu.cu)



## Resumen

En la actualidad, el calentamiento global favorece el origen de importantes cambios climáticos con graves implicaciones para la productividad agrícola, estos efectos asociados al cambio climático influyen negativamente en la actividad agropecuaria y la disponibilidad de alimentos, afectando todas las dimensiones de la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN).

El fomento de patios familiares atendidos fundamentalmente por mujeres es una prioridad del Nodo de Mapa Verde del municipio de Consolación del Sur, para potenciar la producción y el consumo de vegetales, hortalizas, plantas medicinales y condimentos frescos, gana cada vez más adeptos entre los cultivadores, por el resultado económico para la economía familiar y entre los compradores, por las demostradas bondades de estos cultivos para la alimentación y la salud humanas en general.

Rescatar la producción de alimentos en los patios domésticos es una de las prioridades del movimiento de la agricultura urbana, suburbana y familiar en Cuba, concientizando a las familias a que produzcan en sus patios y ponerlos en función de la producción de alimentos, esa es la agricultura familiar del barrio, para el barrio y con el barrio en pos de garantizar una alimentación local y sana.

Muchos sin pensarlo se han convertido en pequeños agricultores de su propio patio, ese que han transformado en excelentes parcelas y huertos intensivos, que funden con un nuevo toque y del que recogen el más inesperado fruto. Abren así un inmenso portón donde los canteros de col, habichuela, espinaca, ajo porro, cebollino, pepino y otros vegetales y hortalizas son el sentido de la vida.

La agricultura urbana y suburbana es un movimiento que contribuye significativamente a la producción y comercialización de alimentos a la escala local, al tiempo que constituye una alternativa para la promoción de la seguridad alimentaria y en eso debe trabajar el país”.

Se trabaja en la implementación de un programa de capacitación, introducción y disseminación de tecnologías y resultados con los responsables de cada área y entre los productores vinculados a huertos, patios familiares, los frutales y otras actividades agrícolas, desarrollando patios y fincas diversificadas.

## Introducción

El fin de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) Agenda 2030, es garantizar una vida sostenible, pacífica, próspera, y justa en la tierra para todos ahora y en el futuro. Los 17 ODS tienen un fuerte contenido ambiental, y orientan la sostenibilidad de forma integrada, holística sistémica. Pues no hay sostenibilidad posible sin conservar y usar racionalmente los recursos naturales que soportan la vida.

El camino del DS requiere una transformación profunda de nuestra forma de pensar y actuar. Tarea esencial de la educación para todos los niveles de enseñanza.

Los individuos deben convertirse en agentes de cambio que necesitan conocimientos, habilidades, valores y actitudes que faciliten contribuir al DS. (UNESCO, 2017)

Actualmente la Educación asume un papel de vanguardia en la conservación del medio ambiente y, en su carácter multidireccional, debe favorecer la diversidad cultural como forma

de garantizar que los individuos y las comunidades realicen sus proyectos singulares de vida, sobre la base de la sostenibilidad.

Autores como, Castro (1993), Díaz (2000), Santos (2002), McPherson (2004), Borroto (2006), Relaño, et al. (2011), Domínguez (2014), Torres (2014), entre otros, se han pronunciado por la necesidad de asumir conductas cada vez más efectivas para garantizar la educación ambiental de toda la sociedad, enfatizándose en la importancia de la labor que se debe desarrollar en el entorno comunitario.

Las comunidades deben ser guiadas para tomar conciencia de que algunos de los problemas ambientales que hoy se observan tienen como causa los modelos seguidos en la agricultura convencional practicados en ellas, que han afectado vertiginosamente los recursos naturales como el suelo, el agua y la biodiversidad.

Como respuesta a lo anterior, en el ámbito científico internacional se han desarrollado diferentes teorías y propuestas prácticas encaminadas a buscar una mejor armonía entre la agricultura y el ambiente, sobre la base de la optimización del agroecosistema, destacándose la Agroecología, disciplina que toma auge durante la década de los 70 del pasado siglo, "(...) esta disciplina se centra en las relaciones ecológicas en el campo y su propósito es iluminar la forma, la dinámica y las funciones de estas relaciones" (Restrepo, et al., 2000, p. 20).

Estas prácticas han emergido como baluartes de las economías locales, estrechamente vinculadas a la seguridad alimentaria de la población mediante la producción de alimentos, por lo que representan una importante línea directriz del desarrollo local, que toma en consideración las indicaciones del Gobierno y del Ministerio de la Agricultura acerca del desarrollo agrario desde la perspectiva de la sostenibilidad, representando además una contribución necesaria a la instrumentación de las indicaciones del Programa Nacional Integral de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar y a la instrumentación de los Lineamientos de la Política Económica y Social del PCC y la Revolución<sup>1</sup>, aprobados en el Sexto Congreso.

El presente trabajo dirige su atención hacia la realidad socio-económica del municipio Consolación del Sur en la provincia Pinar del Río, escenario en el que se intensifica la agricultura familiar en los entornos urbanos y suburbanos, donde es perceptible la necesidad de fortalecer el proceso de educación agroecológica entre sus productores para erradicar aquellas acciones que aún inciden negativamente en: *la conservación de la fertilidad y estructura del suelo, en la utilización apropiada del recurso hídrico y en la aplicación de técnicas de fertilización agroecológica*. Asimismo, se involucran en este proceso a aquellos miembros de las instituciones educativas que por su preparación científico-pedagógica pueden convertirse en promotores para la diseminación de los saberes agroecológicos mediante la labor extensionista.

<sup>1</sup> Se hace referencia a los Lineamientos de la Política Agroindustrial 184, 185, 187, 188, 204 y 205.

## Desarrollo

### LA EDUCACIÓN AMBIENTAL DE LAS COMUNIDADES

En la educación integral de los hombres destaca la educación ambiental, con su objetivo básico de diseminar el conocimiento sobre el ambiente para formar la conciencia de preservación del mismo, encaminando sus actuaciones hacia el alcance de un desarrollo sostenible, lo que significa “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades”.<sup>2</sup>

“(…) Es la acción educativa permanente por la cual la comunidad educativa toma la conciencia de su realidad global, del tipo de relación que los hombres establecen entre sí y con la Naturaleza, de los problemas derivados de dichas relaciones y sus causas profundas. Desarrolla, mediante una práctica que vincula al educando con la comunidad, valores y actitudes que promueven un comportamiento dirigido a la transformación de esa realidad, tanto en sus aspectos naturales como sociales, desarrollando en los educandos habilidades y actitudes para dicha transformación”. (Fórum das ONGS, 1992, p. 31).

Las consideraciones anteriores sirven de base para centrar la atención en la educación ambiental en las comunidades, proceso que transcurre en ese espacio conocido por comunidad, cuya esencia va más allá de la convivencia que establecen grupos de personas.

Fernández Díaz, A. (2001, p. 24), define la comunidad como: “Organización social donde las personas se perciben como una unidad social, comparten un territorio, intereses y necesidades, interactuando entre si y promoviendo acciones colectivas a favor del conocimiento personal y social, llegando a manifestar sentimientos de pertenencia como expresión de su identidad comunitaria”.

El pensamiento sobre educación ambiental comunitaria fue aceptado en el transcurso del tiempo con diferentes significados. Su interpretación está relacionada con los espacios naturales y la transmisión de valores, mediante un conjunto de conocimientos y técnicas inspiradas en el estudio de la percepción. Su objetivo es estimular mudanzas de actitudes y conductas en los integrantes de la comunidad a favor del medio ambiente. Según Relaño (2009, p. 44) es “un proceso sistemático (...) para el mejoramiento y transformación de la comunidad, considerando sus características socioculturales y dirigidas hacia el desarrollo sostenible local”.

La definición anterior presta atención a tres importantes factores que no pueden faltar en una educación ambiental dirigida a la comunidad, ellos son: el factor educativo, el factor ambiental y el factor referido a lo comunitario, por aludir al entorno donde se desarrolla el proceso.

Se toman como ejes básicos, para el trabajo de educación ambiental comunitaria, los enfoques de la Agroecología, dos aspectos estrechamente relacionados que permiten hablar, por tanto, de una educación agroecológica desarrollada en las comunidades.

La educación agroecológica es definida como “el proceso mediante el cual las personas adquieren los conocimientos necesarios para el desarrollo de las labores agrícolas desde una perspectiva ecológica”. (Martínez, 2002, p.11).

<sup>2</sup>Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): Nuestro Futuro Común. ONU. Citado por Ramírez, et. al., 2004, p. 55.

## **AGROECOLOGÍA. MOVIMIENTOS Y ENFOQUES QUE HAN INFLUIDO EN EL PENSAMIENTO AGROECOLÓGICO**

La agroecología es una disciplina científica relativamente nueva. En conformidad con los criterios de Altieri (1997), “es un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente; centrada no sólo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción. (...) se refiere al estudio de fenómenos netamente ecológicos dentro del campo de cultivo, tales como relaciones depredador/presa, o competencia de cultivo/maleza”<sup>3</sup>. La agroecología se centra en las relaciones ecológicas en el campo y su propósito es iluminar la forma, la dinámica y las funciones de estas relaciones.

En algunos trabajos sobre agroecología está implícita la idea de que por medio del conocimiento de estos procesos y sus relaciones, los sistemas agroecológicos pueden ser administrados mejor, con menores impactos negativos en el medio ambiente y la sociedad, más sostenidamente y con menor uso de insumos externos. De acuerdo a lo expresado por Norgaard (1983)<sup>4</sup> la agroecología tiene una base filosófica diferente a la de las ciencias agrícolas convencionales, lo que quiere decir que es una ciencia holística mientras que las ciencias convencionales son atomistas.<sup>5</sup>

Altieri, M. (1997, p. 14), reconoce que el crédito de gran parte del desarrollo inicial de la agricultura ecológica en las ciencias formales le pertenece a Klages (1928), quien sugirió que se tomaran en cuenta los factores fisiológicos y agronómicos que influían en la distribución y adaptación de las especies específicas de cultivos para comprender la compleja relación existente entre una planta de cultivo y su medio ambiente. Más adelante el autor incluyó en estas consideraciones los factores históricos, tecnológicos y socioeconómicos que determinan qué cultivos podían producirse en una región dada y en qué cantidad. En su evolución histórica, han existido diferentes movimientos y enfoques que la han fortalecido, Restrepo, et al. (2000, p. 9-11) refiere los siguientes: Agricultura Orgánica, Agricultura Biodinámica, Permacultivo, Agricultura sostenible de bajos insumos.

Importantes ventajas trae consigo la educación agroecológica en el contexto de la agricultura familiar, entre ellas se destacan: Impulso de la producción agrícola sobre la base de la conservando los recursos naturales elementales de la producción de alimentos tales como el suelo, agua y biodiversidad; Rescate y revalorización del conocimiento y técnicas utilizadas por el campesino en el manejo de los agroecosistemas, con un enfoque participativo, multidisciplinar y sistémico, donde confluyan el conocimiento moderno y el tradicional; Incremento de la diversidad de cultivos dentro del agroecosistema, para adecuar el reciclaje de materia a las necesidades existentes y reducir al mínimo los riesgos económicos, ambientales y biológicos.

### **LA AGRICULTURA FAMILIAR. UNA OPCIÓN DE DESARROLLO**

“La agricultura familiar incluye todas las actividades agrícolas de base familiar y está relacionada con varios ámbitos del desarrollo rural. La agricultura familiar es una forma de

<sup>3</sup>Citado por Martínez, 2011, p. 145.

<sup>4</sup> Citado por Altieri, 1997, p. 129.

<sup>5</sup> La filosofía del atomismo constituye un pluralismo extremo, pues afirma la existencia de una multiplicidad de cosas singulares y niega que tales cosas formen una unidad, una totalidad, todo lo cual se contrapone al holismo que enfatiza la importancia del todo, que es más grande que la suma de las partes y da importancia a la interdependencia de éstas.

clasificar la producción agrícola, forestal, pesquera, pastoril y acuícola gestionada y operada por una familia y que depende principalmente de la mano de obra familiar, incluyendo tanto a mujeres como a hombres”. (Domínguez Cruz, 2014, p. 1).

Este modelo de agricultura debe generar sus producciones garantizando la gestión sostenible del agroecosistema y debe presentar sistemas diversificados de producción encaminados a la estabilidad de los ecosistemas en que está insertada, lo que la diferencia de la agricultura industrial altamente dependiente de los insumos externos. Constituye uno de los primeros eslabones en la alimentación saludable, pues ella elimina el uso de agroquímicos perjudiciales para la salud del hombre.

En reiteradas ocasiones se ha planteado que en Cuba la agricultura se desenvolverá en un ambiente climático adverso.

La productividad primaria neta y la densidad potencial de biomasa decaerán.

Se acortarán progresivamente La duración (en días de las fases fenológicas de cultivos importantes, incluyendo la duración total de los ciclos de cultivo y los rendimientos potenciales decrecerán.

Lo anterior, acompañado por la reducción de las áreas agrícolas, conllevará a impactos sobre la producción agrícola total y la cría de animales, superiores a los estimados a cuenta del impacto directo del aumento de temperatura y la reducción de las precipitaciones.

Por ello la agricultura familiar cubana es una de las opciones de desarrollo, en la que se articulan varios factores que le dan vida a la comunidad y que encuentran su respaldo en el Movimiento de Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar, un programa que ejecuta el Ministerio de la Agricultura donde los pequeños productores, los circuitos de producción y consumo a nivel local, así como la recuperación de cultivos tradicionales desempeñan un papel importante en la seguridad alimentaria. Sólo la aplicación de técnicas y enfoques agroecológicos serán conducentes hacia el éxito en esta forma de producción.

Los patios familiares o huertos caseros son microambientes que contienen altos valores de diversidad de especies y variedades diferentes a las encontradas en los ecosistemas agrarios que los rodean. En el huerto familiar tradicional, la presencia de frutales ha sido un elemento florístico de alto predominio, llegando a representar en algunos casos, del 40 a 50 % del total de plantas cultivadas. Unido a lo anterior, las fincas campesinas y cooperativas conforman centros primarios de diversidad genética y tecnológica que cuentan con una alta diversidad de cultivos/ especies y variedades/ razas y tecnología apropiada al beneficio económico, social y ambiental de su entorno, así como las experiencias, lecciones aprendidas y mejores prácticas del proceso de innovación local. (PIAL, 2007).

Similar comportamiento se mantiene en los patios familiares y parcelas, por lo que siempre resulta de gran interés estudiar la biodiversidad existente ya que en ellos se atesora una gran diversidad de especies de frutales autóctonas e introducidas, en perfecto estado de adaptación a las condiciones de nuestro territorio (Mesa et al 2009) por lo que las investigaciones deben dirigirse al completamiento de los inventarios de agrobiodiversidad, especialmente en las comunidades campesinas donde se concentra una alta variabilidad genética en una amplia gama de cultivos, considerando además los sistemas urbanos de producción (Comisión Nacional de Recursos Fitogenéticos, 2007). En los últimos años como consecuencia de desastres naturales, los cambios climáticos, así como los efectos antrópicos, se ha visto un

franco deterioro de la composición frutícola en el huerto familiar, lo que unido a la práctica de priorizar el cultivo de grandes extensiones de selecciones mejoradas en detrimento de las formas locales debido a las exigencias de los consumidores y su vinculación al mercado, dio lugar a una pérdida considerable de la biodiversidad de frutas existentes, en no pocos casos irreversible. (Capote et al, 2008), Desde 1997, el Grupo Nacional de la Agricultura Urbana, ha observado una riqueza inmensa de

En ese sentido, adquiere singular relevancia el fortalecimiento de la actividad de la incorporación de la mujer, la participación de las entidades científicas, de investigación, docencia, así como de productores de avanzada que fomenten la innovación agraria y los procesos de capacitación a escala local.

## **ESTRATEGIA PARA EL FOMENTO DE LA EDUCACIÓN AGROECOLÓGICA DE LOS PRODUCTORES DE LA AGRICULTURA FAMILIAR EN EL CONTEXTO URBANO**

En la elaboración de la estrategia, se asumen tres dimensiones principales: *conocimiento, modos de actuación y participación.*

Estructura de la estrategia:

- **Introducción**, en la que se establecen los fundamentos de la estrategia, considerándose como pilares básicos: *desarrollo endógeno, acercamiento de la formación profesional universitaria al escenario local y la labor extensionista* desarrollada por los integrantes del grupo gestor de Mapa Verde como protagonistas en el fomento de la educación agroecológica de los productores de la agricultura familiar en la localidad.
- I. **Determinación de las fortalezas y debilidades** para la ejecución de la estrategia. En este sentido, se utilizaron las entrevistas individuales con los directivos del MINAGRI y del Grupo Municipal de Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar, directivos del PCC para la atención de la esfera agroalimentaria, representante agroecológico de la ANAP, directivos de la Dirección Municipal de Educación, directivos y responsables de la agricultura urbana de cada consejo popular.

Para profundizar en el estado actual del problema se entrevistaron los productores de la agricultura familiar que integran la muestra seleccionada (95 productores de 48 patios familiares de 6 consejos populares del municipio de Consolación del Sur), lo que es acompañado de la observación directa en 48 parcelas de producción. En estas acciones se consideraron los indicadores resumidos a continuación:

- Experiencia en las prácticas de la agricultura familiar (tiempo, sistematicidad, familiares que participan, de ellos mujeres.)
- Vías mediante las cuales ha recibido preparación agroecológica
- Preparación del área (modalidad de labranza, uso de cercas vivas, bordes de desagüe).
- Tipo de asociación de cultivos (cultivos intercalados, cultivos mixtos, cultivos en franjas, cultivo de relevo).
- Manejo del recurso hídrico (fuente de agua, captación de agua de lluvia, uso de cultivos de bajo consumo hídrico, implementación de colchón de materia seca).
- Uso de semillas (calidad, conservación, especies locales).

- Control de plagas y enfermedades (Vías de control).
- Conservación de alimentos y comercialización.
- Uso de residuos sólidos y líquidos.

Los principales resultados hablan de: productores con más de 10 años de experiencia en la agricultura familiar, en cuyas prácticas participan otros miembros de la familia . Realizan las actividades agrícolas de acuerdo con la experiencia de los familiares de más edad y consejos dados por otros productores. Las mayores dificultades detectadas están referidas al manejo del recurso hídrico, a la conservación de semillas y al uso de residuos sólidos y líquidos. De forma general manifiestan la necesidad de recibir preparación en temas agroecológicos.

**II. Objetivo:** Fomentar la educación agroecológica en los productores de la agricultura familiar del contexto urbano, desde la labor extensionista de los estudiantes y del grupo gestor de Mapa Verde.

**III. Etapas y acciones estratégicas:**

**1. Etapa propedéutica**, en la que se realiza: la capacitación de los gestores para realizar la labor de extensión teniendo en cuenta las necesidades identificadas en el estudio exploratorio y se planifican las acciones estratégicas.

Recomendaciones para la organización: selección del espacio y condiciones para desarrollar estas actividades en coordinación con los responsables de agricultura urbana de los consejos populares, selección de los recursos, determinación del tiempo y de los responsables para cada acción.

**a) Diseño de las acciones de capacitación** de los gestores de la labor extensionista para la educación agroecológica de los productores de la agricultura familiar.

Recomendaciones metodológicas: selección de los temas agroecológicos en correspondencia con las necesidades manifestadas durante el estudio exploratorio, así como por las propias necesidades de los productores.

**b) Capacitación de los gestores para realizar la labor de extensionismo:**

1. Talleres de capacitación acerca de las técnicas de diagnóstico. Elaboración de los instrumentos de pesquisa (guía de entrevista y de observación).
2. Talleres de preparación en las temáticas agroecológicas considerando las necesidades emanadas de la pesquisa.
3. Elaboración de fichas, glosarios y otros medios didácticos necesarios para la realización de las acciones de la etapa de ejecución.

Recomendaciones metodológicas: promover la participación activa y reflexiva, aplicando técnicas que mantengan la motivación de los participantes. Comprobar el nivel de preparación alcanzado por los integrantes del equipo gestor como vía de retroalimentación para perfeccionar el trabajo educativo que deben desarrollar con los productores.

**2. Etapa de ejecución** de las acciones de la estrategia.

**a) Aplicación de técnicas de pesquisa** en la muestra seleccionada dentro del contexto comunitario.

**b) Desarrollo de charlas educativas** con los productores de la agricultura familiar:

Temáticas tratadas:

- Preparación del terreno para la siembra. La labranza del suelo.
  - Fertilización orgánica. Humus de lombriz. Estiércoles. Coberturas y abonos verdes.
  - Riego ecológico. Uso racional del recurso hídrico.
  - Asociación y rotación de cultivos.
  - Conservación de la diversidad genética por medio de los bancos de semilla.
  - Manejo de plagas y enfermedades. Condiciones para el ataque de plagas y enfermedades.
  - Control de la maleza.
- c) **Observación** para el seguimiento a la aplicación de técnicas agroecológicas durante las prácticas de la agricultura familiar.

#### IV. Evaluación de la estrategia:

Etapa de evaluación de los resultados alcanzados y el rediseño de estas acciones a partir de los resultados:

- Se realizaron 4 talleres de capacitación a personas que participan como gestores de la labor extensionista.
- Desde el segundo trimestre del año 2018 se han ejecutado 12 actividades educativas que involucraron a 95 productores que atienden 48 patios familiares de los Consejos Populares en Consolación del Sur.
- Durante el desarrollo de las actividades educativas se han tratado las siguientes temáticas en respuesta a las necesidades de los productores:
  - a) Técnicas agroecológicas para la conservación y el manejo del suelo: Labranza ecológica. Fertilización orgánica. Métodos de preparación del compost. Tipos de materiales. Mezcla y colocación. El humus de lombriz. Estiércoles. Las coberturas y abonos verdes. Funciones en el manejo ecológico del suelo.
  - b) Diversidad de prácticas agroecológicas y manejo integrado de recursos: Asociación y rotación de cultivos. El riego ecológico. Conservación de la diversidad genética por medio de los bancos de semillas. Manejo integrado de plagas y enfermedades. Control de la maleza.
- El seguimiento a la aplicación de técnicas agroecológicas durante las prácticas de la agricultura familiar ha permitido constatar el incremento del empleo de técnicas relacionadas con: la labranza y riego ecológico, mayor aprovechamiento de los estiércoles y de las coberturas y abonos verdes, así como la rotación de cultivos.

#### Conclusiones

El movimiento de agricultura urbana surge hace más de un cuarto de siglo en Cuba, un poco más reciente el fomento de patios familiares y en los últimos tiempos la incorporación de mujeres a dirigir estos, para potenciar fundamentalmente la producción y el consumo de vegetales, hortalizas y condimentos frescos, este programa gana cada vez más adeptos entre los cultivadores, por el resultado económico para la economía familiar y entre los compradores, por las demostradas bondades de estos cultivos para la alimentación y la salud humanas en general.



Cuando los primeros rayos del sol entran a raudales por la ventana, muchos son las mujeres y hombres que ya han dejado atrás la comodidad de sus camas, y con la primera toma de café emprenden sus pasos seguros al surco. Abren así un inmenso portón donde los canteros de col, habichuela, espinaca, ajo porro, cebollino, pepino y otros vegetales y hortalizas son el sentido de la vida.

Muchas sin pensarlo se han convertido en pequeños agricultores de su propio patio, ese que han transformado en excelentes parcelas y huertos intensivos, que funden con un nuevo toque y del que recogen el más inesperado fruto. Y es que el movimiento de la agricultura urbana, suburbana y familiar se ha consolidado en Consolación del Sur y asentamientos poblacionales en pos de garantizar una alimentación local y sana.

Las actividades diseñadas para la educación agroecológica de los productores de la agricultura familiar, encuentran sus fundamentos en la necesidad urgente de tomar decisiones que frenen los daños que sufre el Planeta Tierra. Dichas actividades parten de las directivas establecidas a nivel mundial y que se contextualizan en las estrategias de cada país y regiones de acuerdo con las particularidades que manifiestan, respaldadas en Cuba por las indicaciones del Programa Nacional Integral de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar y los Lineamientos de la Política Económica y Social del PCC y la Revolución, aprobados en el Sexto Congreso.

La estrategia de educación agroecológica se concibe de manera que garantiza la participación activa de los productores de la agricultura familiar en la asimilación de los conocimientos, a partir la labor de extensión del grupo gestor, como protagonistas en el estímulo de cambio de actitudes y el fomento de conductas a favor del medio ambiente en este sector comunitario.

## REFERENCIAS

1. Achiong Caballero, G. E. (2006). *Didáctica de la formación de educadores en las condiciones de universalización*. Curso Optativo. Material Básico. Maestría en Ciencias de la Educación.
2. Altieri, M. (1997). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. (pp. 224). Norda Comunidad.
3. Aquino, A. M. & Assis, R. L. (2007). *Agricultura orgânica em áreas urbanas e periurbanas com base na agroecología*. Ambiente e Sociedade, vol. 10, num. 1, pp. 137-150.
4. Borroto, A. [et. al.]. (2006). *Agricultura urbana en Ciego de Ávila. El caso del municipio montañoso de Florencia*. Revista Pastos y Forrajes, vol. 29, no. 1, 21 p.
5. Caraballo Ramos, L. (2009). *Estrategia de capacitación para la formación agroecológica en las entidades del MINAGRI*. Disponible en: <http://www.plusformacion.com/Recursos/r/Estrategia-Capacitacion-para-Formacion-entrenadores-Agroecologicos-entidades-del> [Consulta: junio 13, 2015].
6. Castro Ruz, F. (1993). *Mensaje a los Jefes de Estado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo*. Río de Janeiro. Brasil. Revista Cuba Verde, No. 3, may. 1993. pp. 63-94.
7. Cañizares, J. Catálogo universal de frutales tropicales y subtropicales, Editorial Ciencia y Técnica. La Habana. 267p. (1982)
8. Capote, Marisela, Yenia Pérez; Rodríguez, A.; Sánchez, O y Sánchez Y. Inventario de la composición Frutícola en un Huerto familiar como indicador de la Diversidad vinculada al

Mejoramiento Participativo. Memorias del XVI Congreso del INCA. La Habana. DIE- P.08 (2008)

9. Díaz Castillo, R. (2000). *Educación Ambiental y desarrollo sostenible: estrategia didáctica*. Instituto Superior Pedagógico de Las Tunas.
10. Domínguez Cruz, A. M. (2014). *De la agricultura familiar a la erradicación del hambre*. 2014 Año Internacional de la Agricultura Familiar. Disponible en: <http://www.cubahora.cu/ciencia-y-tecnologia/de-la-agricultura-familiar-a-la-erradicacion-del-hambre> [Consulta: noviembre 10, 2015].
11. Fernández Díaz, A. (2001). *Una propuesta para el perfeccionamiento de la interrelación de los centros docentes con la comunidad*. Tesis en opción al grado científico de Doctor. ISP Enrique José Varona. La Habana. Cuba.
12. Fórum das ONGS. *Meio Ambiente e Desenvolvimento: uma visão das ONG's e dos Movimentos Sociais Brasileiros*. Rio de Janeiro, 1992.
13. Medina Morales, N. F. y Martín Santos, T. M. (2011). Las prácticas agropecuarias como parte de la formación laboral. Tema 6 en: *La educación agropecuaria en la escuela cubana*. Compilación. Universidad de Ciencias Pedagógicas Félix Varela Morales, Villa Clara.
14. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (1997). *Estrategia Nacional de Educación Ambiental*. Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental. Agencia de Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.cuba.cu/cigea/enea.htm> [Consulta: noviembre 21, 2015].
15. Martínez Morgado, A. (2002). *Programa para la capacitación agroecológica de las maestras y maestros del segundo ciclo en el municipio Yateras*. Tesis en opción al título académico de Master. Guantánamo.
16. Martínez Morgado, A. (2011). *Manejo agroecológico del agroecosistema*. La educación en la escuela cubana actual. Universidad de Ciencias Pedagógicas "Félix Varela Morales". Villa Clara. Santa Clara, pp. 143-158.
17. Paretas Fernández, J. J. y López Gutiérrez, M. (2012). *Agroecología*. Energía y tú. Conciencia Energética: Respeto Ambiental. Revista científico-popular trimestral de CUBASOLAR. No. 59 (julio-septiembre), pp. 16-20.
18. Partido Comunista de Cuba. VI Congreso. Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. Aprobado el 18 de abril de 2011. La Habana. Cuba.
19. PIAL (Programa de Innovación Agrícola Local). INCA, Lineamientos del Programa. 2007.
20. Ramírez Treviño, A. [et. al.] (2004). *El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis*. Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle, vol. 6, julio-diciembre, Pp. 55-59, Distrito Federal, México. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/342/34202107.pdf> [Consulta: julio 12, 2015].
21. Restrepo, J. [et. al.] (2000). *Agroecología. Actualización Profesional en Manejo de Recursos Naturales, Agricultura Sostenible y Pobreza Rural*. Universidad Nacional de Colombia y Fundación para la Investigación y el Desarrollo Agrícola (FIDAR). Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. CEDAF. Santo Domingo, República Dominicana. Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/training\\_material/docs/Agroecologia.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Agroecologia.pdf) [Consulta: julio 12, 2015].

22. Relaño Rigual, L. [et al.].(2011). La educación ambiental comunitaria desde la extensión universitaria. Revista de Didáctica Ambiental. INVESTEA y Didáctica Ambiental, S.L. Año 7 – n 9, Marzo, pp. 41-46.
23. Rodríguez, A. A. y Sánchez, P. Especies de Frutales Cultivadas en Cuba en la Agricultura Urbana y suburbana. Agrinfor. La Habana. 150 p. 2009
24. Sánchez González, Y. (2014). *La agricultura familiar como una opción para el desarrollo*. Disponible en: <http://www.opciones.cu/cuba/2014-10-16/la-agricultura-familiar-como-una-opcion-para-el-desarrollo/>[Consulta: noviembre 21, 2015].
25. Santos Abreu, I. (2002). *Estrategia de Formación continuada en educación ambiental para docentes*. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Villa Clara.
26. Santos Abreu, I. [et. al.] (2011). *El extensionismo agrario como parte del trabajo comunitario de la escuela*. La educación en la escuela cubana actual. Universidad de Ciencias Pedagógicas “Félix Varela Morales”. Villa Clara. Santa Clara, pp. 133-141.

## ANEXOS



# MODELO HOLÍSTICO DE RESPONSABILIDAD SOCIAL DE LAS EMPRESAS REFRESQUERAS PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE PET

Claudia Baza Alvarez\*, Víctor Manuel Alvarado Verdín\* y Luis Rocha Lona\*

## Resumen

El Pacto Mundial de las Naciones Unidas establece una plataforma política y un marco práctico para las empresas comprometidas con la sostenibilidad y las prácticas empresariales responsables. Sin embargo, en México, no existe regulación para que las empresas refresqueras se responsabilicen de forma holística de los residuos sólidos urbanos de PET. Lo cual es el objetivo de esta investigación mixta en la Ciudad de México, donde del consumo de bebidas embotelladas y sus desechos de PET se ha generado notables problemas ambientales. Los resultados integran los aspectos adaptados de la Responsabilidad social como instrumento de autodiagnóstico de las empresas; el Pacto mundial de la ONU; la ética de la Responsabilidad Social y gobernanza, medición y control de gestión, además de incorporar los resultados de la presente investigación, con la finalidad de establecer una aproximación teórica para robustecer las acciones de responsabilidad social en contextos similares.

**Palabras clave:** Responsabilidad Social, medioambiente, empresas refresqueras, residuos sólidos urbanos de PET, sostenibilidad

\*Profesores-Investigadores del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México. E-mail: claudia.baza35@gmail

## Abstract

The Global Compact of the United Nations establishes a political platform and a practical frame for the soft-drink companies compromised with the sustainability and the managerial responsible practices. Nevertheless, in Mexico, regulation does not exist in order that the companies take responsibility of holistic form of PET's solid urban residues. Which is the objective of this mixed investigation in the Mexico City, where of the consumption of jammed solid drinks and his PET's waste notable environmental problems have been generated. The results integrate the aspects adapted of the social Responsibility as instrument of self-diagnosis of the companies; The Global Compact of the United Nations; the ethics of the Social Responsibility and governance, measurement and management control, beside incorporating the results of the present investigation, with the purpose of establishing a theoretical approximation for to increase the actions of social responsibility in similar contexts.

**Key words:** Social Responsibility, environment, soft-drink companies, PET Solid Waste, sustainability

### 1. Introducción

La Responsabilidad Social surge como una necesidad ante impactos de competitividad de las empresas en donde no importaban los daños o perjuicios causados a terceros, siguiendo la ideología del fin justifica los medios (Alea, 2010). Actualmente, ésto ha cambiado, gracias a empresas tanto nacionales como multinacionales que han ayudado a crear conciencia para vivir con una calidad de vida íntegra. En México, aunque el tema se conoce y se practica desde hace años, las investigaciones empíricas son muy recientes y escasas.

La idea misma de Responsabilidad Social (RS) tiene unos orígenes eximios, fue el propio Adam Smith a quien frecuentemente citan los críticos de la RS como el padrino de la idea de que el interés propio es lo que promueve el bienestar social, quien señaló en su Teoría de los sentimientos morales en 1759 que la aprobación social es el principio rector de la naturaleza humana, porque sugiere que el self-love aducido en La riqueza de las naciones en 1776 como motivación fundamental en los negocios, no opera en el vacío moral.

John Maurice Clark hizo un llamamiento pionero a la responsabilidad social de las empresas para dar respuesta a las nuevas obligaciones del siglo XX. Entre las nuevas obligaciones de las compañías se debían incluir un sentido de la solidaridad y del compromiso social, compromiso que debía estar motivado por la idea de justicia: se necesita una economía de la responsabilidad, desarrollada e incorporada en la ética del funcionamiento de las empresas. En ese entonces Clark adelantó una definición muy precisa de sostenibilidad, ligándola a la responsabilidad social: el ideal es que cada uno pague su parte, no dañar a otros sin compensación, crear valor solamente por el valor dado, y dejar el mundo en los otros aspectos igual que como fue encontrado, o al menos no dejarlo peor de lo que estaba (Domínguez, 2010).

En 1987, la Comisión Mundial sobre medio ambiente y desarrollo incluye la definición de desarrollo sostenible como aquel que permite alcanzar el bienestar de las generaciones presentes sin poner en peligro las futuras. En el 2001, la Comisión Europea publica el Libro Verde, para fomentar un Marco Europeo de Responsabilidad Social. La respuesta en los países del norte de Europa ha sido mayor en las preocupaciones sociales, destacando a Dinamarca y el Reino Unido por la existencia de una Secretaría de Estado para la RS. En el caso británico, se ha facilitado un marco fiscal favorable para incentivar las iniciativas empresariales responsables. Suecia trata de implicar de manera prioritaria a las empresas públicas en la RS y las empresas de cierto tamaño deben presentar de manera obligatoria junto con sus balances financieros un informe de impacto ambiental (Expoknews, 2009).

La Responsabilidad Social debe sustentarse en la ética y los valores expresados por la empresa y ser plasmada en un conjunto integral de estrategias, políticas, prácticas y programas a lo largo de las operaciones empresariales para institucionalizarla. De lo contrario, se tendría en el riesgo de implementar prácticas que, si bien son socialmente responsables, al no responder a un mandato y cultura institucionales, están en peligro de suspenderse ante cualquier eventualidad, coyuntura, crisis presupuestal o cambio en la dirección de la empresa (Comisión Europea, 2011).

## **2. Problemática**

El refresco es uno de los productos más demandados en México, un mexicano consume aproximadamente 160 litros de refresco por año, lo que equivale a poco menos de medio litro al día. La industria nacional de refrescos representa 10.5% del PIB del grupo de alimentos, bebidas y tabacos 0.6% del PIB nacional (Ramírez, 2010). Aunado a lo anterior, existe el problema ambiental del tereftalato de polietileno (PET). Las botellas de PET llegaron a México a mediados de la década de 1980 con gran aceptación entre los consumidores (Tamborrel, 2012).

A pesar de su indiscutible utilidad en la vida cotidiana, una vez que los plásticos se han utilizado, pueden permanecer inalterables por un período de tiempo entre 100 y 500 años, debido a que su degradación, que consiste principalmente en su fragmentación en partículas más pequeñas, es muy lenta. Asimismo, estas partículas se distribuyen en los mares pues se han encontrado entre 3 a 30 kg/km<sup>2</sup> en ríos, sedimentos y suelos. Moléculas que por su no biodegradabilidad navegan indefinidamente en los océanos del planeta. Conjuntamente, es común observar paisajes en caminos, áreas naturales protegidas, carreteras y lagos con plásticos tirados como parte del mismo (Ortíz, 2011).

De la misma forma, esto se traduce en problemas de desagües en las ciudades por obstrucción con basura no biodegradable, mayores volúmenes de residuos para transportar y disponer, y por ende mayores costos que se refleja en las tasas que pagan los ciudadanos, lo que convierte a la industria productiva en destructiva, ya que los residuos son el mejor testimonio de los errores del sistema productivo, ya que la cuestión ambiental es más gravitante cuando se trata de envases de un sólo uso, generalmente de consumo masivo, en

los que predomina el uso de PET como material de fabricación, donde el reciclado de este plástico es una industria incipiente (Stancich, 2010).

Igualmente, el destino final de las botellas para bebidas refrescantes hechas de PET, sigue siendo un problema a escala mundial, ya que un grave problema que presentan estos envases es su extraordinaria durabilidad, puesto que la degradación natural es prácticamente nula por lo que esas botellas de plástico PET pueden permanecer contaminando nuestro hábitat por decenas y hasta centenares de años (Wordpress, 2011).

Asimismo, este tipo de plástico acaba con el paso del tiempo desprendiendo determinadas sustancias, como el antimonio o el bisfenol A, perjudiciales para la salud. Por su parte, las botellas que son incineradas aumentan los riesgos de emisiones tóxicas, ya que pueden generar subproductos nocivos como el gas clorado o ceniza similar a los metales pesados (Fernández, 2010).

En la actualidad, México es el principal consumidor de bebidas embotelladas a nivel mundial. Se estima que se consumen alrededor de 800 mil toneladas de PET al año, con un crecimiento anual de 13%. En México, el principal uso de los envases de PET lo llevan las botellas de refresco, con más del 50%, seguido del agua embotellada con 17%. En el año 2000 se creó ECOCE, una unión de 75 refresqueros, embotelladores y envasadores mexicanos; esta empresa recicladora se comprometió a recuperar un 36.5% de las botellas de PET. Sin embargo, el reciclaje de PET se calcula en 50 mil toneladas por año. Además del total de residuos que se reciclan el plástico representa tan sólo el 0.5 por ciento considerando que cada segundo se tiran a la basura 1,500 botellas de PET (Tamborrel, 2012). Sumado al cúmulo de problemas anteriores, en la Ciudad de México el 50 por ciento de los encharcamientos en esta urbe se deben a los tapones que obstruyen la red, los cuales se forman con la acumulación de residuos de la vía pública y son arrastrados al drenaje por la lluvia, donde el material más recurrente son las botellas de PET (Ramírez, 2012).

La problemática ambiental que se enfrenta en la ciudad de México, particularmente en materia de residuos sólidos, es un reflejo de los retos globales de sustentabilidad y desarrollo, con el objetivo de erradicar los tiraderos clandestinos, los residuos sólidos de PET acopiados en las islas de reciclaje es de 0.62 toneladas por día, esto para reforzar el concepto de responsabilidad compartida a través de la sensibilización y concientización de los distintos actores (SEDEMA, 2015).

En México la fabricación del polímero PET y su reciclaje está controlada por la Ley general del equilibrio ecológico y por el Reglamento de registro de emisiones y transferencia de contaminantes, pero no existe una norma para su manejo (Galindo, 2011). Por lo que es importante este enfoque sobre Responsabilidad Social Empresarial que considere el problema ambiental del PET y genere oportunidades de crecimiento, donde las empresas puedan lograr una confianza duradera del medio ambiente, que sirva de base para un modelo empresarial sostenible (Comisión Europea, 2011).

### **3. Método de investigación**

La investigación fue de tipo exploratorio, descriptivo y correlacional ya que fue menester considerar al fenómeno en estudio y sus componentes, definir conceptos así como medir variables. Una vez que se midieron las variables inherentes a la RS que inciden en la problemática de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) de PET se conoció el grado de asociación existente entre estas, a través del cálculo de los coeficientes de correlación con base en los niveles de respuesta obtenidos. Además se estructuraron instrumentos para la realización del cuestionario sobre la Responsabilidad Social de las empresas refresqueras en relación a la generación de RSU de PET, considerando las variables ética y valores, protección del medioambiente y relaciones con el consumidor. Asimismo, se analizó la información obtenida mediante pruebas estadísticas descriptivas, así como la aplicación del Índice de Severidad de Mendenhall (Baza-Alvarez & Alvarado-Verdín, 2016) para jerarquizar las variables más importantes que inciden en la situación problemática.

### **4. Revisión teórica**

Desde su surgimiento, la especie humana ha transformado el medioambiente para lograr la satisfacción de sus necesidades. Aunque los primeros homo sapiens vivieron en relativa armonía con el entorno, debido al paulatino desarrollo socio económico de las civilizaciones humanas, a la actividad agrícola, ganadera, al control y uso del fuego en un inicio; a la Revolución Industrial, al descubrimiento, uso y explotación de los combustibles fósiles y la explotación intensiva de los recursos minerales de la tierra, así como a la revolución científica y tecnológica posteriormente; se ha incrementado considerablemente la capacidad de impacto de los seres humanos sobre el medioambiente, disminuyendo ostensiblemente y de manera acelerada la calidad de éste, y su capacidad para sustentar la vida, lo cual ha provocado la actual crisis ambiental (Alea, 2010).

Por lo que a partir del siglo XX y especialmente de su segundo tercio, con la expansión de la economía basada en el consumo, la cultura del usar y tirar, y los extraordinarios avances tecnológicos experimentados cuando el problema empieza a tomar proporciones críticas y a generar con los residuos sólidos urbanos (RSU), un gravísimo impacto en el medioambiente (ECOEMBES, 2009).

Los residuos generados por los grupos humanos siempre existieron, pero su presencia, en tanto al problema ambiental es referente explícitamente a dos fenómenos íntimamente relacionados: primeramente la expansión humana que se expresa en la ocupación, explotación y predominio de la especie en prácticamente todos los ecosistemas y rincones del planeta y, la lógica de producción-consumo industrial-capitalista (Guzmán & Himilce, 2012).

La gestión de residuos es un tema muy complejo en el que intervienen muchos factores. Es fácil perder de vista la situación global. La gestión de residuos en Europa resulta especialmente difícil: es preciso proteger el medio ambiente sin distorsionar el mercado interior comunitario. No hay una solución única que pueda aplicarse a todas las situaciones,



pero la estrategia de la Unión Europea en esta materia se fundamenta en una serie de principios sólidos (Comisión Europea, 2010):

- a) Principio de prevención: la producción de residuos tiene que reducirse y, cuando sea posible, evitarse.
- b) La responsabilidad del productor y el principio de que quien contamina, paga: los que producen residuos o contaminan el medio ambiente deben pagar todos los costos de sus acciones.
- c) Principio de precaución: tienen que anticiparse todos los problemas potenciales.
- d) Principio de proximidad: los residuos deben eliminarse lo más cerca posible de su origen.

El hecho de que el fabricante siga siendo responsable del producto que elabora, incluso después de la venta, se basa en el principio quien contamina paga. Esta responsabilidad es regulada, además, en el marco del derecho de responsabilidad ambiental y se basa en el principio según el cual el fabricante conoce mejor los posibles riesgos que implica su producción y sus productos, y que él mismo puede apreciar mejor las posibilidades de reciclaje (Gaggero & Ordoñez, 2010).

La Responsabilidad Social es el compromiso consciente y congruente de cumplir integralmente con la finalidad de la empresa, tanto en lo interno como en lo externo, considerando las expectativas económicas, sociales y ambientales de todos sus participantes, demostrando respeto por la gente, los valores éticos, la comunidad y el medio ambiente, contribuyendo así a la construcción del bien común.

En el mismo sentido, la Responsabilidad Social es una nueva forma de hacer negocios en la que la empresa gestiona sus operaciones de forma sustentable en lo económico, lo social y lo ambiental, reconociendo los intereses de los distintos públicos con los que se relaciona, accionistas, empleados, comunidad, proveedores y los clientes, buscando la preservación del medio ambiente y la sustentabilidad de las generaciones futuras (Cajiga, 2010).

La Comisión Europea definió el concepto de la responsabilidad social de las empresas como la integración voluntaria, por parte de las empresas, de las preocupaciones sociales y medioambientales en sus operaciones comerciales y sus relaciones con sus interlocutores. La RS se refiere a las acciones de las empresas que van más allá de sus obligaciones jurídicas hacia la sociedad y el medio ambiente. Algunas medidas reguladoras crean un entorno más propicio para que las empresas asuman voluntariamente su responsabilidad social (Comisión Europea, 2011).

De esta forma, la responsabilidad social empresarial no debe confundirse con prácticas de filantropía o ambientales, exclusivamente, ni con cualquier otra actividad adicional al propósito de las empresas. Su implementación conlleva actividades de medición y reporte de sus impactos y su relación con el desempeño de la organización, por lo que exige de las empresas rendición de cuentas y transparencia (Cajiga, 2010).

Innumerables iniciativas de compromiso ético han surgido en el mundo de los negocios y se han constituido en el referente obligado de las empresas para lograr una gestión

responsable. Sin embargo, se ha observado que los países desarrollados están más involucrados en la difusión y práctica de acciones socialmente responsables.

En México hasta hace poco tiempo el tema de la responsabilidad de las empresas aparecía dentro del ámbito de la filantropía. Al respecto, el Centro Mexicano para la Filantropía, Asociación Civil (CEMEFI A. C.) y la Alianza para la Responsabilidad Social Empresarial (AliaRSE), han sido las instancias encargadas de entregar los distintivos ESR a las empresas que demuestran tener gestiones éticas. En este tenor se describen a continuación los esfuerzos por implantar la RSE en el país. El CEMEFI otorga anualmente una distinción de las compañías que se comportan de forma socialmente responsable a través de un test que éstas deben completar con más de un centenar de indicadores sobre manejo medioambiental y políticas de calidad en el trabajo. En esta evaluación radica probablemente la principal crítica a la metodología empleada por CEMEFI, en la medida que confía en la información proporcionada por las empresas.

Si bien es cierto que los criterios establecidos por CEMEFI para impulsar la responsabilidad social empresarial en México han sido importantes, es indudable que todavía hay un gran camino por recorrer para que las empresas establezcan un verdadero compromiso social y la RSE deje de ser sólo una práctica bien intencionada (Martínez, 2009).

#### **4.1 La Responsabilidad Social como instrumento de autodiagnóstico de las empresas**

La empresa está insertada en la sociedad, de quien mucho recibe y no puede permanecer ajena a ella. Sus fines económicos no deben, por tanto, contravenir su función social, ni ésta a su vez, contraponerse a aquellos; la única manera de hacerlos coincidir es actuando con responsabilidad social (FECHAC, 2011).

En México y en el mundo un número creciente de empresas están integrando la responsabilidad social a sus estructuras. Desgraciadamente, uno de los detonadores principales en este sentido ha sido la crisis del mercado más que las convicciones sociales, actitud que requiere ser modificada. En el nuevo contexto de la economía mundial, donde las empresas rigen al mundo, prevalecen una infinidad de problemas sociales y se operan modelos económicos poco útiles para resolverlos. Urge entonces perfeccionar la manera de hacer empresa. Hoy día, la empresa debe asumir una nueva tarea; no es sólo generadora de riqueza, es además una constructora de sentidos y realidades. Su desempeño depende de la salud, la estabilidad y la prosperidad de las comunidades donde opera por lo que debe contribuir a su desarrollo si desea subsistir.

Cuando una empresa es consciente de dichas expectativas y se compromete en satisfacerlas se dice que es socialmente responsable. Este compromiso le permite a la empresa adoptar una actitud de mejora continua en los negocios, un modelo de trabajo y organización que le hace posible mantener su competitividad cumpliendo con las expectativas sociales, éticas, económicas y ambientales de sus participantes.

Ser socialmente responsable no es tarea de un día ni responsabilidad de un departamento en particular. No es una cuestión moral individual del gerente, director o dueño, sino la implicación de la empresa en su conjunto es un reflejo de la ética en todas las acciones de la organización.

Por lo que el autodiagnóstico es un ejercicio en el que los miembros de las empresas aprenden a identificar los principales elementos de su institución y a calificar el estado en que se encuentran en su proceso de desarrollo. Este ejercicio facilita la producción de conocimiento personal y colectivo, además permite observar rápidamente en dónde se encuentran las principales fortalezas y debilidades de la organización; construir una visión clara y comprensible de su situación actual; clarificar las necesidades de capacitación de los integrantes de la institución en las áreas principales; formular el diseño de capacitación e implementación de acciones que responda a las necesidades actuales prioritarias, así como a las necesidades futuras previsibles.

La declaración de los valores éticos corporativos es una herramienta vital para apoyar a los gerentes y empleados a tomar decisiones consistentes con la misión y filosofía de la empresa; es una guía que especifica la forma en que la compañía conduce su negocio.

La formación ética de los empleados puede hacerse mediante reuniones informales de pequeños grupos para discutir temas éticos que surgen en la empresa o a través de un programa formal de entrenamiento sobre ética, incentivando la participación colectiva en la identificación de los valores éticos de la empresa. Lo más importante es permear a la organización con los valores éticos, difundirlos y enfatizar el compromiso de los empleados y la organización con ellos.

Con respecto al cuidado y preservación del medio ambiente, una empresa socialmente responsable se compromete con el cuidado del medio ambiente cuando cumple con las obligaciones ambientales de su localidad; cuenta con políticas o programas de cuidado del medio ambiente; participa o apoya campañas de prevención, conservación y/o regeneración del medioambiente.

La subsistencia y el desarrollo de toda sociedad dependen del aprovechamiento de los recursos naturales. Sin embargo, muchas de las acciones que los seres humanos emprendemos a favor de nuestro desarrollo y supervivencia, alteran o destruyen el ritmo natural y la armonía del mundo en que vivimos. Por esta razón, hoy la conservación de la naturaleza como pilar del desarrollo sustentable reviste importancia vital para ciudadanos, pueblos, gobiernos y empresas.

A la larga los residuos son vistos como productos para la comercialización y no como desechos. Todo uso de recursos implica un costo monetario y un impacto ambiental; por ello, impulsar acciones y programas orientados a la promoción de la cultura de la sustentabilidad resulta en la optimización de costos y en la reducción de la huella ecológica, espacio de tierra y agua que necesitamos para mantener nuestro nivel de vida.

Indicadores de Cuidado y Preservación del Medio Ambiente:

- a) Realiza una Auditoría Verde (inventario de los recursos que la empresa utiliza y los desechos que produce) y opera programas para el mejor aprovechamiento de recursos y para minimizar la generación de desperdicios.
- b) Cuenta con políticas para reducir, dentro de su tecnología actual, el consumo de energía eléctrica, agua y productos tóxicos sus instalaciones y oficinas.
- c) Opera sistemas o aparatos necesarios que disminuyan las emisiones contaminantes que produce.
- d) Destina una partida de su presupuesto anual a programas de conservación o protección ambiental.
- e) Aplica alguna norma o certificación ambiental.
- f) Realiza acciones que generen entre su personal conciencia sobre el cuidado del medio ambiente y desarrolla campañas de educación ambiental a familiares de su personal y a la comunidad inmediata a la empresa.
- g) Adquiere productos y materia prima reciclables, minimizando el uso de materiales no degradables.
- h) Cuenta con un programa encaminado a convertirla en una empresa sin papel (uso de documentos electrónicos).
- i) Establece compromisos explícitos con el medio ambiente y se fija estándares para ellos, que incluyen metas formales (declaración de principios medioambientales).
- j) Mantiene sus activos (maquinaria, equipo o transporte) en niveles adecuados para la prevención de contaminación.
- k) Dona los excedentes de mobiliario y equipo (inventarios muertos) favoreciendo su reutilización y aprovechamiento.
- l) Genera incentivos, premios y reconocimientos para los empleados que sugieren alternativas a los procesos de contaminación o desaprovechamiento de recursos en los procesos empresariales.
- m) Utiliza criterios ambientales para la selección de sus proveedores.
- n) Cuenta con un programa de recolección de residuos y reciclaje post-consumo.
  
- o) Entrega a sus consumidores información detallada sobre daños ambientales como resultado del uso y destino final de sus productos o servicios.

#### **4.2 El Pacto mundial de la ONU sobre sostenibilidad y prácticas empresariales responsables**

El Pacto Mundial de las Naciones Unidas pretende combinar las mejores ventajas de las Naciones Unidas, como la autoridad moral y el poder de convocatoria, con los puntos fuertes y recursos del sector privado a la hora de buscar soluciones y con los conocimientos especializados y capacidades de otras partes interesadas fundamentales. La iniciativa es mundial y local, privada y pública, voluntaria y, no obstante, tiene la responsabilidad de rendir cuentas. Además, insta a las empresas a que apoyen, apliquen y se comprometan en su ámbito de influencia con un conjunto de principios básicos en las esferas de los derechos humanos, los estándares laborales, el medio ambiente y la lucha contra la corrupción (ONU, 2010).

Con respecto a derechos humanos las empresas deben apoyar y respetar la protección de los derechos humanos fundamentales reconocidos universalmente, también las empresas deben asegurarse de que no son cómplices de la vulneración de los derechos humanos. Referente a estándares laborales las empresas deben apoyar la libertad de asociación y el reconocimiento efectivo del derecho a la negociación colectiva, deben apoyar la eliminación de toda forma de trabajo forzoso o realizado bajo coacción, deben apoyar la erradicación del trabajo infantil y deben apoyar la abolición de las prácticas de discriminación en el empleo y la ocupación. Concerniente al medioambiente las empresas deben mantener un enfoque preventivo que favorezca el medio ambiente, deben fomentar las iniciativas que promuevan una mayor responsabilidad ambiental, asimismo deben favorecer el desarrollo y la difusión de las tecnologías respetuosas con el medio ambiente. Relativo a anticorrupción las empresas deben trabajar en contra de la corrupción en todas sus formas, incluidas la extorsión y el soborno.

Al mismo tiempo, los diez principios universales representan los cimientos de una aspiración de desempeño para las empresas y seguramente el caso de negocio para integrar los principios en la estrategia, cultura y operaciones nunca ha sido tan sólido. En este sentido se creó el Modelo de Gestión del Pacto Mundial de la ONU, desarrollado conjuntamente con Deloitte. Este Modelo representa el mejor pensamiento empresarial respecto al traslado de los principios del Pacto Mundial de la ONU a la práctica; y lo que es más importante, hace uso de prácticas de gestión ampliamente aceptadas y entendidas (Deloitte, 2010).

Durante la última década, más de 5,000 empresas se han comprometido a integrar los diez principios del Pacto Mundial de la ONU en sus estrategias y operaciones. Los participantes en el Pacto Mundial –tanto grandes transnacionales como pequeñas empresas– están proporcionando liderazgo a través de compromisos para respetar y promover los derechos humanos universales, implementar prácticas laborales aceptables, reducir el impacto medioambiental, y garantizar cero incidentes de corrupción en sus propias operaciones y esferas de influencia.

#### Paso 1. Comprometerse

Compromiso de los líderes para integrar los principios del Pacto Mundial en estrategias y operaciones, y emprender acciones en apoyo a los objetivos más amplios de la ONU de forma transparente. Durante este paso, los líderes de la empresa anuncian públicamente su compromiso a los grupos de interés. Específicamente, el equipo de liderazgo se compromete a apoyar el Pacto Mundial y convertir los diez principios en parte de la estrategia, cultura y operaciones cotidianas de la empresa, con una supervisión proporcionada por estructuras de gobierno transparentes. El compromiso con el Pacto Mundial se extiende mucho más allá del registro. Las empresas ponen en marcha su compromiso asignando empleados, capital financiero y otros recursos. Además, cada año los líderes de la empresa tienen que comprometerse con el Pacto Mundial.

#### Paso 2. Evaluar

Evaluar riesgos, oportunidades e impactos en todas las áreas temáticas del Pacto Mundial, provista de un compromiso con el Pacto Mundial y en apoyo a los objetivos de la ONU, la empresa evalúa sus riesgos y oportunidades –en términos financieros y no financieros–, así

como el impacto de sus operaciones y actividades en las áreas temáticas, de forma continua, con el fin de desarrollar y refinar sus objetivos, estrategias y políticas.

La empresa identifica los riesgos que pueden afectar su desempeño y reputación de no alinearse con el Pacto Mundial y sus diez principios, con el fin de informar sobre el desarrollo de objetivos, estrategias y políticas. Las organizaciones que empiezan a llevar a cabo su compromiso deberán comenzar por asegurarse de que entienden lo que los diez principios significan para ellas y su contexto operativo, incluyendo toda su cadena de valor. A medida que la organización desarrolla sus capacidades para evaluar riesgos y alinearse con los diez principios, deberá prestar especial atención a los detalles específicos de su exclusivo contexto operativo.

Por ejemplo, cómo puede tratar de respetar el espíritu de los estándares internacionales donde las leyes nacionales de las regiones en las que opera prescriben estándares inferiores. Áreas adicionales a evaluar incluyen áreas de desalineación que podrían llevar a un desgaste de la marca, con las asociaciones, en las relaciones con los grupos de interés y en el valor financiero. Reconociendo que la búsqueda de la sustentabilidad empresarial exige que las empresas creen valor tanto para los accionistas como para los grupos de interés, las empresas están desarrollando evaluaciones tanto financieras como no financieras relacionadas con el desempeño en el Pacto Mundial (Deloitte, 2010).

### Paso 3. Definir

Definir objetivos, estrategias y políticas, de acuerdo a su evaluación de riesgos, oportunidades e impactos, la empresa desarrolla y define objetivos e indicadores específicos de su contexto operativo. Además, crea un plan de trabajo para llevar a cabo su programa. La empresa establece objetivos para adherirse a los diez principios, abordar riesgos y buscar oportunidades. También identifica indicadores clave que la ayuden a medir los avances frente a sus objetivos.

### Paso 4. Implementar

Implementar estrategias y políticas a través de la empresa y a lo largo de la cadena de valor, la compañía establece y garantiza continuos ajustes a procesos cotidianos y esenciales, involucra y educa a los empleados, desarrolla capacidad y recursos y trabaja con socios de la cadena de valor para abordar e implementar su estrategia de sustentabilidad. La empresa ajusta los procesos existentes y desarrolla nuevos procesos para ejecutar su estrategia en toda la organización. La organización involucra, aprende con y otorga poder a líderes, empleados y socios de negocio para ejecutar la estrategia de la empresa.

### Paso 5. Medir

Medir y monitorear los impactos y progreso hacia los objetivos, la organización ajusta sus sistemas de gestión de desempeño para recolectar, analizar y monitorear los indicadores de desempeño establecidos en los pasos Evaluar y Definir. El progreso es monitoreado frente a los objetivos y se realizan ajustes para mejorar el desempeño. En esta actividad, la empresa desarrolla la capacidad de medir, monitorear e interpretar sus impactos y progreso hacia los objetivos.

## Paso 6. Comunicar

Comunicar los avances y estrategias e involucrar a los grupos de interés para una mejora continua, durante este paso, la empresa comunica su progreso y estrategias dirigidos a implementar su compromiso desarrollando una COP e involucra a los grupos de interés para identificar formas de mejorar el desempeño continuamente. El proceso de gestión de sustentabilidad empresarial comienza de nuevo cuando la compañía convierte la retroalimentación de los grupos de interés en ideas procesables. Los líderes deben tomar en consideración estas ideas al repetir el ciclo de volverse a comprometer.

El camino para lograr alinearse con los diez principios del Pacto Mundial es tanto arduo como gratificante. A medida que toman forma cuestiones emergentes, las empresas se verán desafiadas a adaptarse a nuevas restricciones y cumplir con nuevas regulaciones y expectativas. Los clientes de negocios están mostrando preferencia por invertir en organizaciones que estén aplicando activamente iniciativas de sustentabilidad empresarial. Las compañías que han integrado la sustentabilidad empresarial, no sólo se adaptarán a las nuevas regulaciones, sino que serán capaces de moldearlas y capturar nuevas oportunidades de crecimiento (Deloitte, 2010).

### **4.3 La ética de la Responsabilidad Social**

La ética que le corresponde a la Responsabilidad Social no es una ética de la intención sino una ética de la acción y de la responsabilidad por las consecuencias inmediatas y a futuro de la acción, se es bueno si las acciones tienen buenos efectos, sin importar las intenciones personales o los motivos para realizarlas (Vallaey, 2010).

En este sentido la ética que le corresponde a la Responsabilidad Social no se refiere meramente a la relación causa-efecto unidireccional (será buena una acción cuya meta tendrá en vista un efecto directo y preciso bueno, y cumplirá con realizarlo eficazmente) es decir que no se limita al binomio medio-fines, sino que abarca al campo de todos los efectos colaterales y retroacciones posibles generados por la acción, que ésta tenga como propósito explícito producir estos efectos, o que los descubra casualmente una vez realizada, será buena una acción cuyos efectos en su determinado campo producirá retroacciones positivas para el campo.

Por eso, la ética que le corresponde a la Responsabilidad Social no es una ética en sentido tradicional, como en el caso de la filantropía, que sólo se preocupa por la buena voluntad del agente y su capacidad de emplear los medios adecuados para lograr un fin bueno en sí mismo, tal como lo había previsto el agente. La Responsabilidad Social parte de una visión sistémica y holística del entorno del agente. La intencionalidad unívoca del agente voluntario se diluye ahí en un sistema complejo de retroacciones múltiples, de impactos en cadena, que se trata de gestionar más que de querer realizar o controlar.

La ética que le corresponde a la Responsabilidad Social no es una ética solitaria en la que yo decido en mi fuero interno qué debo hacer y cómo, sino que se trata de una ética organizacional dialógica, basada en el trabajo en equipo, la escucha del otro, la negociación,

la discrepancia, la voluntad de consenso y la búsqueda común de soluciones a través de la expresión de los mejores argumentos. Porque sólo a través del campo del diálogo interpersonal generalizado podremos hacernos responsables del campo ecológico de nuestras acciones colectivas comunes.

El siguiente cambio que debemos considerar en la teoría de la Responsabilidad Social es acerca de la noción misma de responsabilidad. La responsabilidad de las organizaciones en la que se trata de una ética sistémica y holística, que toma en cuenta la ecología de la acción y parte de una visión compleja de la realidad humana, ya no corresponde exactamente a la noción intuitiva clásica que tenemos de ella.

Responsabilidad, ya no se refiere a una especie de imputación reactiva del agente sino a un compromiso proactivo del agente que la invita a asumir toda una serie de actos a favor de una causa, es decir, ser responsable por (reivindicando la responsabilidad de las empresas a través de determinadas iniciativas).

Los compromisos de la Responsabilidad Social de las organizaciones desde una perspectiva organizacional, es un compromiso para identificar y comprender los efectos de sus acciones en el mundo, considerar los impactos social, ambiental y económico, y los puntos de vista de las partes interesadas y asociadas a estos temas (stakeholders); un compromiso para considerar, concertar y responder de manera coherente a las aspiraciones, preocupaciones y necesidades de todas las partes interesadas; un compromiso para rendir cuentas de sus decisiones, acciones e impactos a las partes interesadas, con transparencia además de un compromiso para dar respuesta a los problemas que se presentan y cumplir con lo declarado y pactado en la misión, visión y los acuerdos firmados de la organización, en otras palabras, ser confiable).

#### **4.4 Gobernanza, medición y control de gestión**

La RS debe estar estrechamente conectada al core business de la compañía e integrar las expectativas de los grupos de interés, para que pueda agregar valor económico, social y ambiental tanto al negocio, como a la sociedad en la cual se inserta. De esta manera, la empresa asegura su éxito y sustentabilidad, al mismo tiempo que contribuye al desarrollo de la comunidad, en el entendido de que no existen compañías exitosas en sociedades fracasadas (RSE, 2011).

No existe una fórmula única de RS, sino que el modelo debe ser adaptado al contexto, estrategia y especificidades de cada empresa. El objetivo de la gestión responsable, en suma, es que cada actividad realizada por la compañía genere el máximo valor para la empresa y para la sociedad, extendiendo así las fronteras de crecimiento y desarrollo para todos.

En este sentido, se pueden modelar las relaciones entre cadena de valor, desarrollo sostenible y grupos de interés. Representando la empresa y sus actividades de cadena de valor (logística, operaciones, abastecimiento o ventas). Como epicentro considerar las tres



clases de impactos de acuerdo a la idea de triple equilibrio del desarrollo sustentable (impactos sociales, ambientales y económicos) además de los diferentes grupos de interés, ya que cada proceso de la cadena de valor de la empresa genera impactos económicos, sociales o ambientales, que pueden ser negativos o positivos, en los diferentes grupos de interés. A su vez, estos pueden impactar los procesos de la cadena de valor.

De acuerdo a este modelo, se debiera controlar los impactos sociales, económicos y medioambientales negativos de las actividades de su cadena de valor, y ser capaz de maximizar los impactos positivos en los stakeholders, apuntando a controlar los potenciales riesgos que los grupos de interés pudieran implicar para cada actividad de la cadena de valor y a maximizar el aporte de estos a la empresa ya que el gestionar los impactos económicos, sociales y ambientales y la relación con los grupos de interés optimiza el desempeño de la empresa.

Algunos de los beneficios principales de integrar la RS en las empresas son que permite a la aprovechar oportunidades y prevenir riesgos, la colaboración con la rentabilidad de la empresa, se facilita la obtención de licencia social para operar, se puede reducir costos en la empresa, se permite aprovechar oportunidades de nuevos nichos de negocios, como mercados verdes o negocios inclusivos, además de aumentar la reputación y permitir una diferenciación de la marca.

La guía de responsabilidad social ISO 26000 define gobernanza como el sistema por el cual una organización toma e implementa decisiones con el fin de lograr sus objetivos pues las buenas decisiones empresariales requieren de adecuada información basada en excelentes mediciones. Las evaluaciones facilitan la transparencia para rendir cuenta a la sociedad. Hoy en día las empresas no sólo necesitan tener políticas y buenas intenciones, sino que deben demostrar los resultados e impactos de su RS.

En este tenor las mediciones permiten trazar la implementación de las decisiones y políticas de RS, concretando los equipos de trabajo a través de la estructura de la empresa, entendiendo como tal a las relaciones relativamente estables y fijas entre puestos y grupos de trabajo. En este sentido, implementar la RS implica dividir las labores, es decir, designar qué equipos se hacen cargo de qué componentes de RS, o disponer de nuevas unidades si es necesario. Asimismo, involucra definir las instancias de coordinación y control de la gestión durante su desarrollo, incluyendo la toma de acciones correctivas.

## **5. Discusión y resultados**

La RS se ha convertido en uno de los principales temas de atención de los empresarios en el orbe. Está demostrado que la sostenibilidad de los negocios está directamente relacionada con un buen manejo del entorno, lo reafirma el hecho de que los mercados de capitales en el mundo premian o castigan, según corresponda, el manejo del medio en el que se desarrolla la empresa. Por lo que de los modelos de Responsabilidad Social de los autores que se mencionan anteriormente se deriva la Tabla 1.

**Tabla 1 Matriz de Modelos de RS.**

<b>MODELO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VARIABLES</b>
Responsabilidad social como instrumento de autodiagnóstico de las empresas.	Actuar con Responsabilidad Social significa cumplir integralmente con la finalidad de la empresa en sus dimensiones económica, social y ambiental en sus contextos interno y externo. Para lograrlo la empresa en su conjunto adopta una actitud ética en todas sus acciones.	Calidad de vida en la empresa. Compromiso con la comunidad. Cuidado y preservación del medio ambiente. Competitividad de la empresa y su relación con sus involucrados (stakeholders).
Pacto mundial de la ONU.	Pretende combinar las mejores ventajas de las Naciones Unidas, como la autoridad moral y el poder de convocatoria, con los puntos fuertes y recursos del sector privado a la hora de buscar soluciones y con los conocimientos especializados y capacidades de otras partes interesadas fundamentales. La iniciativa es mundial y local, privada y pública, voluntaria y, no obstante, tiene la responsabilidad de rendir cuentas.	Derechos humanos. Estándares laborales. Medioambiente. Anticorrupción.
La ética de la responsabilidad social.	La ética que le corresponde a la Responsabilidad Social es una ética organizacional dialógica, basada en el trabajo en equipo, la escucha del otro, la negociación, la discrepancia, la voluntad de consenso y la búsqueda común de soluciones a través de la expresión de los mejores argumentos.	Gestión de Impactos. Reportes diagnósticos regulares. Asociar todas las partes afectadas. Asociarse con otras organizaciones. Definir normas y estándares.
Gobernanza, medición y control de gestión.	La Responsabilidad Social es la forma en que las empresas contribuyen al desarrollo sostenible, que es aquel que garantiza las necesidades presentes sin comprometer, las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias	Generación de impacto y valor económico. Generación de impacto y valor social. Generación de impacto y valor ambiental.

	necesidades, que debe ser transversal a todas las organizaciones y personas que conforman la sociedad.	
--	--	--

*Fuente: Elaboración propia con base en FECHAC. (2011). Fundación del empresario chihuahuense, A. C. Responsabilidad social empresarial. Instrumento de autodiagnóstico para las empresas; ONU. (2010). Civismo empresarial en la economía mundial. El Pacto Mundial de las Naciones Unidas. DC2-612New York City, NY 10017; Vallaey, F. (2010). La Responsabilidad Social de las organizaciones. Una nueva concepción de la organización en la era de la globalización; RSE. (2011). Gobernanza, medición y control de gestión. Empresas por un desarrollo sustentable.*

Con respecto al modelo Responsabilidad social como instrumento de autodiagnóstico de las empresas, el cual concibe que actuar con Responsabilidad Social significa cumplir con la finalidad de la empresa en sus variables económica, social y ambiental en sus contextos interno y externo. Además menciona que para lograrlo se tiene que adoptar una actitud ética en todas sus acciones. En este tenor se considera que las variables fundamentales para lograr lo anterior son principalmente Calidad de vida en la empresa; Compromiso con la comunidad; Cuidado y preservación del medio ambiente; Competitividad de la empresa y su relación con sus involucrados (stakeholders).

Aunado a lo anterior, el Pacto mundial de la ONU coincide en combinar las mejores ventajas, como la autoridad moral y el poder de convocatoria, con los puntos fuertes y recursos del sector privado, esta iniciativa mundial y local, privada y pública, voluntaria y, que tiene la responsabilidad de rendir cuentas, a pesar de que no es un imperativo llevar a cabo estas acciones en los ámbitos de Derechos humanos, Estándares laborales, Medio ambiente y Anticorrupción. El modelo la ética de la responsabilidad social pondera la ética con respecto a la RS tratándose de una ética organizacional dialógica ya que a través del campo del diálogo interpersonal generalizado es posible ser responsable del campo ecológico de las acciones colectivas comunes. Las variables a considerar son Gestión de Impactos, Reportes diagnósticos regulares, Asociar todas las partes afectadas, Asociarse con otras organizaciones y Definir normas y estándares.

Con respecto al modelo de Gobernanza, medición y control de gestión menciona que la Responsabilidad Social es la forma en que las empresas contribuyen al desarrollo sustentable, es decir, garantizar las necesidades presentes sin comprometer, las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades enfatizando en el trabajo colaborativo y sinérgico entre empresas, gobiernos, sociedad civil y academia. Estas acciones son posibles a través de Generación de impacto y valor económico; Generación de impacto y valor social y; Generación de impacto y valor ambiental.

Por lo tanto las variables coincidentes de estos modelos son compromiso con la comunidad, cuidado y preservación del medio ambiente, la importancia del establecimiento de estándares

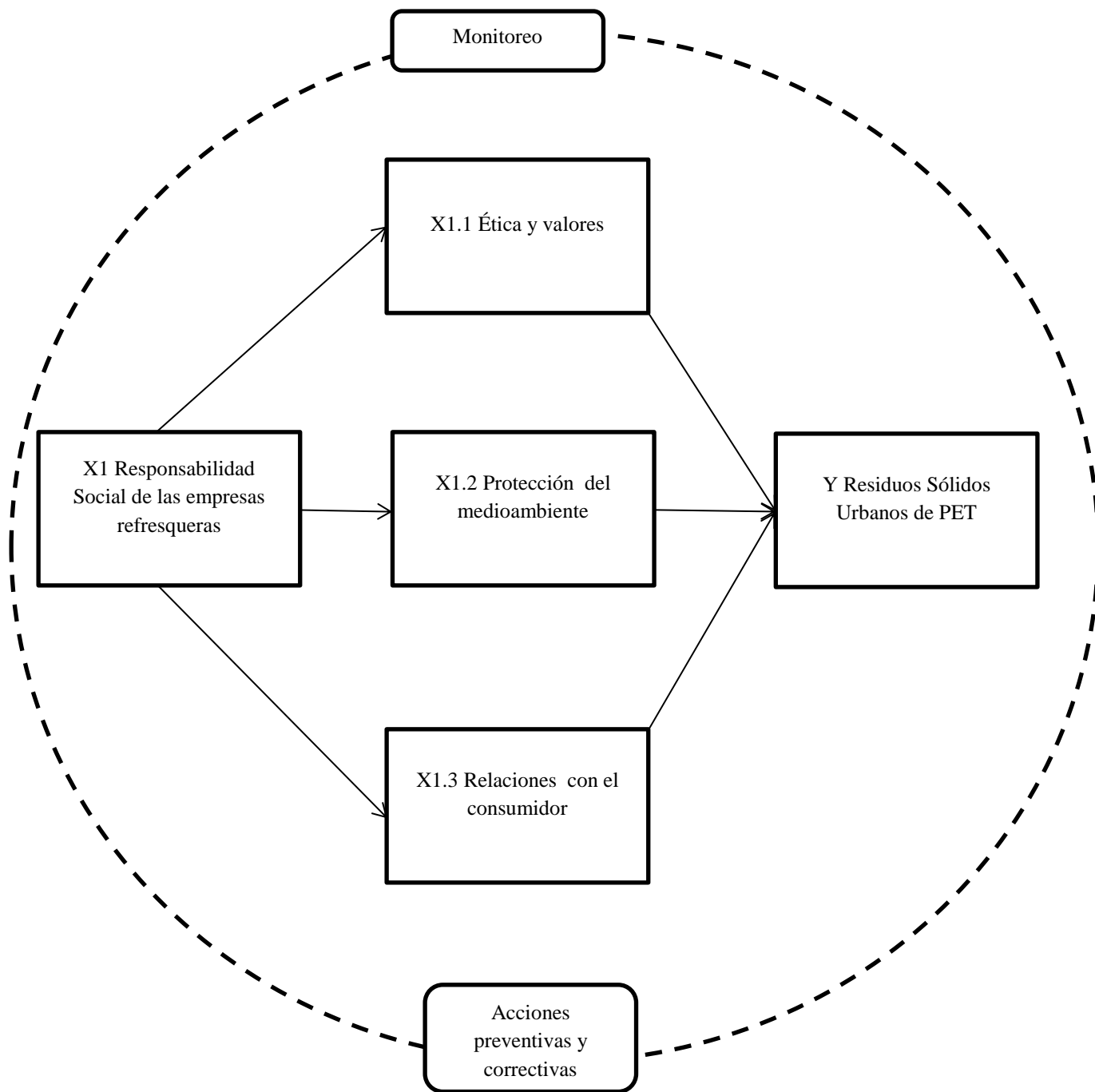
llevando estas acciones con una orientación ética y con el objetivo primordial de la creación de valor social, sobre todo considerando la RS como una inversión a largo plazo con el compromiso social de realizar acciones en el corto plazo.

### **5.1 Modelo holístico de Responsabilidad Social de las empresas refresqueras para los residuos sólidos urbanos de PET**

La acción responsable de la RS implica el análisis y la definición del alcance que la organización tendrá, en relación a las distintas necesidades, expectativas y valores que conforman el ser y quehacer de las personas y de las sociedades con las que se interactúa. De este modo se deriva el modelo holístico de Responsabilidad Social de las empresas refresqueras para los residuos sólidos urbanos de PET en la Figura 1 y Tabla 2, considerando los resultados del cuestionario dirigido a expertos en Responsabilidad Social e involucrados en la problemática de los residuos de PET y consumidores de refresco y agua embotellada, además de las perspectivas de los modelos analizados anteriormente.

La Responsabilidad Social de las empresas refresqueras considerando los temas relativos a la RS, se revela en mayor proporción, que ésta es inherente a la protección del medioambiente, el siguiente tema que se relaciona con RS es la ética empresarial, además se asocia la RS con el compromiso con la comunidad y se refiere a la RS con la producción responsable, es ese orden. En menor medida se engarza con Responsabilidad Social a la participación activa y el aporte al desarrollo de la comunidad, la protección del consumidor, la transparencia y rendición de cuentas, las buenas condiciones laborales, el respeto a los derechos humanos y la creación de valor para todas las partes interesadas del negocio.

De esta manera una empresa socialmente responsable estimula el crecimiento económico y refuerza la competitividad garantizando la protección del ambiente (RS, 2010) al ser respetuosos en el manejo y uso de los recursos ambientales y minimizando la generación de residuos peligrosos (Carrillo, 2010). Asimismo el Libro Verde toma como punto de inicio la adopción voluntaria de RSE, como medio para que las empresas contribuyan a una mejora social y a un medio ambiente más limpio, expresando esta preocupación a los trabajadores y todos los demás grupos de interés de la empresa. Adicionalmente en su dimensión interna, refiere prácticas responsables de las empresas que afectan a las prácticas respetuosas con el medio ambiente y la gestión de los recursos naturales utilizados en la producción. En su dimensión externa, la RSE está relacionada con los problemas ecológicos mundiales (Martínez, 2009).



**Figura 1 Modelo holístico de Responsabilidad Social de las empresas refresqueras para los residuos sólidos urbanos de PET.**

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2 Variables y subvariables.**

<b>Variable</b>		
Ética y valores	Protección del medioambiente	Relaciones con el consumidor
<b>Subvariables</b>		
Compromisos éticos Arraigo en la cultura organizativa Relaciones con la competencia Diálogo con las partes involucradas (Stakeholders) Balance social	Compromiso con la mejoría de la calidad ambiental Educación y conciencia ambiental Administración del impacto en el medio ambiente Prevención y control de la contaminación	Política de comunicación comercial Administración de los daños de los productos Promociones y publicidad Sostenibilidad de los productos Información de los productos Comunicación con los consumidores

*Fuente: Elaboración propia.*

La RS alimenta el crecimiento de la competencia de empresas que buscan liderar los nuevos mercados ecoeficientes con productos y procesos medioambientalmente respetuosos (Camisón, 2011). La creciente fuerza del mensaje del desarrollo sostenible abanderará un cambio radical de los patrones y valores de consumo, forzando la sustitución de productos y procesos ineficientes ecológicamente, y abriendo simultáneamente nuevas oportunidades de negocio a las empresas capaces de originar productos y procesos más limpios.

Asimismo los principios en los cuales las empresas refresqueras deberían basar sus acciones de RS, prevalecen el impacto ambiental de los productos a través de todo el ciclo de vida, continuando con impacto ambiental de las operaciones de negocios, seguido de comportamiento ético. Por otro lado y en menor medida, se considera que los principios en los que se podrían fundamentar las acciones de las empresas refresqueras son la creación de valor para todas las partes interesadas del negocio, los programas de voluntariado o responsabilidad social, el respeto a intereses de partes involucradas, también la rendición de cuentas, la transparencia, continuando con la sostenibilidad del desempeño en la cadena de valor, la igualdad de empleo y diversidad, asimismo el respeto a derechos humanos y el balance entre vida privada y trabajo.

Adicionalmente, lo ético comprende la intención de las organizaciones de actuar con transparencia en sus relaciones empresariales. La aplicación de instrumentos de valoración de gestión ética que pudieran ayudar a demostrar quienes realmente están implicados con los valores de la organización, es una opción que ayudaría a determinar la gestión de la empresa con responsabilidad y transparencia. La ética empresarial no es un valor añadido,

sino un valor intrínseco de las organizaciones (Vega, 2014). Los valores son las creencias del individuo o del grupo acerca de lo que se considera importante en la vida. Existen valores morales, culturales, sociales, políticos o religiosos. Y también valores corporativos a los cuales adhieren organizaciones e instituciones que, en muchos casos, pueden contener la clave de su éxito o fracaso (Montuschi, 2014). En este caso la responsabilidad social que debe asumir la empresa que, conforme el nuevo concepto que de aquélla aporta Peter Drucker, le exige a ésta convertirse en guardián de la conciencia de la sociedad y en factor esencial de solución de sus problemas (Bisordi de Gutiérrez, 2013).

Del mismo modo los responsables de cuidar el medioambiente son predominantemente las personas en general, seguido de las empresas y las industrias y el estado o el gobierno. En menor grado, se indica que los responsables de cuidar el medioambiente son las escuelas, los trabajadores, los adultos y los niños. Aunado a lo anterior la Unión Europea (UE) reconoce que es crucial el apoyo de la industria para la protección del medioambiente. Esto significa que habrá que consultar al sector privado a la hora de redactar nueva legislación, cofinanciar investigaciones y ofrecer incentivos a las empresas que mejoren su rendimiento ecológico (Comisión Europea, 2014). La creciente importancia de los problemas medioambientales en los que se ve inmerso nuestro planeta, así como el papel fundamental que pueden desempeñar las empresas en ellos, ha dado lugar a que los aspectos ambientales adquieran una importancia mayor para las mismas.

El respeto del medio ambiente debería ser para las empresas tan importante como la satisfacción del cliente. En este sentido, la tendencia cada vez más marcada a la responsabilidad social del sector privado tanto en Europa como a nivel internacional está forzando a las empresas a examinar sus credenciales tanto en materia social como ecológica. El tratamiento de la temática ambiental requiere el empleo de términos y definiciones que signifiquen lo mismo a todas las partes interesadas. Éstas abarcan, entre otros, a empresas, clientes, legisladores, trabajadores, comunidades vecinas, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, proveedores o socios en el comercio internacional (Prando, 2013). Las empresas no deben contentarse con satisfacer el marco legal vigente el reducir la generación de residuos e incentivar su reciclado representa una economía que contribuye a mejorar la competitividad y a promover una imagen verde de la organización, mientras que tratarlos o disponerlos será cada vez más costoso y complejo. Las organizaciones deben adoptar una actitud proactiva con respecto a la protección del ambiente, considerándola cada vez menos como un problema y cada vez más como un patrimonio a generar.

Como se evidenció en esta investigación en la variable X1 Ética y valores con sus respectivas subvariables es menester establecer compromisos éticos, los cuales deberán estar arraigados en la cultura organizativa, a su vez si los compromisos éticos están arraigados en la cultura organizativa, éstos se discurrirán en la praxis empresarial referente a las relaciones con la competencia y el diálogo con las partes involucradas (stakeholders), y por ende se verán reflejados en el balance social. Ya que fundamentalmente los principios que se sugiere observar son el principio de prevención pues la producción de residuos tiene que reducirse y, cuando sea posible, evitarse; el principio de la responsabilidad del productor y el principio de que quien contamina, paga, debido a que las empresas que producen residuos o contaminan el medioambiente deben pagar todos los costos de sus acciones; el

principio de precaución, anticipándose a todos los problemas potenciales y; el principio de proximidad, valorando que los residuos deben eliminarse lo más cerca posible de su origen.

Sumado a lo anterior la variable X2 Protección del medioambiente, de acuerdo a los resultados de la investigación, se proponen las subvariables compromiso con la mejoría de la calidad ambiental, educación y conciencia ambiental, administración del impacto en el medioambiente y prevención y control de la contaminación. Complementando las subvariables con los indicadores de la FECHAC (2011), entre los cuales destacan el establecimiento de compromisos explícitos con el medio ambiente y se fija estándares para ellos, que incluyen metas formales (declaración de principios medioambientales); la destinación de una partida del presupuesto anual a programas de conservación o protección ambiental; la realización de acciones que generen entre los consumidores conciencia sobre el cuidado del medio ambiente y el desarrollo de campañas de educación ambiental a familiares del personal y a la comunidad en general; la adquisición de productos y materia prima reciclables, minimizando el uso de materiales no degradables; el establecimiento de un sistema de recolección de residuos y reciclaje post-consumo además de la entrega a los consumidores de información detallada sobre daños ambientales como resultado del uso y destino final de los productos.

Adicionalmente la variable X3 Relaciones con el consumidor, de acuerdo al Índice de severidad de Mendenhall, se propone preponderantemente la subvariable Comunicación con los consumidores, ya que como establece Peiró (2014) el objetivo común es cambiar las pautas de compra del consumidor final, que se ve sometido, de esta forma, a un flujo de información a veces contradictoria y salpicada de confusión, controversia y datos incoherentes. Esto conduce, en cierto modo, a la desinformación: la perplejidad del mercado ante discursos confusos procedentes de una variada, cambiante y agresiva aparición de rumores, noticias y pseudodatos sobre sostenibilidad y ecología. En definitiva, consumir de manera responsable debería significar aplicar criterios de responsabilidad a la decisión de consumo, es decir, criterios éticos, sociales y medioambientales. Es por ello que los consumidores esperan mensajes auténticos y transparentes por parte de las empresas, a la vez que acciones consistentes con sus peticiones de responsabilidad social. Los mensajes ambiguos o confusos de compañías que quieran proyectar una imagen que no va con su personalidad pueden no ser útiles.

Los consumidores se interesan en lo que hay detrás del producto por una sola razón, saben que al adquirir un producto o servicio están favoreciendo una forma de producción, de relación y condiciones de trabajo, de cuidado o no con el medio ambiente, con su propia salud, con la justicia social, la cultura y la democracia (Calvillo, 2014). Los beneficios de los comportamientos empresariales se sustentarán en la buena percepción que los consumidores tienen de su reputación e imagen, lo cual además de generar satisfacción puede convertirse en lealtad y posterior rentabilidad. Los intereses de la sociedad, relacionados con la preocupación por el medioambiente y el comportamiento social, han llevado a cambios en las percepciones y hábitos de consumo del consumidor, lo cual puede dar cabida a una atención selectiva sobre nuevas características diferentes al precio, calidad o distribución. Estas características podrían estar relacionadas con el comportamiento socialmente responsable de las empresas. Las empresas que estén sinceramente



orientadas al consumidor, convencidas de que su existencia en el mercado depende de que éstos compren sus productos o servicios, tendrán que valorar o tomar en cuenta la percepción del consumidor, en la cual se conjugan valores del producto o servicio entre los que se cuentan las acciones socialmente responsables demostradas por las empresas (León, 2014).

No hay RSE sin comunicación y la comunicación en el siglo que corre debe estar marcada por la responsabilidad, ya que la empresa se comunica con su entorno y este, a su vez, responde a la empresa a través de la comunicación, construyendo cultura desde su propia identidad y proyectándola a través de sus comportamientos, comunicación y relacionamiento con sus audiencias claves. Las organizaciones actuales tienen una gran responsabilidad como generadoras de cultura a través de sus mensajes y de sus acciones. Dada esta situación, es muy importante entender la comunicación mucho más allá como una herramienta, una táctica; no sólo como un proceso o un elemento más dentro del funcionamiento de la empresa (Orjuela, 2014). De igual forma en el modelo se determina la aplicación de acciones preventiva y correctivas, lo anterior de los resultados del monitoreo de las variables ética y valores; protección del medio ambiente y relaciones con el consumidor, también de la continua revisión y actualización de los compromisos éticos, y de los indicadores del cuidado y preservación del medioambiente.

## **Conclusiones**

A partir de lo expuesto en los antecedentes se vinculaba a la Responsabilidad Social con la lucha contra la pobreza, a pesar de ello las empresas eran irresponsables ante la sociedad por las consecuencias de sus actos. Paulatinamente algunos empresarios comenzaron a aplicar acciones de RS en el ámbito de las mejores condiciones de trabajo de los empleados, lo que contribuyó a la mejora de las utilidades de la empresa. En estos albores los empresarios estaban separados de los grupos de interés, ya que sólo se buscaban beneficios a corto plazo. Aunado a lo anterior se sumaron las donaciones filantrópicas, sin embargo se creía que la RS debía estar motivada por la idea de justicia y no de caridad incorporando la ética en el desempeño de las empresas resaltando la creación de valor.

Adicionalmente con la inclusión de organismos internacionales, fue menester la creación de un nuevo modelo de convivencia y de gestión, siendo sólo propuestas de tipo voluntario en las que se incorporan objetivos sociales y medioambientales a los objetivos tradicionales de generar valor para el consumidor. Por lo que se considera a la RS como el compromiso consciente y congruente de cumplir integralmente con la finalidad de la empresa, tanto en lo interno como en lo externo, considerando las expectativas económicas, sociales y ambientales de todos sus participantes, demostrando respeto por la gente, los valores éticos, la comunidad y el medio ambiente, contribuyendo así a la construcción del bien común, esta capacidad responde a los desafíos buscando maximizar los impactos positivos y minimizar los negativos, haciendo mejores negocios al atender estas expectativas.

Asimismo se manifiesta la necesidad de modificar el imaginario colectivo en torno al concepto de RSE, ya que se tiene la creencia de que se trata de donaciones, lo cual reduce

a la responsabilidad social a un sólo ámbito de su actividad. En este contexto los criterios establecidos por CEMEFI para impulsar la responsabilidad social empresarial en México han sido importantes, todavía hay un gran camino por recorrer para que las empresas establezcan un verdadero compromiso social y la RS deje de ser sólo una práctica bien intencionada.

Se hace ahínco en que la responsabilidad de las empresas refresqueras con respecto a los residuos PET, ya que es preciso proteger el medioambiente sin distorsionar el mercado interior comunitario pues se parte de que el fabricante siga siendo responsable del producto que elabora, incluso después de la venta, basándose en el principio quien contamina paga. De esta manera en México con respecto a la infraestructura y los sistemas de manejo son sumamente precarios, dada la desproporción que guarda la cantidad creciente de los RSU generados con las capacidades existentes de manejo, vigilancia y control, así mismo con frecuencia se observa una disposición clandestina en tiraderos, barrancas, derechos de vías en carreteras o cuerpos de agua. Como consecuencia, es importante mencionar que se agravaron los problemas ambientales como la generación de residuos urbanos de PET. Este último se acompañó, inevitablemente, por la disposición inadecuada de los residuos en la Ciudad, lo que afectó y continúa impactando directa o indirectamente la salud de la población y de los ecosistemas naturales.

## Referencias

- Alea, A. (2010). Responsabilidad social empresarial. Su contribución al desarrollo sostenible. *Revista latinoamericana y caribeña de desarrollo sustentable*. Número 17. Volumen 5.
- Baza-Alvarez, C. & Alvarado-Verdín V. M. (2016). Rating of variables related to Corporate Social Responsibility on municipal solid waste PET generated by soft drink companies in Mexico using the Mendenhall severity index. *Revista Análisis Económico*. Volumen XXXI. Número 76.
- Bisordi de Gutiérrez, T. (2013). *Ética y empresa. La ética tiene que ver con la priorización de valores morales a los que deben alinearse las conductas de los hombres*. Argentina.
- Cajiga, J. (2010). El concepto de Responsabilidad Social Empresarial. Centro Mexicano para la Filantropía en México (Cemefi). *Empresa Socialmente Responsable en México (ESR)*. Páginas 1 – 35.
- Calvillo, A. (2014). Responsabilidad Social Empresarial y los consumidores. *El Poder del Consumidor*, A. C. México.
- Carrillo, G. (2010). Desarrollo de ventajas competitivas desde la responsabilidad social. Un estudio de caso. Año 3. Número 41. Página 1229 – 1245.
- Camisón, C. (2011). El modelo de empresa del siglo XXI: Hacia una estrategia competitiva y sostenible. Los desafíos de la empresa del siglo XXI y las respuestas de las teorías de

la gestión. Colección Biblioteca Ciencias Sociales. Forética y Cinca. Número 6. Madrid España. Páginas 1 – 272.

Comisión Europea. (2011). Estrategia renovada de la UE para 2011-2014 sobre la responsabilidad social de las empresas. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Bruselas, 25.10. COM, 681. Páginas 1 – 18.

Comisión Europea. (2010). La EU apuesta por la gestión de residuos. Dirección General de Medio Ambiente. Luxemburgo Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas 92-828-4821-3.

Comisión Europea. (2014). Por un futuro más verde. La Unión Europea y el medioambiente. Dirección General de Prensa y Comunicación. Serie Europa en Movimiento.

Deloitte Touche Tohmatsu. (2010). Modelo de gestión del pacto mundial de las Naciones Unidas. Marco para su implementación. Red Pacto Mundial México. Centro regional de Apoyo para América Latina y el Caribe. Páginas 16 – 32.

Domínguez, R. (2010). La responsabilidad social global empresarial (RSGE): el sector privado y la lucha contra la pobreza. Revista del ministerio de trabajo e inmigración. Informes y estudios. Número 76. Páginas 59 – 93.

ECOEMBES. (2009). Materiales educativos sobre residuos sólidos urbanos Número 4. Documento informativo. Separar para reciclar. Fundación centro de recursos ambientales de Navarra. Gobierno de Navarra. Páginas 1 – 47.

Expoknews. (2009). La historia de la responsabilidad social. Sustentabilidad y responsabilidad social.

FECHAC. (2011). Fundación del empresario chihuahuense, A. C. Responsabilidad social empresarial. Instrumento de autodiagnóstico para las empresas. Páginas 1 – 24.

Fernández, M. (2010). ¿Eco-eficacia o eco-eficiencia? El Ecologista. Número 58 Otoño. Páginas 58 y 59.

Gaggero, E. & Ordoñez, M. (2010). Gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos. Generación reduce, reutiliza y recicla. Organismo provincial para el desarrollo sostenible. Buenos Aires La Provincia Dirección general de cultura y educación. Páginas 1 – 48.

Galindo, J. (2011). La invasión plástica. Consecuencias plásticas no retornables. Página 8.

Guzmán, M. & Himilce, C. (2012). The management of municipal solid waste: an anthropological approach. The case of San Luis Potosí, Mexico. Estudios sociales. Volumen 20, Número 39. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Páginas 235 268.

- León, F. (2014). La percepción de la responsabilidad social empresarial por parte del consumidor. *Visión Gerencial*.
- Martínez, D. (2009). La responsabilidad social empresarial, el papel de los gobiernos, los organismos multilaterales y las ONG'S. Universidad Anáhuac Facultad de Economía y Negocios. Páginas 1 – 94.
- Montuschi, L. (2014). Los valores personales y los valores corporativos en el comportamiento ético en la empresa. Universidad del CEMA. Buenos Aires Argentina. Serie Documentos de Trabajo. Área Negocios.
- ONU. (2010). Civismo empresarial en la economía mundial. El Pacto Mundial de las Naciones Unidas. United Nations, DC2-612New York City, NY 10017, EE.UU.
- Orjuela, S. (2014). La Comunicación en la gestión de la Responsabilidad Social Empresarial. *Correspondencias & Análisis*. Número 1. Venezuela.
- Ortíz, M. (2011). El impacto de los plásticos en el ambiente. Laboratorio de Investigaciones Ambientales en el Centro de Investigación en Biotecnología de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Peiró, A. (2014). RSE + RSC: Las responsabilidades de la empresa y el consumidor. Cátedra “la Caixa” de Responsabilidad Social de la Empresa y Gobierno Corporativo. Número 18. Business School. Universidad de Navarra.
- Prando, R. (2013). Manual Gestión de la calidad ambiental. Guatemala.
- Ramírez, A. *Revista del Consumidor*. (2010). El refresco: una bomba de azúcar.
- Ramírez, B. (2012). Lodo y basura, tapones del drenaje. *El Universal*. El gran diario de México.
- RS. (2010). Latin American Quality Institute. Responsabilidad Social.
- RSE. (2011). Gobernanza, medición y control de gestión. Empresas por un desarrollo sustentable.
- SEDEMA. (2015). Inventario de Residuos Sólidos de la Ciudad de México 2013. Secretaria del Medio Ambiente del Distrito Federal. Impreso en México.
- Stancich, E. (2010). Incidencia de los envases en el medio ambiente. Ciudades del siglo XXI. Comisión de Ecología H. Concejo Municipal de Rosario Argentina Taller ecologista. Páginas 1 – 4.
- Tamborrel, G. (2012). *El ecologista*. México: Medio Ambiente.
- Wordpress. (2011). Envases plásticos un daño duradero para el medioambiente.

- Vallaey, F. (2010). La Responsabilidad Social de las organizaciones. Una nueva concepción de la organización en la era de la globalización. Páginas 1 – 15.
- Vega, M. (2014). La ética empresarial como creación de valor. Gestión en el Tercer Milenio. Revista de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas, UNMSM. Volumen 10. Número 19. Perú.

Blanca Alicia Bojórquez Martínez, M. en C. Importancia de la educación ambiental con niños de escuelas primarias, aledañas a los campamentos de protección y conservación de tortugas marinas, en Nayarit. Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas (IMACH), Departamento de Ciencias Ambientales del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. [bmb09897@cucba.udg.mx](mailto:bmb09897@cucba.udg.mx)

Nuestro país se encuentra en un lugar geográfico privilegiado y es considerado internacionalmente como el país de las tortugas marinas, debido a que seis de las siete especies que habitan el planeta vienen puntuales a costas mexicanas a cumplir con su ciclo reproductivo (figura1); todas consideradas en peligro de extinción. La actividad que desempeñan las tortugas marinas dentro de la cadena alimenticia en los océanos del mundo es de suma importancia, por lo que es necesario considerar las consecuencias que provocaría la desaparición de estos reptiles y sus poblaciones debido a la caza furtiva y tráfico de sus productos y subproductos, ocasionando con esto la alteración del equilibrio de los ecosistemas marinos de nuestro entorno. El porcentaje de sobrevivencia a edad adulta es de una tortuga en 1,000 es por ello que es de suma importancia realizar acciones que protejan a las diferentes especies de estos organismos que habitan nuestros mares.

### DE LAS SIETE ESPECIES MUNDIALES, SEIS ARRIBAN A MÉXICO



Figura 1. Especies de tortugas que arriban a México.



Figura 2. Cría de Prieta, lista para liberación.



Figura 3. Tortuga juvenil, sobreviviendo a depredadores.

Durante todo su ciclo de vida las tortugas marinas se enfrentan a diferentes depredadores. Los huevos son devorados por animales silvestres como el tejón, zorrillo y el mapache y animales domésticos como el perro. Las crías son devoradas al emerger por garzas nocturnas y fragatas (tijeretas); peces como el pargo, agujón, jurel, tiburón, etc., o también por animales domésticos como los perros, cerdos y en ocasiones gatos. El hombre también come huevos de tortuga en grandes cantidades, esto por la falsa creencia de que tienen propiedades afrodisíacas, lo cual es totalmente falso. Las tortugas adultas son atacadas por tiburones y el hombre, este último para consumo de la carne y uso de la piel para elaborar diversos productos (Zapatos, bolsas, cinturones, carteras, etc.); es por ello que celebramos cuando podemos liberar con éxito las crías (figura 2) o saber de ellas por reportes científicos sobre su desarrollo y crecimiento (figura 3).

El 17 de febrero de 1927, se dispuso la prohibición en todo tiempo de explotación de huevos de tortuga, así como la destrucción de los nidos, intentando regular la explotación por medio de una serie de vedas y el establecimiento de tallas mínimas de captura, publicado en el Diario Oficial el 14 de febrero de 1929. En 1973 se estableció un régimen de vedas parciales, que incluyó cualquier tipo de aprovechamiento, para todas las especies de tortuga marina.

El 31 de mayo de 1990, en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo por el que se establece veda total e indefinida para las especies y subespecies de tortuga marina en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como en las del Océano Pacífico, incluyendo al Golfo de California. Prohibiendo además extraer, capturar, perseguir, molestar o perjudicar en cualquier forma a todas las especies y subespecies de tortuga marina en aguas y playas del país, así como destruir, coleccionar, recolectar o comerciar sus huevos o partes de esta especie.

Los campamentos tortugeros surgen como una necesidad por la alarmante velocidad con que las especies de tortuga marina se están extinguiendo y no de manera natural, lo cual no sería tan preocupante, sino debido a las actividades humanas. La etapa del ciclo de vida de estos organismos en la cual presentan mayor vulnerabilidad es durante la época de

anidación incrementándose el saqueo de nidos en las playas y la depredación natural, es por ello la necesidad de protegerlas en esta etapa tan crítica y así aumentar de manera significativa las probabilidades de su supervivencia, en los campamentos tortugueros se protege a las hembras, los huevos y las crías y al mismo tiempo se obtiene la información biológica y estadística necesaria para la administración y aprovechamiento de las poblaciones, porque según Pritchard y Trebbau, (1984) las tortugas marinas son animales solitarios que pasan el 90% de su vida en mar abierto, es por esta razón que ha sido difícil estudiarlas y por lo tanto se desconocen muchos aspectos de su vida; además, a diferencia de otras especies, rara vez conviven entre sí. Los depredadores naturales en adultos son principalmente los tiburones.

### NUESTRO TRABAJO 2002 – 2019

A partir del año 2002, la Universidad de Guadalajara se suma al esfuerzo que realiza la Fundación Ecológica Selva Negra del grupo tapatío de Rock “MANÁ” para mitigar la depredación humana que se hace de los huevos y las tortugas en Jalisco y Nayarit, (figuras 4 y 5).



Figura 4. Fher Olvera, Vocalista de MANÁ



Figura 5. Sergio Vallín, guitarrista de MANÁ

Comenzamos en el mes de Marzo de 2002 en el campamento Platanitos, Municipio de Compostela Nayarit, después de la presencia del huracán Kena; nos atendió el MVZ. Miguel Ángel Flores Peregrina, de quien años más tarde, aprenderíamos las técnicas de conservación de tortugas que nos ha dado éxito todo este tiempo; el verano de ese mismo año, trabajamos en esa playa y en la Playa Chalacatepec, del poblado Morelos en la llamada Costa Alegre de Jalisco; de ahí nuestra presencia como Programa de Protección y Conservación de Tortugas Marinas Selva Negra/UdeG fue tomando relevancia y a 17 años de trabajo, la presencia que tenemos es muy significativa, porque además de las actividades



del programa de protección y conservación, se realizan talleres de educación ambiental en las comunidades aledañas a los campamentos, enfocados a niños de escuelas primarias y sus familiares.

Las especies de tortugas que se protegen son: golfina (*Lepidochelys olivacea*) figura 6; prieta (*Chelonia mydas agassizii*) figura 7; laúd (*Dermochelys coriacea*) figura 8 y carey (*Eretmochelys imbricata*) figura 9; cuatro especies de las siete que existen en el mundo. Los meses que comprenden la etapa de protección es de mayo en que comienza a anidar la tortuga carey a principios de Marzo del siguiente año, en que eclosionan los últimos huevos colectados en los meses de Diciembre y Enero, esto específicamente en Compostela, Nayarit, que es donde más hemos trabajado.



Figura 6. Tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*)



Figura 7. Tortuga prieta (*Chelonia mydas agassizii*)



Figura 8. Tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*)



Figura 9. Tortuga carey (*Eretmochelys Imbricata*)

El principal objetivo del programa es, proteger las poblaciones y nidos de tortugas marinas que llegan a reproducirse en algunas costas de Nayarit, así como su entorno inmediato, por medio de acciones que aseguren su protección y conservación, implementando además actividades de vigilancia y de educación ambiental en las comunidades cercanas.

De manera específica pretendemos:

- ❖ Favorecer la recuperación de las diferentes especies de tortugas marinas que aniden y se reproduzcan en las playas seleccionadas para proteger y conservar.
- ❖ Evitar el saqueo de nidos, así como la matanza de hembras que lleguen a reproducirse a lo largo de los kilómetros de playas protegidas.

- ❖ Evitar el deterioro de la zona de reproducción y sus diferentes hábitats relacionados.
- ❖ Involucrar a las comunidades aledañas con el propósito de crear conciencia y sensibilizar a la sociedad sobre la importancia de conservar y proteger las diferentes especies de tortugas marinas que llegan a reproducirse, así como los diferentes ecosistemas existentes en la zona.
- ❖ Difundir a la sociedad en general la importancia de conservar y proteger los recursos naturales, utilizando diferentes medios como foros, talleres, congresos, etc.
- ❖ **Así como también visitar los diferentes planteles educativos de las comunidades aledañas a los campamentos, con el propósito de llevar a cabo talleres de educación ambiental con niños de nivel primaria, para que sean replicadores de la información en sus hogares.**

Esta última actividad, es en la que enfocaremos este trabajo, ya que se considera que sin involucrar a las poblaciones, el agotador esfuerzo que se realiza en el trabajo de protección y conservación, se ve completamente vulnerable por la desinformación y falta de sensibilización hacia el problema; es por ello que en los últimos diez años, el trabajo en las escuelas y fuera de ellas (visita a campamentos tortugueros) (figuras 10, 11 y 12), se ha convertido en necesario para la toma de conciencia de la problemática alrededor de las tortugas marinas; a través de talleres, se fomentan valores y actitudes permanentes, que promueven un comportamiento de compromiso y se desarrollan habilidades y aptitudes para lograr la transformación en las nuevas generaciones.



Figura 10. Niños de Zacualpan recibiendo instrucciones antes de liberar crías.



Figura 11. Niñas de Zacualpan antes de liberación de crías en playa Chila.



Figura 12. Niños participando durante un desove diurno.

Los talleres impartidos están básicamente enfocados a las tortugas marinas, pero se abarcan otros temas de relevancia ecológica de la zona, basándonos en la lista roja de UICN de especies amenazadas o en peligro de extinción; abarcamos el tema del manglar y su ecosistema, así como diversos tópicos que en un futuro próximo, puedan impactar para la sustentabilidad del planeta (energías limpias, cuidado del aire y del agua, manejo y reciclado de residuos sólidos, producción de alimentos y de fertilizantes orgánicos [figura 13], farmacia viviente, tenencia responsable de mascotas y reforestación).



Figura 13. Taller de Composta en escuela de Zacualpan, Nay.

Para ello se prepara a estudiantes de Servicio Social y de algunas materias afines con el propósito de asistir a cada uno de los grupos y escuelas participantes (figura 14). Considerando las edades de los niños, preparamos materiales y actividades para niños de 6 a 9 años y de 10 a 12 años; las herramientas didácticas más utilizadas para los más pequeños son: el teatro guiñol o sketch (figura 15), “flashcards” (son las tarjetas que incluyen, de forma visual y resumida, la definición o respuesta de determinados conceptos, palabras o preguntas; su uso, acompañado de gráficas y dibujos [figura 16]), el canto (expresando la información de forma melódica ayudamos a los niños a recordarla), usando rompecabezas, recortando y coloreando, memoramas y a través de dinámicas grupales al aire libre. Para los

niños grandes, regularmente se lleva a cabo una nota informativa sobre cada tema de 15 minutos, apoyados en carteles gigantes (hechos a mano con pellón y gis de colores o pintura) con imágenes alusivas para luego reforzar a través de sopa de letras, rallies, crucigramas, relacionando columnas y armando historietas acerca de los temas (figura 17) .



Figura 14. Estudiantes universitarios en escuela Heriberto Jara, Zacualpan, Nayarit.



Figura 15. Teatro Guiñol, escuela Revolución



Figura 16. Dibujos de apoyo para flashcards, en este caso con el tema protección del jaguar.



Figura 17. Materiales didácticos de apoyo

A partir de 2009, se han visitado periódicamente cuatro escuelas primarias por año, atendiendo todos los grupos en cada visita; los temas tienen variaciones de estilo en la disertación y materiales utilizados de un año a otro, porque son diferentes alumnos de Servicio Social que los imparten y se les da la oportunidad de crear y expresar sus ideas acerca de cada tema, adecuándose a los espacios de las escuelas, al clima y la disposición de las autoridades de las mismas, (figuras 18 y 19).



Figura 18. Escenario y utilería para teatro guiñol.



Figura 19. Personajes para guiñol, elaborados por alumnos.

El trabajo previo a cada taller es exhaustivo, este da inicio en las instalaciones universitarias, a través de la información que reciben los participantes acerca del tema a desarrollar; para ello se forman equipos de 3 a 5 personas y se les asesora durante dos meses, hasta que consideramos que ya puede manejar la información y que los materiales son los adecuados para los rangos de edad. Para esta etapa, se requiere el apoyo de expertos de nuestro Centro Universitario, a quienes nuestros estudiantes acuden para verificar la información recabada de manera bibliográfica, en video o cualquier otro medio alternativo; de acuerdo a la experiencia en campo de estos expertos, se adecua el desarrollo del tema a la zona de trabajo; lo interesante en todo caso, es que el aprendizaje es tanto para los niños como para los universitarios, ya que además de investigar sobre ello, tienen que elaborar sus materiales de apoyo, adquiriendo mayor puntuación aquellos equipos que utilizan materiales reciclados o de reuso.

Se muestra en las siguientes fotografías la participación de los estudiantes y los niños en los diversos talleres (figuras 20 y 21) :



Figura 20. Actividades dentro del aula, en escuela de Otates, Compostela, Nay.





Figura 21. Colage con los niños en talleres y visualización de materiales de apoyo.

Ya en la práctica, uno de los retos más importantes, es mantener la atención de los alumnos de la primaria, ya que hemos podido comprobar, que los libros de texto abordan estos temas de actualidad ecológica y entonces la labor del educando, radica en reforzar esta información de manera, concisa, precisa y divertida, para lo cual se tienen que preparar y ensayar de manera previa. Estos ejemplos los podemos ver en las figuras 22 a la 28.



Figura 22. Alumna de Cueba realizando su disertación, escuela Heriberto Jara.



Figura 23. Universitarios escenificando un saqueo de huevos de tortuga



Figura 24. Dinámica sobre conservación de tortugas, niño hincado con caparazón.



Figura 25. Dinámica, completa la oración, del tema conservación del tlacuachín.



Figura 26. Rol ecológico de los insectos, escuela Heriberto Jara, Zacualpan, Nay.



Figura 27. Talleres al aire libre, en el campamento Chila. Zacualpan, Nay.



Figura 28. Talleres al aire libre, en el campamento Chila. Zacualpan, Nay.

Las escuelas primarias participantes en Nayarit, son:

Municipio de San Blas: Fray Junípero Serra, Insurgentes Mercado y Benito Juárez; en el municipio de Compostela: comunidad de Ixtapa; Raúl Ernesto Delgado Barrios Nissan N° 30 y Cinco de Mayo. Comunidad de Otates y Cantarranas; José María Mercado y Gregorio Torres Quintero; Comunidad de Zacualpan: Escuela Revolución, General Francisco J. Mugica, Adán Flores Moreno, Heriberto Jara.

Cabe señalar, que el primer contacto que se tuvo con estas escuelas, fue a través del Médico Veterinario Miguel Ágel Flores Peregrina, quien desde hace casi 40 años, comenzó a trabajar en estos municipios y desde nuestros comienzos ha sido el Coordinador de los campamentos tortugueros de la CONANP en el estado de Nayarit; a partir de nuestro primer encuentro en 2002, se ha logrado consolidar un equipo de trabajo junto con la Fundación Ecológica Selva Negra y la Universidad de Guadalajara, específicamente con el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias en pro del rescate y estabilización de las especies de tortugas marinas que anidan en las playas mencionadas, así como de otros

animales amenazados o en peligro de extinción de la zona de influencia de los campamentos Otates, Chila, Platanitos y San Blas.



Figura 29. Participación de niños, estudiantes de la Universidad y profesores en la escuela Raúl Ernesto Delgado Barrios Nissan N° 30 , Ixtapa, Nayarit.

En promedio, el número de talleres por año es de 32; la participación de alumnos universitarios por año ha sido de aproximadamente 170 estudiantes; la de los alumnos de primaria, es de 150 x año, en las escuelas con capacidad de 25 niños por salón, mientras que en las de 40 es de 320 en promedio, pues por lo regular en lugar de seis grupos uno de cada grado, en estas escuelas hay ocho, repitiendo grado de acuerdo al comportamiento demográfico de la comunidad, así pues pueden ser dos segundos y dos quintos, por ejemplo. En la figura 29, podemos ver a los participantes de ambas instituciones.

El impacto lo medimos por medio de las pláticas con padres de familia, estos son convocados una vez que preguntan a la dirección o los maestros de la primarias, “qué les están diciendo a los niños”, “por qué ya no quieren comer los huevos de tortuga”, por ejemplo; o “por qué ya no quieren salir con sus familiares a robar el huevo de tortuga a las playas protegidas”, es entonces cuando intervenimos directamente con ellos en las mismas escuelas, que nos permiten usar sus instalaciones, y vamos trabajando salón por salón, ellos al recibir la información manifiestan regularmente, que nadie les había explicado sobre las cadenas alimenticias y su impacto al consumir estos productos, que comen el huevo y la carne, porque así lo han hecho siempre sus abuelos y padres, pero prometen ayudar a difundir la información entre familiares y vecinos a partir de ese momento y se suman a ciertas actividades, como son las liberaciones y ciertamente a excepción de algunos padres de familia varones, las mamás por lo regular nunca han visto una cría de tortuga y se sensibilizan (figura 30); sin embargo, los principales embajadores para frenar la depredación en todos los sentidos, son los niños, es por ello, que año con año volvemos a reafirmar con los talleres.



Figura 30. Liberación de crías con niños y padres de familia en Zacualpan, Nayarit.

## CONCLUSIONES

1. Las tortugas marinas son reptiles únicos que forman parte de un ecosistema complejo, su ciclo de vida se encuentra asociado a productos explotables (huevos) como los peces, moluscos, crustáceos y algas marinas, de los cuales depende las sociedades humanas y al rol que cumplen las cadenas alimenticias.
2. Por otro lado estos ejemplares marinos, viajan a través de miles de kilómetros y sirven como indicadores de la salud de nuestras costas y ambientes marinos a escala regional y global, lo cual significa que son modelos para la conservación marina internacional; es por ello, que sus hábitats deben ser considerados para su manejo adecuado a través de expertos en la materia, con el apoyo de jóvenes entusiastas que al mismo tiempo que refuerzan su aprendizaje, colaboran con una causa importante para la vida en el mar.

3. Como animales migratorios, las tortugas en movimiento desde los trópicos hasta las regiones subpolares, se encargan de la transferencia de energía entre los ambientes terrestres y marinos. Son consideradas ingenieras del ecosistema, verdadera causa de su influencia y la acción en los arrecifes de coral, bancos de pastos marinos y fondos arenosos del fondo del océano, otra razón más para su protección.
4. Al ser la depredación humana la mayor causa de que estos ejemplares se encuentren en peligro de extinción, es muy importante seguir vigilando de cerca las playas de anidación y continuar con la sensibilización de la población que convive a diario en sus playas de anidación.
5. Asimismo, se debe continuar con los talleres de Educación Ambiental y la limpieza de playas de anidación, sobre todo si consideramos que el 80% de la basura marina es de origen costero, esta es llevada al océano por acción de los ríos drenajes y el viento. Los plásticos son populares por su durabilidad y por ser muy económica su producción, desafortunadamente cuando estos plásticos convertidos en basura se alojan en el mar, se convierte en un verdadero peligro para las tortugas, que las confunden con comida, el impacto de los plásticos afecta de dos formas, por enredamiento ó por ingestión. Enredarse en una bolsa, o en una red de pesca puede conducir a la pérdida de aletas ó a la muerte. Cuando el plástico es ingerido, hasta las partes más pequeñas u otros desechos pueden obstruir el tracto digestivo ocasionando infecciones o la muerte de las tortugas.
6. Con la participación y capacitación de prestadores de Servicio Social, de nuestras instituciones académicas, se espera contribuir con la formación y concientización de los alumnos de diferentes niveles educativos, así como continuar con la vigilancia eficiente y constante de las playas de anidación durante las temporadas altas, tanto a lo largo de las zonas de anidación como en caminos vecinales, con el fin de disminuir el tráfico de los productos y subproductos de las tortugas marinas.
7. En general, se pretende que mediante el desarrollo de las actividades de protección se restablezcan las poblaciones de tortugas marinas y de los ecosistemas que las rodean, así como de crear una conciencia ecológica principalmente en los niños, como replicadores de información en las comunidades aledañas a los campamentos de Compostela y San Blas, por medio de su participación en el cuidado de sus recursos naturales y comprendiendo el potencial que representa para su futuro inmediato.



Gabriel Esquivel López<sup>1</sup>, MDRS, Tomas Martínez Saldaña<sup>2</sup>, Dr., y Ana Orozco Aguayo<sup>3</sup>, Mtra. La Evaluación de Impacto Ambiental: un instrumento de regulación marginal en el campo mexicano. Universidad Autónoma Chapingo. [ispa.gabrielesquivel@gmail.com](mailto:ispa.gabrielesquivel@gmail.com)<sup>1</sup>.

Texcoco, Edo. de México

En los últimos años, el aprovechamiento de los recursos naturales en la producción primaria de alimentos ha sido marcado por la insostenibilidad de sus prácticas, a pesar de que los daños ambientales que siempre se han señalado con el paso del tiempo, aún persistan, y a pesar también de la entrada en vigor del máximo estatuto en materia ambiental: la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA); comprometiendo cada vez más los recursos naturales. En general, las actividades que integran a este sector constituyen el statu quo de nuestra sociedad, por lo tanto, nunca mermarán. De ahí la necesidad e importancia de controlar sus prácticas. En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue mostrar los retos que presentan la regulación ambiental y la sustentabilidad en la producción primaria de alimentos en México. La revisión documental presentada en este trabajo nos permite identificar que en la acuicultura, la agricultura, la ganadería, e incluso la pesca, muestran un instrumento de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como una herramienta fallida en su aplicación a los sistemas de producción primaria de alimentos. La responsabilidad de su regulación se debate entre las instituciones que las regulan y fomentan: Semarnat-Sagarpa. Algunas razones que justifican esa afirmación es su aplicación marginal entre estas actividades. Por un lado, la acuicultura presenta mayor rigor de la Semarnat respecto al resto de las actividades que poco se regulan, sin embargo, su aplicación en esta última no ha resultado exitosa en el país por la resistencia del sector público, social y privado para consumirla desde hace 27 años, causando que al día de hoy sea inasequible entre los pequeños productores, debido a los altos costos de su implementación. Si bien la ley regula los desequilibrios ecológicos del resto de los sectores a partir de la EIA, citando que estos se someterían a dicha evaluación, los vacíos legales u omisiones de su reglamento poco le favorecen. Es decir, la agricultura y ganadería sólo se regulan en términos de disminuir la deforestación, con el cambio de uso de suelo. No obstante, la frontera agropecuaria cada vez es mayor. Por su parte, desde la EIA no se regulan agroquímicos, pesticidas, ni transgénicos, a pesar de las evidencias del daño ambiental que representan. Mientras que la pesca, si bien requiere de la EIA, sólo es aplicable si se realiza para algunas de las especies sujetas en alguna categoría de protección especial por la Nom-059-Semarnat-2010, y su control en otras especies se ve desplazada por las vedas y permisos de la Sagarpa - Conapesca. Aunque esta última, ha sido señalada por su baja insostenibilidad derivada de la Pesca Ilegal, no Declarada y no Reglamentada (INDNR). Bajo ese panorama, surge la necesidad de repensar en soluciones que permitan mitigar esas externalidades desde la definición de la política pública agropecuaria. Así pues, se concluye que bajo la experiencia de la EIA aplicada en México, es obligatorio repensar en la Evaluación Ambiental Estratégica como una de las sugerencias más promisorias para mitigar este efecto, a fin de evaluar la sustentabilidad desde las políticas, planes y programas agropecuarios, así como su pertinencia en la combinación de otros instrumentos y medidas que sean asequibles y eficaces para el desarrollo sostenible de los diferentes estratos del sector, como pueden ser: la Gestión Integrada de Recursos Hídricos, bajo el enfoque de cuencas, el ordenamiento territorial, las mejores prácticas de manejo de la agricultura climáticamente inteligente, las agroecológicas, el uso de semillas autóctonas, la producción orgánica, la permacultura, los sistemas acuícolas sustentables y de conservación, la zonificación acuícola-pesquera, los planes de manejo pesqueros, certificaciones, ecotecnias; por citar algunas medidas que coadyuven a esa meta.

## Introducción.

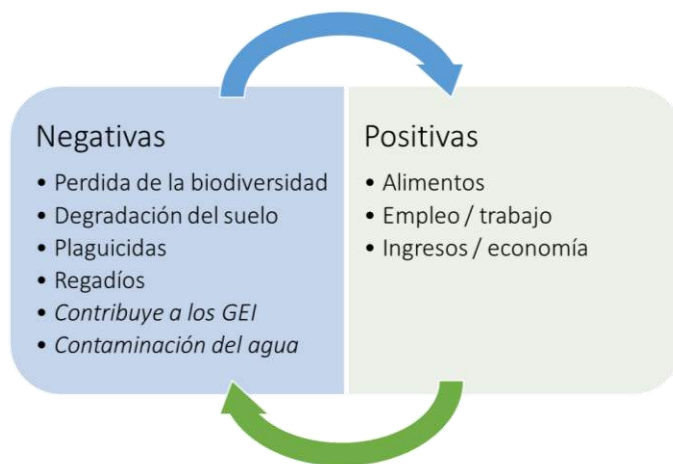
### *Justificación.*

En los últimos años, el aprovechamiento de los recursos naturales en la producción primaria de alimentos ha sido marcado por la insostenibilidad de sus prácticas, a pesar de que los daños ambientales que siempre se han señalado con el paso del tiempo, aún persistan, y a pesar también de la entrada en vigor del máximo estatuto en materia ambiental: la LGEEPA; comprometiendo cada vez más los recursos naturales.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es presentar los retos que enfrenta la regulación ambiental y la sustentabilidad en la producción primaria de alimentos en México, a partir de la LGEEPA y de su instrumento de EIA, con el fin de repensar en soluciones que permitan mitigar dichas externalidades desde la definición de la política pública agropecuaria.

## Estado Actual

Las actividades que integran a este sector, tales como la agricultura, la ganadería, la cría de especies pecuarias, la pesca y la acuicultura, constituyen el statu-quo de nuestra sociedad, por lo tanto, nunca mermarán. Es decir, si bien representan externalidades positivas para la sociedad, también en su proceso se han generado impactos ambientales adversos (figura 1). De ahí la necesidad e importancia de controlar sus prácticas.



**Fig. 1.** Externalidades de las actividades de producción primaria de alimentos

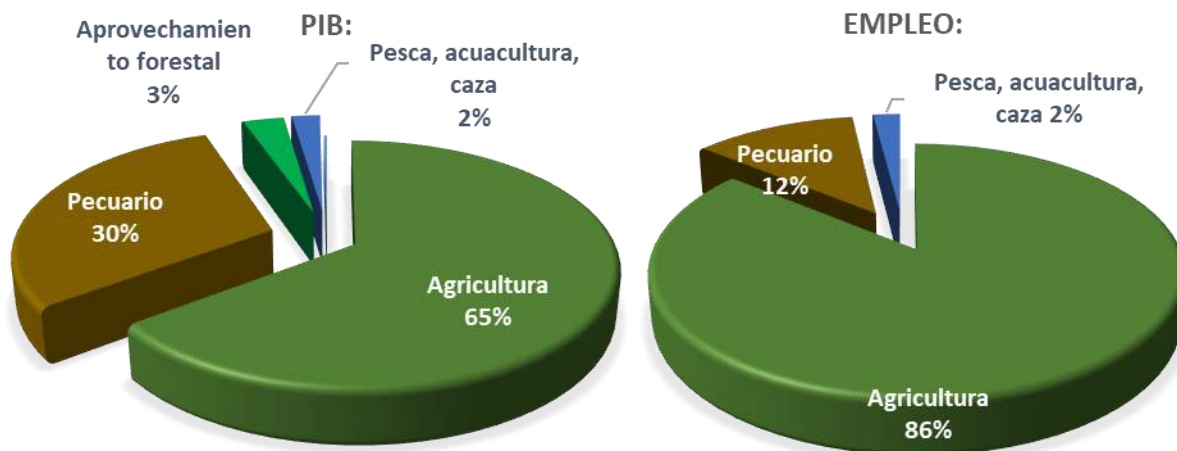
### ***Externalidades positivas***

Alimentos, empleo y PIB

La producción de alimentos es la principal externalidad favorable con la que contribuye el sector. México aporta el 20% de los alimentos generados en la región de América Latina y el Caribe. Los principales países productores son los del cono sur, con el 61% de la producción de alimentos, seguida de la región de México y Centroamérica (20%), y en el tercer sitio se encuentran los países andinos con el 16% (BID, 2019).

Otro elemento favorable es la ocupación y el empleo, aportando un aproximado de 6 millones 720 mil trabajadores en el sector primario, es decir, el 12.7% del total nacional, de los cuales, el 89.5% son hombres y el 10.5% son mujeres. A su vez, este se encuentra integrado en un 86% en el sector agrícola, en un 12% en el sector pecuario y en un 2% en el sector acuícola-pesquero (Gog. de México, 2018) (figura 2).

Por su parte, el valor producido por la economía se estima a partir del Producto Interno Bruto (PIB). Los valores reportados por el Cedrssa (2019), indican que la agricultura concentra el 65%, la ganadería o sector pecuario 30%, los sistemas forestales 3% y la pesca sólo el 2%.



**Fig. 2.** PIB y empleo en las actividades de producción primaria de alimentos.

**Fuente.** Elaboración propia, con datos de Cedrssa (2019) y Gob. de México (2018).

### **Externalidades negativas**

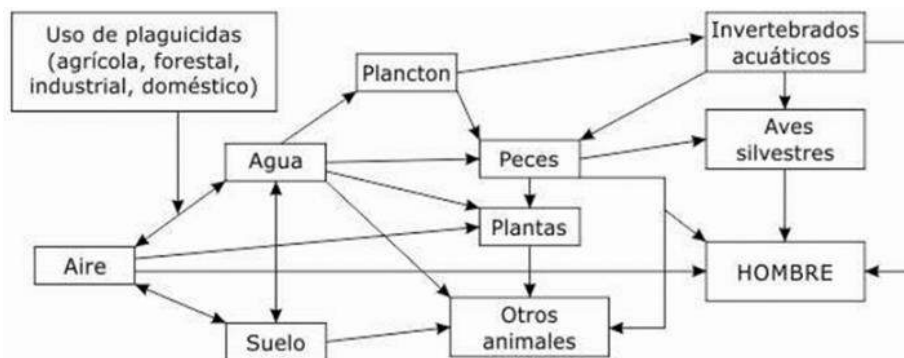
#### *Agricultura y ganadería*

La erosión del suelo es un problema presente en muchas regiones del territorio nacional que afecta la autosuficiencia alimentaria del país y, no sólo en México, sino en el mundo. De acuerdo con la FAO (2016), se estima que, el 95% de los alimentos que se consumen a nivel mundial se generan directa o indirectamente en el suelo. Por su gran importancia y labor que se le ha dado con el paso de los años, el suelo agrícola ha experimentado transformaciones profundas en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, las cuales han conducido a un desgaste de la capa superficial, a la pérdida de sus propiedades químicas originales (materia orgánica y nutrientes) y a una reducción de la fuente energética esencial para el desarrollo de los microorganismos transformadores de los residuos orgánicos (Torres y Rojas, 2018).

La problemática de la erosión ante una tendencia de mayor variabilidad climática, se ha acentuado en México, que presenta problemas de degradación de suelos en 65% de su superficie, donde destacan las erosiones eólica e hídrica, con 35 y 20% respectivamente del total nacional (CONAFOR y UAC, 2013). Por su parte, para el INECC (2015), las actividades agrícolas tienen un fuerte impacto ambiental ya que utilizan 76% del agua disponible, y pueden provocar degradación del suelo. Este porcentaje de agua equivale al día de hoy a 66,799 hm<sup>3</sup> del volumen de agua concesionada (Conagua, 2019).

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2019) señala que la agricultura, la ganadería y silvicultura generan 23% del total de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) cada año. De acuerdo con las estimaciones más recientes para México, las actividades agropecuarias son la segunda causa de generación de emisiones de GEI con una contribución a las emisiones nacionales entre el 10% y 12%. Dentro de esa categoría la mayor parte se generan por el manejo del estiércol y por el uso de fertilizantes en los suelos agrícolas (Saynes, *et al.*, 2016 e INECC, 2019).

No pueden quedar fuera de este análisis los agroquímicos. Aquí se toma el caso de Sinaloa, uno de los principales estados agrícolas, donde en el 2012 se reportaban problemas de contaminación en el suelo, agua, biota y sedimentos, por el alto volumen de aplicación de plaguicidas, a través de las descargas de estas sustancias tóxicas a los sistemas lagunares, vía drenes, riego y lluvia y su persistencia, por lo que esta situación constituye un factor de riesgo de contaminación para los ecosistemas terrestres y marinos (Rodríguez-Meza y García-Gutiérrez, 2012). Para tener noción del impacto en el ecosistema, se revisa el diagrama sobre la ruta del efecto contaminante en plaguicidas presentado por Del Puerto *et al.*, (2014) (Fig. 3).



**Fig. 3.** Vía de los plaguicidas en los ecosistemas (Del Puerto, *et al.*, 2012).

A pesar de lo expuesto por esos autores, al día de hoy, existen en el país diferentes reportes en diarios de circulación nacional sobre el uso de plaguicidas altamente peligrosos que han sido permitidos con activos prohibidos por los daños que ocasionan a la salud y al ambiente.

En el caso del uso de los transgénicos, México ha mantenido un crecimiento prolongado. En el período 1986-1995, ocupaba el tercer sitio en América Latina y el Caribe, por debajo de Brasil y Argentina. A la fecha reciente (2017), estos países son punteros en el mundo en estos tipos de cultivos, tan sólo por debajo de los EUA, y en una posición inferior les siguen Canadá y la India. México si bien no se posiciona entre los principales países, se ubica en el lugar 17, y es considerado pionero en cultivos de algodón y soya, donde actualmente hay 110,000 ha trabajadas por 8,000 agricultores, según el Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agro-biotecnológicas (ISAAA, 2017). No obstante, existen inconformidades sobre la contaminación transgénica del maíz, siendo México el centro de origen (de Ita, 2012).

### Pesca

Respecto a la pesca mundial, al 2015, las poblaciones explotadas a un nivel de sostenibilidad máximo representaban el 59,9% y las especies subexplotadas el 7% del total de poblaciones evaluadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018). Por su parte, las poblaciones subexplotadas biológicamente sostenibles se

redujeron de forma constante de 1974 a 2015, y las explotadas a un nivel de sostenibilidad máximo disminuyeron de 1974 a 1989 y posteriormente aumentaron al 59,9% en 2015.

Al año 2016, la pesca ilícita mundial representaba aproximadamente 26 Mt de pescado al año, lo que equivale a más del 15% de la producción total de la pesca anual de captura (FAO, 2016). En este sentido, la pesca ilegal representa la mayor amenaza para la sostenibilidad de los recursos pesqueros a corto, mediano y largo plazo. En el caso de México, las pesquerías sobreexplotadas sobrepasan estos valores, alcanzando hasta el 69% en el año 2000, y el 84% al 2012 (EDF, *et al.*, 2015). A partir del 2016, la ONU dentro de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) y su meta 14.4 sobre “pesca marina”, extiende la siguiente leyenda: “*De aquí a 2020, reglamentar eficazmente la explotación pesquera y poner fin a la pesca excesiva, la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada y las prácticas pesqueras destructivas, y aplicar planes de gestión con fundamento científico a fin de restablecer las poblaciones de peces en el plazo más breve posible, al menos alcanzando niveles que puedan producir el máximo rendimiento sostenible de acuerdo con sus características biológicas*” (FAO, 2018) (fig. 4).



**Fig. 4.** SUMMIT mexicano: una mirada a los reportes de la pesca ilegal, 2000-2019

No obstante, del período 2016 a la fecha, así como de tiempos anteriores, en nuestro país han existido reportes sobre la pesca ilegal a plena luz del día, destacando los casos de la totoaba, los hallazgos de tortugas marinas con redes de pesca en las aguas de Sinaloa (que es la sede de la acuacultura nacional), la lucha en favor de la vaquita marina con las redes de pescadores furtivos, el mercado ilegal e impune del cangrejo azul en Veracruz, las reducciones hasta del 50% en poblaciones de jaiba por el saqueo de hembra huevada, las especies de atún, huauchinango y mero que se acercan a la sobreexplotación, la pesca excesiva del pulpo maya y su amenaza al cangrejo herradura en Yucatán, por citar algunos de los casos encontrados.

Ante esto, durante el primer semestre del 2019, el grupo ambientalista Oceana (2019), señaló que aproximadamente el 60% de la pesca en el país es ilegal. Para el segundo semestre del año, las autoridades generan un contrapeso al organizar el 1er SUMMIT Latinoamericano por la sustentabilidad pesquera y acuícola (Comepesca, 2019), donde el Inapesca (2019), sale a reafirmar la postura de la autoridad: “*México es pionero de la pesca responsable en el mundo*”.

#### Acuacultura

Por último, el cultivo de peces no queda exento de impactos ambientales adversos. Si bien resalta por ser una alternativa alimentaria que viene sustituyendo a las actividades pesqueras, al diferenciarse por sus prácticas en cautiverio con las de las prácticas extractivas. De acuerdo con Esquivel (2016), la acuacultura presenta dos externalidades negativas de alto impacto: primero fue la invasión del pez exótico invasor con la consecutiva disminución de los peces nativos, y posteriormente, el impacto en la calidad del agua por los efluentes.

En el primer caso, Goldberg y Triplett (1997), Hopkins (2001), Bhaskar y Pederson (2003), Prenter *et al.* (2004) y CANSEI (2010), nos muestran las diversas afectaciones que tienen los peces exóticos invasores sobre la fauna acuática nativa (figura 5). De acuerdo con Contreras (1999), en 1999 provocó la extinción de 60% de los peces. Durante 2008, tuvo una aceleración de especies en riesgo, al pasar de 17% en 1963 a 192% en 2005.



**Fig. 5.** Afectaciones de las especies exóticas invasoras a la fauna nativa

En el segundo caso, la FAO (2010, 2011 y 2016), se ha pronunciado en múltiples ocasiones a favor de la acuicultura responsable, y cita que las prácticas irresponsables suelen generar impactos en las aguas continentales, como la eutroficación. En el mundo, esta contaminación ha sido reportada desde 1970 y hoy en día aún persisten (Ribeiro *et al.*, 2016). La mayoría de los contaminantes que se han identificado son los agentes patógenos (Silveira-Telli *et al.*, 2014), el nitrógeno (Tucker & Hargreaves, 2012), el fósforo (Vásquez *et al.*, 2016), la degradación bacteriana de materia orgánica disuelta (Kamjunke *et al.*, 2017), los Sólidos Suspendidos Totales (SST), la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), y los restos de medicamentos y químicos (Tavakol *et al.*, 2017).

### **Análisis y discusión a la regulación de la LGEEPA y la EIA, sobre el campo y la pesca**

La LGEEPA, es la máxima ley secundaria en materia ambiental que se encarga de regular todas aquellas actividades que alteren el equilibrio ecológico. Entre las que destacan las actividades de la producción primaria de alimentos. Así lo cita, el Artículo 28, fracción XII.- “*Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas*” (DOF, 1988).

Si bien la ley dice, que sí se deberían regular con la EIA las actividades, siempre y cuando generen desequilibrios o alteraciones ecológicas, el reglamento de la LGEEPA en materia de EIA (DOF, 2014), poco hace por regular dichas externalidades (figura 6 y Tabla 1).



**Fig. 6.** Interpretación de la regulación de la LGEEPA y su reglamento al campo y la pesca.

<b>Sector</b>	<b>Si requiere EIA</b>	<b>No requiere EIA</b>
<i>Pesca</i>	<i>Actividades pesqueras de altamar, ribereñas o estuarinas, con fines comerciales e industriales que utilicen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Artes de pesca fijas</li> <li>- Captura, extracción o colecta de especies amenazadas o sujetas a protección especial</li> <li>- Captura, extracción o colecta de especies declaradas por en peligro de extinción o veda permanente</li> </ul>	<i>N/A</i>
<i>Acuicultura</i>	<i>- Construcción y operación de granjas, estanques o parques acuícolas</i> <i>- Producción de postlarvas, semilla o simientes (exóticos invasores)</i> <i>- Siembra de especies exóticas, híbridos y variedades transgénicas en ecosistemas acuáticos y unidades de producción instaladas en agua o tierra</i> <i>- Rehabilitación de infraestructura de apoyo cuando exista ampliación de superficie productiva, incremento en demanda de insumos, generación de residuos peligrosos, relleno de cuerpos de agua, remoción de manglar, popal y vegetación propia de humedales, riparia o marginal.</i>	<i>- Rehabilitación de infraestructura de apoyo cuando no se realice la ampliación de superficie productiva, incremento en demanda de insumos, generación de residuos peligrosos, relleno de cuerpos de agua, remoción de manglar, popal y vegetación propia de humedales, riparia o marginal</i> <i>- Producción de crías, semilla y postlarvas nativas al ecosistema en donde pretenda realizarse,</i> <i>- cuando el abasto y descarga de aguas residuales se efectúe utilizando servicios municipales;</i>
<i>Agricultura y ganadería</i>	<i>- Actividades agropecuarias de cualquier tipo cuando éstas requieran el cambio de uso del suelo de áreas forestales</i>	<i>- Actividades agropecuarias de cualquier tipo cuando tengan uso del suelo agrícola.</i> <i>- Se dediquen al autoconsumo familiar, y</i> <i>- Usen técnicas de la agricultura orgánica</i>

**Tabla 1.** Actividades de producción primaria de alimentos que requieren EIA (DOF, 2014).

Con base en el panorama actual de las externalidades negativas de cada uno de los sectores, y al artículo 28 de la LGEEPA, y 5to de su reglamento de EIA (tabla anterior), se identifica que existen prácticas dentro de los sectores productivos que generan desequilibrios o alteraciones ecológicas y que pasan por encima de lo estipulado en la ley, o bien, no son considerados por su reglamento, y en algunos casos no son respetados. A continuación, se detalla cada sector.

La pesca, si bien requiere de la EIA según la ley, sólo es aplicable si se realiza para artes de pesca fijas, o de algunas de las especies sujetas en alguna categoría de protección especial por la Nom-059-Semarnat-2010, o que estén en veda permanente. Por lo que su control en otras especies se ve desplazada por las vedas y permisos a cargo de la Sagarpa – Conapesca. Aunque esta actividad, ha sido señalada por su baja insostenibilidad derivada de la pesca ilegal (INDNR) en el país (op. cit.). La inspección y vigilancia como se observa en la figura 4, ha sido marcada por un combate sin eficacia y con corrupción, donde la autoridad ha sido señalada en años anteriores y, recientemente por el actual comisionado por esta situación.

La agricultura y la ganadería sólo se regulan en términos de disminuir la deforestación con el cambio de uso de suelo. No obstante, la frontera agropecuaria cada vez es mayor. Por su parte, desde la EIA no se regulan los agroquímicos, los pesticidas, ni los transgénicos, a pesar

de tener evidencias del daño ambiental que representan. Se observa que similar a lo que sucede en el sector pesquero, la responsabilidad de regular estos impactos se relegó a la autoridad encargada de su fomento para crear normativas, es decir, a la Sagarpa (hoy Sader), sin embargo, como observamos también se han permitido el uso de agroquímicos altamente tóxicos para su uso en el país, no existiendo un control de este asunto por las autoridades.

Sobre el caso transgénico, la acción de la LGEEPA y el control de los desequilibrios ecológicos desde la EIA se ve desplazada por los estudios de riesgo de la denominada Ley Monsanto, o Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados creada en el 2005.

Por último, la acuicultura es la actividad que presenta mayor rigor de la Semarnat y de la EIA, respecto al resto de las actividades que poco se regulan. Es decir, prácticamente se regula toda actividad acuícola de especies exóticas, en cualquiera de sus artes del cultivo, o bien sin estas, como las siembras en ecosistemas acuáticos (pesquerías acuiculturales). Sin embargo, esta regulación poco es respetada por el sector público y privado, existiendo incumplimiento al permiso de impacto ambiental en la mayoría de las regiones del país. Esa situación genera una perspectiva en el gremio que les hace pensar que la actividad se encuentra sobrerregulada, existiendo demandas y propuestas para quitar las regulaciones ambientales, y tener así, los mismos derechos que se le han dado al sector agropecuario.

Por los casos anteriores, es justo repensar en el papel que juega o debería jugar la EIA, regular más, ambientalmente hablando a las actividades agrícolas, o desregular las de la acuicultura. Un estudio de caso en Veracruz, mostró que parte del fracaso de la política ambiental en este sector se debe al marco regulador inasequible al pequeño acuicultor (Esquivel *et al.*, 2016). De ahí que esto sea un llamado a la consideración de políticas diferenciadas entre los sectores.

### *Recomendaciones*

Es necesario repensar en mejores soluciones y valorar las buenas prácticas para salvaguardar la conservación de los recursos naturales, se debe evaluar la pertinencia para combinar instrumentos y medidas asequibles y eficaces para el desarrollo sostenible de los diferentes estratos del sector, como pueden ser: a) la Gestión Integrada de Recursos Hídricos, bajo el enfoque de cuencas; b) el ordenamiento territorial; c) las mejores prácticas de manejo de la agricultura climáticamente inteligente; d) las agroecológicas; e) el uso de semillas autóctonas; f) la producción orgánica; g) la permacultura; h) los sistemas acuícolas sustentables y de conservación; i) la zonificación acuícola-pesquera; j) los planes de manejo pesqueros; k) certificaciones; l) ecotecnias; por citar algunas medidas que coadyuven a esa meta.

### **Conclusión**

Aun hay mucho por hacer sobre la sustentabilidad y la regulación de los sistemas de producción primaria de alimentos. Por esta razón, se concluye que, bajo la experiencia de la EIA aplicada en México, es obligatorio repensar en mejorar las estrategias hacia la Evaluación Ambiental Estratégica como una de las sugerencias más promisorias para mitigar este efecto, a fin de evaluar la sustentabilidad desde las políticas, planes y programas agropecuarios.

### **Bibliografía**



- Bhaskar, R., y Pederson., J. 2003. Exotic species: an ecological roulette with nature. Costal Resources Fact Sheet. MIT Sea Grant College Program, Cambridge, Massachusetts.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2019. Seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe. BID. 43p.
- CANSEI (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras). 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. México: Semarnat.
- CEDRSSA (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria). 2019. El Sector Agropecuario en el PIB (segundo trimestre de 2019).
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2018. Estadísticas del Agua en México, edición 2018. México: SEMARNAT. 306p.
- CONAFOR-UAC. 2013. Línea base nacional de la degradación de tierras y desertificación. Comisión Nacional Forestal y Universidad Autónoma Chapingo. Informe Final. 160p.
- Contreras-Balderas, S. 1999. Annotated checklist of introduced invasive fishes in Mexico, with examples of some recent introductions. In: R. Claudi & J. H. Leach (eds.), Nonindigenous freshwater fishes-vectors, biology, and impacts. Boca Raton, Florida. Lewis Publishers. 31-52p.
- De Ita, A. 2012. La defensa internacional del maíz contra la contaminación transgénica en su centro de origen, *El Cotidiano*, 173:57-65.
- Del Puerto R., A. M. Suárez T., S. Palacio E., D. E. 2014. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3):372-387.
- DOF. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- 2014. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- EDF (Environmental Defense Fund) *et al.*, 2012. La pesca ilegal e irregular en México: una barrera para la competitividad, México: EDF e Instituto Mexicano para la Competitividad.
- Esquivel, L. G. 2016. Influencia de los aspectos regulatorios en el alcance de la sustentabilidad de la acuicultura en Veracruz: hacía una diferenciación de la actividad en sus componentes socioeconómico y ambiental. Tesis, El Colegio de Veracruz. 125p.
- Esquivel, L. G., Ruelas, M. L. C., Reta, M. J. L., Asiain, H. A., y Villada, C. M. (2016). Análisis del costo de gestión ambiental del sector acuícola en Veracruz. En: Innovando el Agro Veracruzano 2016. Frente a los retos de la relación Sociedad-Naturaleza. Gallardo, D. F. 38-70 pp. Veracruz, México. Colegio de Postgraduados.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2010. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura, 2010. FAO. Roma. 242p.
- 2011. Desarrollo de la acuicultura. 4. Enfoque ecosistémico a la acuicultura. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 5, Supl. 4. Roma, FAO. 60p.
- 2015. The importance of soil organic matter Key to drought-resistant soil and sustained food production. FAO. Rome. 95p.
- 2016. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura, 2016. FAO. Roma. 226p.
- 2018. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura, 2018. FAO. Roma. 250p.

- García-Gutiérrez, C. Rodríguez-Meza, G. D. 2012. Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. *Ra Ximhai*, 8(3b):1-10
- Goldburg, R., & Triplett, T. 1997. Murky waters: Environmental effects of aquaculture in the United States. Washington, D. C. Environmental Defense Fund.
- Hopkins, C. 2001. Actual and potential effects of introduced marine organisms in Norwegian waters, including Svalbard. Research report. Norway: Directorate for Nature Management.
- INAPESCA. 2019. Consolida México su posición de nación pionera en materia de pesca responsable y uso sostenible de los recursos. En línea: <https://www.gob.mx/inapesca>.
- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). 2012. 5ta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de ONU sobre el Cambio Climático. México: SEMARNAT.
- 2019. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.
- ISAAA (Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agro-biotecnológicas). 2017. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years. ISAAA Brief No. 53. ISAAA: Ithaca, NY.
- Kamjunke, N., Nimptsch, J., Harir, M., Herzsprung, P., Schmitt-Kopplin, P., and Neu, T.R. 2017. Land-based salmon aquacultures change the quality and bacterial degradation of riverine dissolved organic matter. *Scientific Reports*, 7(1): 43739-43739.
- Oceana Inc. 2019. Auditoría Pesquera, pescando a ciegas. México. 48p.
- Prenter, J., MacNeil, C., Dick, J., & Dunn, A. 2004. Roles of parasites in animal invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 19(7): 385-390.
- Ribeiro, L., Gilmar, E., Barros, F., & Hatje, V. 2016. Impacts of shrimp farming cultivation cycles on macrobenthic assemblages and chemistry of sediments. *Environmental Pollution*, 211: 307-315.
- Saynes S., V., J. D. Etchevers B., Paz P., F. y L. O. Alvarado C. 2016. Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México. *Terra Latinoamericana* 34: 83-96.
- Silveira-Telli, G., Ranzani-Paiva, M. J., Carla-Dias, T. D., Rosa-Sussel, F., Massatoshi, I., & Tachibana, L. 2014. Dietary administration of *Bacillus subtilis* on hematology and non-specific immunity of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised at different stocking densities. *Fish & Shellfish Immunology*. 39(2): 305-311.
- Tavakol, M., Arjmandi, R., Shayeghi, M., Monavari, S. M., and Karbassi, A. 2017. Determining multivariate analysis sampling frequency for monitoring contamination caused by trout farms. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(1): 337-346.
- Torres, T. F. y Rojas, M. A. 2018. Suelo agrícola en México: retrospectiva y perspectiva para la seguridad alimentaria. Agricultural Soil in Mexico: Retrospection and Prospective for Food Security. In: Realidad, Datos y Espacio Revista Internacional de Estadística y Geografía.
- Tucker, C., & Hargreaves, J. 2012. Ponds. In: Tidwell James, H. Aquaculture production Systems. Estados Unidos: Wiley Blackwell.
- Vásquez, Q. W., Talavera N. M. & Inga G. M. 2015. Evaluación del impacto en la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (*oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la laguna Arapa – Puno. *Rev Soc Quím Perú*. 81(1).

## **Accesibilidad geográfica a zonas forestales de México para la aplicación de la legislación federal de recursos naturales; el caso de Profepa-Guanajuato.**

1. Jesús Ignacio Castro Salazar; Doctor en Ciencias Sociales con Orientación en Desarrollo Sustentable. Universidad Autónoma de Nuevo León-Instituto Tecnológico Superior de Abasolo. Abasolo, Guanajuato, México. jicastro13@hotmail.com
2. Fernando Patrón Sánchez; Doctor en Estudios de Gobierno. Departamento de Gestión Pública de la División de Derecho, Política y Gobierno en la Universidad de Guanajuato. Guanajuato, Guanajuato, México. patronmx@yahoo.com
3. Ma. Ofelia Camacho García; Doctora en Estudios Urbanos y Ambientales. Departamento de Gestión Pública de la División de Derecho, Política y Gobierno en la Universidad de Guanajuato. Guanajuato, Guanajuato, México. ofelia29@gmail.com

### **Resumen**

La eficacia de la gestión de los recursos naturales está determinada por la aplicación de la legislación. Aplicar y hacer cumplir la legislación contribuye a vigilar el manejo y conservación de los recursos naturales y a que infractores compensen los daños generados. La inspección es un método utilizado por las autoridades para monitorear el cumplimiento y logro de objetivos. Es la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente la responsable de vigilar el cumplimiento de la legislación ambiental de competencia federal en México. La Procuraduría cuenta con Delegaciones distribuidas dentro del territorio nacional con inspectores encargados de realizar en campo tareas de inspección. Comprender la accesibilidad geográfica a zonas forestales proporciona información sobre obstáculos a los que se enfrentan los inspectores al trasladarse a las zonas forestales para aplicar la ley. El estudio evalúa la accesibilidad geográfica de la Profepa dentro del territorio nacional, así como aborda el caso y experiencias en el tema de los inspectores de Profepa-Guanajuato. Se apreció la existencia de mínimo una delegación por entidad federativa, no obstante, están ubicadas en zonas urbanas, alejadas de las principales áreas forestales a vigilar. Los hallazgos muestran que la distancia y tiempo de traslado investido son aspectos cruciales que limitan la aplicación de la legislación.

**Palabras clave:** accesibilidad geográfica; legislación; recursos naturales.

## Introducción

Uno de los objetivos de la gestión ambiental es regular las acciones humanas, tanto individuales como colectivas, relacionadas con temas ambientales y Recursos Naturales (RN), llevadas a cabo en espacios geográficos determinados. En México, una de las instituciones representativas encargadas de las áreas normativas y legales de la gestión ambiental es la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), creada en 1992. La Profepa es un órgano administrativo con autonomía técnica y operativa encargada de vigilar, inspeccionar y verificar el cumplimiento de las disposiciones legales de carácter ambiental de competencia federal, entre ellas las de RN. Para dar cumplimiento, por ley, la Procuraduría debe contar con delegaciones y representaciones, conforme a la disponibilidad presupuestaria y las necesidades del servicio; debiendo existir, al menos, una delegación por entidad federativa (Reglamento Interior de la Semarnat, 2012).

La geografía es la ciencia vinculada de forma estrecha, en términos conceptuales y prácticos, con el ambiente, especialmente con la dimensión territorial (Bocco y Urquijo, 2013). El ambiente es considerado como el entorno o suma de todo aquello que rodea al humano, incluye ámbitos naturales, como flora y fauna, y la estructuración social que contiene a las instituciones (Delfina, 2010; Luna y Padilla, 2014). En el marco ambiental, la geografía revisa las posturas dualistas físicas y humanas, dando pie a la interacción y los acercamientos con otros campos, como la gestión; por lo que el ambiente y su gestión son temas de interés para la geografía (Delfina, 2010; Bocco y Urquijo, 2013). Por ejemplo, en la geografía ambiental se encuentran temas técnicos referidos al ambiente natural (como el grado de la base ambiental y posibles soluciones) mezclados con otros temas de tipo territorial (como la fragmentación de las responsabilidades administrativas) y política (como el diseño de estrategias efectivas de acción para dar solución) (Reboratti, 2011).

No obstante, hoy en día el uso de la geografía en la gestión ambiental sigue siendo estrecha, pues la gestión ambiental no se ha beneficiado de toda la gama de herramientas dentro de la geografía humana que podrían estar relacionadas de manera beneficiosa con la gestión del ambiente (Bryant y Wilson, 1998). Un trabajo integrador, sintético y holista de la geografía aportaría elementos importantes para contribuir al cuidado integral del ambiente (Padilla, Morales y Alatorre, 2014). Al estudiar la accesibilidad geográfica es posible conocer la facilidad o la capacidad de las personas para acceder a destinos (basados en el origen), o la accesibilidad de destinos a una población definida (basada en el destino) (Curl, Nelson y Anable, 2011:2; Martínez, 2012). Accesibilidad vinculada con la distancia física, entendida como la distancia que separa un determinado lugar de otros lugares, y puede considerarse más o menos favorable para una actividad determinada (Rodríguez, 2011). Aparte de la distancia, la accesibilidad puede incluir aspectos como la disponibilidad de los objetivos y la accesibilidad financiera (relacionada con el precio de los servicios) (Peters *et al.*, 2008).

El presente estudio se enfocó en evaluar la accesibilidad geográfica a las principales zonas forestales de las Delegaciones de la Profepa encargadas de aplicar la legislación en materia de RN, haciendo énfasis en la Delegación de Guanajuato. Ello para conocer posibles desventajas de accesibilidad a las zonas forestales. El documento está dividido en dos secciones, la primera presenta el marco de referencia, abordando las competencias legales e institucionales en materia de RN y la accesibilidad geográfica de los servicios públicos, así como se presenta el esbozo metodológico; mientras la segunda sección trata los hallazgos obtenidos, para por último presentar las conclusiones.

## **Legislación e instituciones en materia de recursos naturales; la accesibilidad geográfica de los servicios públicos**

El sustento legal en materia de RN puede apreciarse desde la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Por ejemplo, el artículo 27 refiere, entre otras cuestiones, que corresponde a la Nación el dominio de todos los RN y que su explotación, uso o aprovechamiento no podrán realizarse sino mediante concesiones según las reglas y condiciones que establezcan leyes Nacionales. Es el artículo 73, fracción XXIX-G, de la Constitución el que faculta al Congreso Nacional a expedir leyes en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico. Sin olvidar que la Constitución, en el artículo 133, establece que los tratados internacionales, junto con las leyes federales, son la Ley Suprema de la Unión.

Fue a partir de 1987, producto de una reforma realizada al artículo 73 de la Constitución, cuando se dio mayor importancia a expedir leyes en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico (Semarnat, 2006). Reforma constitucional que favoreció la creación y posterior puesta en marcha de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en 1988. Ley aún vigente, y que se caracteriza por su enfoque ambiental integral y por ser la base de la legislación ambiental del país. Producto de la base jurídica que provee la Constitución, las autoridades mexicanas parecen estar enfocadas hacia diversificar la legislación ambiental. En menos de cincuenta años, la legislación pasó de tener una sola ley a contar con poco más de 21 leyes, 42 reglamentos y 105 Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) de competencia federal, aproximadamente, hasta finales del año 2015 (Semarnat, 2015). Pareciera que se busca contar con una ley o reglamento específico para cada temática ambiental (residuos, vida silvestre, forestal, impacto ambiental, contaminación atmosférica, entre otros).

Dentro de ese marco, en la Tabla 1 puede apreciarse el principal cuerpo legal nacional en materia de RN. Legislación que gira en torno a lo relacionado con los permisos, prohibiciones y obligaciones de la sociedad hacia con los recursos forestales (maderables y no maderables) y la vida silvestre (flora y fauna), entre otros RN.

**Tabla 1. Principal cuerpo legal Nacional vigente en materia de RN**

<b>Tratados internacionales que tratan el tema ambiental firmados y ratificados por México</b>
Convención sobre el Comercio internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)
Convenio sobre la Diversidad Biológica (o de la Biodiversidad)
Convención de Ramsar
<b>Legislación ambiental federal en RN presente en México</b>
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)
Ley General de Vida Silvestre (LGVS)
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)
Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre
Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental
Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas
NOM-059-SEMARNAT-2010

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de la SRE (2016), de la SCJN (2016), de la Semarnat (2016) y de las UN (2016).

Sobre las atribuciones y competencias institucionales en materia de gestión y legislación de RN, se tienen registros que fue en 1972 cuando se creó la Subsecretaría de Mejoramiento Ambiental, dependiente de la Secretaría de Salud y Asistencia (Semarnat, 2006). Para 1982, dicha institución fue sustituida, en lo referente al tema de gestión ambiental y RN, por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (Sedue), que pasó a ser la responsable de la formulación y conducción de las políticas generales de urbanismo, vivienda y ecología (Semarnat, 2006). Pero en 1992, mediante cambios en la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (LOAPF), la gestión de RN cambio de institución, suprimiendo a la Sedue y quedando a cargo de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) (Semarnat, 2006). Si bien la Sedesol asumió algunas de las principales atribuciones ambientales y de RN que detentaba la Sedue, no recibió otras, las cuales pasaron a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y a la Secretaría de Pesca (Semarnat, 2006).

Bajo el diseño institucional de 1992 se estableció por primera vez la separación entre las funciones administrativas y normativas, y las funciones de inspección y vigilancia del cumplimiento de la ley (Semarnat, 2006). Pues en ese mismo año, en concordancia con reformas realizadas a la LOAPF, se creó y puso en marcha la Profepa, considerada a la fecha como un organismo clave para la política ambiental y RN, al ser la responsable de la justicia ambiental y de vigilar y fiscalizar el cumplimiento de las normas y leyes en la materia (Lezama, 2010). Para 1994, las principales responsabilidades ambientales y de RN a cargo de la Sedesol pasaron a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnat), quedando está a cargo de coordinar la administración y fomentar el aprovechamiento de los RN y la protección al ambiente.

Pero en el 2000 nuevamente la gestión de RN dio un giro, desde entonces, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) es la principal institución ambiental

encargada de la gestión ambiental y RN, delegando responsabilidades a otras instituciones para ejercer atribuciones ambientales. Contando con el apoyo de la Comisión Nacional del Agua (CNA), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), el Instituto Nacional de Ecología y de Cambio Climático (INECC), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la CONANP, CONABIO, y continuando la Profepa con institución responsable de vigilar el cumplimiento de la legislación y normativa ambiental, incluyendo la materia de RN.

La Profepa, dentro del ámbito administrativo a cargo del Ejecutivo Federal, es un órgano desconcentrado de la Semarnat. Entre sus facultades se encuentra la inspección, vigilancia y cumplimiento de leyes nacionales e internacionales en materia ambiental y aprovechamiento de RN. Algunas de las principales funciones de la Procuraduría en temas de RN son: programar, ordenar y realizar visitas u operativos de inspección, para vigilar y evaluar el cumplimiento de las disposiciones jurídicas aplicables a la restauración de los RN, a la preservación y protección de los recursos forestales, de vida silvestre, quelonios, mamíferos marinos y especies acuáticas en riesgo, sus ecosistemas y recursos genéticos, bioseguridad de organismos genéticamente modificados, especies exóticas que amenacen ecosistemas, hábitats o especies, el uso y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre, playas marítimas y terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, las áreas naturales protegidas, así como en materia de impacto ambiental y ordenamiento ecológico de competencia federal, y establecer políticas y lineamientos administrativos para tal efecto (Reglamento Interior de la Semarnat, 2012).

La Profepa también desempeña funciones de “policía ambiental”, no sólo por sus atribuciones de inspección y vigilancia en el cumplimiento de la legislación ambiental, sino también por imponer medidas correctivas o de seguridad y sanciones procedentes de infracciones a la normatividad ambiental, así como por representar los intereses de la nación y la sociedad para hacer valer el estado de derecho y exigir la reparación de los daños ambientales (Semarnat, 2006; Reglamento Interior de la Semarnat, 2012). Otras de las funciones de la Procuraduría son atender denuncias populares, la coadyuvancia con el Ministerio Público de la Federación en la denuncia y seguimiento de delitos ambientales, y la interposición de acciones judiciales para la reparación de daños ambientales (Semarnat, 2006; Reglamento Interior de la Semarnat, 2012).

Para el ejercicio de sus atribuciones de verificar el cumplimiento de la normatividad en RN, la Procuraduría cuenta con servidores públicos y unidades administrativas: 1) Procurador; 2) Subprocuraduría de Recursos Naturales; 3) Dirección General de Impacto Ambiental y Zona Federal Marítimo Terrestre; 4) Dirección General de Inspección y Vigilancia Forestal; 5) Dirección General de Inspección Ambiental en Puertos, Aeropuertos y Fronteras; 6) Dirección General de Inspección y Vigilancia de Vida Silvestre, Recursos Marinos y Ecosistemas Costeros; y 7) Delegaciones en las entidades federativas y la Delegación en la Zona Metropolitana del Valle de México (Reglamento interior de la Semarnat, 2012). Para lo cual, la Procuraduría debe contar con las delegaciones y representaciones que se requieran conforme a la disponibilidad presupuestaria y las necesidades del servicio, debiendo existir, al menos, una delegación por entidad federativa (Reglamento interior de la Semarnat, 2012).

La estructura orgánica básica de las Delegaciones estatales, incluyendo Guanajuato, es tener al frente un delegado, quien dependerá directamente del Procurador y será auxiliado por los subdelegados, subdirectores, jefes de departamento, inspectores y demás personal necesario para el desempeño de sus atribuciones, que autorice el presupuesto respectivo (Reglamento interior de Semarnat, 2012).

Los inspectores tienen facultades para actuar en los asuntos que, el Procurador, subprocuradores, delegados de la Procuraduría y los directores generales que cuenten con atribuciones de inspección y vigilancia, les ordenen y comisionen, de conformidad con las disposiciones legales aplicables (Reglamento interior de Semarnat, 2012). Asimismo, los inspectores tienen facultades para determinar e imponer medidas de seguridad previstas en las disposiciones legales aplicables cuya vigilancia y aplicación compete a la Procuraduría (artículo 47 del Reglamento interior de Semarnat, 2012). Por lo que cada una de las Delegaciones cuenta con inspectores ambientales que desempeñan, entre otras cuestiones, funciones de inspección, vigilancia, operativos, recorridos y atención a denuncias en materia de RN.

Es recomendable que los servicios públicos se encuentren localizados de tal manera que sean accesibles a la mayor población posible con el propósito de responder a las necesidades de esta, y viceversa (Villanueva, 2010). La accesibilidad es considerada como la facilidad para acceder de un lugar a otro, está relacionada con la capacidad de las personas para acceder a destinos, o acceder de destinos a una población definida, de cualquier manera, es considerada una cualidad del territorio (Curl, Nelson y Anable, 2011:2; Martínez, 2012). La accesibilidad puede ser examinada principalmente desde dos puntos de vista: del origen y del destino (Halden, Jones y Wixey, 2005). Para el caso particular de la accesibilidad geográfica, no existe una medida única para conocer el acceso, pero entre las medidas más utilizadas están: distancia a los servicios y número de servicios disponibles a cierta distancia o tiempo de recorrido (Higgs, 2004). La distancia y el tiempo son factores importantes de accesibilidad que, junto con la combinación de la disponibilidad, pues permiten definir la cobertura espacial y analizar la accesibilidad física del destino y su adecuación con relación al origen (Huerta y Källestål, 2012).

También se parte de considerar que en la geografía ambiental es necesario utilizar un enfoque metodológico holístico, bajo una perspectiva sistemática que permita identificar componentes esenciales del ambiente, como naturales, que deben analizarse por medio de indicadores y variables espacio/temporales (Cervantes, Franco y Juárez, 2014; Juárez, 2014). Es necesario aplicar principios de localización, distribución y conexión, así como desarrollar un análisis geográfico que tome en cuenta lugares, localizaciones, diferenciaciones y sistemas existentes (Gómez, 1995). Se deben tomar en cuenta factores como la organización espacial (aspectos naturales, sociológicos, políticos y jurídicos) y los agentes sociales que intervienen en los diferentes procesos, para llegar a un diagnóstico territorial a fin de conocer los procesos, tendencias posibles y problemáticas (Gómez, 1995).

Para el caso particular del presente estudio, se emplearon las siguientes variables: 1) cantidad de Delegaciones; 2) cantidad de personal de Profepa-RN (inspectores); 3) distancia al destino; 4) tiempo estimado para llegar al destino; y 5) costo, en combustible, de traslado. Se utilizó el *software Google earth* y el *software gvSIG* con bases de datos obtenidas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2018) y de la Conabio (Comisión Nacional del Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) (2018). Además, se realizó un análisis socioespacial con datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) (2019). Por último, se realizaron entrevistas semiestructuradas a inspectores de Profepa-Gto para conocer las percepciones sobre las variables analizadas.

### **Comparativo entre la accesibilidad geográfica de Profepa-Gto y otras Delegaciones**

Sobre la accesibilidad en términos de la capacidad del punto de origen, se apreció que cada entidad cuenta con mínimo una oficina de la Profepa, las cuales se encuentran, en su mayoría,



localizadas en las principales manchas urbanas de las entidades; incluyendo la Delegación de Guanajuato. La Delegación de Gto se encuentra ubicada dentro de la mancha urbana de la Capital de estado. Esa situación que podría limitar la respuesta inmediata de los inspectores para trasladarse a ciertas zonas para aplicar la legislación, pues tendrán que invertir mayores distancias y tiempos; lo que dificulta en gran medida atrapar o identificar a los posibles infractores en fragancia.

En lo que respecta a la capacidad de las Delegaciones, en términos del número de inspectores para aplicar la legislación en RN, la Tabla 2 presenta un comparativo del número de inspectores que han laborado en la Profepa del 2010 al 2016 en el área de RN. El comparativo esta basado en el estado de Guanajuato como referencia, haciendo énfasis en las tres Delegaciones que han contado, en promedio, con un mayor y un menor número de inspectores en esos años. La Delegación de Gto, junto con la Delegación de Morelos, ocupa el lugar 27 o 28, dado que ambas entidades se caracterizan por contar en promedio con siete inspectores para aplicar la ley durante el periodo analizado. Sólo seguidas por las entidades de Aguascalientes, Querétaro y Tlaxcala, con el promedio de inspectores más bajo durante el periodo. Es de hacer notar que la Delegación de Tlaxcala llegó a contar con sólo un inspector durante el 2012 para aplicar la ley en la materia y cubrir toda la superficie forestal de la entidad.

**Tabla 2. Comparativo entre Delegaciones con mayor y menor número de inspectores de RN en la Profepa del 2010 al 2016.**

Posición	Entidad Federativa	Número de inspectores						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Chiapas	23	20	23	30	28	25	22
2	Michoacán	26	25	26	24	24	23	23
3	Sonora	26	19	20	24	27	23	23
27-28	Guanajuato	7	6	5	8	9	6	8
29-30	Aguascalientes	5	6	4	7	7	5	7
29-30	Querétaro	5	6	3	9	7	7	7
31	Tlaxcala	4	4	1	6	6	6	6

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Profepa<sup>1</sup>

Con relación al número de inspectores y la aplicación de la legislación en la superficie forestal a cubrir por los mismos, a modo de tratar de ejemplificar la posible capacidad del personal, en la Tabla 3 puede apreciarse un comparativo del total de kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>) de superficie forestal que deben vigilar los inspectores (presentada en términos de km<sup>2</sup> por inspector), tomando como referencia el caso de la Delegación de Gto y las tres delegaciones con mayor y menor número de km<sup>2</sup> por inspector para aplicar la legislación. Puede apreciarse que los inspectores en Gto se caracterizan por tener que recorrer aproximadamente 395.63 km<sup>2</sup> por inspector para aplicar la legislación en las zonas forestales. Lo que convierte a la entidad a estar en un puesto intermedio, 16, con relación a las demás entidades federativas en términos de esa relación. Dado que otras entidades, como Coahuila, Chihuahua y

<sup>1</sup> Los datos del número de inspectores por entidad federativa fueron obtenidos a través de la Plataforma Nacional de Transparencia en el 2018 según lo establecido en la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información.

Zacatecas, la relación de km<sup>2</sup> por inspector supera los 13,000 km<sup>2</sup>/inspector, lo que dificulta aún más el poder cubrir la zona forestal para aplicar la legislación.

**Tabla 3. Comparativo del total de kilómetros cuadrados (km2) de superficie forestal por inspectores para aplicar la legislación**

Posición	Entidad federativa	Promedio de Inspectores (2011-2012)	km2 forestales/inspector
1	Coahuila	7	20,562.50
2	Chihuahua	14	16,016.57
3	Zacatecas	4	13,356.68
16	Guanajuato	6	2,045.10
28	Colima	8	395.63
29	Tlaxcala	3	336.3
30	Morelos	7	294.43

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Profepa<sup>1</sup> y de los Inventarios Estatales Forestales y de Suelos de las entidades federativas presentados en el 2014 con datos recolectados entre el 2011 y 2012.

Ahora bien, haciendo un comparativo sobre las otras variables de accesibilidad, distancia, tiempo y costo de combustible y posibles casetas (de ida y vuelta). En la Tabla 4 pueden apreciarse la distancia, el tiempo y los costos que requieren los inspectores para acudir a la principal zona de la entidad con vegetación primaria para aplicar la legislación. Se observa que la delegación de Gto está entre las diez entidades que invierten menos distancia, tiempo y costo para llegar a la principal zona con vegetación primaria de la entidad. No obstante, cabe señalar que dichas variables sólo incluyen los gastos que se invierten para llegar a la ciudad, no incluyen las distancias, los tiempos y los costos requeridos para acceder a la zona forestal, más lo que se invierte en los recorridos dentro del área forestal. Por eso pareciera que en entidades como Aguascalientes y Sonora no hay limitantes de accesibilidad, pues la principal zona forestal con vegetación primaria se encuentra ubicada en la misma ciudad en donde se localiza la Delegación, y por ende su inversión de acceso es menor, pero tampoco es cero. Pese a esa limitante, puede apreciarse una diferencia significativa, en cuanto a las variables analizadas, entre las distancias, los tiempos y los costos que invierten en la Delegación y en otras entidades donde llegan a superar las cuatro horas para poder acceder al área para aplicar la legislación. Inclusive, puede apreciarse que los costos también varían de manera significativa, pues hay Delegaciones en donde su trabajo puede verse más afectado por la falta de recursos que en otras Delegaciones donde su inversión es menor. Situación económica que siempre dependerá del presupuesto asignado a cada Delegación, lo que podría limitar las salidas de los inspectores a campo.

**Tabla 4. Comparativo de la accesibilidad física para que inspectores puedan aplicar la legislación en las principales zonas con vegetación primaria**

Posición	Entidad Federativa	Vegetación Primaria		
		Distancia (km)	Tiempo (hrs)	Costo (\$)
1	Baja California Sur	4877.91	06:46	1,134.00
2	Veracruz	529.04	06:10	2,115.82
3	Sinaloa	371.87	04:05	1,469.20
24	Guanajuato	87.84	01:03	252.4
29	Ciudad de México	2.8	00:05	84.4
30	Aguascalientes	0	0	0
31	Sonora	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de los Inventarios Estatales Forestales y de Suelos de las entidades federativas presentados en el 2014 con datos recolectados entre el 2011 y 2012 y de la SCT (2019).

Ahora bien, de las entrevistas realizadas a los inspectores<sup>2</sup> de RN de la Delegación Gto, con el propósito de tener su percepción respecto a las variables de accesibilidad a la que se enfrentan cuando salen a aplicar la legislación en las zonas forestales, pudo apreciarse lo siguiente. De los cinco inspectores entrevistados, todos consideran que la distancia y el tiempo limita el que puedan desempeñar sus funciones de inspección y vigilancia en las zonas alejadas a la delegación. Entre sus comentarios, menciona que "...la distancia es una limitante..." o que, "...hay localidades que están a siete horas, en carro, de la oficina...". Situación que se aprecia cuando los inspectores deben a una zona forestal reconocida como Área Natural Protegida de competencia federal ubicada en el noreste del estado, compartiendo territorio de los municipios guanajuatenses de Xichú, Atarjea, Santa Catarina, San Luis de la Paz y Victoria (Gobierno del estado de Gto, 2018). En donde para llegar al municipio de Xichú y Atarjea, los inspectores tardan, aproximadamente, siete horas a la cabecera del municipio, más el tiempo que invierten para llegar y recorrer los terrenos forestales de la zona.

Así mismo, los inspectores también consideran que los costos limitan la accesibilidad, pues en ocasiones no hay dinero para combustible, por lo que no pueden acudir a ciertas zonas, entonces deben ir a áreas forestales más cercanas a fin de ahorrar en combustible y cumplir con sus metas en la materia. Sobre la accesibilidad en términos de la capacidad, número de inspectores para realizar sus funciones, todos consideran que a la Delegación le hacen falta personal para cubrir la demanda, pues son muchas sus funciones y competencias para la cantidad de inspectores. Se señaló, por ejemplo, "...hay muy poco personal para cubrir esas extensiones [con relación a las zonas forestales]...".

## Conclusiones

Se reconoce la importancia de la legislación en materia de recursos naturales y las instituciones responsables de su vigilancia. Contar con una legislación e instituciones que la hagan cumplir es fundamental para la conservación, protección y manejo de los recursos

<sup>2</sup> Se entrevistó un total de cinco inspectores entre el 2017 y 2018, cantidad de inspectores que durante ese periodo representaban el total del personal.

forestales. Tener instituciones con la capacidad operativa para desarrollar sus funciones es relevante si se desean lograr las metas de conservación. Al realizar un recuento de los datos de accesibilidad, tomando como ejemplo el caso de la Delegación de Gto, puede apreciarse que pese a contar con oficinas y personal, estos pudieran no ser suficientes para cubrir la mayor cantidad de superficie forestal. Ello al observar que sólo se cuenta con una Delegación y esta se encuentra ubicada alejada de diversas zonas forestales, por lo que se requerían mayores distancias y tiempos para acceder a las zonas para aplicar la ley. También pudo apreciarse poco personal para ofrecer el servicio de aplicación de la legislación a la mayor cantidad de zonas forestales posibles.

Aunado a eso, sobre la accesibilidad geográfica en términos de distancia, tiempo y costos para poder aplicar la legislación de recursos naturales, pudo apreciarse que si bien pareciera que las distancias y tiempos podrían significar una limitante para acudir a aplicar la legislación a la brevedad posible. Los traslados no ayudan a facilitar la aplicación de la legislación. Aunque se está consciente de la limitante de no considerar otras variables de accesibilidad geográfica, se considera que el presente plantea una idea de las condiciones en la que deben operar los inspectores para ir a las zonas a aplicar la legislación. Se plantea la necesidad de desarrollar estudios y profundizar sobre la accesibilidad geográfica a zonas forestales por parte de la autoridad ambiental.

## **Bibliografía**

- Bocco, Gerardo y Urquijo, Pedro S. (2013). Geografía ambiental: reflexiones teóricas y práctica institucional. *Región y Sociedad*, XXV (56), 75-101. Doi: 10.22198/rys.2013.56.a100.
- Bryant R y Wilson G. (1998). Rethinking environmental management. *Progress in Human Geography*, 22(3), 321-343. Doi: 10.1191/030913298672031592.
- Cervantes Ramírez, Marta Concepción; Franco González, Angélica Margarita y Juárez Gutiérrez, María del Carmen (coord.). (2014). *Geografía ambiental de México*. México: UNAM-Jornadas.
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2018). *Portal de Geoinformación*. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Curl, Angela, John D. Nelson y Jilian Anable, (2011). Does Accessibility Planning Address What Matters? A Review of Current Practice and Practitioner Perspectives. *Research in Transportation Business & Management*, 2, 2-11. Doi:10.1016/j.rtbm.2011.07.001
- Delfina, Trinca Figuera. 2010. “¿Geografía o gestión ambiental?”, *Revista Geográfica Venezolana*, 51(1), 5-7.
- Gobierno del estado de Guanajuato. (2018). *Sierra Gorda de Guanajuato*. Recuperado de <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/areas-naturales-protegidas/24/Sierra-Gorda-de-Guanajuato>.
- Gómez Piñero, Francisco Javier. (1995). Análisis geográfico, ordenación del territorio y medio ambiente. *Investigación y espacio*, (18), 7-20. Doi: 10.24310/BAETICA.1997.v1i19.542
- Halden, Derek, Peter Jones y Sarah Wixey. (2005). Measuring Accessibility as Experienced by Different Socially Disadvantaged Groups. *Accessibility Analysis Literature Review*, working paper, (3), 1-52.
- Higgs, Gary. (2004). A Literature Review of the Use of GIS-Based Measures of Access to Health Care services. *Health Services & Outcomes Research Methodology*, 5(2), 119–139. Doi: 10.1007/s10742-005-4304-7

- Huerta Munoz, Ulises y Källestål, Carina. (2012). Geographical accessibility and spatial coverage modeling of the primary health care network in the Western Province of Rwanda. *International Journal of Health Geographics*, 11(40). Doi: 10.1186/1476-072X-11-40.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2018). *Mapa Digital de México V6*. Recuperado de <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIzLjMyMDA4LGxvbjotMTAxLjUwMDAwLHo6MSxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3N8dGMxMTFzZXJ2aWNpb3M=>
- Juárez Gutiérrez, María del Carmen. (2014). Espacio geográfico. En Cervantes Ramírez, Marta Concepción; Franco González, Angélica Margarita y Juárez Gutiérrez, María del Carmen (coord.). *Geografía ambiental de México* (pp. 15-31). México: UNAM-Jornadas.
- Lezama, José Luis. (2010). Sociedad, medio ambiente y política ambiental, 1970-2000. En Lezama, José Luis y Boris Graizbord (coord.). *Los grandes problemas de México. IV Medio Ambiente* (pp. 23-60). México: El Colegio de México.
- Luna Moliner, Ana María y Padilla y Sotelo, Lilia Susana. (2014). Contexto ambiental global y geografía. En Cervantes Ramírez, Marta Concepción; Franco González, Angélica Margarita y Juárez Gutiérrez, María del Carmen (coord.). *Geografía ambiental de México* (pp.51-76). México: UNAM-Jornadas.
- Martínez Sánchez-Mateos, Héctor Samuel. (2012). La accesibilidad regional y el efecto territorial de las infraestructuras de transporte; aplicación en Castilla-La Mancha. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (59), 79-103. Doi: 10.21138/bage.1450
- Padilla y Sotelo, Lilia Susana; Morales Hernández, José Santos y Alatorre Monroy, Norberto. (2014). Gestión ambiental: organismos e instituciones internacionales y nacionales. En Cervantes Ramírez, Marta Concepción; Franco González, Angélica Margarita y Juárez Gutiérrez, María del Carmen (coord.). *Geografía ambiental de México* (pp.391-406). México: UNAM-Jornadas.
- Peters DH, Garg A, Bloom G, Walker DG, Brieger WR, Rahman MH. (2008). Poverty and access to health care in developing countries. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1136(1), 161-171. Doi: 10.1196/annals.1425.011
- Profepa (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente). (2018). *Delegaciones*. Recuperado de [http://www.profepa.gob.mx/profepa/listado\\_delegaciones.jsp](http://www.profepa.gob.mx/profepa/listado_delegaciones.jsp)
- Reboratti, Carlos. (2011). Geografía y ambiente. En Bocco, Gerardo; S. Urquijo, Pedro y Vieyra, Antonio (coord.). *Geografía y Ambiente en América Latina* (pp. 21-44). México: UNAM-Semarnat.
- Reglamento interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (2012). Diario Oficial de la Federación, 26 de noviembre de 2012. Recuperado de [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1169/1/reglamento\\_interior\\_semarnat\\_26-11-2012\\_pdf.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1169/1/reglamento_interior_semarnat_26-11-2012_pdf.pdf)
- Rodríguez Díaz, V. (2011). Medición de la accesibilidad geográfica de la población a los Hospitales de Alta Resolución de Andalucía mediante herramientas SIG basadas en el análisis de redes. *GeoFocus*, (11), 265-292.
- SCJN (Suprema Corte de la Justicia de la Nación). (2016). *Tratados internacionales de los que el Estado Mexicano es parte en los que se reconocen derechos humanos*. Recuperado de <http://www2.scjn.gob.mx/red/constitucion/TI.html#MEDIO AMBIENTE>
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). (2019). *Traza tu ruta; mappir México*. Recuperado de [http://app.sct.gob.mx/sibuac\\_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta](http://app.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta)
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2006). *La gestión ambiental en México*. México: Semarnat.

- Semarnat. (2015). *Marco Jurídico del Sector Medio Ambiente*. Recuperado de <http://www.semarnat.gob.mx/marco-juridico-del-sector-medio-ambiente>
- SRE (Secretaría de Relaciones Exteriores). (2016). *Tratados Internacionales Celebrados por México*. Recuperado de [http://proteo2.sre.gob.mx/tratados/muestratratado\\_nva.sre?id\\_tratado=317&depositario=](http://proteo2.sre.gob.mx/tratados/muestratratado_nva.sre?id_tratado=317&depositario=)
- UN. (2016). *Resultados sobre el desarrollo sostenible*. Recuperado de <http://www.un.org/es/development/devagenda/sustainable.shtml>
- Villanueva, Agustina. (2010). Accesibilidad geográfica a los sistemas de salud y educación; Análisis espacial de las localidades de Necochea y Quequén. *Revista Transporte y Territorio*, (2), 136-157. Doi: 10.34096%2Frtt.i2.237



*Sesión Carteles*

*Sala Carteles*

*Coordinadora:* **Biól y Soc. Alexandra Pérez Bravo.** *Coordinadora de Capacitación Continua. Consejo Internacional de Recursos Naturales y Vida Silvestre. México.*

## ESPECIES VEGETALES DE TRASPATIO CON POTENCIAL MEDICINAL DE LA VILLA LUIS GIL PÉREZ, CENTRO, TABASCO, MÉXICO

Karina de los Ángeles Ramírez Méndez<sup>1</sup>; Miguel Alberto Magaña Alejandro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas. Km 0.5, carretera Villahermosa, Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Email: [manglarujat@hotmail.com](mailto:manglarujat@hotmail.com)

Una de las características más comunes del ser humano es la capacidad de utilizar los recursos que le proporciona el medio para satisfacer las necesidades, de tal manera que desde épocas remotas ha recurrido al poder curativo de las plantas para dar solución a la gran mayoría de los problemas de salud a los que se enfrentan constantemente. En ese sentido se propuso identificar que especies vegetales de la Villa Luis Gil Pérez tienen uso medicinal. Para ello se aplicaron 50 encuestas a habitantes mayores de 50 años de edad. Del mismo modo se identificaron las plantas medicinales de traspatio y se elaboró un listado. Se identificaron un total de 89 especies agrupadas en 24 familias y 54 géneros. El 80% de las especies son hierbas y el resto están repartidas entre arbustos y árboles. La parte más utilizada de las plantas son las hojas en un 75%. Se detectaron 63 padecimientos, siendo el más común los problemas gastrointestinales. Las principales enfermedades que curan con las plantas son los cólicos estomacales, la gripe, el calentamiento de cabeza e incluso algunos mencionaron que hasta el cáncer. Las especies más utilizadas son el maguey morado, la ruda, el amargoso y el té de la abuela entre otras. El 48% de las plantas se encuentran dentro del patio de su casa, sin embargo, hay quienes las compran en el mercado o las extraen de su medio natural. Finalmente se concluye que en la Villa Luis Gil Pérez existen un amplio conocimiento sobre el uso de las plantas con potencial medicinal, encontrándose la gran mayoría sembradas en los traspacios.



Arturo Díaz Franco, Martín Espinosa Ramírez, Florencia Alejandro Allende y Flor Elena Ortiz Chairez. Impacto Económico de la Fertilización Biológica como Alternativa para Reducir la Fertilización Inorgánica en Maíz. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, Río Bravo, Tamaulipas, México. diaz.arturo@inifap.gob.mx

## RESUMEN

El maíz (*Zea mays* L) requiere de la fertilización mineral para su óptima producción. Sin embargo, la agricultura actual enfatiza en la necesidad de implementar prácticas sostenibles, para lo cual es necesario desarrollar tecnologías que incrementen la rentabilidad de la producción y que promuevan un equilibrio en la agroecología. El uso de gallinaza y bioinoculantes combinados con fertilización mineral reducida, pueden resultar prácticas alternativas para mejorar la productividad. El híbrido de maíz H-437 se sembró en el ciclo primavera-verano, el 17 de agosto de 2015, en condición de riego limitado, en el Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Los tratamientos evaluados fueron: 1) HMA Biogea® (*Rhizophagus intraradices*, 100 mL/ha) + 60-20-00 (50 % FQ); 2) HMA INIFAP (*R. intraradices*, 0.5 kg/ha) + 60-20-00 (50 % FQ); 3) HMA Biogea + gallinaza [Meyfer® (4.64 % N total, 5.42 % P, 3.13 % K, 338 mg/kg Cu, 6588 mg/kg Fe, 799 mg/kg Mn, 568 mg/kg Zn, 42.1 % M.O.)] 1 t/ha + 60-20-00 (50 % FQ); 4) HMA Biogea + sulfato de calcio (yeso) 0.5 t/ha + 60-20-00 (50 % FQ); 5) testigo convencional 120-40-00 (100 % FQ); y 6) HMA Biogea. Las parcelas de 16.2 m<sup>2</sup>, se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las variables medidas fueron clorofila SPAD con lecturas a los 38, 58 y 87 dds, altura de planta y rendimiento de grano. Además, se calculó la rentabilidad de la producción empleando como indicador económico la relación beneficio-costos. Los tratamientos no tuvieron efecto significativo en las variables clorofila y altura de planta. En tanto para rendimiento de grano, todos superaron significativamente al HMA Biogea. El análisis económico indicó que el mejor tratamiento fue con la combinación HMA INIFAP + 50 % FQ (60-20-00), que alcanzó 1.27 en costo-beneficio, lo que representó un incremento de 16 % de rentabilidad sobre la fertilización convencional (120-40-00). Este manejo, además de promover mayor rentabilidad, puede disminuir la contaminación en el entorno agroecológico.

## INTRODUCCIÓN

En México el maíz es el cultivo de mayor importancia alimentaria y socioeconómica, donde cada año se destinan para la siembra 8.5 millones de hectáreas, lo que representa el 65 % de la producción total de cereales. Dentro de las prácticas agronómicas del maíz, la fertilización sintética representa un manejo común en regiones de riego, cuya inversión representa alrededor del 30 % de los costos de producción. Sin embargo, especialmente en condiciones de temporal y debido al alto precio de ese insumo, el productor no aplica o reduce la fertilización mineral (SAGARPA, 2010). Por lo anterior, es necesario desarrollar adecuaciones de tecnologías prácticas, que permitan aumentar la rentabilidad de la producción de maíz y que promuevan un equilibrio en la agroecología. Esto se realiza a través de prácticas ecológicamente sanas, que satisfagan las necesidades de la producción, que contribuyan con la economía y salvaguardando los recursos naturales.

La práctica de biofertilización o fertilización biológica se divide en dos aspectos: a) la adición al suelo de restos de materia orgánica, a través de abonos orgánicos, aguas residuales, biosólidos, residuos vegetales y animales (estiércoles), composta, vermicomposta, entre otros; y b) la inoculación de bioinoculantes, conformados por microorganismos (hongos y bacterias)

que colonizan el sistema radical de las plantas con potencial biofertilizante (Hue y Silva, 2000; Aguado, 2012). Los estiércoles tienen el potencial de ser utilizados como una fuente económica de nutrimentos y de gran eficiencia en la nutrición de los cultivos, aunque según sus procedencias, muestran grandes diferencias en cuanto a los nutrimentos que contienen. De los diferentes tipos de estiércoles, la gallinaza y la porqueraza son los más ricos desde el punto nutrimental y de mayor liberación de nutrimentos en el primer año; mientras que, los estiércoles más pobres son el de vacuno y equino (Hue y Silva, 2000).

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), como bioinoculantes, dentro de su actividad simbiótica manifiestan diferentes mecanismos que inducen a mayor exploración del suelo a través de las hifas, disminuyen los efectos de condiciones abióticas adversas para la planta, producen fitohormonas que estimulan su crecimiento, facilitan la absorción de nutrimentos, producen glomalina que adhiere las partículas del suelo, e inducen acción protectora contra algunos patógenos del suelo. Estas cualidades han demostrado la importancia de las interacciones entre las asociaciones HMA-planta, con capacidad de obtener beneficios agronómicos eficientes (Nadeem *et al.*, 2014; Smith y Read, 2008).

Las necesidades de fertilización mineral y dosis en maíz han sido ampliamente documentadas. Para la región norte de Tamaulipas, la dosis recomendada para maíz es de 140-40-00 (CERIB, 2012); sin embargo, esta práctica trae consigo serias repercusiones económicas y ambientales por contaminación. Se estima que entre 10 y 40 % de los fertilizantes aplicados son utilizados por las plantas (Duxbury, 1994), el resto constituyen contaminantes de cuerpos de agua provenientes del proceso de lixiviación; además también aportan emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno a la atmósfera, gases que originan el efecto invernadero (Walker, 1990; Crews y Peoples, 2004). Estos riesgos de contaminación también los pueden generar los abonos orgánicos aplicados en los cultivos, aunque podrían representar beneficios como mejorar la estructura del suelo, aumentar la biodiversidad y biomasa microbiana, además de reducir los costos de producción (Cooperband, 2002; Bouajila y Sanna, 2011). Por lo que, un enfoque alternativo es utilizar bajas cantidades de abonos orgánicos y fertilización mineral, así como el uso de bioinoculantes (Álvarez *et al.*, 2010; Adesemoye y Kloepper, 2009). Díaz *et al.* (2018a) al combinar la fertilización mineral y biológica, demostraron que con el HMA más 50 % del fertilizante mineral se obtuvo el mayor beneficio-costo. Para confirmar lo anterior, se realizó un estudio con el propósito de conocer la productividad del maíz en función a características de planta y rendimiento de grano, mediante la adición de gallinaza y bioinoculantes con fertilización sintética reducida.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en terrenos del Campo Experimental Río Bravo (CERIB), INIFAP (25° 57' latitud norte, 98° 01' longitud oeste; 25 msnm), el suelo se muestreó a profundidad 0-30 cm antes de la siembra para determinar las propiedades físicas y químicas en el Laboratorio de Agua-Suelo y Planta del CERIB (Cuadro 1).

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas del suelo utilizado en el estudio. CERIB.

pH	M.O. (%)	C.E. (dS/m)	N-NO <sub>3</sub> (mg/kg)	P (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Textura
7.7	1.5	1.21	20.1	20.4	0.314	0.618	Arcillosa

El híbrido de maíz utilizado fue H-437 sembrado el 17 de agosto de 2015 en condición de riego limitado (un riego de auxilio). Se evaluaron los siguientes tratamientos: 1) HMA Biogea® (*Rhizophagus intraradices*, 100 mL/ha) + 60-20-00 (50 % FQ); 2) HMA INIFAP (*R. intraradices*, 0.5 kg/ha) + 60-20-00 (50 % FQ); 3) HMA Biogea + gallinaza [Meyfer® (4.64 % N total, 5.42 % P, 3.13 % K, 338 mg/kg Cu, 6588 mg/kg Fe, 799 mg/kg Mn, 568 mg/kg Zn, 42.1 % M.O.)] 1 t/ha + 60-20-00 (50 % FQ); 4) HMA Biogea + sulfato de calcio (yeso) 0.5 t/ha + 60-20-00 (50 % FQ); 5) testigo convencional 120-40-00 (100 % FQ); y 6) HMA Biogea. La fuente nitrogenada fue con urea 46 % y la fosforada mapito (12-40-00-10). La gallinaza, el yeso, urea y el mapito se aplicaron en presiembra, el tratamiento de semilla con los inoculantes fue el día de la siembra. La mitad de N fue en presiembra y la otra mitad a los 45 dds. Las parcelas fueron de cuatro surcos (0.81 m de ancho) y 5 m de longitud (16.2 m<sup>2</sup>), en cuatro repeticiones y distribuidas en un diseño de bloques completos al azar.

Las variables medidas fueron: índice de clorofila (SPAD) tomada de hojas del tercio superior de la planta con lecturas del 24 de septiembre (38 dds), 14 de octubre (58 dds) y 12 de noviembre (87 dds); y altura de planta (cm) el 17 de noviembre. En madurez se estimó el rendimiento de grano de los surcos centrales de las parcelas, ajustado al 12 % de humedad. La información obtenida se procesó mediante análisis de varianza y la diferencia entre las medias fue a través de DMS ( $p < 0.05$ ). Además, se calculó la rentabilidad de la producción empleando como indicador económico la relación costo-beneficio, el cual indica los beneficios obtenidos por cada peso invertido en la producción mediante la expresión:  $B/C = (R \times P)/C$ , donde R es el rendimiento, P el precio medio rural y C el costo de producción.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las características de planta, los tratamientos no afectaron los niveles de índice de clorofila (SPAD) en las tres fechas de lecturas, ni en la altura de planta (Cuadro 2). En los muestreos de clorofila efectuados (24-sep a 12-nov) se observó en los tratamientos un incremento escalonado de los valores. Esta característica, entre otras causas, puede ser atribuida a procesos fisiológicos asociados a una progresiva asimilación de nutrientes en la planta con el tiempo.

Cuadro 2. Fertilización biológica e inorgánica reducida relacionada con niveles de clorofila y altura de planta en maíz 'H-437'. CERIB.

Tratamiento	Clorofila (SPAD)			Altura de planta (cm)	Rendimiento (kg/ha)	
	24-sep	14-oct	12-nov			
HMA Biogea + 50 % FQ	36.3	46.0	49.8	220	3287 ab*	
HMA INIFAP + 50 % FQ	37.7	45.0	48.9	227	3398 ab	
HMA Biogea + Gallinaza + 50 % FQ	39.7	45.6	50.5	230	3506 a	
HMA Biogea + Yeso+ 50 % FQ	38.8	44.6	48.8	231	3353 ab	
HMA Biogea	36.0	44.1	48.1	223	2595 c	
100% FQ, 120-40-00 (T)	38.4	46.6	49.6	230	3359 ab	
	$P > F =$	0.42	0.56	0.82	0.20	0.03
	$CV (\%) =$	3.8	4.1	5.2	10.2	14.6

\*DMS,  $p < 0.05$ .

Por el contrario, se observaron diferencias significativas ( $p=0.03$ ) entre los tratamientos para el rendimiento de grano. El mayor rendimiento se obtuvo con la combinación HMA Biogea + gallinaza + 50 % FQ, aunque no fue diferente para el resto de los tratamientos, excepto la sola inoculación de HMA Biogea (Cuadro 2). Estos resultados indican la capacidad competitiva que ofrece la fertilización biológica y mineral reducida en maíz, como nutrición alterna. Además, son tratamientos más amigables con el ambiente.

Los resultados corroboran a los obtenidos por Díaz *et al.* (2018a) quienes igualmente registraron en maíz que la inoculación micorrizica combinada con la mitad del fertilizante mineral, compite en rendimiento con la fertilización convencional. Asimismo, también se han obtenido resultados semejantes con sorgo (*Sorghum bicolor*). Díaz *et al.* (2015), determinaron que con la mitad del fertilizante sintético más la inoculación de micorriza INIFAP, se obtuvo similar longitud de panoja, granos/panoja, peso de 100 granos, rendimiento y proteína de grano, comparado con la fertilización completa (120-40-00). En arroz (*Oryza sativa*), Orona *et al.* (2013) informaron que el rendimiento obtenido con bioinoculantes fue semejante al registrado con la fertilización sintética (92-92-60). En otros cultivos igualmente se ha informado sobre el potencial que tiene la bioinoculación para reducir las dosis de fertilización. Por ejemplo, Sharma *et al.* (2011) reportaron el mayor rendimiento de trigo (*Triticum aestivum*) con la inoculación de *R. intraradices* combinada con el 75 % de N-P-K adicionado al suelo. Carpio *et al.* (2005) indicaron que las mejores características para el mercado de *Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa*, así como la mayor absorción de N, P y K, ocurrió tanto con el inoculante BioterraPlus® y la adición de 50 % de N-P-K en el suelo, como la fertilización al 100 %.

Se ha demostrado que la mayoría de los cultivos manifiestan una clara respuesta a la aplicación de abonos orgánicos, en particular en suelos sometidos a cultivos de forma intensiva, esto es debido a que aportan casi todos los nutrimentos que las plantas necesitan, comparados con la fertilización sintética, aunque contienen menores nutrimentos, la disponibilidad de éstos es constante para la planta por la mineralización gradual a que están sometidos (Carbajal y Mera, 2010; Bouajila y Sanaa, 2011). Los HMA presentan un complejo de mecanismos, en maíz se ha observado que plantas inoculadas con HMA aumentaron la biomasa y proteína digestible (Boucher *et al.*, 1999); también está documentada la asimilación de N, P, K, Ca, Cu, Mg, Fe y Zn (Boomsma y Vyn, 2008; Díaz *et al.*, 2018b); así como incrementos en la biomasa radical y de rendimiento de grano y forraje (Díaz *et al.*, 2012). Inclusive, aún en condiciones de suelos con déficit de P y Zn, los HMA mejoran la nutrición de las plantas de maíz (Ortas *et al.*, 2002). Por su parte, Xiang *et al.* (2012) destacaron que los biofertilizantes, además del efecto benéfico en la productividad agrícola, tienen gran relevancia en los agroecosistemas debido a que pueden reducir el uso de la fertilización mineral y su consecuente contaminación en el entorno.

Cuadro 3. Rentabilidad (B/C) de la producción de maíz mediante las alternativas de fertilización.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Beneficio (\$)	Costo (\$)	Relación B/C
HMA Biogea + 50 % FQ	3287	10518.40	9137.15	1.15
HMA INIFAP + 50 % FQ	3398	10873.60	8595.39	1.27
HMA Biogea + Gallinaza + 50 % FQ	3506	11219.20	10539.71	1.06
HMA Biogea + Yeso + 50 % FQ	3353	10729.60	9552.99	1.12
HMA Biogea	2595	8304.00	7291.80	1.14
100% FQ, 120-40-00 (T)	3359	10748.80	9963.70	1.08

Precio medio rural \$3200/t.

La rentabilidad de la producción del maíz mostró variabilidad entre los tratamientos, el mayor beneficio-costo se logró a través de la combinación HMA + 50 % FQ (B/C 1.27) y superior a la fertilización convencional (B/C 1.07) (Cuadro 3). El incremento de la rentabilidad de la producción a través de fuentes de fertilización biológica también se demostró en maíz, Díaz *et al.* (2018a) registraron la mayor rentabilidad con la combinación del HMA INIFAP y el 50 % del fertilizante mineral, con un beneficio-costo de 1.98.

## CONCLUSIONES

Los tratamientos no afectaron la clorofila SPAD ni la altura de planta, aunque en rendimiento todos superaron de igual manera a la sola inoculación con HMA Biogea. El análisis económico de producción comparativa de maíz entre los tratamientos, indicó que la inoculación de HMA INIFAP más el 50 % de la fertilización inorgánica se obtuvo la mayor rentabilidad de la producción con un beneficio-costo de 1.27.

## LITERATURA CITADA

- Adesemoye AO and Kloepper JW. 2009. Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 85: 1-12.
- Aguado SG. 2012. Introducción al Uso y Manejo de los Biofertilizantes en la Agricultura. INIFAP/SAGARPA. 296 p.
- Álvarez SJD, Gómez VD, León MS y Gutiérrez MF. 2010. Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia* 44: 575-586.
- Boomsma CR and Vyn JT. 2008. Maize drought tolerance: Potential improvements through arbuscular mycorrhizal symbiosis? *Field Crops Res.* 108:14-31.
- Bouajila K and Sanaa M. 2011. Effects of organic amendments on soil physic-chemical and biological properties. *J. Mater Environ. Sci.* 2: 485-490.
- Boucher A, Dalpe Y and Charest C. 1999. Effect of arbuscular mycorrhizal colonization of four species of *Glomus* on physiological responses of maize. *J. Plant Nutr.* 22: 783-797.
- Carpio AL, Davies TF and Arnold AM. 2005. Arbuscular mycorrhizal fungi, organic and inorganic controlled-release fertilizers: Effect on growth and leachate of container-grown bush morning glory (*Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa*) under high production temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 130: 131-139.
- CERIB. 2012. Paquetes tecnológicos de producción de cultivos. Centro de Investigación Regional Noreste. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. 40 p.
- Cooperband L. 2002. Building soil organic matter with organic amendments. University of Wisconsin-Madison. 13 p.
- Crewsa TE and Peoples MB. 2004. Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. *Agr. Ecosyst. Environ.* 102: 279-297.
- Díaz FA, Espinosa RM y Alejandro AF. 2018a. Respuesta del maíz a diferentes fuentes racionales de fertilización mineral y biológica. Memoria XXX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Pp: 57-62.
- Díaz FA, Ortiz CF y Gálvez LD. 2015. Bioinoculación y fertilización química reducida asociados con el crecimiento de planta y productividad de sorgo. *Rev. Inter. Cont. Ambiental* 31: 245-252.

- Díaz FA, Ortiz CF, Grageda CO y Fernández CE. 2018b. Nutrición mineral y rendimiento de sorgo inoculado con cepas microbianas en dos agroambientes. *Terra Latinoamer.* 36: 229-238.
- Díaz FA, Salinas GJ, Valadez GJ, Cortinas EM, Loredó OC, Pecina QV, Pajarito RA, Amado AJ y González GD. 2012. Impacto de la biofertilización del maíz en el norte de México. *Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Folleto Téc. No. 54.* 40 p.
- Duxbury JM. 1994. The significance of agricultural sources of greenhouse gases. *Fert. Res.* 38: 151-163.
- Hue NV and Silva JA. 2000. Organic Soil Amendments for Sustainable Agriculture. In: *Plant Nutrient Management (Silva A. and Uchida R., eds.)*. University of Hawaii. Pp. 133-144.
- Nadeem SM, Ahmad M, Zahir A, Javaid A and Ashraf M. 2014. The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. *Biotechnol. Adv.* 32: 429-448.
- Orona CF, Lozano CM, Tucuch CM, Grageda CO, Medina MJ, Díaz FA, Ruiz SE and Soto RJ. 2013. Response of rice cultivation with biofertilizers in Campeche, Mexico. *Agr. Sci.* 4: 715-720.
- Ortas I, Kaya Z and Cakmak I. 2002. Influence of arbuscular mycorrhizae inoculation on growth of maize and green pepper plants in phosphorus and zinc deficient soil. *Plant Nutr.* 92: 632-633.
- SAGARPA. 2010. Producción regional de maíz. [www.agricultura/publicaciones/sistema\\_producto/lists/maíz](http://www.agricultura/publicaciones/sistema_producto/lists/maíz).
- Sharma M, Reddy U and Adholeya A. 2011. Response of arbuscular mycorrhizal fungi on wheat (*Triticum aestivum*) grown conventionally and on beads in sandy loam soil. *Indian J. Microbiol.* 3: 384-389.
- Smith SE and Read DJ. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. Third Edition. Academic Press, New York, USA.
- Walker R. 1990. Nitrates, nitrites and N-nitroso compounds: a review of the occurrence in food and diet, and toxicological implications. *Food Addit. Contam.* 7: 469-479.
- Xiang W, Zhao L, Xu X, Qin Y and Yu G. 2012. Mutual information flow between beneficial microorganisms and the roots of host plants determined the bio-functions of biofertilizers. *Amer. J. Plant Sci.* 3: 1115-1120.

# COMPOSICIÓN DEL RECURSO PESQUERO DE LA LOCALIDAD ANTÓN LIZARDO, VERACRUZ, MÉXICO

Limón-Hernández L. E., Fuentes-Pérez, A. y Valero-Pacheco, E.  
Laboratorio de Hidrobiología, Facultad de Biología-Xalapa, Universidad Veracruzana.  
Xalapa-Enríquez, Veracruz, México  
[enrique032lh@gmail.com](mailto:enrique032lh@gmail.com)\*

## Introducción

El recurso pesquero es el conjunto de especies acuáticas que se explotan para obtener beneficios económicos, siendo una de las principales actividades de las localidades costeras a lo largo y ancho de la república, posicionando a México como uno de los primeros 20 países en cuanto productividad pesquera a nivel mundial (FAO, 2016).

A nivel nacional la zona del Golfo de México y el Caribe aportan cerca del 28% de las cifras de captura y específicamente en Veracruz una de las zonas más productivas se encuentra en la costa centro del estado en el área de influencia del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), este es un complejo coralino formado por al menos 45 arrecifes de los cuales se obtienen cerca de 95 especies comerciales de peces óseos, cuatro especies de tiburones, dos de rayas y dos especies de pulpo (Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007; Dávila-Camacho, 2015; CONANP, 2017).

En este parque, en especial en las costas de Antón Lizardo se efectúa la pesca artesanal, donde se extrae el 86% de la captura total del PNSAV (Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007). Este tipo de pesca genera ingresos que abastecen mercados locales y contribuyen a la economía de las familias de los pescadores, se estima que el 90% de los pescadores a nivel mundial son artesanales y aportan la mitad del volumen de la captura mundial (FAO, 2014). Por ende la importancia de los estudios periódicos para registrar el estado de las especies y/o comportamiento de las poblaciones ante la presión humana. Por tal motivo, el presente trabajo tuvo como objetivo conocer la composición, abundancia y estado de desarrollo de las especies, que se capturan en el PNSAV por la pesca artesanal de la localidad de Antón Lizardo, Veracruz.

## Material y Método

### *Descripción del Área de Estudio*

Antón Lizardo es una localidad perteneciente al municipio de Alvarado en el estado de Veracruz, localizada en la zona centro-sur del Golfo de México con coordenadas geográficas extremas 19°15' y 19°02' latitud N y entre los 96°12' y 95°46' longitud O, comparte su litoral con parte del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), donde se desarrolla la pesca artesanal que representa una de las principales actividades económicas de la zona (DOF, 2000).

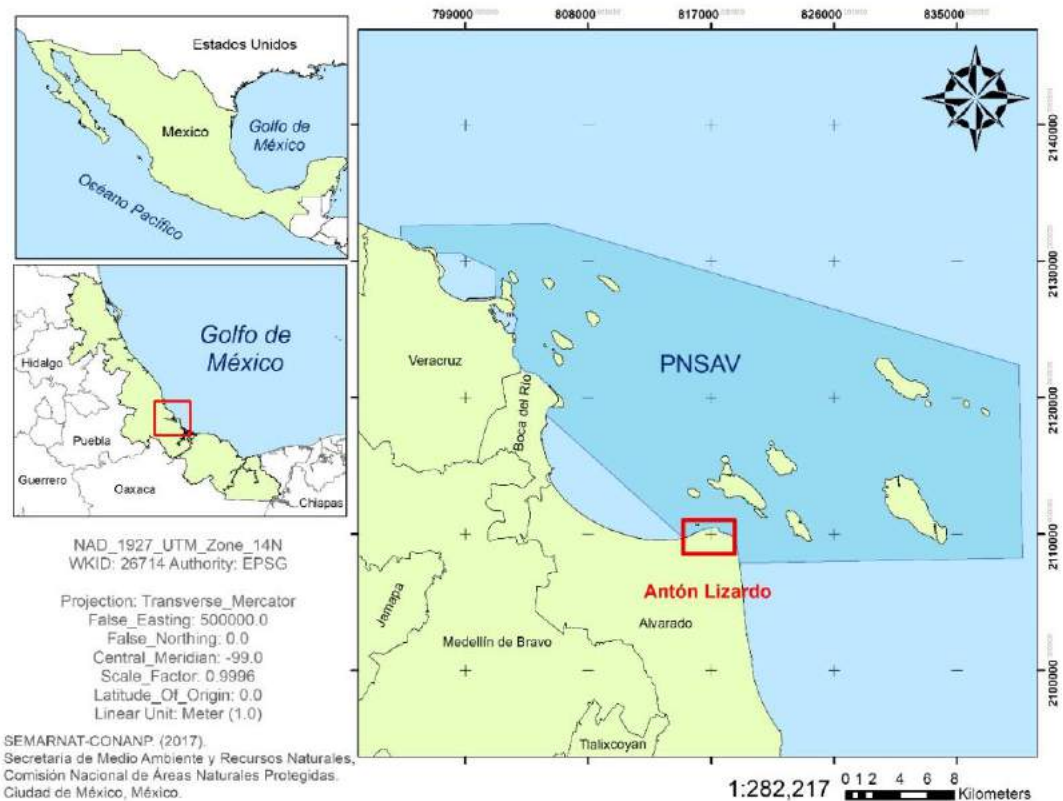


Figura 1. Macrolocalización de la localidad Antón Lizardo perteneciente al municipio de Alvarado en el estado de Veracruz, ubicado frente al PNSAV.

### *Logística de Trabajo*

Para determinar la composición íctica explotada por la pesca artesanal. Se realizaron tres muestreos durante la temporada de lluvias en los meses de septiembre y octubre del 2018 en cuatro cooperativas de la localidad de Antón Lizardo, Veracruz. Dichos muestreos se efectuaron en las bodegas de cada cooperativa donde almacenan el recurso pesquero en un horario de 9:00 a 16:00 h, contando con el permiso de los encargados correspondientes.

### *Trabajo de Campo*

Por bodega, se contó y midió *in situ* a cada organismo por especie, obteniendo los siguientes datos: longitud total (cm), longitud patrón (cm), utilizando un ictiómetro (cm) y el peso (g), utilizando la báscula de cada bodega (g). *In situ* se tomaron fotografías de dos organismos por especie, y a cada uno se les contó la cantidad de radios y espinas de las aletas dorsales y anales en el caso de los peces óseos, y se determinó a los peces cartilaginosos mediante sus características morfológicas.

### *Trabajo de Laboratorio*

Se analizaron las fotografías por especie para la identificación taxonómica, haciendo énfasis en la morfología de la línea lateral, número de escudetes de la aleta caudal, número de radios



y espinas de las aletas dorsales, pélvicas y anales, patrones de coloración, forma de la boca, datos de distribución, utilizando libros y claves taxonómicas especializadas (Allen y Robertson, 1994; Bedía y Franco, 2008; De la Cruz *et al.*, 2016).

### *Trabajo de Gabinete*

Una vez ordenados los datos se vaciaron en hojas del programa Excel 2013, se analizaron mediante la Relación Peso-Longitud. Dicha relación se obtiene mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$W=aL^b$$

Donde:

W = peso total (g)

a = ordenada de origen

L= longitud total o patrón (cm)

b = pendiente (Le Cren, 1951).

La relación Peso-Longitud aporta información sobre estrategias de crecimiento, estado nutricional y reproducción de las poblaciones acuáticas, además de ser un parámetro para comparar la condición entre poblaciones que habitan en sistemas acuáticos con distintos grados de intervención humana. Por ello, conocer el comportamiento de las especies y /o poblaciones es relevante para comprender los cambios o efectos sobre estas con la finalidad de comparar la condición de la misma en diferentes sitios (Schneider *et al.*, 2000; Hoggarth *et al.*, 2006; Cifuentes *et al.*, 2012).

Debido a que la longitud es una magnitud lineal y el peso es una magnitud volumétrica, si un organismo mantiene de manera proporcional su forma al crecer este tipo de crecimiento se considera isométrico, donde  $b=3$ . Cuando  $b>3$  los individuos han aumentado más su peso en relación a su longitud, dando como resultado un crecimiento alométrico positivo; en cambio cuando  $b<3$  los individuos han aumentado más su longitud en relación a su peso, ocurrirá un crecimiento alométrico negativo.

Para estimar la significancia del valor de  $b$  y poder determinar el tipo de crecimiento por especie se utilizó la prueba de  $t$ -Student mediante el software RStudio versión 1.2.1335, siendo  $b$  el coeficiente de alometría. Con el objetivo de verificar si el tipo de crecimiento correspondía a isometría donde  $b=3$  y  $p<0.05$ , se utilizó la ecuación de Sokal y Rohlf (1996):

$$t = (b - 3) S_b$$

Donde:

$t$  = valor de  $t$ -Student,

$b$  = pendiente

$S_b$ = error estándar de la pendiente.

Cabe mencionar que las pruebas se realizaron únicamente con seis especies de la composición total, ya que superaban la muestra estadística mínima (a excepción de *R.*

*terraenovae* debido a que solo se obtuvieron datos de dos especies de elasmobranquios). Para eliminar los datos atípicos se utilizó la distancia de Cook con cuatro veces la media de las distancias para obtener un mejor coeficiente de correlación.

En conjunto a la Relación Peso-Longitud se realizó una gráfica de la Relación Abundancia-Longitud por especie para poder comparar con la longitud de madurez sexual ( $L_{MS}$ ) y con la longitud máxima ( $L_{MAX}$ ), ambas reportadas en la literatura y determinar de manera indirecta el estado de desarrollo en la que se encontraron los organismos.

## Resultados y Discusión

### Composición

De un total de 840 organismos se registraron 12 Familias, 21 géneros y 25 especies capturadas por la pesca artesanal en la localidad de Antón Lizardo, Veracruz (Tabla 1). Las Familias de peces óseos más abundantes fueron: Carangidae y Lutjanidae con cinco y cuatro especies, respectivamente (Fig. 2). Mientras que las 3 especies más abundantes dentro de las capturas fueron: *Caranx crysos* (Cojinuda) con 173 organismos muestreados, seguido por *Ocyurus chrysurus* (Rubia) con 172 organismos y *Lutjanus analis* (Pargo habanero) con 128 organismos. En peces cartilagosos los más abundantes fueron *Carcharhinus limbatus* (tiburón puntas negras) con 41 organismos y *Rhizoprionodon terraenovae* (Tiburón caña hueca) con 27 organismos. Por último, la única especie de moluscos registrada fue *Octopus vulgaris* (Pulpo) con 79 organismos. Las familias Carangidae y Lutjanidae son las más explotadas, probablemente por la similitud que existe entre sus especies, ampliando el mercado para su comercialización. Esta composición ya ha sido reportada, mencionando que existe una fuerte presión por parte de la pesca artesanal (Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007; Dávila-Camacho, 2016). Así que el encontrarlas durante este estudio, puede considerarse positivo, debido a que las especies aún permanecen en el sistema a pesar de la presión humana y a la vez negativo porque cada vez se pescan organismos más pequeños. Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar (2007), basados en estadísticas pesqueras de la pesca artesanal de Antón Lizardo y encuestas a pescadores, reportaron un total de 103 especies: 90 especies de peces óseos, cinco de tiburones, cuatro de rayas, una especie de langosta, dos de pulpo y una de caracol, determinando que el 90% de la composición de la pesca corresponde a 33 especies comerciales, siendo las más abundantes: *Scomberomorus cavalla* (Peto), *Seriola zonata* (Mendregal) y *Carcharhinus limbatus* (Tiburón puntas negras), el otro 10 % equivale a la pesca incidental que corresponde a 70 especies. Esto difiere en cuanto a la composición de especies más capturadas determinadas en la actual investigación durante los meses de septiembre y octubre que fueron: *O. chrysurus*, *C. crysos* y *L. analis*.

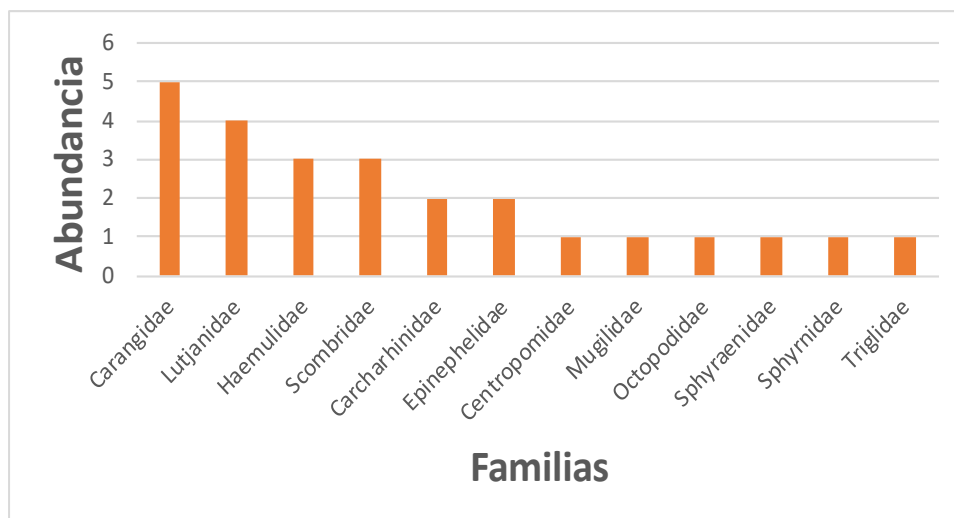


Figura 2. Abundancia de Familias de peces y moluscos capturadas por la pesca artesanal de Antón Lizardo, Veracruz durante los meses de septiembre y octubre 2018.

Tabla 1. Especies ordenadas por Familia, nombre científico y nombre común, capturadas por la pesca artesanal de Antón Lizardo, Veracruz, en septiembre y octubre 2018.

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
Carangidae	<i>Caranx crysos</i>	Cojinuda
	<i>Caranx latus</i>	Jurel blanco
	<i>Caranx hippos</i>	Jurel vaca
	<i>Selene setapinnis</i>	Jorobado
	<i>Trachinotus falcatus</i>	Palomete
Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalito
Epinephelidae	<i>Epinephelus analogus</i>	Mero Punteado
	<i>Epinephelus nigritus</i>	Negrillo
Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i>	Burriquete
	<i>Conodon nobilis</i>	Ronco
	<i>Haemulon plumierii</i>	Boquilla
Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i>	Pargo habanero

	<i>Lutjanus synagris</i>	Villajaiba
	<i>Ocyurus chrysurus</i>	Rubia
	<i>Rhomboplites aurorubens</i>	Besugo
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	Lisa
Scombridae	<i>Scomberomorus cavalla</i>	Peto
	<i>Scomberomorus maculatus</i>	Sierra
	<i>Euthynnus alletteratus</i>	Bonito
Sphyraenidae	<i>Sphyraena guachancho</i>	Tolete
Triglidae	<i>Prionotus rubio</i>	Pájaro
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus limbatus</i>	Puntas negras
	<i>Rhizoprionodon terraenovae</i>	Tripa/Cazón – Cañahueca
Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i>	Cornuda
Octopodidae	<i>Octopus vulgaris</i>	Pulpo

### *Relación Peso-Longitud*

Los datos obtenidos de las pruebas estadísticas de Sokal y Rohlf (1996), se muestran en la Tabla 2 en donde *C. crysos* (Fig. 3) y *R. terraenovae* (Fig. 4) tuvieron un tipo de crecimiento isométrico ( $b=3$ ), esto es que mantienen la misma relación entre el peso y la longitud a medida que crecen, mientras que *O. chrysurus* (Fig. 5), *L. analis* (Fig. 6), *C. limbatus* (Fig. 7) y *O. vulgaris* (Fig. 8) tuvieron un tipo de crecimiento alométrico negativo ( $b<3$ ), esto es que la longitud es mayor al peso del organismo. Cabe mencionar que en todas las especies se combinaron los datos por sexo, pero en el caso de los tiburones fue más notorio el bajo coeficiente de correlación, debido a que en estas especies existen diferencias significativas en el tipo de crecimiento por dimorfismo sexual, ya reportado por otros autores (Baremore y Passerotti, 2012; Zea De la Cruz, 2012).

De acuerdo a diferentes autores con un enfoque similar al de este trabajo reportan que *C. crysos* tuvo un tipo de crecimiento alométrico negativo con un valor de  $b=2.868$  (Restrepo-Gómez, 2010), lo cual difiere con los resultados obtenidos en la investigación y podría significar diferencias entre los sitios de estudio, por su parte *R. terraenovae* tuvo un tipo de crecimiento isométrico en aguas del Golfo de México dado que el valor de  $b=3$  (Zea-De la Cruz, 2012), esto que coincide con el tipo de crecimiento reportado en esta investigación. Varios trabajos también reportan el crecimiento alométrico negativo en varias especies como *O. chrysurus* que tuvo un valor de  $b=2$ , según lo reportado por Gutiérrez-Benítez (2012); *L. analis* con un valor de  $b=0.0108$  (Botero y Ospina, 2002), *C. limbatus* con un valor de  $b=0.393$  (para hembras) y

$b=0.082$  (para machos) (Baremore y Passerotti, 2012) *O. vulgaris* tuvo un valor de  $b=2.22$  (Díaz-Álvarez, 2011). Las variaciones entre los tipos de crecimientos pueden deberse a las condiciones en las que se encuentran inmersas las poblaciones a causa de la variabilidad de los ecosistemas, la disposición de alimento, el nivel trófico de la especie, etc., es por ello, que si una especie de crecimiento alométrico positivo (donde la relación del peso es mayor que la longitud) se encuentra presentando otro tipo de crecimiento se puede considerar que hay una disminución del alimento dentro del sistema (Gutiérrez-Benítez, 2012). Además, independientemente de la región en las que se encuentre una especie puede madurar a diferentes longitudes donde esta variación está sujeta a su régimen alimenticio reflejado en su metabolismo y por consiguiente a mayores tallas, aunado a lo anterior las condiciones ambientales y los regímenes de explotación son eventos que magnifican la variación dentro de las poblaciones (Munro, 1973; Claro, 1983; Muller, 2003; Tobón-Villatoro, 2018). Por otra parte, las variaciones entre los tipos de crecimientos también pueden deberse al tipo de muestreo empleado, debido a que algunos toman en cuenta datos estacionales y/o anuales.

Tabla 2. Parámetros estimados para la relación Peso-Longitud de organismos capturados por la pesca artesanal de Antón Lizardo en el PNSAV durante septiembre y octubre del 2018.  $L_{MIN}$ = Longitud mínima,  $L_{MAX}$ = Longitud máxima,  $n$ =número de muestra,  $R^2$ =Coeficiente de correlación,  $a \pm IC\ 95\%$ = Intercepto,  $b$ =Pendiente,  $IC\ 95\%$ =Intervalo de confianza, donde; (0) = Crecimiento isométrico, (+) = Crecimiento alométrico positivo y (-) = Crecimiento alométrico negativo.  $t$ = $t$ -Student,  $P$ =Valor de P.

Especie	$L_{MIN}$ (cm)	$L_{MAX}$ (cm)	n	$R^2$	$a \pm IC\ 95\%$	$b \pm IC\ 95\%$	t	P
<i>C. crysos</i>	23	49.6	173	0.74	$-1.77 \pm -0.37$	$2.86 \pm 0.25$ (0)	-1.029	0.3
<i>O. chrysurus</i>	19	34	172	0.45	$-0.048 \pm$ 0.48	$2.00 \pm 0.331$ (-)	-5.933	<0.00 1
<i>L. analis</i>	23	46	129	0.88	$-1.40 \pm -0.24$	$2.60 \pm 0.18$ (-)	-4.257	<0.00 1
<i>C. limbatus</i>	46.5	59	41	0.44	$-0.32 \pm 0.80$	$1.80 \pm 0.64$ (-)	-3.719	<0.00 1
<i>R. terraenovae</i>	50	62	27	0.58	$-1.71 \pm -1.56$	$2.60 \pm 0.90$ (0)	-0.914	0.36
<i>O. vulgaris</i>	20	65	79	0.94	$-1.31 \pm 0.22$	$2.45 \pm 0.14$ (-)	-7.766	<0.00 1

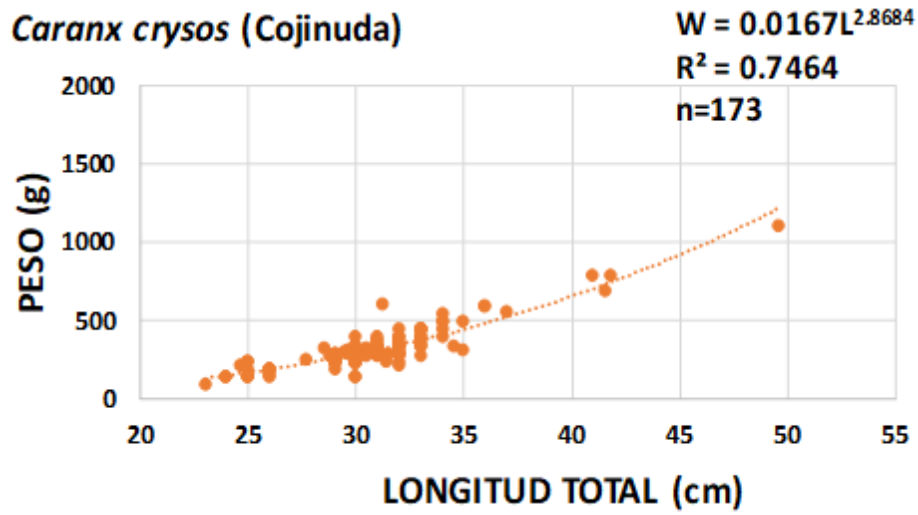


Figura 3. Relación Peso-Longitud de *Caranx crysos*.

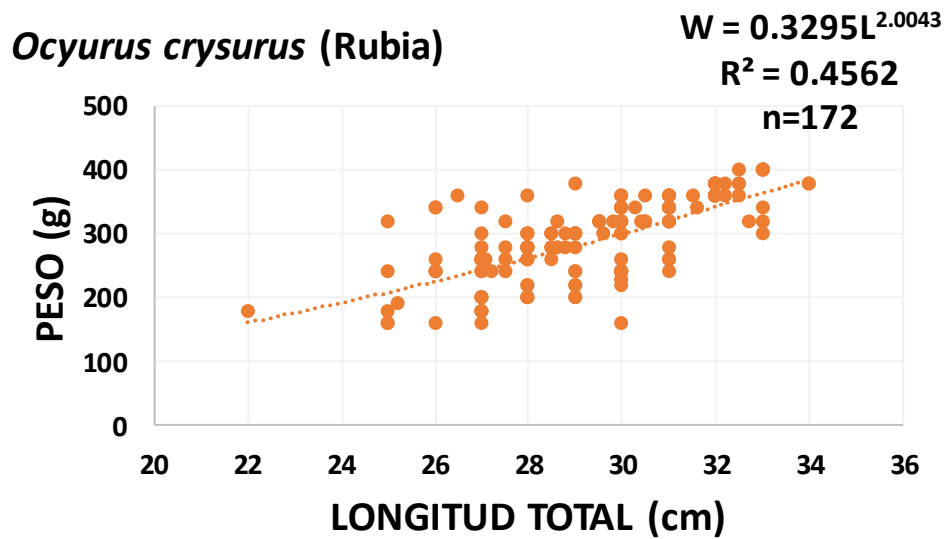


Figura 4. Relación Peso-Longitud de *Ocyurus crysurus*.

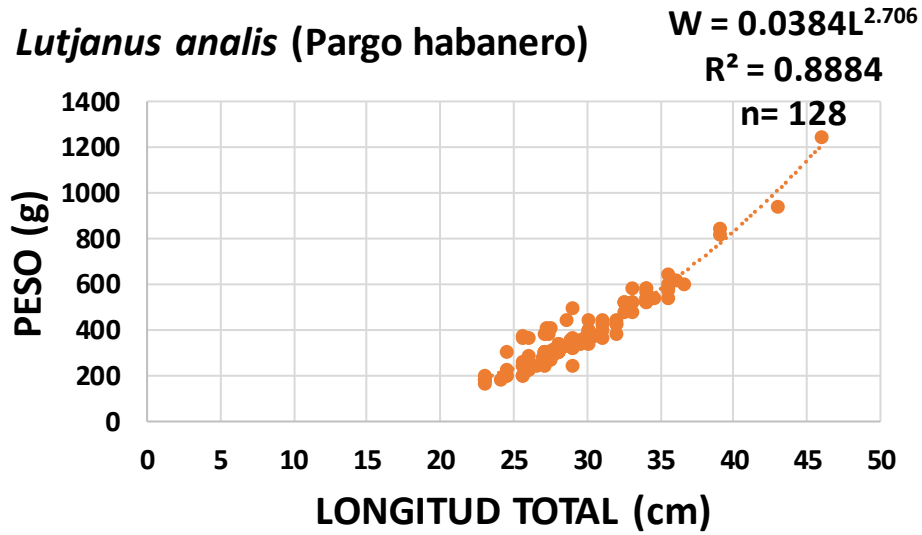


Figura 5. Relación Peso-Longitud de *Lutjanus analis*.

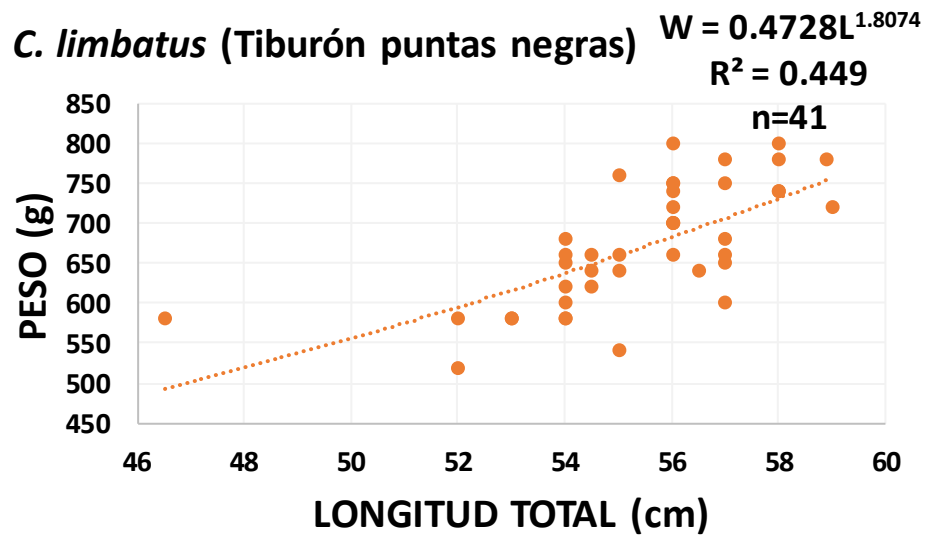


Figura 6. Relación Peso-Longitud de *Carcharhinus limbatus*.

***R. terraenovae* (Tiburón cañahueca)**  $W = 0.0191L^{2.6004}$   
 $R^2 = 0.5861$

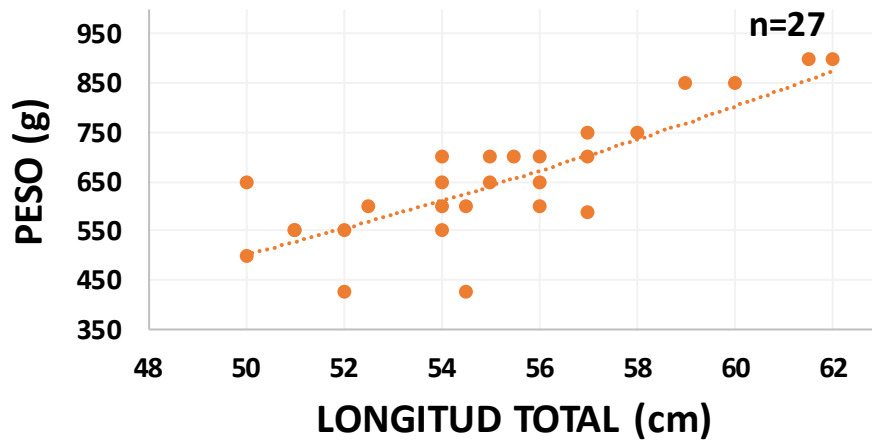


Figura 7. Relación peso-longitud de *Rhizoprionodon terraenovae*.

***Octopus vulgaris* (Pulpo)**  $W = 0.048L^{2.4537}$   
 $R^2 = 0.9405$

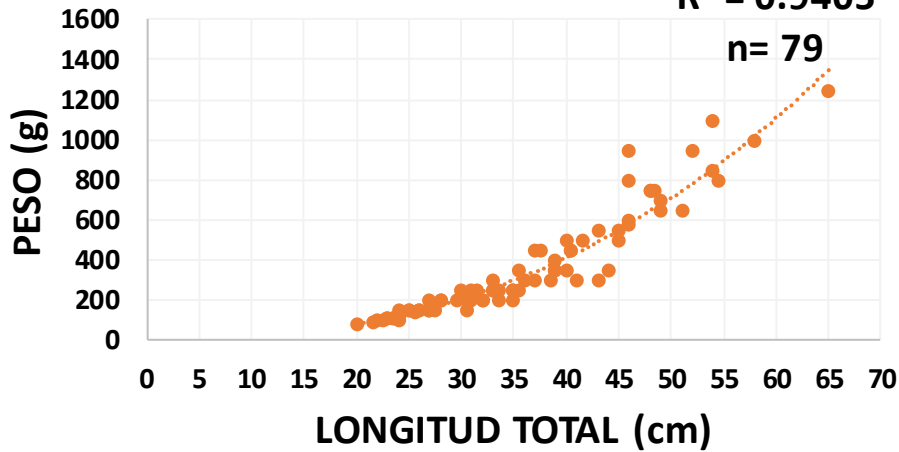


Figura 8. Relación Peso-Longitud de *Octopus vulgaris*.

#### Relación Abundancia-Longitud

El 90% de la muestra de *C. crysos* se consideran en estado adulto debido a que superan su longitud de madurez sexual ( $L_{ms}$ ), por otro lado, el resto de especies analizadas no coinciden en este patrón puesto que el mayor porcentaje de la muestra no supera su longitud de madurez sexual, lo que indica que se están capturando organismos juveniles. De la misma manera se construyeron los gráficos correspondientes para analizar la proporción de estados de madurez dentro de la muestra de cada especie (Fig. 9 a 14). Aunado a lo anterior, la reducción de tallas



es un evento percibido por la comunidad pesquera en la localidad, esto ha generado cierta preocupación por algunos grupos de pescadores (comunicación personal). Sin embargo, por la competencia económica que estos mantienen no le dan un manejo adecuado a la explotación del recurso, generando problemas en la dinámica poblacional de las especies.

*C. crysos* ha sido reportado con una longitud de madurez sexual correspondiente a los 26.7 cm en las costas de Florida (Goodwin y Finucane, 1985), obteniendo que el 90% de la muestra son considerados organismos adultos, se reportó que *O. chrysurus* madura aproximadamente a los 28 cm en el caso de las hembras y a 31 cm en caso de los machos dentro del PNSAV (Tobón-Villatoro, 2018) mientras que otros reportes como el de las costas de Florida indican que maduran a partir de los 40 cm en machos y 39 cm para hembras (Gutiérrez-Benítez, 2012), en esta especie toda la muestra corresponde a organismos juveniles, siendo el organismo más grande de 34 cm, *L. analis* madura aproximadamente a los 34.9 cm reportado en la zona de la media Guajira en el Caribe Colombiano (Arteaga *et al.*, 2004) en donde la mayor parte de la muestra son organismos juveniles (96%), del mismo modo el 100% de la muestra de *C. limbatus* se consideran juveniles puesto que maduran sexualmente a los 105.8 cm en aguas del Golfo de México (Baremore y Passerotti, 2012) en donde el organismo más grande alcanzó una longitud de 59 cm, *R. terraenovae* madura a los 84.9 cm en el Golfo de México (Zea De la Cruz, 2012) por lo que la muestra total eran juveniles y por ultimo *O. vulgaris* que madura sexualmente a los 60 cm (Díaz-Álvarez, 2011) tiene un 98.8% de organismos juveniles. Estos datos muestran que la mayor parte de los organismos fueron capturados en estados juveniles, por lo que indica que los organismos no alcanzaron su primera reproducción sexual, provocando una posible disminución en las tasas de natalidad de la especie y por ende al reclutamiento. A excepción de *C. crysos*, que a pesar de que se extraen organismos maduros, también extraen en tallas pequeñas.

### *C. crysos* (Cojinuda)

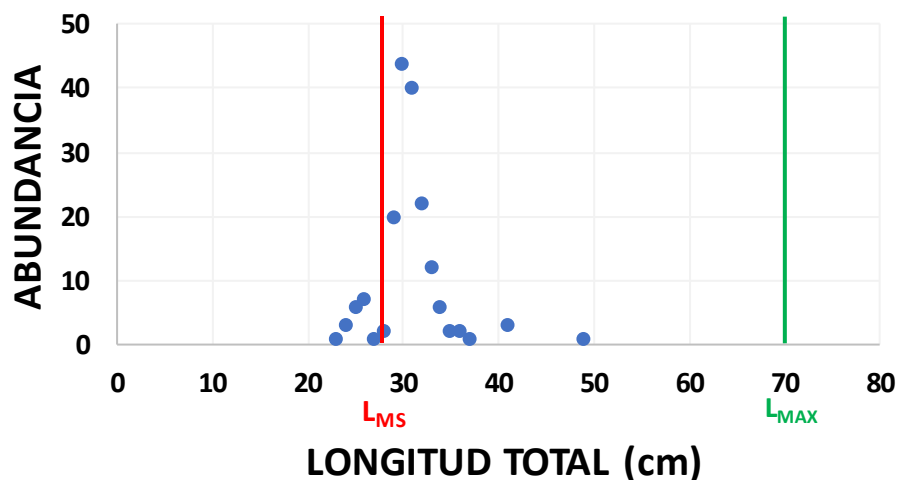


Figura 10. Relación Abundancia-Longitud de *C. crysos* con 90% de organismos adultos y 10% de organismos juveniles capturados en el PNSAV.

***O. chrysurus* (Rubia)**

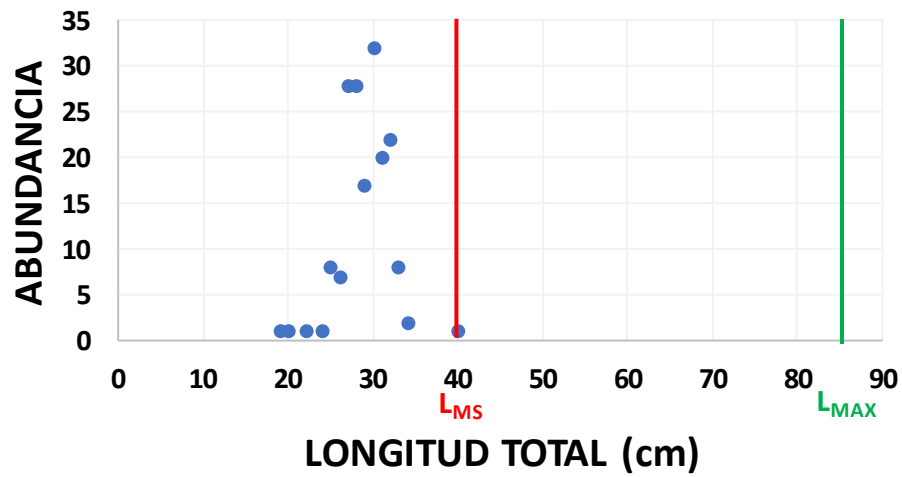


Figura 9. Relación abundancia-longitud de *O. chrysurus* con 100% de organismos juveniles capturados en el PNSAV.

***L. analis* (Pargo habanero)**

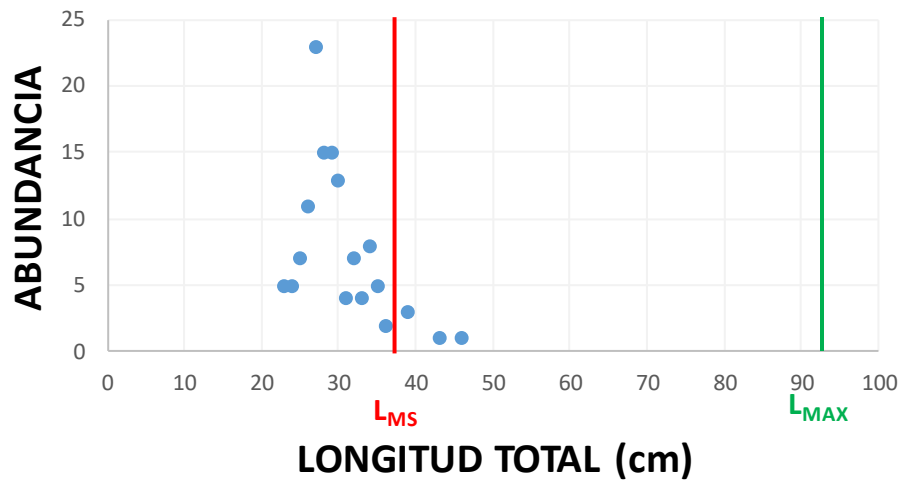


Figura 11. Relación abundancia-longitud de *L. analis* con 96 % de organismos juveniles y 4% de organismos adultos capturados en el PNSAV.

***C. limbatus* (Tiburón puntas negras)**

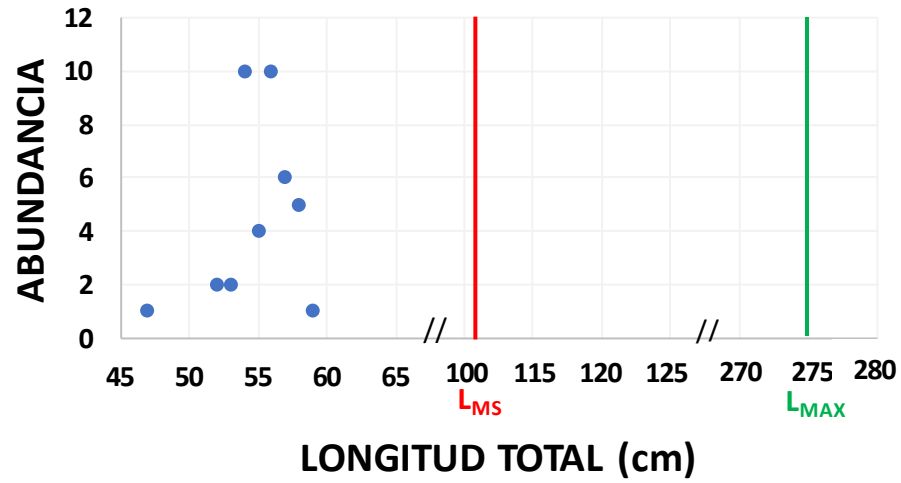


Figura 12. Relación abundancia-longitud de *C. limbatus* con un 100% de organismos juveniles capturados en el PNSAV.

***R. terraenovae* (Tiburón caña hueca)**

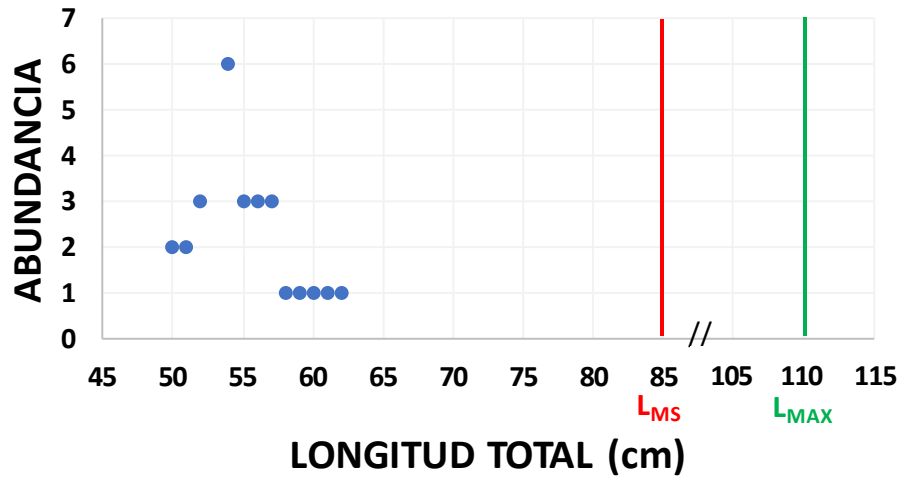


Figura 13. Relación abundancia-longitud de *R. terraenovae* con 100% organismos juveniles capturados en el PNSAV.

## *O. vulgaris* (Pulpo)

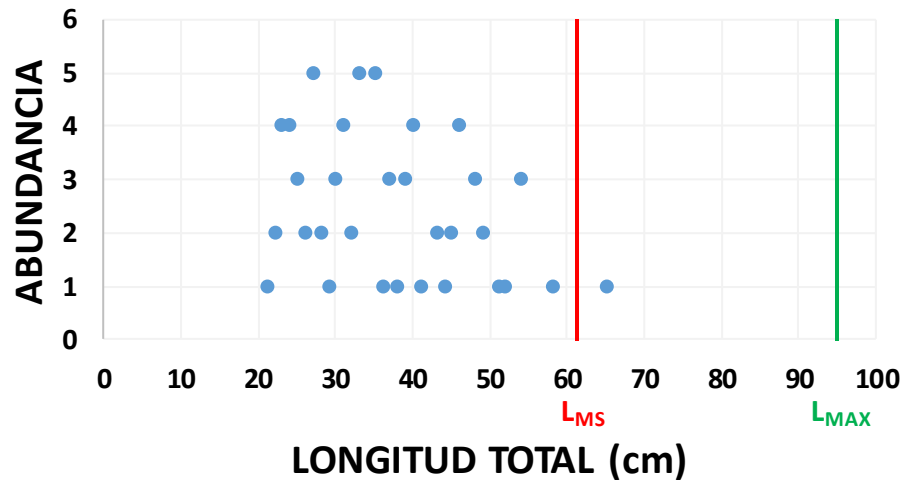


Figura 14. Relación abundancia-longitud de *O. vulgaris* con 99% de organismos juveniles y 1% de organismos adultos capturados en el PNSAV.

### Conclusión

La composición del recurso pesquero explotado por la pesquería artesanal de la localidad Antón Lizardo, Veracruz, estuvo representado por 25 especies pertenecientes a 12 Familias, siendo las más abundantes Carangidae y Lutjanidae.

Las especies más abundantes de peces óseos fueron: *Caranx crysos*, *Ocyurus chrysurus* y *Lutjanus analis*. Las especies más abundantes de peces cartilagosos fueron: *C. limbatus* y *R. terraenovae* y por último los moluscos que estuvieron representados por *O. vulgaris*.

El tipo de crecimiento predominante fue alométrico negativo, presentándolo las especies *O. chrysurus*, *L. analis*, *C. limbatus* y *O. vulgaris*, lo que indica que son organismos sanos, acorde a la comparación con otros sistemas, mientras que el tipo de crecimiento Isométrico, se presentó con *C. crysos* y *R. terraenovae*, lo que también indica que son organismos sanos, en comparación con otros sistemas.

La única especie cuyo 89% de organismos sobrepasó la longitud de madurez sexual ( $L_{MS}$ ) fue: *C. crysos*, mientras que el resto de las especies analizadas fueron capturadas en estado juvenil, debido a que se encontraron por debajo de su longitud de madurez sexual.

### Recomendaciones

1. A largar el tiempo de estudio de este tipo de trabajos, ya que con solo tres muestreos no es suficiente para saber cómo se están comportando las poblaciones en el sistema.
2. Realizar talleres de educación ambiental en la comunidad de Antón Lizardo para que ellos conozcan más a detalle las especies que capturan, así como también los impactos que pueden provocar la capturar los organismos antes de que alcancen la longitud de madurez sexual.

3. Restablecer algunas vedas como la de los tiburones, ya que son muy generales y no albergan a todas las especies, pues no todas se reproducen en la misma temporada.
4. Concientizar a la población sobre la importancia de las especies, no solo como recurso, sino también como integrantes de un ambiente natural.

## Bibliografía

- Arteaga, E., M. Ciales, D. Rodríguez, P. Gómez y L. Manjarrés. 2004. Dinámica reproductiva de los stocks de pargo palmero *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828) en el área norte del Caribe colombiano. Pp. 217-228. En L. Manjares (ed.), Pesquerías demersales del área norte del Mar Caribe de Colombia y parámetros biológico-pesqueros y poblaciones del recurso pargo. Universidad del Magdalena, Santa Marta, 297 p.
- Baremore, I. y M. Passerotti. 2012. Reproduction of the blacktip shark *Carcharhinus limbatus* in the Gulf of Mexico. SEDAR29-WP-09. 24.
- Botero, J. y J. F. Ospina. 2002. Crecimiento de juveniles de pargo palmero *Lutjanus analis* (Cuvier) en jaulas flotantes en Islas del Rosario, Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 31:205-217.
- Cifuentes, R., J. González, G. Montoya, A. Jara, N. Ortiz, P. Piedra y E. Habit. 2012. Relación Longitud-Peso y Factor de Condición de Los Peces Nativos Del Río San Pedro (Cuenca Del Río Valdivia, Chile). *Gayana (Concepción)* 76: 86–100.
- Claro, R., 1983. Ecología y ciclo de vida de la rabirrubia, *Ocyurus chrysurus* (Bloch), en la plataforma cubana II. Edad y crecimiento, estructura de poblaciones y pequerías. Reporte de Investigación del Instituto de Oceanología, *Academia de Ciencias de Cuba*, 19:1-33.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2017. Programa de Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. 357.
- Dávila-Camacho, C. A., P. Arceo, H. Pérez-España y J. Bello-Pineda. 2015. Las pesquerías del Sistema Arrecifal Veracruzano SAV bajo un enfoque ecosistémico. *Revista digital e-bios* (UAM). 2(8): 138-150.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2012. Decreto que modifica al diverso por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del Edo. de Veracruz Llave, con una superficie de 52,238-91-50 Ha, publ. 24 y 25 de agosto de 1992, 3a Sección.
- Díaz, A. 2011. Edad y Crecimiento de pulpo *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana. 68pp.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2016. El estado mundial de la pesca y la agricultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224pp.

- Gutiérrez-Benítez, O. 2012. Aspectos Biológico Pesqueros de la rubia *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791) en Antón Lizardo, Veracruz, México. Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana. 58 p.
- Goodwin, J. M. y J. H. Finucane. 1985. Reproductive biology of Blue Runner (*Caranx crysos*) from the Eastern Gulf of Mexico. *Northeast Gulf Science*. 9.
- Hoggarth, D. D., S. Abeyasekera, R. I. Arthur, J. R. Beddington, R. W. Burn, A. S. Halls, G. P. Kirkwood, M. MacAllister, P. Medley, C. C. Mees, G. B. Parkes, G. M. Pilling, R. C. Wakeford y R. L. Welcomme. 2006. Stock assessment for fishery management. Documento Técnico de Pesca No. 487, Roma, FAO, 261 pp.
- Jiménez-Badillo, L. y H. Castro-Gaspar. 2007. Pesca artesanal en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México. *Investigaciones Científicas en el Parque Arrecifal Veracruzano*. Universidad Autónoma de Campeche. 221-240.
- Le Cren, E. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Freshwater Biological Association*. 19.
- McGoodwin, J. 2002. Comprender las culturas de las comunidades pesqueras Clave para la ordenación pesquera y la seguridad alimentaria. FAO. ISSN 1014-1138. 25 p.
- Muller, R.G., M.D. Murphy., J. de Silva y L. R. Barbieri, 2003. A stock assessment of yellowtail snapper, *Ocyurus chrysurus*, in the Southeast United States. Final report to the National Marine Fisheries Service, the Gulf of Mexico Fishery Management Council, and the South Atlantic Fishery Management Council as part of Southeast data, assessment, and review (SEDAR) III. St. Petersburg, FL., 216 p.
- Restrepo, D. 2010. Biología reproductiva de las especies ícticas más importantes para las pesquerías artesanales del área tasajera –santa marta, (magdalena, Colombia) entre febrero y octubre (2009). Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería Programa de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano 114 p.
- Schneider, J. C., P. W. Laarman y H. Gowing. 2000. Length-Weight Relationships, In: Schneider, J.C., (Ed.), *Manual of fisheries survey methods II: With periodic updates*. Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report 25, Ann Arbor. 18 pp.
- Sokal, R. y F. Rohlf, 1996. *Biometry the principles and practice of statistics in biological research*. W. H. Freeman and Company. New York. 899 pp.
- Tobón-Villatoro, S. 2018. Composición de la dieta del pez rubia *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1790) capturados por la pesca artesanal de Antón Lizardo, Alvarado, Veracruz. Tesis de Profesional, Universidad Veracruzana. 45 p.
- Zea de la Cruz, H. 2012. Estatus y evolución pesquera del tiburón *Rhizoprionodon terranovae* (Richardson, 1836) en costa central del estado de Veracruz. Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana. 90 p.

## INCLUSIÓN DEL HONGO *Pleurotus djamor var roseus* COMO INGREDIENTE PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTO PARA ACUICULTURA

**Cruz García Luis Fernando**\*<sup>1</sup>, Díaz Álvarez Jacinto<sup>1</sup>, Hernández Hernández Luis Héctor<sup>3</sup>, Tello Salgado Isaac<sup>2</sup>, Granados Ramírez José Guadalupe<sup>4</sup> y Hernández Ocampo Daniel<sup>1+</sup>.

**\*Maestría en Manejo de Recursos Naturales del Centro de Investigaciones Biológicas UAEM;** <sup>1</sup>Laboratorio de Bioingeniería Acuícola, <sup>2</sup>Laboratorio de Micología del Centro de Investigaciones Biológicas; <sup>4</sup>Laboratorio de Invertebrados, Facultad de Ciencias Biológicas, UAEM, <sup>3</sup>Laboratorio de Producción Acuícola (Acuario) FES UNAM Iztacala. [ffcq1983@yahoo.com.mx](mailto:ffcq1983@yahoo.com.mx) +Coordinador general del Proyecto [hernanod@uaem.mx](mailto:hernanod@uaem.mx).

**Introducción y Antecedentes:** en la acuicultura un aspecto fundamental es la alimentación, ya que representa entre el 40 y 60% de los gastos de operación de una granja, debido a que la producción de la harina de pescado y de soya, dos de las fuentes de proteínas más utilizadas como ingredientes en la alimentación de los peces, esto está asociado con problemas ambientales como la sobreexplotación de recursos naturales como las sardinas y anchovetas (1; 2). Con base en esto, ha surgido el interés por reemplazar estas fuentes de proteína mediante la sustitución con otras que puedan ser económicas y de fácil adquisición (3) o bien aporten un beneficio para la fisiología de los organismos, con la finalidad de que dicha sustitución no comprometa el crecimiento y calidad de los organismos en cultivo. La utilización de recursos naturales, tales como los hongos, prometen ser una alternativa viable para la obtención de alimentos que puedan aportar un alto valor nutrimental para un buen desarrollo y crecimiento de los peces dentro de los cultivos. En este estudio se propone el uso del hongo *Pleurotus djamor var. roseus*, debido a que el género *Pleurotus* se ha utilizado para elaboración de dietas de algunas especies acuícolas, obteniendo resultados positivos (4) siendo así una alternativa para implementar estas tecnologías en otras especies de interés comercial. Se han realizado algunas investigaciones buscando otras alternativas, una de ellas es la utilización de hongos como alimentos (5) realizaron una evaluación de suplementos alimenticios a base del hongo *Cordyceps militaris* y el bacilo *Lactobacillus plantarum*, en la tilapia *Oreochromis niloticus* sugiriendo que la combinación de estos componentes o sustancias naturales podrían ser consideradas como aditivos o alternativas de suplementos que incrementan el rendimiento en crecimiento y en la inmunología sérica, se han evaluado algunos hongos como *Pleurotus ostreatus*, sobre los parámetros inmunológicos y hematológicos de la trucha arcoiris, *Oncorhynchus mykiss* (4). Se considera que algunos hongos, particularmente los del género *Pleurotus* (6), pueden favorecer el rendimiento en el crecimiento así como mejorar las respuestas al estrés propiciando mejores condiciones fisiológicas y metabólicas de los organismos en condiciones de cultivo.

**Justificación:** debido al incremento de la producción acuícola en respuesta a la demanda alimenticia de algunas comunidades, se han generado limitantes tales como, la disposición o alcance de los alimentos a bajo costo, que ayuden a mantener un ambiente saludable y que permita generar bienestar en los peces sin afectar la producción y rentabilidad, que involucre la eficiencia alimenticia (dado que los peces se encuentran entre los animales más eficientes en la conversión de alimentos en tejido corporal), tasa de crecimiento y respuesta favorable contra patógenos, por lo tanto el presente proyecto busca evaluar la eficiencia del alimento a base del hongo *Pleurotus djamor var. roseus*, para favorecer el crecimiento de la tilapia *Oreochromis niloticus* y mejorar los procesos de producción, para constituirse en una propuesta alternativa para el manejo de los recursos naturales de importancia productiva.

**Objetivo:** Evaluar la eficiencia nutricional de dieta a base del hongo *Pleurotus djamor* var. *Roseus*, para el crecimiento de la Tilapia *Oreochromis niloticus*.

**Materiales y Métodos:** la cepa fue proporcionada por el laboratorio de Micología CIB UAEM, para su resiembra y mantenimiento, para propagar en paja de trigo estéril (paja húmeda), se colocaron en las áreas de fructificación ubicadas en el módulo de crecimiento del Laboratorio de Micología en el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), durante 60 días a una temperatura de 23 °C promedio con una humedad del 90 al 95%, una vez que los cuerpos fructíferos alcanzaron el estadio adulto se procedió a realizar la cosecha y secado hasta la pulverización. Posteriormente se realizó el Análisis Químico Proximal para determinar la cantidad de proteína que contiene el hongo. **Preparación de formulaciones** se realizaron tres dietas con 15, 20 y 25 % de proteína fúngica, complementada con proteína animal con harina de pescado adicionando también aceite de pescado, mezcla de minerales, carbohidratos y grasas. **Organismos y tratamientos:** los peces se mantuvieron en condiciones de laboratorio con temperatura de 27 °C, y pH 6.8, aireación constante, fueron separados en cuatro grupos (T1, T2, T3 y Control), y en cada pecera se utilizaron diez organismos. Se realizaron tres periodos de alimentación, 9, 13 y 17 h con base a la biomasa a una tasa de alimentación del 7 % mantenida diariamente, durante un periodo de 60 días. Posteriormente se realizaron las biometrías para registrar peso y talla cada 15 días; utilizando los resultados de peso y talla se calcularon los valores zootécnicos: ganancia de peso, talla, factor de conversión alimenticia, tasa específica de crecimiento y sobrevivencia (6 y 7). **Toma de muestra sanguínea.** Se tomó una muestra sanguínea de la branquia, (8), para determinar Conteo total de leucocitos, eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, recuento diferencial de leucocitos. Los datos obtenidos en la fase experimental fueron analizados con una prueba de ANOVA con un valor de significancia  $P=0.05$ .

**Resultados:** se obtuvo la producción *Pleurotus djamor* var. *roseus* con una Eficiencia Biológica de  $55\% \pm 3.17$  y la Tasa de producción de 0.87.

Al evaluar las biometrías de crecimiento se determinó que de manera general los tres tratamientos favorecen la ganancia de peso y talla como lo podemos ver en la tabla 1 y 2, se tiene el 97% de sobrevivencia y un Factor de Conversión alimenticia de 1.4 que lo tuvo el tratamiento 2 (20% de hongo).

Tabla 1. Comparación de las ganancias de peso de los tratamientos y el control a los 60 días de crecimiento. (Promedio  $\pm$  DE, n=30).

Peso (g)	Control	Tratamiento 1 (15%)	Tratamiento 2 (20%)	Tratamiento 3 (25%)
Inicio	3 $\pm$ 0.16	3.5 $\pm$ 0.22	3.3 $\pm$ 0.22	3.1 $\pm$ 0.17
15 días	6.1 $\pm$ 1.14	5.7 $\pm$ 0.45	5.8 $\pm$ 0.24	6.2 $\pm$ 1.29
30 días	11.7 $\pm$ 0.82	11.5 $\pm$ 1.47	12.2 $\pm$ 0.72	11.8 $\pm$ 0.77
45 días	16.6 $\pm$ 0.77	14.7 $\pm$ 1.15	16.3 $\pm$ 1.09	16.1 $\pm$ 0.7
60 días	23.3 $\pm$ 0.95	21.2 $\pm$ 1.19	22.6 $\pm$ 1.21	22.3 $\pm$ 1.32



Tabla 2. Registro de la talla promedio de los organismos en cada uno de los tratamientos a los 0, 15,30, 45 y 60 días del experimento. (Promedio  $\pm$  DE, n=30).

Talla (cm)	Control	Tratamiento 1 (15%)	Tratamiento 2 (20%)	Tratamiento 3 (25%)
Inicio	4.1 $\pm$ 0.74	4.2 $\pm$ 0.82	4.2 $\pm$ 0.26	4.1 $\pm$ 0.16
15 días	7 $\pm$ 0.31	6.5 $\pm$ 0.41	6.6 $\pm$ 0.61	6.9 $\pm$ 0.16
30 días	10.1 $\pm$ 0.41	10.6 $\pm$ 0.63	10.4 $\pm$ 0.5	10.2 $\pm$ 0.16
45 días	13.7 $\pm$ 0.41	13.7 $\pm$ 0.64	13.5 $\pm$ 0.66	13.2 $\pm$ 0.16
60 días	18.3 $\pm$ 0.57	16.9 $\pm$ 0.62	18.3 $\pm$ 0.48	18.6 $\pm$ 0.16

En cuanto a la fisiología de los organismos, al evaluar los parámetros hematológicos podemos apreciar en la tabla 3, que conforme se aumenta la concentración de proteína de origen fúngico, favorece una mejor producción de eritrocitos y hemoglobina; así como también aumenta la producción de leucocitos, que mejoran la respuesta inmune y refleja una mejor nutrición de los peces. Por otra parte se observó que se aumenta la producción de linfocitos como parte de la respuesta inmune de memoria lo que podría decir que los hongos favorecen una mejor respuesta inmune de los peces ante posibles enfermedades.

Tabla 4. Comparación de los parámetros hematológicos al inicio y a los 60 días de alimentación, con la formulación que contiene polvo de hongo *Pleurotus djamor var roseus* (Promedio  $\pm$  DE, n=5).

Parámetros Hematológicos	Control		15 %		20 %		25%	
	Inicio	60 días	Inicio	60 días	Inicio	60 días	Inicio	60 días
RTR (cels/mm <sup>3</sup> ) x10 <sup>5</sup>	2.374 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	2.88 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>	2.52 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	3.67 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	2.4 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>	3.68 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>	2.38 $\pm$ 0.21 <sup>a</sup>	3.60 $\pm$ 0.44 <sup>a</sup>
RTB (cels/mm <sup>3</sup> ) x10 <sup>3</sup>	2.03 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>	2.66 $\pm$ 0.13 <sup>c</sup>	2.18 $\pm$ 0.19 <sup>a</sup>	3.06 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup>	2.08 $\pm$ 0.83 <sup>a</sup>	3.3 $\pm$ 0.16 <sup>ab</sup>	2.1 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	3.38 $\pm$ 0.84 <sup>b</sup>
Hemoglobina (g/dL)	7.5 $\pm$ 0.42 <sup>a</sup>	11.2 $\pm$ 0.8 <sup>c</sup>	8 $\pm$ 1.22 <sup>a</sup>	14 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>	8.6 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>	15.2 $\pm$ 0.8 <sup>ab</sup>	7.2 $\pm$ 0.84 <sup>a</sup>	14 $\pm$ 0.44 <sup>b</sup>
Hematocrito (%)	14.4 $\pm$ 1.14 <sup>b</sup>	17.8 $\pm$ 1.9 <sup>b</sup>	17.6 $\pm$ 1.14 <sup>a</sup>	25.4 $\pm$ 2.2 <sup>a</sup>	14.2 $\pm$ 0.8 <sup>b</sup>	24 $\pm$ 1 <sup>a</sup>	16 $\pm$ 1.6 <sup>ab</sup>	24.6 $\pm$ 1.67 <sup>a</sup>
VCM (fL)	60.7 $\pm$ 4.5 <sup>ab</sup>	61.9 $\pm$ 7.8 <sup>a</sup>	69.9 $\pm$ 4.7 <sup>a</sup>	69.2 $\pm$ 4.2 <sup>a</sup>	58.3 $\pm$ 4.2 <sup>b</sup>	65.2 $\pm$ 2.5 <sup>a</sup>	67.6 $\pm$ 7.9 <sup>ab</sup>	69.9 $\pm$ 4.4 <sup>a</sup>
CMH (pg)	31.5 $\pm$ 2.7 <sup>a</sup>	38.9 $\pm$ 2.6 <sup>a</sup>	31.7 $\pm$ 4.6 <sup>a</sup>	38.2 $\pm$ 1.9 <sup>a</sup>	35.3 $\pm$ 3.2 <sup>a</sup>	41.3 $\pm$ 2.2 <sup>a</sup>	30.5 $\pm$ 5.2 <sup>a</sup>	44.9 $\pm$ 1.3 <sup>b</sup>
CMHG (%)	52.2 $\pm$ 6.9 <sup>ab</sup>	63.5 $\pm$ 8.4 <sup>a</sup>	45.3 $\pm$ 5.4 <sup>a</sup>	55.4 $\pm$ 5.4 <sup>a</sup>	60.6 $\pm$ 2.6 <sup>b</sup>	63.5 $\pm$ 5.4 <sup>a</sup>	45.7 $\pm$ 9.3 <sup>a</sup>	64.5 $\pm$ 5.6 <sup>a</sup>
Neutrófilos (%)	62.6 $\pm$ 3.22 <sup>a</sup>	60.8 $\pm$ 1.6 <sup>c</sup>	60.2 $\pm$ 1.7 <sup>a</sup>	50.2 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>	61.2 $\pm$ 1.9 <sup>a</sup>	46.2 $\pm$ 2.6 <sup>ab</sup>	61.8 $\pm$ 2.4 <sup>a</sup>	43.8 $\pm$ 3.2 <sup>b</sup>
Eosinófilos (%)	3.6 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>	3 $\pm$ 1.6 <sup>a</sup>	4 $\pm$ 1.6 <sup>a</sup>	3.2 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup>	4.4 $\pm$ 1.5 <sup>a</sup>	2.2 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup>	5 $\pm$ 1.6 <sup>a</sup>	4 $\pm$ 1.0 <sup>a</sup>
Basófilos (%)	1.8 $\pm$ 0.83 <sup>a</sup>	2.8 $\pm$ 0.83 <sup>a</sup>	3.2 $\pm$ 1.09 <sup>a</sup>	3 $\pm$ 1.22 <sup>a</sup>	2.4 $\pm$ 0.54 <sup>a</sup>	1.8 $\pm$ 0.83 <sup>a</sup>	2.4 $\pm$ 0.54 <sup>a</sup>	2.2 $\pm$ 0.83 <sup>a</sup>
Monocitos (%)	3.8 $\pm$ 0.83 <sup>a</sup>	3.8 $\pm$ 1.2 <sup>a</sup>	4.2 $\pm$ 0.83 <sup>a</sup>	2.4 $\pm$ 0.54 <sup>a</sup>	4.2 $\pm$ 0.83 <sup>a</sup>	2.4 $\pm$ 0.89 <sup>a</sup>	3.2 $\pm$ 0.83 <sup>a</sup>	2.6 $\pm$ 1.51 <sup>a</sup>
Linfocitos (%)	28.2 $\pm$ 3.11 <sup>a</sup>	29.6 $\pm$ 2.5 <sup>c</sup>	28.4 $\pm$ 3.5 <sup>a</sup>	41.2 $\pm$ 2.04 <sup>a</sup>	27.8 $\pm$ 2.68 <sup>a</sup>	47.4 $\pm$ 2.07 <sup>b</sup>	27.6 $\pm$ 1.14 <sup>a</sup>	47.4 $\pm$ 2.5 <sup>b</sup>

\*Nota. RTR: recuento total de glóbulos rojos, RTB: recuento total de glóbulos blancos, VCM: volumen corpuscular medio, CMHG: concentración media de hemoglobina globular, CMH: concentración media de hemoglobina. Los valores con letras diferentes dentro de una fila son significativamente diferentes (ANOVA,  $P < 0.05$ )

**Discusión y conclusión:** Uno de los principales aportes vistos al utilizar hongos como suplementos o complementos alimenticios es mejorar el crecimiento (9) y en algunos estudios se ha evaluado la activación del sistema inmune por varias especies de hongos en dietas para algunos peces de interés comercial como *P. eryngii* en *Cyprinus carpio* (10) o en el pez gato *Pangasius bocourti* (11), *P. ostreatus* en el pez gato *Silurus asotus* (12), o los betaglucanos de setas en *Epinephelus coioides* (13) y *Lentinula edodes* en truchas arcoiris, *Oncorhynchus mykiss* (14 y 15) y *Pleurotus osteratus* en la Tilapia *Oreochromis niloticus*. Por ellos podemos decir que la utilización e inclusión del polvo del hongo *Pleurotus djamor var roseus*, en dietas elaboradas para la tilapia *Oreochromis niloticus*, favorece a la tasa específica de crecimiento,

factor de conversión alimenticia y sobrevivencia, así como mejorar aspectos de su fisiología (perfil hematológico), al inducir el aumento significativo de eritrocitos y hemoglobina que están relacionados con el transporte de oxígeno y en los leucocitos encargados de la respuesta inmune ante patógenos, en este grupo particularmente los linfocitos se aumentan y estos participan en la respuesta de memoria es decir este hongo está funcionando como inmunomodulador de la respuesta adaptativa generando una aportación para continuar con estudios relacionados a la resistencia a enfermedades. En este sentido esta propuesta podría aportar información sobre la optimización de este hongo como inmunoestimulante que ayude a bajar el índice de utilización de antibióticos y otros químicos que son comunes en la acuicultura para prevenir o controlar enfermedades y que esto podría implicar un riesgo por la alta resistencia o la bioacumulación de estos en la carne dado que esta especie van destinados a consumo humano.

### Literatura citada.

- (1) FAO (2012). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- (2) Naylor RL, Goldberg RJ, Primavera JH, Kautsky N, Beveridge MCM, Clay J, Folke J, Lubchenco H, Mooney H and Troell M. (2000). Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*. 405:1017–1024.
- (3) Shepherd T. (1998). Rendered products in aquaculture feeds. *International AquaFeed*. 4: 13-17.
- (4) Ulukoy G, Baba E, and Ontas C. (2016). Effect of Oyster Mushroom, *Pleurotus ostreatus*, Extract on Hemato-Immunological Parameters of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 47:5 676-684.
- (5) Van Doan H, Hoseinifar SH, Dawwood MAO, Chitmanat C and Tayyamat K. (2017a). Effects of *Cordyceps militaris* spent mushroom substrate and *Lactobacillus plantarum* on mucosal, serum immunology and growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish & Shellfish Immunology*. 70: 87-94.
- (6) Khalafalla MM and El-Sayed B. (2015). Biological treatment of broad vean hulls and its Evaluation through Tilapia Fingerlings (*Oreochromis niloticus*) Feeding. *Journal of Aquaculture Research and Development*. 6:8 1-5.
- (7) Karga J and Mandal SC. (2017). Effect of different feeds on the growth, survival and reproductive performance of zebrafish, *Danio rerio* (Hamilton, 1822). *Aquaculture*. 23: 406–413.
- (8) Ricker WE. (1979). Growth rates and models. In: Hoar, W.S., Randall, D.J. and Brett, J.R., Eds., *Fish Physiology*, III, Bioenergetics and Growth, Academic Press, New York. 677-743.
- (9) Campbell TW and Ellis CK. (2007). *Avian and Exotic Animal Hematology and Cytology*. Third Edition. Blackwell Publishing. 4:93-112.
- (10) Gatlin DM, Li P, Wang X, Burr GS, Castille F, and Laurence L. (2006). Potential application of Prebiotics in Aquaculture. *Aquaculture*. 371-376.
- (11) Safari O and Sarkheil M. (2018). Dietary administration of eryngii mushroom (*Pleurotus eryngii*) powder on haemato-immunological responses, bactericidal activity of skin mucus and growth performance of koi carp fingerlings (*Cyprinus carpio koi*). *Fish & Shellfish Immunology*. 80: 505–513.
- (12) Van Doan H, Doolgindachbaporn S, Suksri A. (2016). Effects of Eryngii mushroom (*Pleurotus eryngii*) and *Lactobacillus plantarum* on growth performance, immunity and disease resistance of Pangasius catfish (*Pangasius bocourti*, Sauvage 1880), *Fish Physiology Biochemistry*. 42 1427–1440.
- (13) Katya K, Yun YH, Park G, Lee JY, Yoo G, Bai SC. (2014). Evaluation of the efficacy of fermented by-product of mushroom, *Pleurotus ostreatus*, as a fish meal replacer in juvenile amur catfish, *Silurus asotus*: effects on growth, serological characteristics and immune responses, Asian-Australasian. *Journal of Animal Science*. 27: 1478–1486.
- (14) Chang CS, Huang SL, Chen S, Chen SN. (2013). Innate immune responses and efficacy of using mushroom beta-glucan mixture (MBG) on orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides*. *Fish & Shellfish Immunology*. 35 115–125.
- (15) Baba E, Uluköy G, Öntaş C. (2015). Effects of feed supplemented with *Lentinula edodes* mushroom extract on the immune response of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, and disease resistance against *Lactococcus garvieae*. *Aquaculture*. 448: 476-482.

## ACTIVIDAD PESQUERA EN ANTÓN LIZARDO, VERACRUZ: LA PERSPECTIVA DE LOS PESCADORES

<sup>1</sup>Guerra-Ramírez Perla Viridiana\*, <sup>1</sup>Vivanco-Montané Orlando, <sup>1</sup>Ocaña-Díaz Erick Rodrigo y <sup>1</sup>Valero-Pacheco Elizabeth.

<sup>1</sup>Laboratorio de Hidrobiología, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91090 Xalapa, Veracruz, México. Correo electrónico: [viriperlita@gmail.com](mailto:viriperlita@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN

La actividad pesquera representa una importante fuente de alimentos, nutrición, ingresos y medios de vida para cientos de millones de personas en el mundo. Siendo los recursos pesqueros uno de los productos alimenticios más comercializados a nivel global y de los cuales más de la mitad del valor de las exportaciones pesqueras procede de países en desarrollo (FAO, 2016). La actividad pesquera es de gran importancia en el país, ya que posee un valor económico, social y alimentario. Esta a su vez es parte de una cadena productiva en la que se generan empleos de forma directa e indirecta y, además, es parte de la seguridad alimentaria (INAPESCA, 2006).

La pesca es una actividad productiva primaria que requiere del conocimiento para la administración del uso de los recursos pesqueros, con la finalidad de seguir beneficiándose de estos recursos de forma sustentable (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón, 2011). Todo esto, debido a que, a pesar de los esfuerzos por realizar una actividad pesquera adecuada, estos, resultan insuficientes ante la demanda excesiva que genera un aprovechamiento mayor a la que los recursos pesqueros pueden soportar (INAPESCA, 2006).

La demanda excesiva no solo provoca la sobreexplotación de los recursos, ya que, además, conlleva a otros problemas, como la captura accidental de especies no objetivo o sin valor comercial, el deterioro ambiental, la pérdida de hábitats y contaminación, situaciones que se hacen mayormente evidentes en áreas costeras (INAPESCA, 2006). Se considera que la sobreexplotación pesquera es una de las actividades humanas que tienen un mayor impacto sobre la biodiversidad (Dayton *et al.*, 2005).

En la costa veracruzana se encuentra un grupo de once arrecifes frente a las ciudades de Boca del Río y Veracruz y otro grupo de doce arrecifes frente a la localidad de Antón Lizardo, que en conjunto forman el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) (Santander-Monsalvo, 2010), característica que brinda a esta zona costera una gran diversidad biológica de la cual los miembros de las comunidades obtienen una gran variedad de recursos desarrollándose desde actividades humanas portuarias, hasta actividades turísticas y urbanas (Ortiz-Lozano *et al.*, 2015).

Los recursos que poseen las zonas costeras proveen bienes y servicios ecosistémicos, relacionados con la provisión de alimento, oportunidades recreativas, protección a la infraestructura costera y diversos valores estéticos y culturales, entre otros. La permanencia de estos bienes y servicios se encuentra amenazada por el aumento del grado de impacto de las actividades humanas, como el incremento de la actividad pesquera, la contaminación, el cambio climático y la modificación del uso de suelo (Reyna-González, 2014).

La actividad pesquera se encuentra influenciada por una gran variedad de procesos biológicos, sociales y económicos, siendo el pescador el primer agente participante en esta, por lo tanto, resulta fundamental evaluar las condiciones en las que se realiza la pesca y los factores que afectan a la misma desde una perspectiva social, económica y cultural en los que se encuentran inmersos los pescadores con la finalidad de generar una visión holística que permita aumentar la eficacia y calidad de la actividad pesquera y conservar los recursos naturales que son extraídos en la localidad de Antón Lizardo, Veracruz, México.

## **Antecedentes**

La pesca es una de las actividades productivas más antiguas de la humanidad, de hecho, una gran parte de los seres humanos a lo largo de la historia se han establecido en zonas costeras de donde pueden extraer gran cantidad de recursos (Arnason, 2001). La pesca en México tiene sus orígenes hace alrededor de 2500 y 3000 años, sin embargo, como una actividad registrada oficialmente comienza a finales del siglo XIX, ya que para el año 1871 ya se establecían lineamientos con respecto a la producción y a la protección de especies, así como una regulación a la actividad pesquera en sí (Espino-Barr *et al.*, 2008).

A lo largo de la historia, México se ha caracterizado por tener una actividad pesquera en dos modalidades: la pesca ribereña o artesanal y la pesca de altura o industrializada. Existe una gran diferencia entre ambas, ya que la pesca ribereña a pesar de ser de pequeña escala, emplea una mayor cantidad de población, posee una infraestructura menor, además de poca seguridad y regulación derivada del poco interés y apoyo financiero, mientras que la pesca industrial tiene un mayor desarrollo sobre todo en la zona noroccidental del país, requiere una menor cantidad de gente, está altamente tecnificada y aporta un mayor ingreso económico a comparación de la ribereña (González-Laxe y Martínez-Martínez, 2016).

México posee uno de los litorales de mayor tamaño a nivel mundial, con más de 11 000 km de costas, siendo únicamente superado a nivel de producción por Chile y Perú en toda América Latina.

En México por cada dólar extraído del mar, se obtienen 60 centavos (USD) de ganancia, esta cantidad es baja si se compara que en promedio en el mundo por cada dólar de extracción se tiene una ganancia de tres dólares (IMCO, s/f). Para el 2010 la Carta Nacional de Pesca (CNP) incluyó 477 especies extraíbles, mostrando, además, que sólo el 16% de las pesquerías tenían potencial de desarrollo, mientras que 67% se encontraban a su máxima capacidad y 17% estaban sobreexplotadas.

En cuanto a la pesca ribereña en el estado de Veracruz de acuerdo Anuario Estadístico 2004, se tenían registradas 16,088 embarcaciones pertenecientes a pesca ribereña, siendo 5,141 con motor y 10,947 con remos. Los pescadores se encuentran expuestos a accidentes durante su actividad en el mar, ejemplo de ello es el caso de Jesús Mora Saavedra, habitante de la localidad de Antón Lizardo, quien sufrió un percance al volcarse su lancha mientras pescaba el 24 de octubre del 2018 a causa de los fuertes vientos (<https://www.presencia.mx/nota.aspx?id=152203&s=7>).

En cuanto a estudios enfocados a la actividad pesquera bajo la visión de los pescadores encontramos lo realizado por Méndez-García (2005) donde hace una evaluación de la pesca artesanal tomando en cuenta información propia de los pescadores en Baja California Sur. Otros trabajos como el de Dávila-Camacho (2014), recopilan información acerca de la actividad pesquera en las costas que se encuentran frente al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV). Jiménez y Castro (2002) realizan una investigación acerca del recurso pesquero en general en el mismo PNSAV y Pardo-Núñez (2007) recopilan información sobre las cooperativas existentes en Antón Lizardo.

### **Hipótesis**

La actividad pesquera en Antón Lizardo al ser una comunidad rural es de tipo artesanal y se lleva a cabo por medio de lanchas, siendo las redes el arte de pesca con mayor uso.

### **Objetivos:**

#### **General**

- Elaborar un diagnóstico de los aspectos sociales, económicos y biológicos asociados a la pesca artesanal en Antón Lizardo, Veracruz, México.

#### **Específicos**

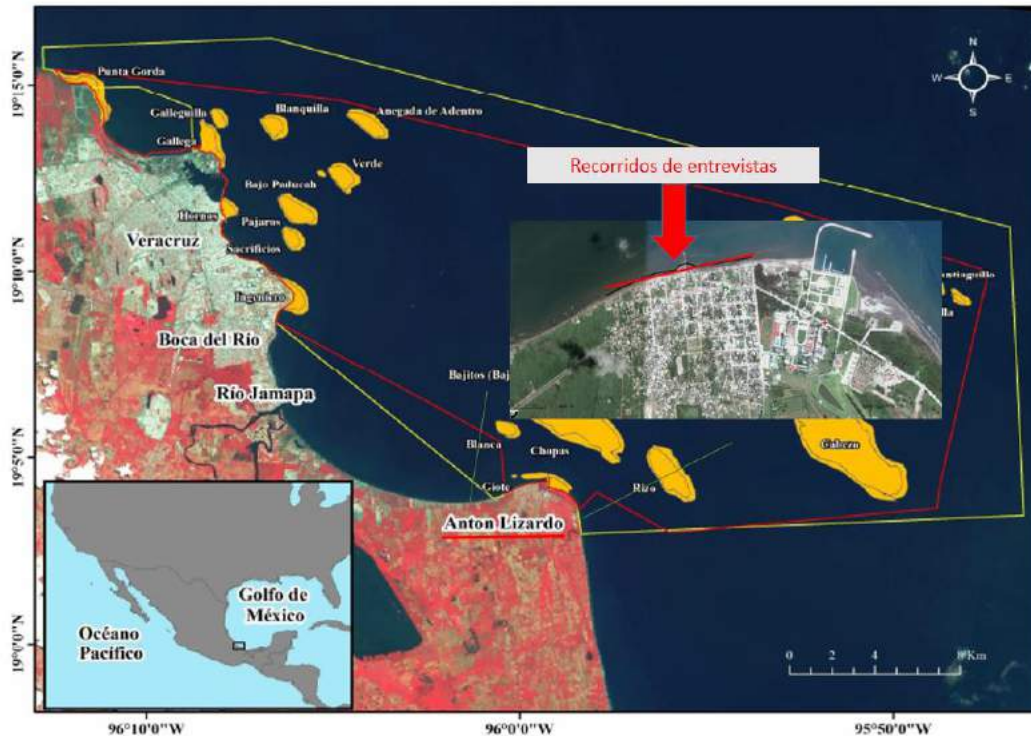
- Identificar las artes de pesca utilizadas y los recursos pesqueros extraídos por los pescadores en la localidad de Antón Lizardo.
- Determinar distintas condiciones socio-económicas de los pescadores en la localidad de Antón Lizardo.
- Registrar los factores que se encuentran inmersos en la actividad pesquera de acuerdo a los pescadores.
- Conocer las distintas cooperativas pesqueras inmersas en la región.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

### **Área de estudio**

La localidad de Antón Lizardo del municipio de Alvarado, se encuentra en la zona costera del Estado de Veracruz, en el Golfo de México y se ubica a unos 20 km al suroeste de Veracruz, de acuerdo al censo INEGI (2005), esta localidad tiene 6,187 habitantes. Antón Lizardo, junto con Boca del Río y Veracruz, comparten el ANP Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) del cual Antón Lizardo posee la región sur con un total de 12 arrecifes (Reyna-González, 2014).

Existen tres temporadas diferenciadas a lo largo del año: nortes (octubre-abril), secas (abril-mayo) y lluvias (junio-septiembre) (Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008). Alvarado se localiza entre los paralelos 18° 34' y 19° 06' de latitud norte; los meridianos 95° 31' y 96° 07' de longitud oeste, contando con un rango altitudinal entre 5 y 100 metros. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, cuenta con una temperatura que varía entre los 24-28 °C y con una precipitación de 1400 a 2100 mm (SEFIPLAN, 2015).



**Figura 1. Imagen satelital de la Localidad y transecto para entrevistas. Costa del Estado de Veracruz y PNSAV. Se encuentran inmersas en la zona, las ciudades de Boca del Río y Veracruz y la localidad de Antón Lizardo. Recuperado de: Reyna-González, P. (2014).**

### Trabajo de campo

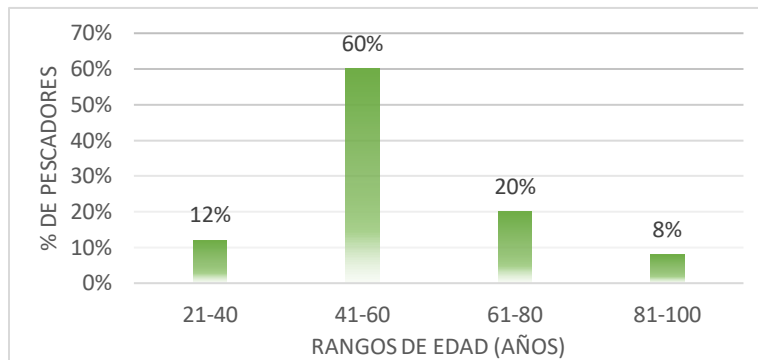
Se llevaron a cabo tres visitas a la localidad de Antón Lizardo durante los meses de octubre y noviembre del 2018, realizando entrevistas semiestructuradas a pescadores a lo largo de la línea de costa. Se hizo una sola entrevista por embarcación con la finalidad de no sobreestimar alguna respuesta, ya que las embarcaciones variaban en número de tripulantes. Dichas entrevistas constaron de un total de 21 preguntas las cuales cubrían las categorías de actividad pesquera, recurso pesquero, aspecto social y económico.

### Trabajo de gabinete

Las respuestas obtenidas fueron depositadas en una base de datos en el programa Excel 2016 para su posterior análisis y la generación de promedios, tablas y gráficas que facilitaron la interpretación de los datos. Se realizó la búsqueda de información similar a la recabada en el presente estudio con la finalidad de establecer una comparación y un análisis más profundo de los resultados obtenidos.

## RESULTADOS

Se entrevistó a un total de 25 pescadores, cada uno de ellos perteneciente a embarcaciones distintas, de los cuales todos eran hombres y todos realizaban pesca artesanal a bordo de lanchas con motor. Los valores de edad de los entrevistados variaron entre los 23 y los 94 años, con una media de 56.04 años. En cuanto a rangos, el 12% de los pescadores tenían una edad de entre 21-40 años, el 60% entre 41-60 años, el 20% entre 61-80 años y finalmente el 8% entre 81-100 años (Fig. 2).



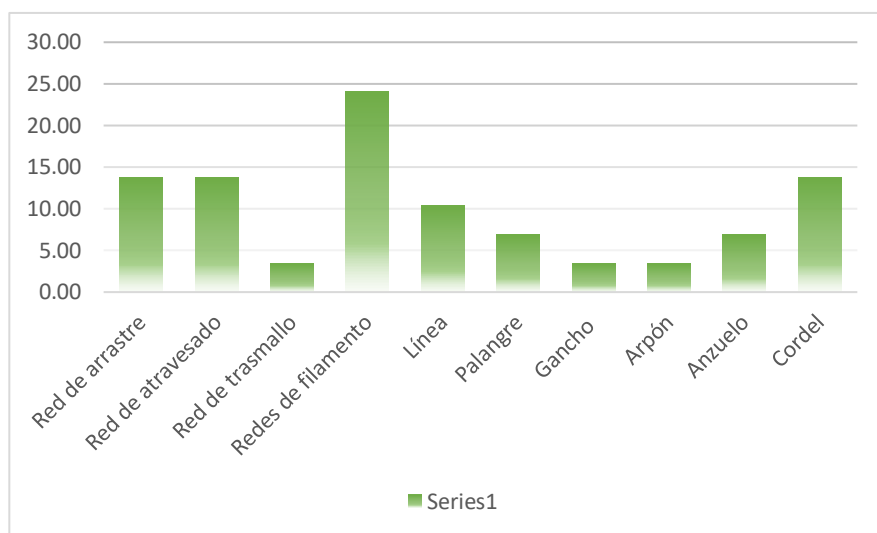
**Figura 2. Rangos de edades de los pescadores de Antón Lizardo.**

Se reportaron un total de 17 nombres comunes para los recursos pesqueros que eran extraídos de la zona, siendo 16 peces y 1 molusco. Estos productos variaban en precios, siendo los productos de menor valor económico el Jurel Blanco, la Rubia y el Burriquete al costar \$35, \$30 y \$30 pesos mexicanos respectivamente, mientras que los productos con un precio más alto fueron Bacalao, Huachinango y Mojarra costando \$180, \$160 y \$140 pesos (Tabla 1).

**Tabla 1. Listado de recursos pesqueros y precios por kilogramo en Antón Lizardo, Veracruz.**

Producto	Precio	Producto	Precio
Bacalao	180	Cubera	80
Huachinango	160	Lora	60
Mojarra	140	Tiburón	50
Robalo	120	Bonito	50
Sierra	85	Cazón	40
Rubia	80	Burriquete	35
Peto	80	Rubia	30
Pulpo	80	Jurel blanco	30
		Cornuda	S/R

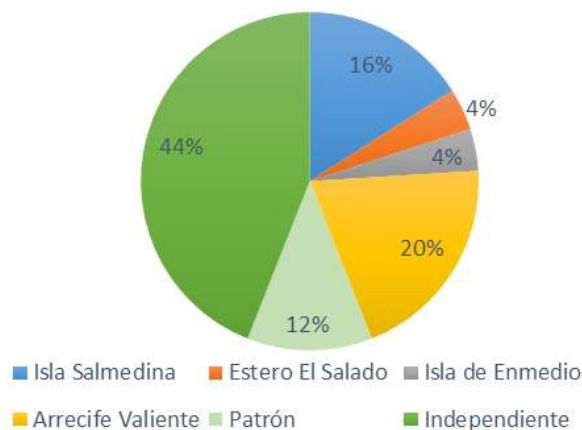
En cuanto a los artes de pesca utilizados en Antón Lizardo se registraron hasta 10 nombres distintos, siendo las redes el más mencionado. Sin embargo, los pescadores se referían a ellas de cuatro formas distintas: redes de filamento, redes de trasmallo, redes de arrastre y redes de atravesado, siendo las de filamento las más comunes, siendo utilizadas por el 24% de los entrevistados. Los artes de pesca con menor uso fueron el gancho y el arpón siendo utilizados por únicamente 3.4% en ambos casos (Fig. 3).



**Figura 3. Artes de pesca y su frecuencia de uso en Antón Lizardo, Veracruz.**

Con respecto a la distancia que se alejan de la costa, los pescadores mencionaron distancias desde 5 hasta 80 millas, sin embargo, únicamente 12 de los 25 pescadores respondieron a esta cuestión de forma precisa (millas), mientras que otros tres lo mencionaron por tiempo y el resto no pudo mencionar con seguridad la distancia a la que se alejaban.

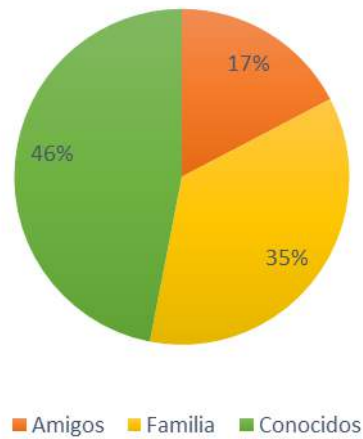
En cuanto a la organización pesquera, se registraron un total de cuatro cooperativas pesqueras (Isla Salmedina, Estero el Salado, Isla de En medio y Arrecife Valiente) siendo 44% de los pescadores pertenecientes a alguna de ellas, mientras que el 56% tenía un patrón o era pescador independiente. Arrecife Valiente fue la cooperativa más mencionada ya que contaba con un 20% de los pescadores, seguida de Isla Salmedina con un 16% y de Estero el Salado e Isla de En medio con 4% en ambos casos. Por otro lado, un 44% de los pescadores eran independientes y el 12% tenían un patrón (Fig. 4).



**Figura 4. Pescadores en cooperativas e independientes en Antón Lizardo, Veracruz.**



En cuanto a la relación que se tiene entre los integrantes de la tripulación, se mencionaron las categorías de conocidos, amigos y familiares, siendo la primera de ellas la relación con mayor número de menciones con 46%, seguido de familiares con 35% y amigos con 17% (Fig. 5).



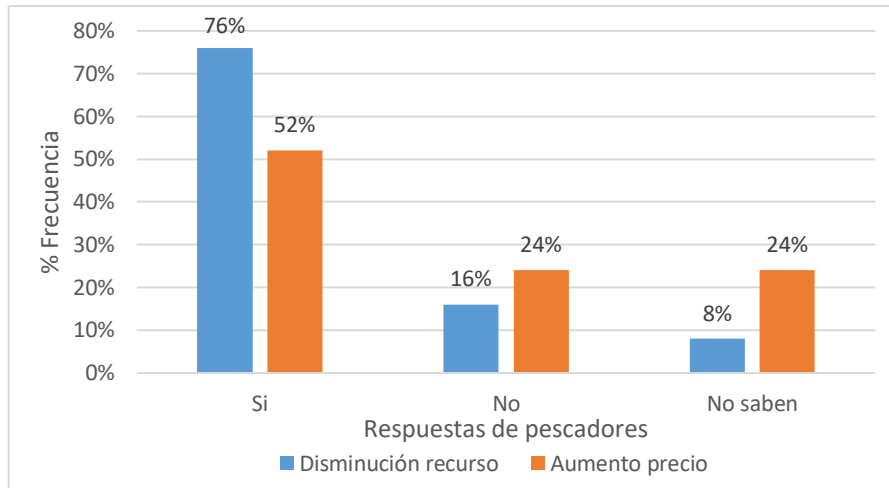
**Figura 5. Relación de los pescadores con los miembros de la tripulación en Antón Lizardo, Veracruz.**

En cuanto a las redes los pescadores mencionaron que podían ser compradas, fabricadas o reparadas. El 56% de los entrevistados mencionaron que sus redes eran compradas, mientras que el 36% decía que las fabricaban y únicamente el 8% usaba redes que habían reparado (Fig. 6).



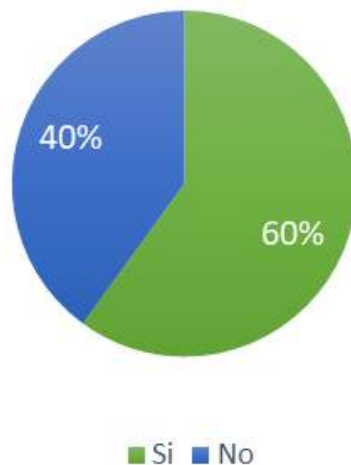
**Figura 6. Origen de las redes utilizadas por los pescadores en Antón Lizardo, Veracruz.**

Los pescadores fueron cuestionados con respecto a si habían notado una disminución de los recursos y un aumento en los precios, a lo que 76% mencionó que, si había una disminución del recurso, 16% decían que no y 8% no sabían. Mientras que, en cuanto al aumento de precios, el 52% dijo que, si había aumentado, mientras que 24% dijo que no y el resto no sabía (Fig. 7).



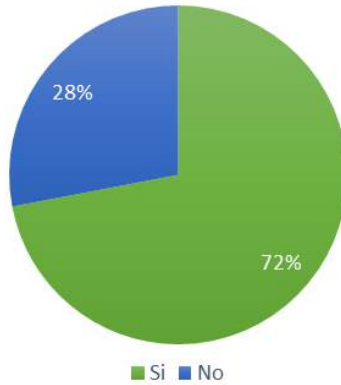
**Figura 7. Percepción del estado del recurso y del valor económico del mismo a través del tiempo por los pescadores de Antón Lizardo, Veracruz.**

En cuanto a accidentes que se presentaran durante la actividad pesquera, el 60% contestó que habían sufrido un accidente o habían sido testigos de uno durante su actividad (corte, pérdida, mordida, muerte, etc), y el 40% restante menciona que no habían vivido accidentes durante su actividad (Fig. 8).



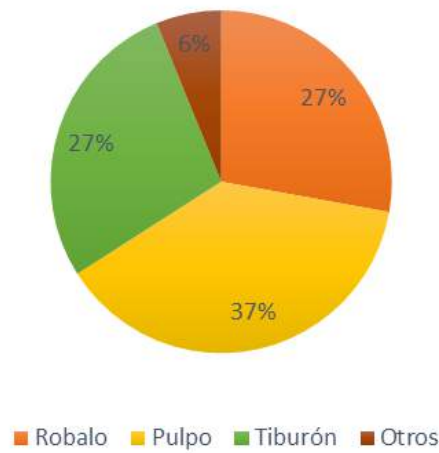
**Figura 8. Accidentes durante la actividad pesquera en Antón Lizardo.**

El 72% de los pescadores tiene conocimiento de al menos una especie que presente alguna veda, mientras que el 28% restante no sabe de vedas o al menos mencionan que sus productos no los tienen (Fig. 9). Dos personas entrevistadas tenían otras dos actividades más allá de la pesca. Las vedas mencionadas eran de robalo (27%), pulpo (37%) y tiburón (27%) (Fig. 10).

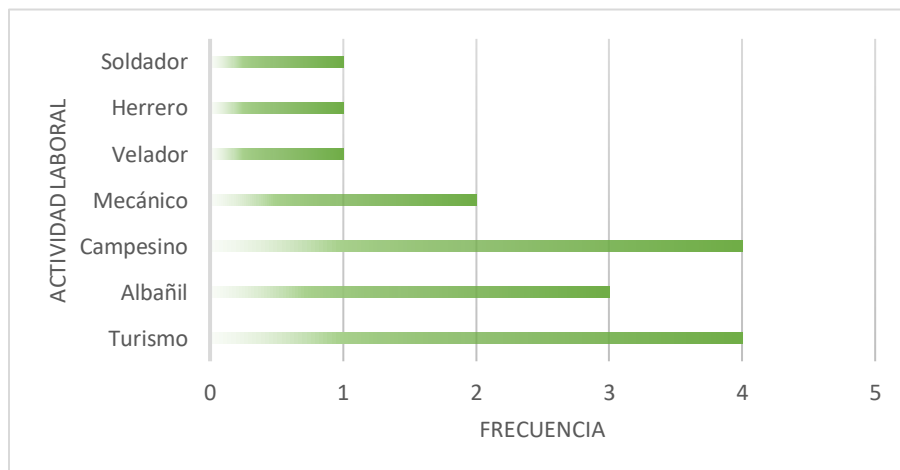


**Figura 9. Conocimiento de vedas por los pescadores en Antón Lizardo, Veracruz.**

El 60% de los pescadores posee otra actividad laboral, mientras que el 40% restante únicamente pesca para obtener un ingreso económico. Son siete trabajos distintos: turismo, campesino, velador, mecánico, albañil, soldador y herrero. Siendo el turismo y el campo los sectores a los que más se dedican con cuatro trabajadores en ambos casos, mientras que soldador, herrero y velador únicamente fueron mencionados en una ocasión (Fig. 11).

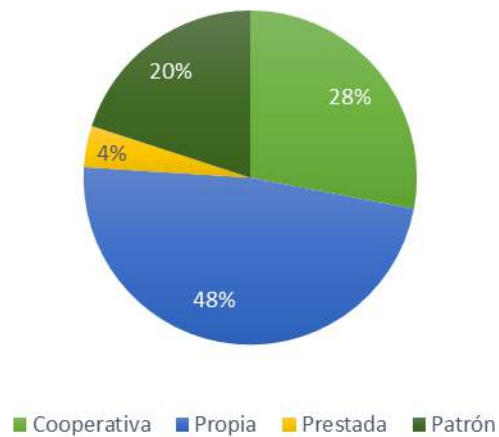


**Figura 10. Especies con veda según los pescadores en Antón Lizardo, Veracruz.**



**Figura 11. Otras actividades laborales de los pescadores en Antón Lizardo, Veracruz.**

En cuanto a la pertenencia de la lancha, el 48% de los pescadores identificaba la embarcación como propia, el 28% mencionaba que era de la cooperativa, el 20% contestó que era de su patrón y el 4% restante dijo que era prestada (Fig. 12).



**Figura 12. Pertenencia de las lanchas en Antón Lizardo, Veracruz.**

Los entrevistados mencionaron que la inversión de gasolina variaba entre \$360 a \$1,800 pesos, con una media de \$880, lo cual iba en función de la distancia recorrida y el tiempo invertido durante la pesca. En el caso de las ganancias por pescador, se mencionaron valores que iban desde los \$2,000 hasta los \$10,000 pesos mensuales, con una media de \$4,944 pesos. La venta se realiza generalmente al que pague más, sin embargo, también se menciona que se entrega a pesquerías, bodegas y a la cooperativa.

## DISCUSIÓN

La pesca es la principal actividad para impulsar el desarrollo de Antón Lizardo, sin embargo, a pesar de la riqueza de sus recursos marinos, la actividad pesquera no ha logrado consolidarse, ni ha logrado proporcionar el nivel de bienestar que deberían tener los pescadores, y aunque el 60% de los pescadores posee otra actividad laboral, siendo el turismo el trabajo más común, dicha actividad se puede ver afectada tanto por factores ambientales como por el cierre de lugares que son atracciones importantes de la zona, tal es el caso actual de la Isla de En medio. Méndez (2005), en su trabajo menciona que el 89% de la población que se dedica a la pesca en el complejo lagunar Santo Domingo-Magdalena-Almejas en Baja California Sur tiene otros empleos, no obstante, concluye, que la actividad pesquera es una de las más importantes para las zonas costeras, en contraste con el estudio de Dávila-Camacho (2014), el cual se realizó en las costas que se encuentran frente al PNSAV, registrando que el 96% de los pescadores entrevistados se dedican exclusivamente a la actividad pesquera, siendo su única fuente de ingresos.

En el trabajo de Dávila-Camacho (2014) del total de encuestados, el 43.3% dijo no pertenecer a ninguna asociación, mientras que el 45% se encuentran dentro de una cooperativa. En nuestro estudio los resultados arrojaron que el 56% de los pescadores no pertenecen a ninguna cooperativa, sino que son libres o trabajan con un “Patrón”, esto se debe

principalmente al mal manejo y organización que actualmente hay en las cooperativas, condiciones que fueron mencionadas a lo largo de las entrevistas.

Para este estudio, se registraron cuatro cooperativas diferentes: “Isla Salmedina”, “Arrecife del Valiente”, “Estero el Salado” e “Isla de En medio”. Sin embargo, Pardo-Núñez (2007), identificó siete, las cuatro registradas en este estudio y otras tres, las cuales son “La Bendición de Dios”, “Arrecifes de Antón Lizardo” y “Veracruz Puerta del Golfo”, entre cada estudio hay una diferencia de 11 años, por lo que cabe la posibilidad que las cooperativas no mencionadas en este estudio ya no operen en la actualidad.

El tiempo que los pescadores artesanales llevan ejerciendo esta actividad, varía principalmente de la edad y escolaridad de los mismos. Méndez (2005) obtuvo que el 32.3% de los pescadores tienen de 16 a 20 años pescando, mientras que en Antón Lizardo el 60% de los pescadores se encuentran en un rango de edad entre los 40 y 60 años, tomando en cuenta que en promedio comienzan a pescar a partir de los 10 años, los pescadores de Antón Lizardo poseen más experiencia en comparación con los pescadores de la Costa Occidental de Baja California Sur en el estudio de Méndez (2005), ya que es una actividad heredada por familiares desde la niñez.

En cuanto al recurso pesquero, en las entrevistas se registraron solo 17 nombres comunes, Dávila-Camacho (2014), presenta un registro oficial de CONAPESCA con 130 nombres comunes de distintas especies que son aprovechadas dentro del PNSAV, las cuales se identificaron 92 especies, coincidiendo con Jiménez y Castro (2002), los cuales establecen que las capturas en el PNSAV corresponden a 98 especies de peces, cuatro de tiburón, cuatro de rayas, una de langosta, dos de pulpo y una de caracol. El número reducido de nombres comunes se debe a que estos solo son resultado de las entrevistas y en los otros trabajos se obtuvo la información directamente de instituciones, además los pescadores de Antón Lizardo representan solo un porcentaje de todos los pescadores que realizan actividades pesqueras dentro del PNSAV. Sin embargo, en colaboración con los integrantes de la experiencia educativa “Manejo de Poblaciones acuáticas”, que se dedicaron exclusivamente al estudio del recurso pesquero, se obtuvo un total 24 especies distintas las cuales fueron identificadas por medio del registro fotográfico y el análisis de organismos en laboratorio con el apoyo de guías de identificación, siendo 12 de los 24 nombres comunes recopilados por ellos, registrados en las mismas entrevistas, por lo que cinco nombres comunes recopilados en entrevistas no fueron avistados durante las visitas al sitio.

En el PNSAV y en Antón Lizardo, los pescadores tienden a elegir a las especies más rentables, pero las artes de pesca utilizadas son poco selectivas, por ejemplo, los palangres y las redes “de atravesado” pueden capturar gran variedad de especies pelágicas, con los cuales se captura fauna incidental (Pauly y Watson, 2005; Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007), las cuales en muchas ocasiones no son aprovechadas, el mismo caso para los organismos bentónicos que son capturados con las redes de arrastre.

Los pescadores perciben una disminución en el volumen de sus capturas, indican que hacen un mayor esfuerzo o necesitan mayor tiempo para pescar, esto causa que, actualmente, prefieran ir en busca de especies objetivo. En este sentido, Rueda y Defeo (2003) mencionan que la disminución del recurso afecta el buen juicio de los pescadores, tomando decisiones a corto plazo sobre qué, cómo, cuándo y dónde pescar para aumentar sus ingresos, lo que puede provocar una expansión de las áreas de pesca, disminuir la captura de especies de bajo valor

comercial y dirigirse a otras especies “más caras”, que por lo general son grandes pelágicos, Este comportamiento puede afectar la dinámica de la red trófica, por la continua extracción de depredadores tope a través del tiempo, degradando el sistema (Rombouts *et al.*, 2013), sin embargo, Dávila-Camacho (2014), menciona que este efecto todavía no se observa en las pesquerías del PNSAV.

Los resultados de las entrevistas en cuanto a las vedas, señalaron que el 72% de los pescadores entrevistados tienen conocimiento de las vedas en Antón Lizardo, incluso una parte de los entrevistados mencionaron para que especies hay veda y cuanto duran, sin embargo, los tiempos establecido que ellos conocían variaba en gran medida entre los pescadores y no coincidían con las fechas establecidas. Jiménez y Castro (2007) señalan que para fundamentar el establecimiento de las vedas se requiere un conocimiento profundo de aspectos básicos de la biología de las especies capturadas, así como de la selectividad y coeficientes de capturabilidad de los equipos de pesca empleados; datos que para la mayoría de las pesquerías se desconocen. Además, su implementación requiere de un proceso de asimilación por parte de los pescadores y de un eficiente mecanismo de control y vigilancia que garanticen su cumplimiento.

## **CONCLUSIÓN**

De acuerdo a las entrevistas realizadas a los pescadores, la actividad pesquera en la comunidad de Antón Lizardo es realizada únicamente por hombres, es totalmente artesanal y se lleva a cabo por medio de lanchas con motor donde se utilizan hasta 10 artes de pesca distintos siendo las redes de filamento las de mayor uso. El promedio de edad es de 56 años y la mayoría de pescadores tiene entre 41 y 60 años y se tiene un bajo número de registros para gente menor de 30 años, lo que indica que es una actividad realizada principalmente por adultos y gente de la tercera edad.

Los pescadores mencionaron hasta 17 nombres distintos de los recursos que extraen en dicha actividad, los cuales varían en precios desde los 30 hasta los 180 pesos. Se registraron cuatro cooperativas pesqueras, sin embargo, la mayoría de los pescadores son independientes y poseen sus propias lanchas, mientras que las cooperativas y los patrones brindan la embarcación a un menor porcentaje de pescadores.

En cuanto a la percepción de los pescadores sobre el recurso, la mayoría acepta que ha habido una disminución del mismo y por lo tanto un aumento en los precios, lo que se relaciona también con el gasto invertido para realizar la pesca y el aumento de los precios de los recursos y servicios básicos que necesitan para su subsistencia (comida, agua, transporte). Aunado a esto la mayoría de pescadores mencionan haber sufrido un accidente o ser testigos, durante su actividad laboral desde una herida menor hasta una mordida de tiburón o inclusive la muerte, lo que se contrasta con la falta de atención médica que existe en la localidad.

Además, la pesca en la zona es variable en función del clima, lo que no permite un ingreso económico estable. Por lo tanto, la actividad pesquera en la región se encuentra afectada en gran parte por cuestiones socioeconómicas de los pescadores, debido a esto, las estrategias que se desarrollen para regular y mejorar dicha actividad en la localidad de Antón Lizardo deben enfocarse en estos ámbitos para alcanzar el bienestar de los pescadores y por ende conservar el recurso biológico.

## Referencias bibliográficas

- Arnason, R. 2001. Pesca: sectores basados en recursos biológicos, Pp. 62-69. En: Mager, J. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Madrid.
- Arreguín-Sánchez, F., & Arcos-Huitrón, E. 2011. La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. *Hidrobiológica*, 21(3), 431-462.
- Dávila-Camacho, C. 2014. Diagnóstico de las pesquerías del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano bajo un enfoque ecosistémico. Tesis de Maestría en Ecología y Pesquerías. Instituto de Ciencias de Mar y Pesquerías. Universidad Veracruzana. 84 p.
- Espino-Barr, I., González-Vega, A., Santana-Hernández, H. y González-Vega, H. 2008. Manual de Biología Pesquera. Instituto Nacional de la Pesca. Universidad Autónoma de Nayarit. 22-27
- FAO. 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Roma, 224 p.
- Gonzalez-Laxe, F. y Martinez-Martinez, T. 2016. La construcción de la política pesquera en México: Una mirada desde el campo geográfico. *Atlantic Review of Economics: Revista Atlántica de Economía*, 2(1).
- IMCO. (s/f). La pesca ilegal e irregular en México: Una barrera a la competitividad.
- INAPESCA. 2006. Sustentabilidad y pesca responsable en México. 544 p.
- INAPESCA. 2010. Documento oficial de la federación (DOF). Carta Nacional Pesquera.
- Jiménez M. L., y Castro, L. G. 2007. Pesca artesanal en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México, p. 221-240. In: Granados, A., Abarca, L. G. y Vargas, J. M. (Eds.) *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano*. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.
- Jiménez-Badillo, L. & H. Castro-Gaspar. 2007. Pesca artesanal en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México. *Investigaciones Científicas en el Parque Arrecifal Veracruzano*. Universidad Autónoma de Campeche:221-240pp.
- Jiménez M. L., y Castro, L. G. 2002. La Pesca en el Sistema Arrecifal Veracruzano, Centro de Ecología y Pesquerías Universidad Veracruzana, México.
- Méndez, U. 2005. Bases para el manejo sustentable: evaluación de la pesca artesanal en el complejo lagunar Santo Domingo-Magdalena-Almejas, B.C.S., México. Tesis Profesional, Programa de Estudios de Posgrado, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., 91 p.
- Ortiz-Lozano, L., Granados-Barba, A., Espejel, I. y González-Gándara, C. 2015. La zona costera de Veracruz a Antón Lizardo: un análisis sobre la vulnerabilidad de sus servicios ambientales. *E-Bios*. 2. 150-176.
- Pardo-Núñez, F. A. 2007. Diseño de una estrategia de evaluación de cadenas productivas para el desarrollo sustentable de comunidades pesqueras ribereñas. Estudio de caso: Anton Lizardo, Municipio de Alvarado, Veracruz México. Tesis de Maestría en Ciencias Administrativas. Universidad Veracruzana. 120 p.
- Pauly, D. & R. Watson. 2005. Background and interpretation of the Marine Tropic Index, as a measure of biodiversity. *Biological Sciences*. 360:415-423. Doi: 10.1098/rstb.2004.1597

- Reyna-González, P. 2014. Modelo de soporte para la toma de decisiones en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis de Doctorado. Universidad Veracruzana.
- Rombouts, I., G. Beaugrand, X. Fizzala, F. Gaill, S.P.R. Greenstreet, S. Lamare, F. Le Loc'h, A. McQuatters-Gollop, B. Mialet, N. Niquil, J. Percelay, F. Renaud, A.G. Rossberg and J.P. Féral. 2013. Food web indicators under the Marine Strategy Framework Directive: From complexity to simplicity? *Ecological Indicators*. (29):246-254.
- Rueda, M. & O. Defeo. 2003. A bioeconomic multispecific analysis of an estuarine small-scale Fishery: spatial structure of biovalue. *ICES Journal of Marine Science*, 60(4):721-732.
- Salas-Pérez, J. y A. Granados-Barba. 2008. Oceanographic characterization of the Veracruz reefs system. *Atmosfera* (21) 3: 281-301.
- Santander-Monsalvo, J. 2010. Ecología trófica de los peces más abundantes del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana.
- SEFIPLAN. Secretaría de Finanzas y Planeación (2015) Sistema de Información Municipal. Cuadernillos Municipales: Alvarado.



Genaro Esteban García Mosqueda Dr. EVALUACIÓN DE CARBONO Y BIÓXIDO DE CARBONO ALMACENADO EN UNA PLANTACIÓN DE TECA (*TECTONA GRANDIS* L. F.) DE 6 AÑOS DE EDAD EN TIZIMÍN YUCATÁN, MÉXICO. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento Forestal. Saltillo Coahuila.

Dora Alicia García García Dra. INIFAP CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Saltillo, Coahuila. doragarcia101275@hotmail.com

Javier Jiménez Pérez Dr. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Linares Nuevo León.

## Resumen

El carbono se acumula en los ecosistemas forestales mediante la absorción de CO<sub>2</sub> atmosférico y su asimilación en la biomasa, el objetivo fue la evaluación de carbono almacenado en una plantación de teca de seis años de edad en Tizimín Yucatán. La toma de datos de campo se realizó en 2017, para cuantificar el carbono y el bióxido de carbono, se efectuó muestreo destructivo en 12 árboles representativos. El carbono almacenado fue de 40.08 ton/ha, y el CO<sub>2</sub> almacenado fue de 147.100 ton/ha. Las plantaciones forestales contribuyen a mitigar el calentamiento global al absorber el CO<sub>2</sub>.

**Palabras clave:** Biometría forestal, cambio climático, servicios ambientales, plantaciones forestales, *Tectona grandis*.

## Abstract

Carbon accumulates in forest ecosystems through the absorption of atmospheric CO<sub>2</sub> and its assimilation into biomass, the objective was the evaluation of carbon stored in a six-year-old teak plantation in Tizimín Yucatán. Field data was collected in 2017, to quantify carbon and carbon dioxide, destructive sampling was performed on 12 representative trees. The carbon stored was 40.08 ton/ha, and the CO<sub>2</sub> stored was 147.100 ton/ha. Forest plantations contribute to mitigating global warming by absorbing CO<sub>2</sub>.

**Keywords:** Forest biometry, climate change, environmental services, forest plantations, *Tectona grandis*.

## Introducción

El rol activo e importante que juegan la vegetación y el suelo en el ciclo global del carbono y el cambio climático es reconocido internacionalmente. La vegetación y el suelo pueden actuar como una fuente y como un sumidero neto de GEI (Winrock International, 2014). El efecto invernadero que estos gases producen, a su vez causa el calentamiento de la tierra.

Este fenómeno se denomina calentamiento global (Isaza y Campos, 2007). Los principales GEI de larga duración más importantes involucrados en este proceso son: bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) (OMM, 2017).

El bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) es el gas más importante de los GEI y representa el 60% del total de los cambios en las concentraciones de todos ellos; la abundancia mundial en 2016, fue de  $403.3 \pm 0.1$  ppm para el  $\text{CO}_2$ ,  $1.853 \pm 2$  ppm para el metano ( $\text{CH}_4$ ) y  $328.9 \pm 0.1$  ppb para el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), lo que representa el 145%, el 257% y el 122% de los niveles preindustriales (1950). El incremento récord de 3.3 ppm para el  $\text{CO}_2$  de 2015 a 2016 fue mayor que el aumento previo de 2012 a 2013, y que la tasa de incremento promedio del último decenio (OMM, 2017).

El carbono se acumula en los ecosistemas forestales mediante la absorción de  $\text{CO}_2$  atmosférico y su asimilación en la biomasa. El carbono se almacena tanto en la biomasa viva (madera en pie, ramas, follaje y raíces) como en la biomasa muerta (hojarasca, restos de madera, materia orgánica del suelo y productos forestales) (FAO, 2001). El proceso de retención de carbono en los sistemas vegetales, se refiere a la capacidad que poseen las plantas de tomar el bióxido de carbono atmosférico, combinarlo con la radiación lumínica y el agua y transformarlo en moléculas de carbono durante la fotosíntesis (Perry, 1994). La fijación de carbono a través de plantaciones forestales de rápido crecimiento es una alternativa para mitigar el incremento de bióxido de carbono atmosférico (Fearnside, 1999; Brown, 2002). Para estimar esta retención a nivel de planta es necesario contar con modelos matemáticos que relacionen las principales variables dasométricas (diámetro, área basal y altura) a evaluar en las especies con su biomasa y contenido de carbono (ecuaciones alométricas).

El objetivo de la investigación es la evaluación de carbono almacenado en una plantación de teca (*Tectona grandis* L. f.) de seis años de edad en Tizimín Yucatán, México.

## Materiales y Métodos

El estudio se desarrolló en una plantación de teca (*Tectona grandis* L. f) establecida en el año 2011 ubicada en el municipio de Tizimín, Yucatán. El predio posee 217.600 hectáreas de árboles de dicha especie (figura 1).

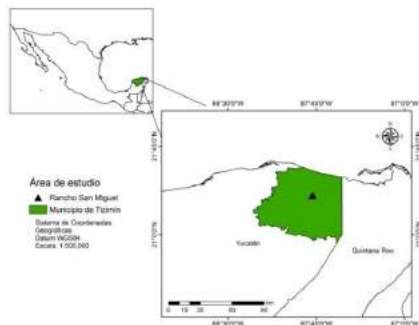


Figura 1. Ubicación de la plantación forestal comercial de *T. grandis* en Tizimín Yucatán.

*Inventario forestal.* Las variables diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total (H), se obtuvieron mediante inventario forestal; bajo un diseño de muestreo aleatorio previamente determinado en la plantación y se encuentran establecidas 12 parcelas permanentes de muestreo con área de 992 metros cuadrados (m<sup>2</sup>), de forma cuadrada que en total forman 11,904 m<sup>2</sup>.

La toma de datos de campo se realizó en el año 2017, la muestra consistió en 816 árboles; efectuándose mediciones de variables dasométricas en cada árbol; los datos colectados fueron diámetros a 0.3 m sobre el nivel del suelo (d<sub>0.3</sub>), diámetro a la altura del pecho (d<sub>1.3</sub>) y diámetros a cada dos metros (d<sub>2</sub>, d<sub>4</sub>, d<sub>6</sub>, d<sub>8</sub>, d<sub>10</sub>, d<sub>12</sub>) hasta la altura total (h) con el Dendrómetro Criterion RD 1000®.

Para la cubicación de trozas se formaron secciones de dos metros de largo, con un diámetro menor y mayor conocidos, fue calculado el volumen con la fórmula de Smalian:

$$V_i = \sum_{i=1}^n \frac{g_i + g_{i+1}}{2} \cdot L_i$$

Dónde:

$V_i$  = Volumen de las secciones intermediarias (m<sup>3</sup>);

$g_i$  = Área basal en la i-ésima posición (m<sup>2</sup>);

$L_i$  = Largo de la sección en la i-ésima posición (2 metros).

Para la obtención del volumen total con corteza individual se realizó la sumatoria del volumen de cada sección:

$$V = V_0 + \sum_{i=1}^n V_i + V_c$$

Dónde:

$V$  = Volumen total con corteza (m<sup>3</sup>)

$V_0$  = Volumen del tocón (m<sup>3</sup>) hasta 0.3 metros desde el nivel del suelo, constituyendo el volumen del cilindro;

$V_c$  = Volumen de la punta superior del árbol (m<sup>3</sup>) calculado por la ecuación del cono, de largo igual a la sección considerada, donde:

$$V_c = g_n \cdot L_n \cdot \frac{1}{3}$$

Dónde:

$g_n$  = área basal del cono (m<sup>2</sup>)

$L_n$  = Largo del cono (m)

$\frac{1}{3}$  = Constante utilizada para el volumen del cono.

*Recolección de muestras.* Para la toma de datos, se empleó la metodología propuesta por Winrock International (2014), se obtuvieron muestras de 9 árboles, que fueron derribados y seccionados.

*Submuestras del fuste.* Se obtuvieron 3 submuestras con un grosor de 2.5 cm en forma de rodaja de cada árbol para determinar la biomasa, el fuste fue seccionando obteniendo la primer rodaja en el tocón, la segunda rodaja en la parte media del fuste y la tercera rodaja en la parte alta del árbol, se obtuvo el peso húmedo con una báscula colgante, fueron identificadas con un código.

*Ramas.* Se clasificaron por diámetros y se apilaron, se pesaron con una báscula colgante, se tomó como peso húmedo de los árboles evaluados. Se obtuvieron 3 submuestras de cada árbol que fueron colocadas en bolsas de papel con capacidad de 3 kilogramos e identificadas con un código para su traslado al laboratorio.

*Hojas.* El muestreo se realizó de acuerdo a los puntos cardinales (N, S, E, W). Se separaron de las ramillas para colocarlas en bolsas de papel con capacidad de 3 kg, se identificaron con un código y se procedió a realizar en peso de cada submuestras, se obtuvieron 3 submuestras de cada árbol las cuales fueron trasladadas al laboratorio.

Las submuestras de los componentes del árbol (fuste, hojas y ramas) se secaron a una temperatura de 75 °C en un horno digital de secado marca Riossa modelo HCF-102-D durante 72 horas. Cada 24 horas se pesaron en una balanza de calibración electrónica con peso máximo de 2 kg, hasta alcanzar un peso constante. Se empleó la metodología propuesta por Castellanos *et al.*, (2010) donde mencionan que para cuantificar la biomasa total de cada parte vegetativa analizada (hojas, ramas y ramillas); es necesario utilizar el peso seco final (biomasa) de las submuestras recolectadas, relacionándolas con el peso húmedo tanto de las submuestras como las del total del árbol pesadas durante la fase de campo.

Se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$BH = PFH (kg) * Promedio \left( \frac{Psm (kg)}{Pfm (kg)} \right)$$

$$Bram = PFRam (kg) * Promedio \left( \frac{Psmram (kg)}{Pfmram (kg)} \right)$$

$$Bras = PFRas (kg) * Promedio \left( \frac{Psmras (kg)}{Pfmras (kg)} \right)$$

Dónde:

BH= Biomasa de hojas;

Bram= Biomasa de ramas;

Bras= Biomasa de ramillas;

PFH= Peso fresco total de las hojas;

PFRam= Peso fresco total de las ramas en kg;

Promedio= Promedio de las 3 submuestras;

Psm= Peso seco de la submuestras de hojas en kg;

Psmram= Peso seco de la muestra de ramas en kg;

Pfm= peso fresco de la submuestras de ramas en kg;

Pfmram= Peso fresco de la submuestras de ramas en kg;

Pfras= Peso fresco total de las ramillas en kg;

Psmras= Peso seco de la muestra de la ramilla en kg;

Pfmras= Peso fresco de la muestra de las ramillas en kg.

Biomasa del fuste

$$BF = Db * Vol fustal * 1,000$$

Donde:

BF= Biomasa del fuste (kg);

Db= Densidad básica (g/cm<sup>3</sup>);

Vol fuste= Volumen fustal (m<sup>3</sup>).

Biomasa total del follaje

$$BTfollaje = PFT follaje * \frac{PSM follaje}{PFM follaje}$$

Dónde:

BT follaje= Biomasa total del follaje (kg);

PFT follaje= Peso fresco total del follaje (kg);

PSM follaje= Peso seco de la muestra del follaje (kg);

PfM follaje= Peso fresco de la muestra del follaje (kg).

Biomasa total de ramas

$$BT\ ramas = PFT\ ramas * \frac{PSM\ ramas}{PFM\ ramas}$$

Dónde:

BTramas= Biomasa total de ramas (kg);

PFT ramas= Peso fresco total de ramas (kg);

PSM ramas= Peso seco de la muestra de ramas (kg);

PFM ramas= Peso fresco de la muestra de ramas (kg).

Biomasa total de ramillas

$$BT\ ram = PFT\ ramillas * \frac{PSM\ ramillas}{PFM\ ramillas}$$

Dónde:

BT ramillas= Biomasa total de ramillas (kg);

PFT ramillas= Peso fresco total de ramillas (kg);

PSM ramillas= Peso seco de la muestra de ramillas (kg);

PFM ramillas= Peso fresco de la muestra de ramillas (kg).

*Biomasa total árbol.* Los resultados de los cálculos se tabularon para obtener biomasa total por encima del suelo de cada árbol, mediante sumatoria de los pesos secos de cada componente (fuste, ramas, ramillas y hojas).

$$BT\ árbol = BF + BT\ follaje + BT\ ramas + BT\ ramillas$$

Dónde:

BT árbol= Biomasa total árbol (kg);

BF= Biomasa del fuste (kg);

BT follaje= Biomasa total del follaje (kg);

BT ramas= Biomasa total de ramas (kg);

BT ramillas= Biomasa total de ramillas (kg).

*Densidad de la madera.* Para estimar la densidad de la madera se obtuvieron submuestras de 3 árboles representativos de las parcelas de muestreo (diámetro normal, altura total). Las submuestras de madera se extrajeron del fuste principal en varias ubicaciones a lo largo de su longitud.

Se cortaron 3 submuestras de rodajas de diferentes secciones del fuste con un grosor de 15 cm; la primera rodaja en el tocón, la segunda rodaja en la parte media del fuste y la tercera rodaja en la parte alta del fuste. Se identificaron las submuestras con un código y parte del árbol muestreada. El material en estado verde, se apiló bajo techo y se acondicionó hasta alcanzar 12% de contenido de humedad a continuación, se elaboraron las probetas definitivas, 49 de 5 cm x 5 cm x 10 cm de longitud para determinar la densidad de la madera.

Se siguió la metodología sugerida por las normas COPANT 459 (Acondicionamiento de las maderas destinadas a ensayos físicos y mecánicos); 460 (Método de determinación de contenido de humedad en maderas); 461 (Cálculo del peso específico en maderas) (COPANT, 1972). La norma COPANT 460 precisa el método para la determinación de humedad de la madera mediante la ecuación siguiente:

$$CH = \frac{Ph - Po}{Po} * 100$$

Dónde:

CH= Contenido de humedad (%);

Ph= Peso de la madera húmeda (g);

Po= Peso anhidro (secado en estufa) de la madera (g).

El método para calcular la densidad de la madera se basa en la norma COPANT 461; una vez extraídas se midieron con un calibrador (vernier) y se pesaron en una báscula digital Ohaus con precisión de 0.0001 g. Posteriormente se introdujeron en una estufa de secado Mapsa modelo HDP-334 a 105 °C, donde se les monitoreo hasta obtener peso constante, se midieron de nuevo y se pesaron para registrar los pesos y volúmenes anhidros. Parte alta, media y baja del fuste g/cm<sup>3</sup>, se aplicaron las siguientes relaciones:

$$D_b = \frac{P_o}{V_v}$$

Dónde:

Db= Densidad básica (g cm<sup>3</sup>);

Po= Peso anhidro (secado en estufa) de la madera (g);

Vv= Volumen verde de la probeta (cm<sup>3</sup>).

$$D_v = \frac{P_v}{V_v}$$

Dónde:

Dv= Densidad verde (g cm<sup>3</sup>);

Pv= Peso verde de la madera (g);

Vv= Volumen verde de la probeta (cm<sup>3</sup>).

$$D_o = \frac{P_o}{V_o}$$

Dónde:

Do= Densidad seca (g cm<sup>3</sup>);

Po= Peso anhidro (secado en estufa) de la madera (g);

Vo= Volumen anhidro de la probeta (cm<sup>3</sup>).

*Factor de expansión de biomasa.* Se calculó a partir de los datos de biomasa previamente estimados. Se utilizó la siguiente ecuación para su cálculo:

$$FEB = \frac{B \text{ total}}{B \text{ fuste}}$$

Dónde:

FEB= Factor de expansión de biomasa;

B total= Biomasa total (kg);

B fuste= Biomasa fuste (kg).

*Relación biomasa radical-biomasa total.* Para la relación entre biomasa aérea y raíces se utilizó un valor de 0.10 recomendado por Mac Dicken (1997), el cual ofrece resultados conservadores.



*Determinación de carbono.* Las submuestras de los componentes del árbol (madera, corteza, hojas y ramas), se pulverizaron 3 submuestras de cada componente (madera, hojas y ramillas) en un molino marca Marathon Electric serie C20J020016, se colocaron en bolsas de polietileno etiquetadas con un código con un peso promedio de 90 gr cada una. Se pesaron 2 mg de cada submuestras en una balanza, preparando un total de 9 submuestras de 3 árboles elegidos de acuerdo al diámetro a la altura del pecho, puesto que se tiene como objetivo primordial abarcar la mayor variabilidad diamétrica de toda la muestra. La concentración de carbono total se determinó con un equipo analítico denominado Solids TOC Analyzer modelo 1020A de O-I-Analytical; éste determina las concentraciones en muestras sólidas mediante combustión completa, a una temperatura de 900 °C, los gases producto de la combustión son medidos a través de un detector de infrarrojo no dispersivo que contabiliza las moléculas de carbono contenidas en estos gases.

*Factor de conversión de carbono.* Es el porcentaje de carbono, en masa, que tiene la madera es decir; Carbono 50%; Oxígeno 41%; Hidrógeno 6%; Nitrógeno 1% y Cenizas 2%. Por tanto la cantidad de Carbono por tonelada de materia seca se aproxima a 500 kg (50%) (Norverto, 2006). Se calculó con la siguiente ecuación:

$$C_{total} = \frac{B}{1000} * FCBC$$

Dónde:

C total= Carbono total (ton);

B= Biomasa (kg);

FCBC= Factor de conversión de biomasa a carbono.

*Cuantificación de carbono y bióxido de carbono almacenado en los árboles.* Para cuantificar el carbono en los árboles se efectuó muestreo destructivo, se utilizó la siguiente ecuación:

$$C_{acumulado} (tC/\text{árbol}) = [(V_{cc} * D * FEB)] * [(1.1) * FC]$$

La cuantificación del bióxido de carbono en los árboles se efectuó muestreo destructivo, se utilizó la siguiente ecuación:

$$CO_2_{acumulado} (tCO_2/\text{árbol}) = [(V_{cc} * D * FEB) * ((1.1) * FC)] * [FCO_2]$$

Dónde:

V<sub>cc</sub>= Volumen con corteza del fuste, es decir, del tronco del árbol sin considerar ramas ni raíces;

D= Densidad de materia seca (g/cm<sup>3</sup>) del árbol recién cortado;

FEB= Factor de expansión de biomasa, parámetro o función que permite estimar el volumen aéreo del árbol a partir de su volumen maderable, es decir, multiplicando el Vcc por el FEB obtendremos el volumen de todo el árbol;

Factor R= Relación entre biomasa aérea y raíces;

Factor FC= Factor de conversión de tonelada de materia seca (tms) a tonelada de Carbono (tC);

FCO<sub>2</sub>= Proporción molecular para pasar de carbono (C) a bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

## Resultados y Discusión

*Volumen fustal.* La estimación del volumen fustal existente en la plantación de teca se realizó con base en inventario efectuado en noviembre de 2017, se recolectaron datos dasométricos de 816 árboles en las parcelas permanentes de muestreo previamente establecidas; se generaron gráficas de dispersión de la plantación de *T. grandis.*, las cuales permiten de manera singular ver la tendencia de datos y el comportamiento de las variables independientes sobre la variable dependiente (figura 2).

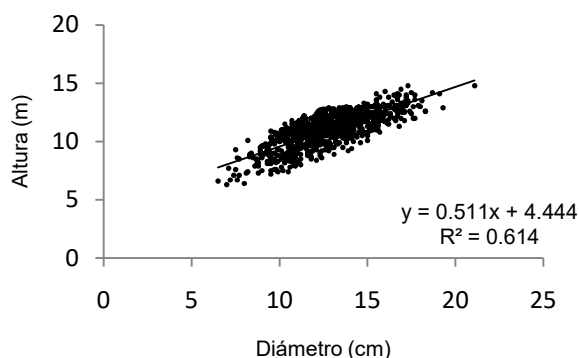


Figura 2. Relación lineal del diámetro y la altura de *T. grandis*.

Se verificó la forma de la línea o curva del conjunto de datos, mediante una gráfica de puntos, y de esa forma se eligió la ecuación que represente la verdadera relación entre las variables. El tipo de gráfica a que da lugar la relación de diámetro normal y volumen, es el de una curva parabólica o exponencial, cuya forma es cóncava hacia arriba en las diferentes edades analizadas (figura 3).

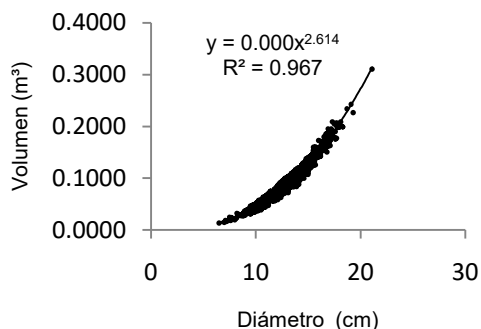


Figura 3. Dispersión de datos entre volumen y diámetro de *T. grandis* (2011).

El volumen fustal a los seis años de establecida es de 73.90 m<sup>3</sup>/ha (cuadro 1), este resultado es inferior a lo reportado por Villavicencio (2015), este autor determinó un volumen de 80.16 m<sup>3</sup>/ha y un área basal de 17.58 m<sup>2</sup>/ha, a los seis años de edad en Ecuador.

Cuadro 1. Variables dasométricas promedio de *Tectona grandis* establecida en Tizimín, Yucatán.

Variables	Año de establecimiento 2011
Diámetro (cm)	12.79
Altura (m)	10.99
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	10.812
Volumen (m <sup>3</sup> /ha)	73.902

**Densidad básica.** Los ensayos se efectuaron con un contenido de humedad de 12%, con respecto a la densidad básica *Tectona grandis* mostró valor de 0.48 g/cm<sup>3</sup> (Cuadro 2), este resultado es inferior a lo reportado por Telles *et al.*, (2017) quienes determinaron una densidad básica de 0.59 g/cm<sup>3</sup> en una plantación de 11 años de edad establecida en Nuevo Urecho, Michoacán y por Rodríguez *et al.*, (2014) quienes reportan un valor de 0.55 g/cm<sup>3</sup> en plantaciones establecidas en Campeche.

Cuadro 2. Densidad de la madera de *Tectona grandis*.

Densidad g/cm <sup>3</sup>	Año de establecimiento 2011		
	Prom.	Máx.	Mín.
<b>Básica</b>	0.48	0.53	0.38
<b>Verde</b>	1.02	1.13	0.82
<b>Anhidra</b>	0.56	0.68	0.47

**Biomasa.** Los resultados de la biomasa de los componentes arbóreos y la biomasa total se presentan en el cuadro 3. Del análisis de contenido de biomasa en los árboles para las distintas edades de la plantación se observa que el fuste es el componente vegetal que mayor cantidad de biomasa almacena y las hojas son la estructura vegetal que menor biomasa almacena (figura 4).

Cuadro 3. Biomasa promedio por componentes de árboles de *Tectona grandis*.

Año de establecimiento	Biomasa Hojas (kg)	Biomasa Ramas (kg)	Biomasa Fuste (kg)	Biomasa Total (kg)
2011	5.696	12.068	15.243	33.025

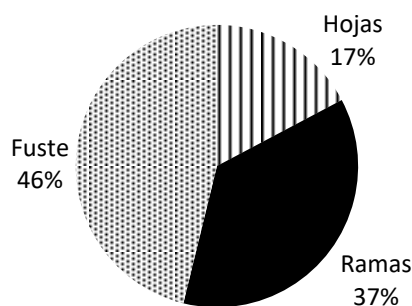


Figura 4. Porcentaje de biomasa contenida en la estructura aérea de *T. grandis* (2011).

**Factor de expansión de biomasa.** El cálculo del FEB, se realizó dividiendo la biomasa aérea total entre la biomasa seca del fuste, el factor de expansión de biomasa se utiliza para estimar a partir del volumen fustal, la cantidad de biomasa extra que tiene el árbol por sus componentes de ramas, ramillas y hojas. Se calcularon las medidas de resumen del FEB (cuadro 4). El resultado del factor de expansión de biomasa es superior a lo reportado por Orrala y Guiracocha (2007) quienes determinaron un FEB de 1.39. El resultado del FEB calculado en este estudio se encuentran dentro del rango de lo reportado para varias especies en bosques naturales y en plantaciones, por ejemplo Soliz (1998) en Bolivia encontró un FEB de 2.5.

Cuadro 4. Cálculo del factor de expansión de biomasa *Tectona grandis*.

Año de establecimiento	FEB	N	Max	Min	DE
2011	2.14	7	2.39	1.65	0.257

FEB= Factor de expansión de biomasa. N= Numero de datos observados. Max= Máximo. Min= Mínimo. DE= Desviación estándar.

**Factor de conversión de biomasa a carbono.** En el cuadro 5 se presentan los resultados del análisis de carbono, se determinó el factor de conversión de la biomasa a carbono en 0.48%. Este resultado se encuentra dentro del rango reportado para diferentes especies en otros estudios como lo encontrado por Yamallel *et al.*, (2012).

Cuadro 5. Resultados del análisis de carbono por componentes de árboles de *Tectona grandis*.

Año de establecimiento	Lote	Compo-nente	%C	Factor de conversión de biomasa a carbono
2011	1	Hojas	32.62	0.48
	1	Madera	61.11	

	1	Corteza	47.26
	2	Hojas	32.21
	2	Madera	61.11
	2	Corteza	47.76
	4	Hojas	42.83
	4	Madera	53.63
	4	Corteza	52.17

*Fijación de carbono y bióxido de carbono.* Teniendo como base el conjunto de datos de 812 árboles de *Tectona grandis* procedentes de 12 parcelas permanentes de muestreo; se presentan los valores de los parámetros del modelo ajustado así como sus indicadores de bondad de ajuste y nivel de confiabilidad para la fijación de carbono y bióxido de carbono (Cuadro 6 y 7).

Cuadro 6. Valores estadísticos de los parámetros del modelo matemático evaluado en la cuantificación del carbono acumulado en *Tectona grandis*.

Año de establecimiento	$R^2_{adj}$	SCE	CME	$\beta_i$	Valor estimado	Error estándar	Prob>T	REMC	DW
2011	0.9890	0.00127	0.0000016	0	0.000058	0.0000018	<0.0001	0.00125	1.54
				1	1.597781	0.00599	<0.0001		

$R^2_{adj}$ =Coeficiente de determinación ajustado; SCE=Suma de cuadrado del error. CME=Cuadrado medio del error;  $\beta_i$ = Parámetros estimados; REMC=Raíz del cuadrado medio del error; DW=Durbin Watson.

Cuadro 7. Valores estadísticos de los parámetros del modelo matemático evaluado en la cuantificación del bióxido de carbono acumulado en *Tectona grandis*.

Año de establecimiento	$R^2_{adj}$	SCE	CME	$\beta_i$	Valor estimado	Error estándar	Prob>T	REMC	DW
2011	0.9889	0.00127	0.000002	0	0.000016	0.00000049	<0.0001	0.00125	1.54
				1	1.597781	0.00599	<0.0001		

$R^2_{adj}$ =Coeficiente de determinación ajustado; SCE=Suma de cuadrado del error. CME=Cuadrado medio del error;  $\beta_i$ = Parámetros estimados; REMC=Raíz del cuadrado medio del error; DW=Durbin Watson.

Los modelos explican valores porcentuales altos (98%) de la variabilidad total presente en la variable dependiente, y una alta significancia en cada uno de sus parámetros (Cuadro 6 y 7); por lo que se consideran apropiados para predecir con mayor precisión el carbono almacenado en función de las variables; volumen total de fuste ( $V_{cc}$ ), densidad ( $D$ ), factor de expansión de biomasa ( $FEB$ ), relación biomasa radical-biomasa total ( $1+R$ ), factor de conversión ( $FC$ ), y el bióxido de carbono almacenado en función de las variables; volumen total de fuste ( $V_{cc}$ ), densidad ( $D$ ), factor de expansión de biomasa ( $FEB$ ), relación biomasa radical-biomasa total ( $1+R$ ), factor de conversión ( $FC$ ) y fijación de  $CO_2$ .

Las ecuaciones generadas para cuantificar el carbono y el bióxido de carbono acumulado a partir de los valores de los parámetros de los cuadros 6 y 7, quedan definidas como:

$$C_{acumulado} (t) = [(\beta_0 * (d^2 * H)^{\beta_1}) * [D * FEB)] * [(1 + R) * FC]$$

Dónde:

$C_{acumulado}$  = Carbono acumulado (ton).

$d$  = Diámetro normal (cm).

$H$  = Altura total (m).

$D$  = Densidad (g/cm<sup>3</sup>)

$FEB$  = Factor de expansión de biomasa

$1+R$  = Relación biomasa radical/biomasa total

$FC$  = Factor de conversión

$$CO_2_{acumulado} (t) = ((\beta_0 * (d^2 * H)^{\beta_1} * D * FEB) * (1 + R) * FC * FCO_2)$$

Dónde:

$C_{acumulado}$  = Carbono acumulado (ton).

$d$  = Diámetro normal (cm).

$H$  = Altura total (m).

$D$  = Densidad (g/cm<sup>3</sup>)

$FEB$  = Factor de expansión de biomasa

$1+R$  = Relación biomasa radical/biomasa total

$FC$  = Factor de conversión

$44/12$  = Fijación de CO<sub>2</sub>

Los resultados de la cuantificación de biomasa, carbono y el bióxido de carbono almacenado para las cuatro edades analizadas se muestran en el cuadro 8. El carbono almacenado fue de 40.08 ton/ha, estos resultados son mayores a lo reportado por Villavicencio (2015) en una plantación de teca de 6 años de edad con una cantidad de carbono almacenado de 11.78 toneladas de C/ha; en un sistema agroforestal *Tectona grandis* con *Panicum máximum*, establecidos en el año 2000; Orrala y Guiracocha (2007) reportan que el sistema almacena 84.12 toneladas de C/ha; en Costa Rica en plantaciones de EcoBosques® de teca de diferentes edades se reportan 109.8 toneladas de C/ha y 403 toneladas de CO<sub>2</sub>/ha; Jaramillo y Correa (2015) reportan 17.15 toneladas de C/ha y 62.95 toneladas de CO<sub>2</sub>/ha.

Cuadro 8. Biomasa, Carbono y CO<sub>2</sub> acumulado en la plantación de teca.

Año establecimiento	de	Superficie (ha)	Biomasa (ton/ha)	Superficie (ha)/biomasa (ton/ha)	C (ton/árbol)	C (ton/ha)	Superficie (ha)/carbono (ton/ha)	CO <sub>2</sub> (ton/árbol)	CO <sub>2</sub> (ton/ha)	Superficie (ha)/CO <sub>2</sub> (ton/ha)
2011		217.600	75.912	16,518.48	0.0491	40.082	8,721.42	0.1803	147.100	32,009.02

## Conclusiones

La fijación de carbono fue de 40.082 ton/ha y de CO<sub>2</sub> 147.100 ton/ha para el año 2016.

La ecuación generada a partir de datos de inventario y de laboratorio es una herramienta indispensable para la estimación de carbono y el CO<sub>2</sub> acumulado en la plantación de teca.

Estas ecuaciones matemáticas pueden aplicarse en otras plantaciones de *T. grandis* con condiciones de suelo y clima similares a las del estudio.

Es pertinente establecer un sistema de monitoreo hasta la edad de rotación de *T. grandis*.

Las plantaciones forestales forman parte de la gama de servicios ambientales ya que contribuyen con la mitigación del calentamiento global al absorber el CO<sub>2</sub> que es un gas de efecto invernadero.

## Referencias

1. Brown S. 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Forest Ecology and Management* 116:363-372.
2. Castellanos, E., Quilo, A., & Mato, R. 2010. Metodología para la estimación del contenido de carbono en bosques y sistemas agroforestales de Guatemala. Guatemala, Guatemala. 24 p.
3. Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT). 1972. Madera-Selección y colección de muestras (458, 459, 461, 462, 555, 464, 466). Buenos Aires, Argentina. s/p.
4. FAO. 2001. Situación de los bosques en el mundo. Montes. Roma, Italia. 175 pp.
5. Fearnside P. M. 1999. Forests and global warming mitigation in Brazil: opportunities in the Brazilian forest sector for responses to global warming under the "clean development mechanism". *Biomass and Bioenergy* 16:171-189.
6. Isaza D. J. F., D. Campos. 2007. Cambio climático. Glaciaciones y calentamiento global. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo. Bogotá, Colombia. 294 pp. Consultado en: [http://www.portalplanetasedna.com.ar/efecto\\_invernadero1.htm](http://www.portalplanetasedna.com.ar/efecto_invernadero1.htm)
7. Jaramillo, S. R. M., & Correa, G. H. M. 2015. Cuantificación de biomasa área total, carbono almacenado y CO<sub>2</sub> fijado en árboles teca (*Tectona grandis* linn f) en una parcela de muestreo rectangular de 500 m<sup>2</sup>, en una hacienda en la Provincia de El Oro. Ecuador.
8. Organización Meteorológica Mundial (OMM). 2016. Boletín de la OMM sobre gases de efecto invernadero. Estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera según las

observaciones mundiales realizadas en 2016. No 13. 30 de Octubre de 2018. Disponible en: [http://ane4bf-datap1.s3-eu-west-1.amazonaws.com/wmocms/s3fpublic/ckeditor/files/GHG\\_Bulletin\\_13\\_ES\\_0.pdf?YBlfazyk.Xi\\_7L2Oc02Xh46Nt1g4TfOo](http://ane4bf-datap1.s3-eu-west-1.amazonaws.com/wmocms/s3fpublic/ckeditor/files/GHG_Bulletin_13_ES_0.pdf?YBlfazyk.Xi_7L2Oc02Xh46Nt1g4TfOo)

9. Perry D. A. 1994. Forest ecosystems. John Hopkins University Press. Baltimore, U.S.A. pp 187-193.

10. Raquel Orrala Augustin Bourne, Giniva Guiracocha Freire. 2007. Almacenamiento de carbono en dos sistemas silvopastoriles instalados en Quevedo Provincia de Los Ríos. (Tesis de grado) Ecuador.

11. Rodríguez A., R., J. F. Zamora N., J. A. Silva G., E. Salcedo P. y F. J. Fuentes T. 2014. Propiedades físico-mecánicas de madera de teca de plantaciones comerciales. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 5(24): 12-25.

12. Soliz B. 1998. Valoración económica del almacenamiento y fijación de carbono en un bosque subhúmedo estacional de Santa Cruz, Bolivia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 113 p + anexos. Sprugel DG. 1983. Correcting for bias in log-transformed allometric equations. Ecology 64(1): 209-210.

13. Telles Antonio, R., Nájera Luna, J. A., Alanís Rodríguez, E., Aguirre Calderón, O. A., Jiménez Pérez, J., Gómez Cárdenas, M., & Muñoz Flores, H. J. 2017. Propiedades físico-mecánicas de la madera *Tectona grandis* L. f. de una plantación comercial en el estado de Michoacán. Revista mexicana de ciencias forestales, 8(40), 37-56.

14. Villavicencio, G. X. A. 2015. Estimación de carbono almacenado en biomasa aérea en plantación de Teca (*Tectona grandis* LF:), ubicada en la parroquia Huámbi, provincia de Morona Santiago (Tesis de grado). Loja, Ecuador.

15. Winrock International. 2014. Standard Operating procedures for Terrestrial carbon Measurement Field Manual. Disponible en: <http://www.leafasia.org/library/standard-operating-procedures-terrestrial-carbon-measurement-field-manual>

16. Yamallel, Y., Israel, J., Jiménez Pérez, J., Aguirre Calderón, O. A., Treviño Garza, E. J., & Alanís Rodríguez, E. 2012. Concentración de carbono en el fuste de 21 especies de coníferas del noreste de México. Revista mexicana de ciencias forestales, 3(13), 49-56.



## Rizobacterias: Una alternativa a los fertilizantes

Flora Apolinar Hidalgo <sup>a,b</sup>, Erik Ocaranza Sánchez <sup>b</sup> y Lilia Tapia López <sup>b</sup>

<sup>a</sup>Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada. IPN, Ex hacienda San Juan Molino, Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla de Lardizabal Km. 1.5, Tlaxcala, 90700, México.

<sup>b</sup>Campo Experimental San Martinito, Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km 56.5 Carretera Federal México-Puebla, San Martinito, Tlahuapan, Puebla, C.P 74100, México. [apolinarflora@gmail.com](mailto:apolinarflora@gmail.com)

El aumento de la población y el consumo de alimentos están generando demandas sin precedentes sobre la agricultura, enfrentando nuevos desafíos para lograr mayores rendimientos de los cultivos y reducir los impactos sobre el ambiente (Christophersen, 2017). Para generar mayores rendimientos se han incrementado significativamente las dosis de fertilizantes sintéticos por unidad de superficie, los cuales pueden provocar contaminación, daños a la salud y pérdida de la fertilidad de los suelos. Actualmente existe el interés por una producción más limpia, sin el uso de productos químicos, para que la producción agrícola sea más amigable con el medio ambiente, sin agroquímicos, como es mediante el uso de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal aisladas de suelos agrícolas. En este contexto, el objetivo de este estudio fue determinar la producción de ácido indol acético (AIA), ACC desaminasa y la fijación biológica de nitrógeno *in vitro* de rizobacterias. La metodología de ácido indol acético (AIA) se basó en el trabajo de Karadeniz *et al.*, (2006) la de ACC desaminasa en el trabajo de Penrose y Glick (2003) y la fijación biológica de nitrógeno por Dobereiner *et al.*, (1995). Se realizó un análisis de varianza y una comparación múltiple de medias (Tukey  $\alpha$  0.5). Los resultados mostraron presencia de AACC desaminasa y que posteriormente se le termino la producción de  $\alpha$  cetobutirato  $\mu$ M, siendo la cepa bacteriana E53PS la de mayor producción con 0.091  $\mu$ M, seguido de F71T con 0.037  $\mu$ M y F53PS con 0.027  $\mu$ M, en lo que respecta al ácido indol acético (AIA) y fijación biológica de nitrógeno las 3 cepas bacterianas dieron positivo la presencia de estos mecanismos.

### Introducción

Después de la revolución verde se desarrolló una agricultura intensiva y competitiva para el mercado mundial, lo que hizo necesario el uso de productos químicos para crecer y combatir plagas y enfermedades propias de los cultivos y así producir alimentos para contrarrestar la hambruna, pero el uso indiscriminado de los fertilizantes sintéticos, ha conllevado grandes impactos negativos en el ambiente, como la acidificación del suelo, la contaminación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, y la contribución al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. (FAO, 2011). Por ende, el desafío es disminuir el usos de fertilizantes químicos, a través de una agricultura alternativa y la búsqueda de agrobiotecnologías, tal es el caso del uso de inoculantes biológicos (biofertilizantes, biocontroladores, fitoestimulantes entre otros), para controlar patógenos y mejorar el crecimiento vegetal, en donde el principal activo son las rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR). El biofertilizante o Inoculante bacteriano, es una preparación de microorganismos que contiene una o más cepas bacterianas benéficas en un material

portador fácil de usar, que puede ser orgánico o sintetizado, el cual pueden ser un sustituto parcial o completo de la fertilización química (Bashan, 1998).

Las rizobacterias son bacterias de vida libre que se localizan en la rizosfera y que son capaces de estimular el crecimiento vegetal a través de dos mecanismos fundamentales, directos e indirectos. En los directos, el metabolito producido por la bacteria es capaz de estimular el crecimiento vegetal a través de procesos como; la fijación de nitrógeno, la solubilización de fosfatos y la producción de sustancias reguladoras del crecimiento (ácido indol - 3 - acético (IAA), ácido giberélico (GA3), zeatina, etileno y ácido abscísico (ABA)) que a bajas concentraciones normalizan los procesos fisiológicos. La estimulación indirecta es cuando la bacteria es capaz de liberar varias enzimas o metabolitos que intervienen en procesos que mejoran el crecimiento vegetal, la producción de sustancias que movilizan nutrientes, la producción de ACC desaminasa, antibióticos, sideróforos, sustancias que inducen la resistencia sistémica y al control de patógenos. (Singh, 2013, Bach y Díaz 2008). Se han reportado varios estudios que han demostrado efectos positivos que ejercen las rizobacterias en las plantas, como el aumento de las tasas de germinación, peso, altura, productividad, área foliar, contenido de clorofila, contenido de magnesio, nitrógeno, proteína, actividad hidráulica, tolerancia a la sequía, retraso en la senescencia foliar y reducción del daño causado por enfermedades (Ramirez y Kloepper, 2011).

En la actualidad las exigencias en la producción agrícola aparte de ser competitivamente redituable, también deben ser ecológica y socialmente viables, por lo que el objetivo de este estudio fue determinar la producción de ácido indol acético (AIA), ACC desaminasa y la fijación biológica de nitrógeno *in vitro* de rizobacterias que pusieran ser aplicados como biofertilizantes.

## **Metodología**

Las rizobacterias fueron aisladas de la rizosfera de diferentes plantas, fueron aisladas en función de su capacidad de crecer en medios con diferentes agroquímicos como son Agry Gent Plus, Bactrol, Buckman, Cercobin, Promy, Pulsor, Rizolex. y posteriormente se le determinó la producción de ácido indol acético, ACC Desaminasa y fijación de nitrógeno

## **Ácido indol acético**

Para la determinación de producción de ácido indol acético se realizó de acuerdo a la metodología de Karadeniz *et al.*, (2006). Se cultivaron cepas aisladas en medio LB con 0.5 g/L de L-triptófano el cual fue esterilizado por filtrado, posteriormente se incubaron por 5 días a 30 °C y 220 rpm en oscuridad, después se centrifugaron a 10,000 rpm a 4°C por 20 min, se tomó el sobrenadante y se acidificó a pH 2.5-2.8 y se realizó una extracción con 20 ml de acetato de etilo, la fase orgánica fue tomada y almacenada, consecutivamente la fase acuosa que quedó de la primera extracción, fue neutralizada a 7 PH con NaOH y se volvió a extraer con acetato de etilo, las fracciones fueron unidas y evaporadas hasta sequedad en un rota vapor a 37 °C , posteriormente fueron re suspendidas en 1 ml de metanol.

Para comprobar la presencia de reguladores de crecimiento en los extractos se realizó una cromatografía en capa fina, en placas de Sílica gel 60 F<sub>254</sub>. En cada carril se colocaron 20 µl de los extractos y como control negativo una extracción del medio de cultivo estéril, la fase

móvil empleada fue una mezcla de acetato de etilo, cloroformo y ácido acético (60:35:5). Para la identificación del ácido indol acético se usó el estándar (>95% Sigma aldrich), las placas fueron reveladas con luz UV de onda corta (254 nm).

### **Determinación de ACC Desaminasa**

La determinación de ACC desaminasa se realizó en base a la metodología de Penrose y Glick, (2003). Se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo basado en la habilidad para utilizar ACC como única fuente de nitrógeno, los aislados bacterianos se propagaron en 5 ml de medio LB y se incubaron a 30°C a 120 rpm durante 24 horas. Una vez transcurrido el tiempo de incubación se centrifugaron a 9000 rpm durante 5 minutos. Las células se enjuagaron dos veces con Tris-HCl (pH7.5) 0.1M estéril y resuspendidas en 1 ml de Tris-HCl (pH7.5) e inoculadas por micro gota en cajas Petri con 3 mM de ACC, las cajas se incubaron a 30°C durante 72 horas. Una vez transcurrido el tiempo de incubación, se registró el crecimiento bacteriano, indicando la utilización de ACC como fuente de carbono.

La suspensión bacteriana se centrifugó a 9000 rpm durante 5 minutos a 4°C, las células son enjuagadas dos veces con Tris-HCl 0.1M (pH 7.5) y resuspendidas en 600 µL de Tris-HCl 0.1M (pH 8.5), se agregaron 30 µL de tolueno al 5% (v/v) y vortexeadas por 30s. 200 µL de las células labilizadas se transfirieron a tubos eppendorf de 1.5 ml y se agregaron 20 µL de una solución de ACC 0.5M y se incubaron a 30°C durante 30 minutos. Posteriormente se agregó 1 ml de HCl 0.56 N, la mezcla se vortexeó y centrifugó a 10000 rpm durante 5 minutos a temperatura ambiente. 1 ml del sobrenadante se agregó a un tubo de vidrio conteniendo 800 µL de HCl 0.56 N y 300 µL de dinitrofenilhidrazina (0.2% 2,4-dinitrofenilhidrazina en HCl 2N). El contenido del tubo se vortexeó e incubó a 30°C por 30 minutos. Finalmente se agregaron 2 ml de NaOH 2N y se determinó la absorbancia a 540 nm. El valor obtenido se utilizó para calcular la cantidad de  $\alpha$ -cetobutirato generada por la actividad ACC desaminasa. El control negativo incluyó 100 µL de Tris-HCl (pH 8). La cantidad de  $\mu$ mol de  $\alpha$ -cetobutirato producido por esta reacción es determinado comparando la absorbancia a 540 nm de la muestra con una curva estándar de  $\alpha$ -cetobutirato (0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 0.75 y 1 mM).

### **Fijación de nitrógeno**

La determinación de La determinación de ACC desaminasa se realizó en base a la metodología de se realizó en base a la metodología de Dobereiner *et al.*, (1995). Se cultivaron cepas aisladas en medio en agar nutritivo, posteriormente fueron inoculados en caldo nutritivo e incubados por 24 horas a 30° C, después el inóculo se ajustó a una concentración de  $1 \times 10^8$  UFC y mediante gota de 2 µl se inocularon en medio de NFB con un PH 7 y se incubaron por 2 días. Después de determino la actividad de fijación de nitrógeno por el viraje de color.

## Resultados

De acuerdo con el análisis de varianza, los valores promedio de  $\alpha$  cetobutirato  $\mu\text{M}$  mostraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre las rizobacterias y la producción de ácido indol acético y fijación de nitrógeno dieron positivo (ver tabla 1).

Tabla 1. Resultados de los mecanismos de acción de las rizobacterias

Rizobacterias	ACC desaminasa	$\alpha$ Cetobutirato $\mu\text{M}$	Ácido indol acético	Fijación de nitrógeno
E53PS	+	$0.091 \pm 0.008^a$	+	+
F71T	+	$0.037 \pm 0.009^b$	+	+
F53PS	+	$0.027 \pm 0.017^b$	+	+

En la producción de  $\alpha$  cetobutirato  $\mu\text{M}$  se puede observar que la rizobacteria E53PS es la de mayor producción con  $0.091 \mu\text{M}$ , seguido de F71T con  $0.037 \mu\text{M}$  y F53PS con  $0.027 \mu\text{M}$  y en lo que respecta a la producción de ácido indol acético y fijación de nitrógeno las 3 rizobacterias dieron positivo a la producción de estos mecanismos. Tag (2018), reporto para la fijación de nitrógeno a la cepas bacterianas como *Delfita lacustri*, *Stenotrophomonas sp* y *Burkholderia nodosa* la capacidad de convertir  $\text{N}_2$  atmosférico en amoníaco y ser utilizada por las plantas, e igualmente se han reportado varios estudios de la producción de  $\alpha$  cetobutirato por bacterias, como lo reportaron Jalili *et al.*, (2009) en *Pseudomona putida* y *P. flourecens*, produce  $\alpha$  cetobutirato en una variación de  $2.092$  a  $5.030 \mu\text{M mg}^{-1} \text{h}^{-1}$ , al igual Bhusan *et al.*, (2016) reportaron un intervalo de  $0.00096$  a  $0.00135 \mu\text{M}$  para *Bacillus sp*, *Microbacterium sp* y *Paenibacillus sp*. y en la producción de ácido indol acético se ha reportado a *Enterobacter* con un intervalo de  $6$  a  $32 \mu\text{g/mL}$  (Jetiyanon, 2015; Sánchez *et al.*, 2012 y Ahemad, 2010), y también a *Pseudomona putida* con intervalos de  $9.5$  a  $11.5 \mu\text{g/mL}$  (Afkilevich *et al.*, 2016).

## Conclusiones

En este estudio se ha demostrado que las rizobacterias E53PS, F71T y F53PS tiene mecanismos de promoción para el desarrollo vegetal de acuerdo a las pruebas *in vitro* realizadas, y que permite considerarlos para su aplicación como biofertilizantes, contribuyendo así a la disminución del uso de fertilizantes sintéticos.

## Referencias

- Ahemad, M., Saghir, K.M. (2010). Plant growth promoting activities of phosphatesolubilizing *Enterobacter asburiae* as influenced by fungicides EurAsia J BioSci 4, 88-95.
- Bhusan, H. Subhasis Das (2013). ACC deaminase and IAA producing growth promoting bacteria from the rhizosphere soil of tropical rice plants. J. Basic Microbiol. (2013), 53, 972–984.

Christophersen, T. (2017). La agricultura en el siglo XXI: un nuevo paisaje para la gente, la alimentación y la naturaleza. ONU Medio Ambiente.

Dobereiner, J., Divan, B.V.L, Baldani, J.I (1995). Como isolar e identificar bacterias diazotroficas de plantas ñao leguminosas.

Jalili, F., Khavazi, K., Pazira, E., Nejati, A., Rahmani, H., Sadaghiani, H., Miransari, M., (2009). Isolation and characterization of ACC deaminase-producing fluorescent pseudomonads, to alleviate salinity stress on canola (*Brassica napus* L.) growth. *Journal of Plant Physiology*, 166, 667–674.

Jetiyanon, K., (2015). Multiple Mechanisms of *Enterobacter asburiae* strain RS83 for Plant Growth Enhancement *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 37:1, 29-36.

Karadeniz, S. A. Topcuog, F. Inan, I. (2006). Auxin, gibberellin, cytokinin and abscisic acid production in some bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 22:1061–1064

Penrose, D.M., Glick., B.R. 2003. Methods for isolating and characterizing ACC deaminase-containing plant growth-promoting rhizobacteria. *Physiologia Plantarum.* 118:1

Sánchez L.D.B., Gómez V.R.M, Garrido R.MF. y Bonilla B.R.R (2012). Inoculación con bacterias promotoras de crecimiento vegetal en tomate bajo condiciones de invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3:71, 1401-1415.

Tafkilevich, L., M, Fanisovna, H. G., Rashidovna, S.M, Mirkasimovna, M.A (2016). Characterization of Growth-Promoting Activity of *Pseudomonas Putida* Strain MG-2. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* 7:5, 1538.



*Sesión Plenaria III*

*Presidente:* **Lic. María del Mar Tello Busquets.**

*Coordinadora General del Consejo Internacional de Recursos Naturales y Vida Silvestre. México.*

*Copresidente:* **Lic. Mario Luis Ramírez Díaz.**

*Finca la María. Universidad del Pinar del Río. Pinar del Río, República de Cuba.*

# PANORAMA ACTUAL DE LOS RECURSOS NATURALES EN MÉXICO Y PERSPECTIVAS PARA SU CONSERVACIÓN.

Dra. Alina Gabriela Monroy Gamboa.



# BIODIVERSIDAD EN EL PLANETA

- 1,703,424 especies
- Fauna: 1,313,869 especies
- Flora: 389,555 especies





# BIODIVERSIDAD EN MÉXICO



- México representa el 1.5% de la superficie del planeta y alberga entre el 10 y el 12% de las especies.



- Endemismos: 50-60% de las plantas vasculares, 30% de mamíferos y 11% de aves.



- Endemismos: 50-60% de las plantas vasculares, 30% de mamíferos y 11% de aves.

# PROBLEMÁTICA

- Modificaciones en temperatura y precipitación = distribución geográfica de las especies, patrones de vegetación, estructura y composición florística y faunística.
- Natural y antropogénico.
- Afecta a escala temporal y espacial.
- Diferencias para adaptarse. Reducir exposición y vulnerabilidad e incrementar la resiliencia a los impactos en el hábitat.
- Resultados del cambio climático: reducción del bosque de coníferas, especies de zonas áridas, semi-áridas, especies de zonas de bosque templadas, 50% de extinción de mamíferos terrestres.

# ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

Familia o Grupo	Número de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Anfibios	194
Aves	392
Hongos	46
Invertebrados	49
Mamíferos	291
Peces	204
Plantas	987
Reptiles	443
TOTAL	2,606

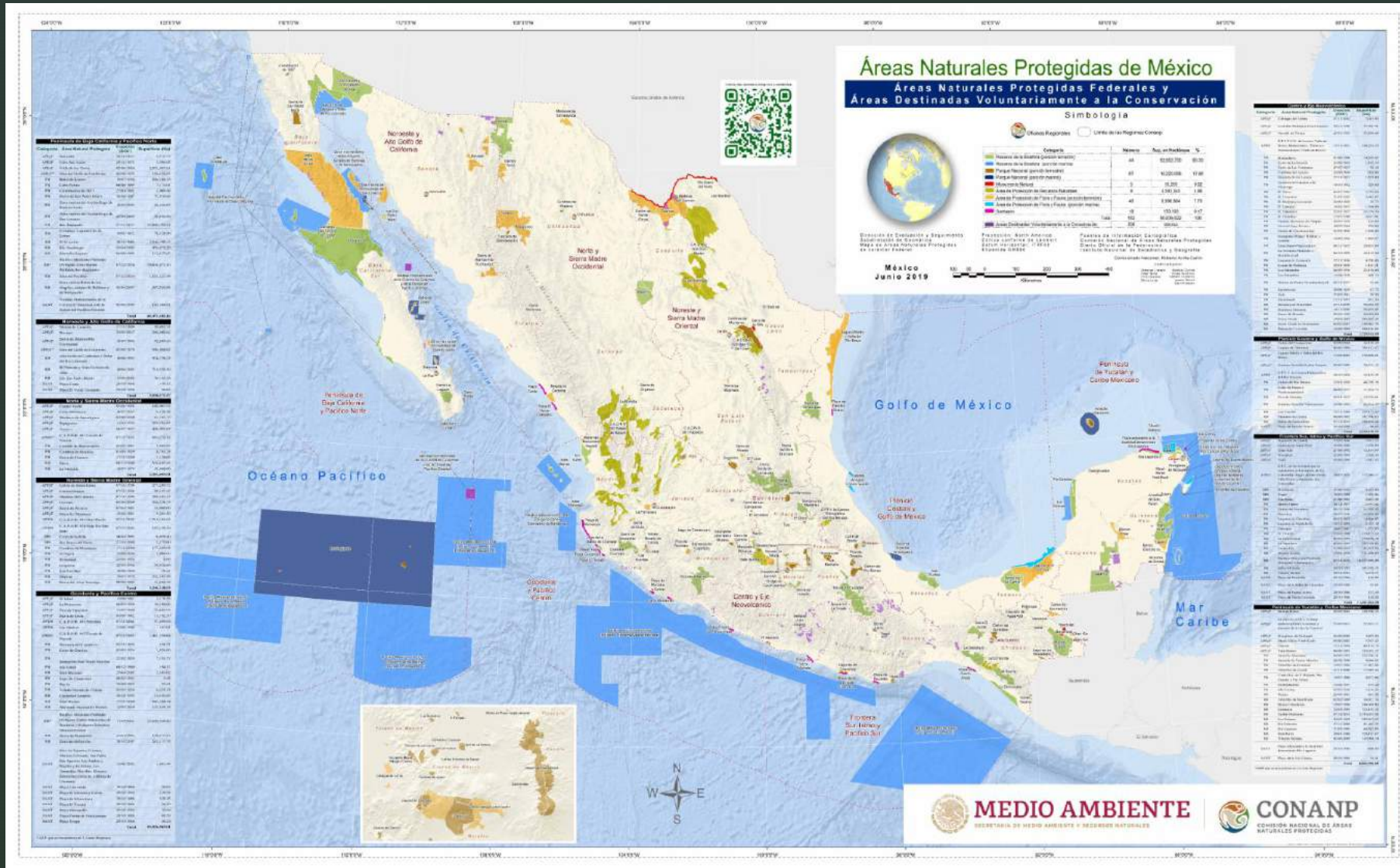
# NO CONOCEMOS TODA LA BIODIVERSIDAD



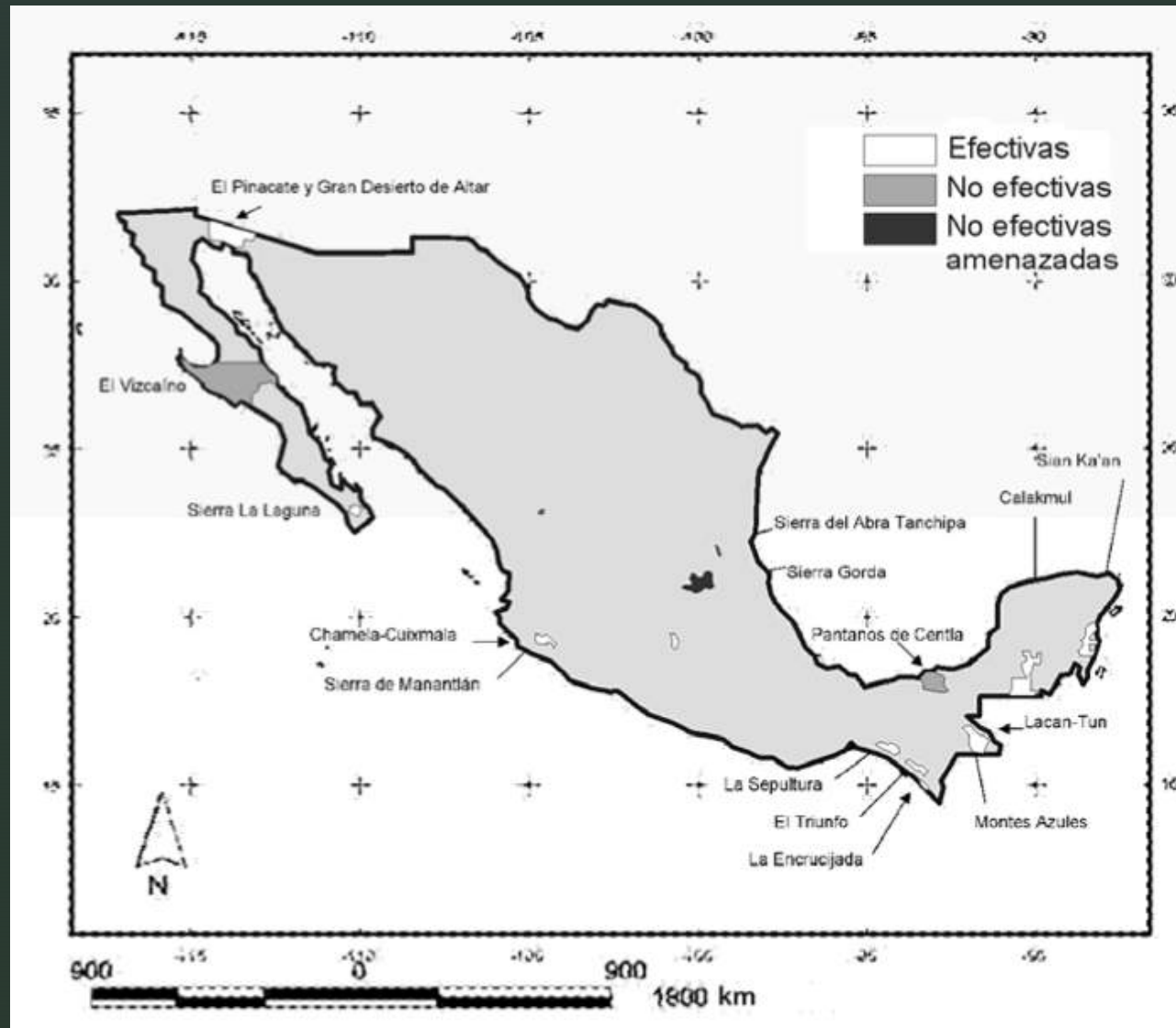
## ■ Artículos publicados en los últimos meses:

- Estrella de mar: Yucatán/Golfo de México
- Pez: Golfo de California
- Planta sp. *Nolina*: Zacatecas
- Orquídea: Sinaloa/Campeche, Jalisco, Veracruz y Yucatán
- Crustáceo: Mazatlán, Sinaloa
- Isópodo: Tlaxcala
- Parásito helminto: México
- Hemíptero: Acapulco, Guerrero
- Helechos (2): Oaxaca
- Serpiente: Oaxaca
- Hongo bioluminiscente: Veracruz
- Nemátodo: Oaxaca
- Planta sp. *Echeveria*: Colima

# ¿CÓMO SE PROTEGE LA BIODIVERSIDAD?

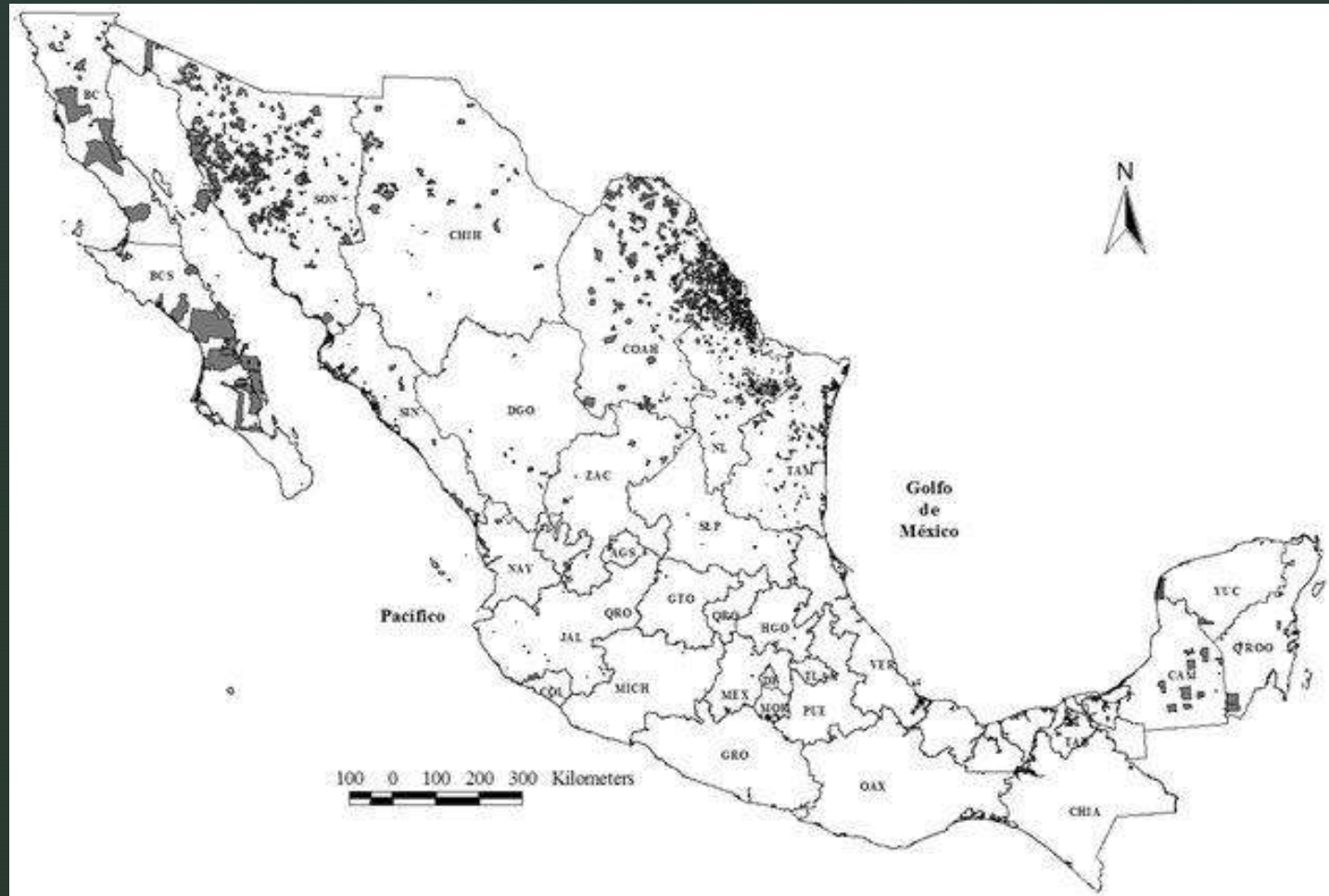


# EFICIENCIA DE LAS ANP





# UNIDADES PARA LA CONSERVACIÓN, MANEJO Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA VIDA SILVESTRE (UMA)



# ÁREAS DESTINADAS VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN



- 339 ADVC = 506,912 ha

# RESERVAS NATURALES PRIVADAS



El Carmen, Coahuila. CEMEX.



Reserva Jaguar Norte, Sonora. Naturalia, A. C.



El Zapotal, Yucatán. Pronatura PPY, A. C.

# BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN

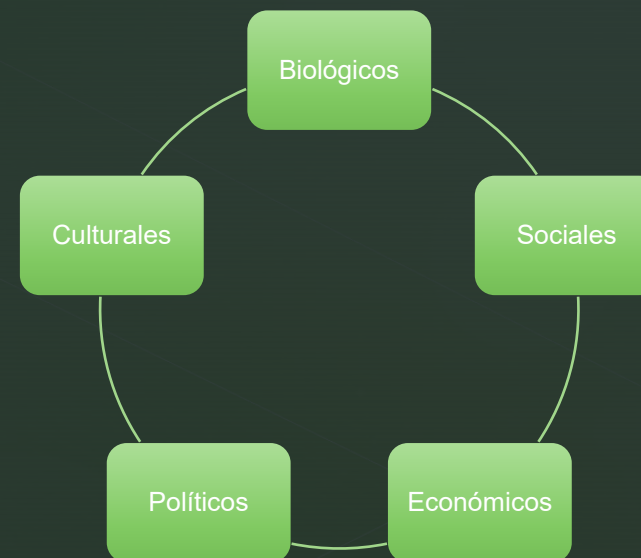


- Desde mediados de los 1980s.
- Se centra en entender, proteger y mantener en el tiempo la diversidad biológica en sus diferentes escalas y niveles organizacionales.
- Para dar soluciones a problemas multi-causales, la Biología se relaciona con otras disciplinas de las Ciencias Sociales:
  - Ecología política, economía ecológica, sociología rural, antropología ecológica, derecho ambiental.

# SIN GENTE NO HAY CONSERVACIÓN



- México es uno de los países más poblados del mundo (119,938,473 hab. en 2015).
- > población: Ciudad de México y Veracruz
- < población: Baja California Sur, Colima y Campeche





# TENENCIA DE LA TIERRA

- Más de la mitad del territorio en posesión de ejidos y comunidades (montes, bosques, selvas, matorrales).
- **Actividades productivas:** alimentos, ganado, materias primas, forraje, material para construcción, artesanías y servicios turísticos.
- **Servicios ambientales:** hidrológicos, biodiversidad y captura de carbono.

# PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE LA CONSERVACIÓN (PSC)

Margules & Sarkar 2009; Sarkar & Iloldi 2010.

**Meta:** La conservación de la biodiversidad a largo plazo a través de redes de áreas de conservación.

Se compone de **trece** pasos dinámicos:

- Elegir y delimitar una región para la planeación.
- Identificar actores sociales (*stakeholders*) de la región sujeta a planeación.
- Compilar, evaluar y refinar los datos sobre la biodiversidad y socio-económicos para la región.
- Dar tratamiento a los datos y construir modelos de distribución geográfica acordes al proyecto.
- Identificar los subrogados de la biodiversidad para la región.
- Establecer objetivos y metas de conservación.
- Revisar el sistema existente de áreas de conservación.
- Priorizar las nuevas áreas potenciales para acciones de conservación y manejo.
- Evaluar las áreas seleccionadas de acuerdo a su vulnerabilidad.
- Refinar los sistemas de áreas seleccionadas para las acciones de conservación.
- Examinar la viabilidad de la ejecución del plan, con base en análisis multi-criterio.
- Ejecutar el plan de conservación.
- Reevaluar y monitorear el funcionamiento del sistema de redes.

# OAXACA



- 50% de plantas vasculares de México, 35% de los anfibios, 26% de los reptiles, 63% de aves y 55% de los mamíferos terrestres
- *Hotspot* de Mesoamérica
- Convergen la región neártica y la neotropical
- 570 municipios
- 60.5% población rural
- 72% del territorio es de propiedad indígena o mestiza
- 16 de los 56 grupos étnicos de México
- Población total: 4 millones
- Tasa de crecimiento poblacional del 1% anual
- 60% de la población es indígena
- Tasa de desempleo de 6.34%
- Migración 21.6%
- Considerado el tercer estado más pobre en México
- 52.43% de ADVC en México
- 12 ANP y 868 áreas conservadas por la sociedad civil





- Mayor diversidad e intercambio de especies en **agroecosistemas cafetaleros** (Monroy y Briones-Salas 2006).
- Comunidades han asumido **costos ecológicos y sociales** de la minería (Fuentes y Barkin 2013).
- De las 1,406 sp. de vertebrados terrestres en Oaxaca, **580 bajo alguna categoría de riesgo** (Lavariega et. al. 2017).
- Los parques eólicos en el Istmo han producido la **disminución en la diversidad de mamíferos terrestres** (Cortés 2010).
- Hay una **mortalidad de murciélagos** de 4.18-20.20 muertes/turbina por colisión en parque eólicos (Bolívar-Cimé et. al. 2016).
- Disminución en la riqueza de especies, diversidad funcional y filogenética de murciélagos durante la construcción y primer periodo de operación de parques eólicos, pero al segundo periodo se incrementa la composición de especies y se reensamblan. **Adaptación de tres especies** (Briones-Salas et. al. 2017).
- **36 especies de mamíferos silvestres se usan de manera tradicional**, de los cuales el 55% se encuentra bajo alguna categoría de riesgo (Masés-García et. al. 2016).

# INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN EN OAXACA

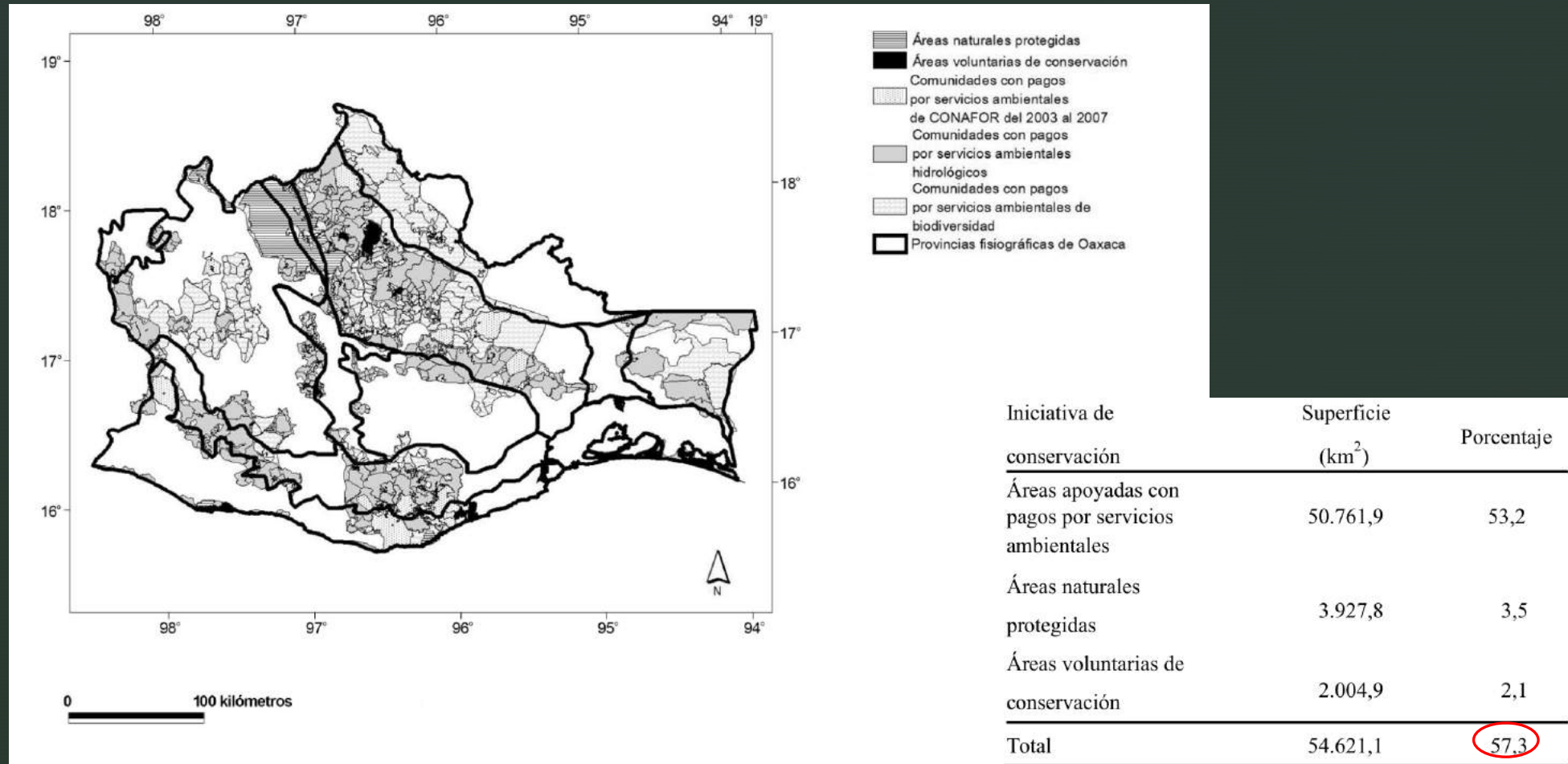
Monroy et al. 2015

- Consultas a 15 instituciones del gobierno federal, no gubernamentales, educativas y centros de investigación.
- Las iniciativas de conservación se agruparon en tres:
  - Áreas naturales protegidas (federales y estatales).
  - Áreas apoyadas por PSA (hidrológicos, biodiversidad, CONAFOR 2003-2007).
  - Áreas voluntarias de conservación.
- Los datos geográficos se analizaron en un SIG para conocer las superficies de cada una de las iniciativas.
- Se proyectaron sobre un mapa de uso de suelo y vegetación del INEGI (36 de 45).
- Provincias fisiográficas.
- Vegetación primaria y secundaria.

# INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN EN OAXACA

Monroy et al. 2015

- 880 áreas bajo alguna iniciativa de conservación



# INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN EN OAXACA

Monroy et al. 2015

- Sobreposición de iniciativas de conservación.

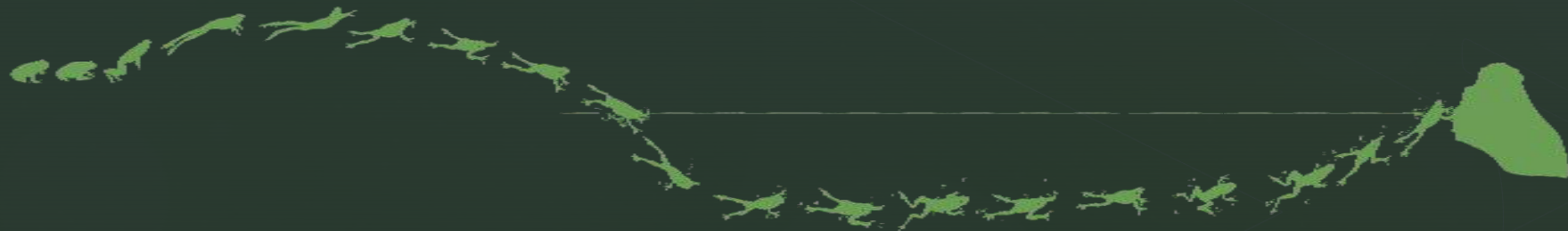
	Áreas Protegidas		Áreas voluntarias de conservación		Biodiversidad		Hidrológicos		Comunidades con apoyo	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Áreas protegidas	-	-	0	0	2.687,9	4,92	572,9	1,05	133,6	0,24
Áreas voluntarias de conservación					6,4	0,01	289,9	0,53	1.924,0	2,01
Biodiversidad							100,2	0,18	1.234,8	2,26
Hidrológicos									4.170,4	7,63
Comunidades con apoyo									-	-

Tipo de vegetación	Áreas protegidas	Áreas voluntarias de conservación	Comunidades apoyadas 2003-2007	Pagos biodiversidad	Pagos hidrológicos
	%				
Bosque bajo-abierto con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bosque de encino	19,80	0,00	3,56	9,80	5,32
Bosque de encino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	5,02	0,00	2,20	2,37	3,44
Bosque de oyamel con ayarín y cedro	0,00	0,00	0,06	0,04	0,02
Bosque de pino	0,00	0,00	4,76	5,55	6,55
Bosque de pino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0,20	0,00	2,70	1,93	3,70
Bosque de pino-encino y encino-pino	7,13	1,05	22,21	21,27	22,11
Bosque de pino-encino y encino-pino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0,60	0,00	4,55	4,10	10,07
Bosque de táscate	1,81	0,00	0,01	0,57	0,00
Bosque de táscate con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0,32	0,00	0,00	0,05	0,00
Bosque mesófilo de montaña	0,13	24,56	12,65	3,67	9,86
Bosque mesófilo de montaña con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0,03	3,77	6,52	6,10	6,45
Chaparral	0,18	0,00	0,55	0,20	0,01
Manglar	0,86	0,00	0,00	0,22	1,22
Matorral crasicuale	3,70	0,00	0,00	0,59	0,00
Matorral crasicuale con vegetación secundaria	0,48	0,00	0,00	0,08	0,00
Matorral desértico rosetófilo	0,01	0,00	0,00	0,08	0,00
Matorral desértico rosetófilo con vegetación secundaria	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Matorral espinoso tamaulipeco	0,12	0,00	0,00	0,03	0,00
Palmar	1,14	0,16	0,02	0,95	0,02
Pastizal natural y pastizal-huizachal	3,24	0,00	0,00	0,65	0,00
Popal-tular	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Pradera de alta montaña	0,00	0,00	0,03	0,00	0,07
Sabana	0,00	0,00	3,03	0,00	0,70
Selva alta y mediana perennifolia	0,01	16,31	8,04	18,22	7,94
Selva alta y mediana perennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0,01	9,33	3,27	10,00	5,53
Selva alta y mediana subperennifolia	0,79	0,00	5,47	0,19	3,54
Selva alta y mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	1,08	0,00	1,32	0,18	1,16
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	46,78	38,08	3,85	10,86	5,06
Selva baja caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	2,70	4,49	0,69	0,75	2,24
Selva baja espinosa con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	2,91	1,20	7,77	1,20	2,13
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0,30	0,00	6,69	0,22	2,63
Vegetación con dunas costeras	0,39	0,12	0,00	0,07	0,12
Vegetación de galería con bosque, selva y vegetación de galería	0,20	0,00	0,03	0,05	0,00
Vegetación halófila y gipsófila	0,00	0,93	0,00	0,00	0,05

# INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN EN OAXACA

Monroy et al. 2015

- Una visión integral de las diferentes iniciativas de conservación permite observar que éstas representan adecuadamente los tipos de vegetación.
- Las iniciativas de conservación se superponen en algunas regiones fisiográficas, que ocasiona que algunas regiones posean muy pocas iniciativas o ninguna, lo que podría provocar que se pierdan más rápidamente los ecosistemas.
- Las áreas voluntarias albergan 11 tipos de vegetación y poseen una importante superficie de bosque mesófilo de montaña.



# PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE LA CONSERVACIÓN (PSC)

Margules & Sarkar 2009; Sarkar & Iloldi 2010.

**Meta:** La conservación de la biodiversidad a largo plazo a través de redes de áreas de conservación.

Se compone de **trece** pasos dinámicos:

- Elegir y delimitar una región para la planeación.
- Identificar actores sociales (*stakeholders*) de la región sujeta a planeación.
- Compilar, evaluar y refinar los datos sobre la biodiversidad y socio-económicos para la región.
- Dar tratamiento a los datos y construir modelos de distribución geográfica acordes al proyecto.
- Identificar los subrogados de la biodiversidad para la región.
- Establecer objetivos y metas de conservación.
- Revisar el sistema existente de áreas de conservación.
- Priorizar las nuevas áreas potenciales para acciones de conservación y manejo.
- Evaluar las áreas seleccionadas de acuerdo a su vulnerabilidad.
- Refinar los sistemas de áreas seleccionadas para las acciones de conservación.
- Examinar la viabilidad de la ejecución del plan, con base en análisis multi-criterio.
- Ejecutar el plan de conservación.
- Reevaluar y monitorear el funcionamiento del sistema de redes.

# SUBROGADOS PARA SELECCIONAR ÁREAS DE CONSERVACIÓN EN OAXACA

Monroy-Gamboa et al. 2019

- El término “subrogado” se refiere a la entidad individual, como una especie o ecotipo.
  - Su valor, debe satisfacer dos criterios:
    - 1) debe ser cuantificable
    - 2) debe poderse estimar
  - Un buen subrogado es el que en su representación abarca a el mayor número de subrogados posibles en el menor área.
  - **Subrogado verdadero:** representa la biodiversidad en general y pueden ser conjuntos de rasgos o caracteres, diversidad de especies, ensamblajes, patrones de paisaje o diversidad. Es difícil encontrar la información completa.
  - **Subrogado estimado:** parámetros indicadores, con los que se pretende representar a los subrogados verdaderos.
- Representatividad: Medida de la fracción de estimadores de la biodiversidad para los que se cumplen sus metas.



# SUBROGADOS PARA SELECCIONAR ÁREAS DE CONSERVACIÓN EN OAXACA

Monroy-Gamboa et al. 2019

- Modelos de distribución geográfica
  - MaxEnt: Calcula la probabilidad de distribución para especies sobre un espacio geográfico dado usando información de la asociación observada de localidades de especies con variables ambientales.
    - 1,131 especies de vertebrados terrestres
    - 19 capas de variables climáticas (precipitación y temperatura)
    - 4 variables geológicas
    - Mapa de uso de suelo y vegetación (INEGI)
  - ConsNet. Algoritmos heurísticos, diseñados para seleccionar lugares con base en:
    - **Rareza geográfica:** especies que menos se encuentran en un lugar
    - **Complementariedad:** medida que describe cuantas taxones diferentes agrega un área a los que ya se encuentran representados.

Máxima representación de especies en la menor área posible

- Gráficas de subrogación

# SUBROGADOS PARA SELECCIONAR ÁREAS DE CONSERVACIÓN EN OAXACA

Monroy-Gamboa et al. 2019

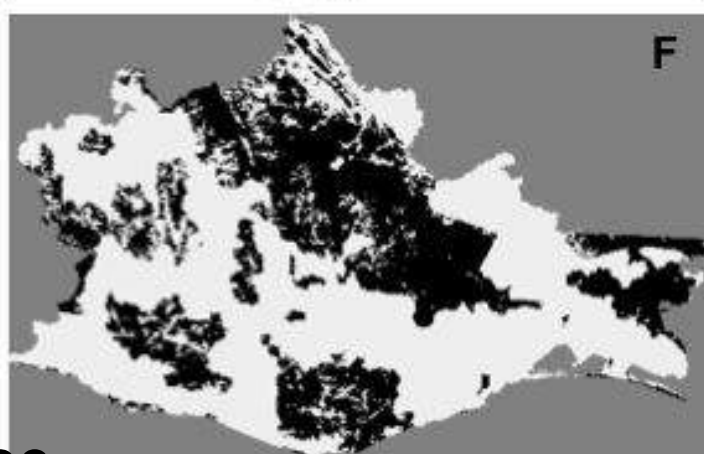
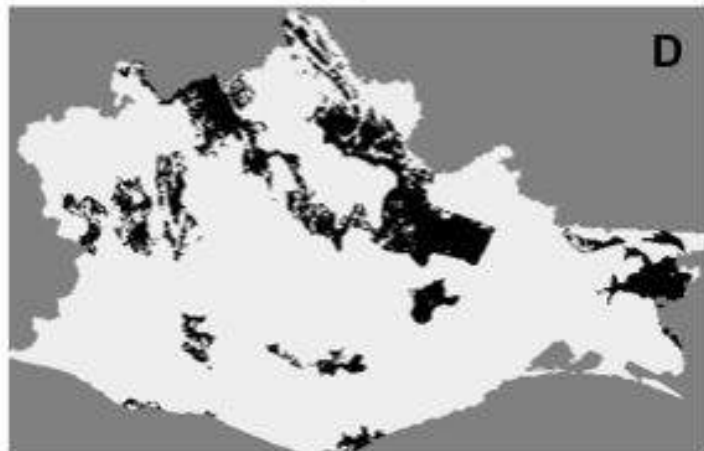
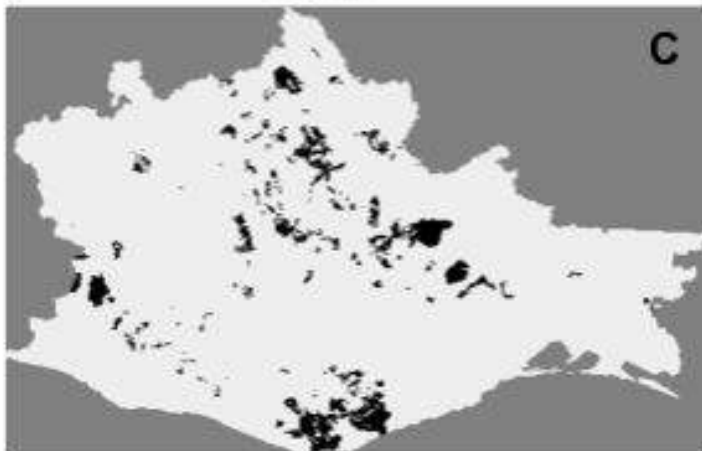
	Anfibios y reptiles	Aves	Mamíferos	Total
Registros	37,587	112,000	54,342	<b>203,929</b>
Nº de modelos realizados	374	672	194	<b>1,240</b>
Nº de modelos robustos	353	598	180	<b>1,131</b>
Especies registradas para Oaxaca	378	736	194	<b>1,308</b>



# SUBROGADOS PARA SELECCIONAR ÁREAS DE CONSERVACIÓN EN OAXACA

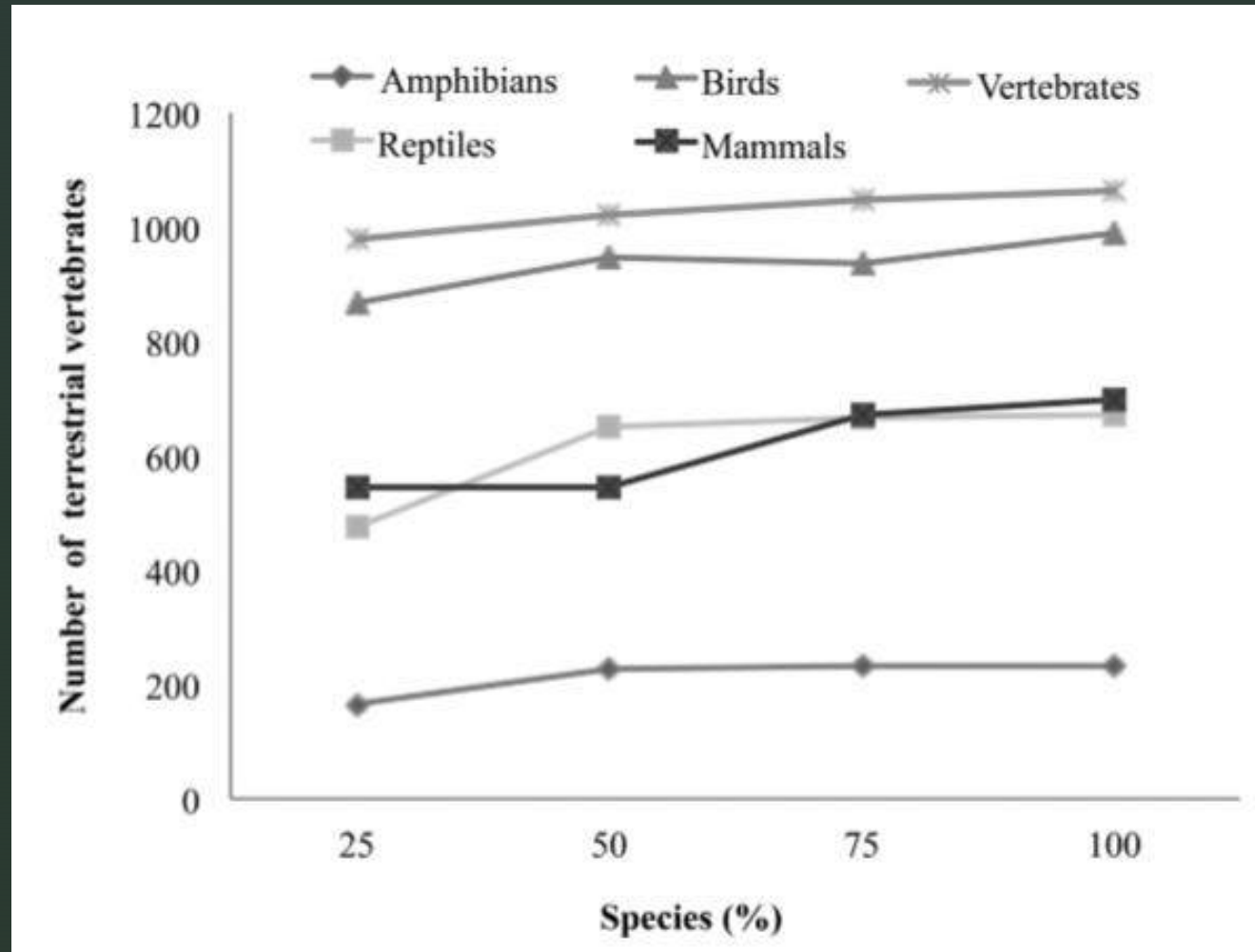
Monroy-Gamboa et al. 2019

	Area (km <sup>2</sup> )	Amphibians (%)	Reptiles (%)	Birds (%)	Mammals (%)	Terrestrial vertebrates (%)
Decreed protected areas	3927.8	1.18	3.36	0.33	1.11	1.76
Voluntarily conservation areas <sup>a</sup>	2004.9	0.07	0.21	0	0	0.08
CONAFOR <sup>b</sup>	6456.34	4.25	12.22	12.04	22.77	15.13
Biodiversity <sup>c</sup>	20288.20	21.82	62.83	92.04	93.88	90.26
Hydrologic <sup>d</sup>	23995.36	25.27	72.74	99.66	98.88	99.02
All conservation initiatives	56672.6	25.71	74.00	100	99.44	99.82



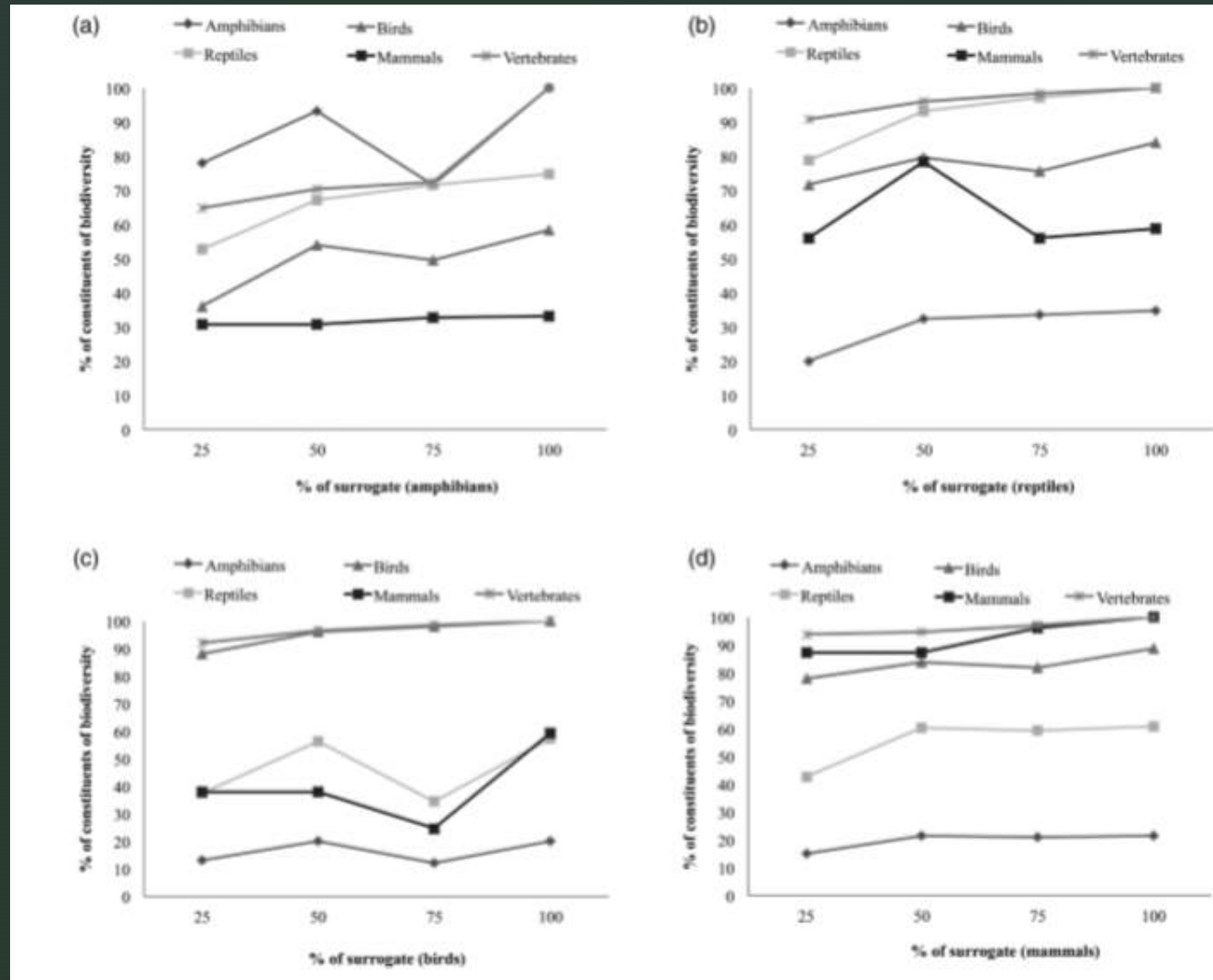
# SUBROGADOS PARA SELECCIONAR ÁREAS DE CONSERVACIÓN EN OAXACA

Monroy-Gamboa et al. 2019



# SUBROGADOS PARA SELECCIONAR ÁREAS DE CONSERVACIÓN EN OAXACA

Monroy-Gamboa et al. 2019



# SUBROGADOS PARA SELECCIONAR ÁREAS DE CONSERVACIÓN EN OAXACA

Monroy-Gamboa et al. 2019

- El conjunto de los vertebrados terrestres funcionan mejor como subrogados estimados de la biodiversidad en Oaxaca.
- Al realizar ejercicios de PSC es necesario usar varios grupos taxonómicos como subrogados de la diversidad biológica, para asegurar una mejor representatividad de la biodiversidad.



# RED DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN (CAN) Y VARIABLES MULTI-CRITERIO

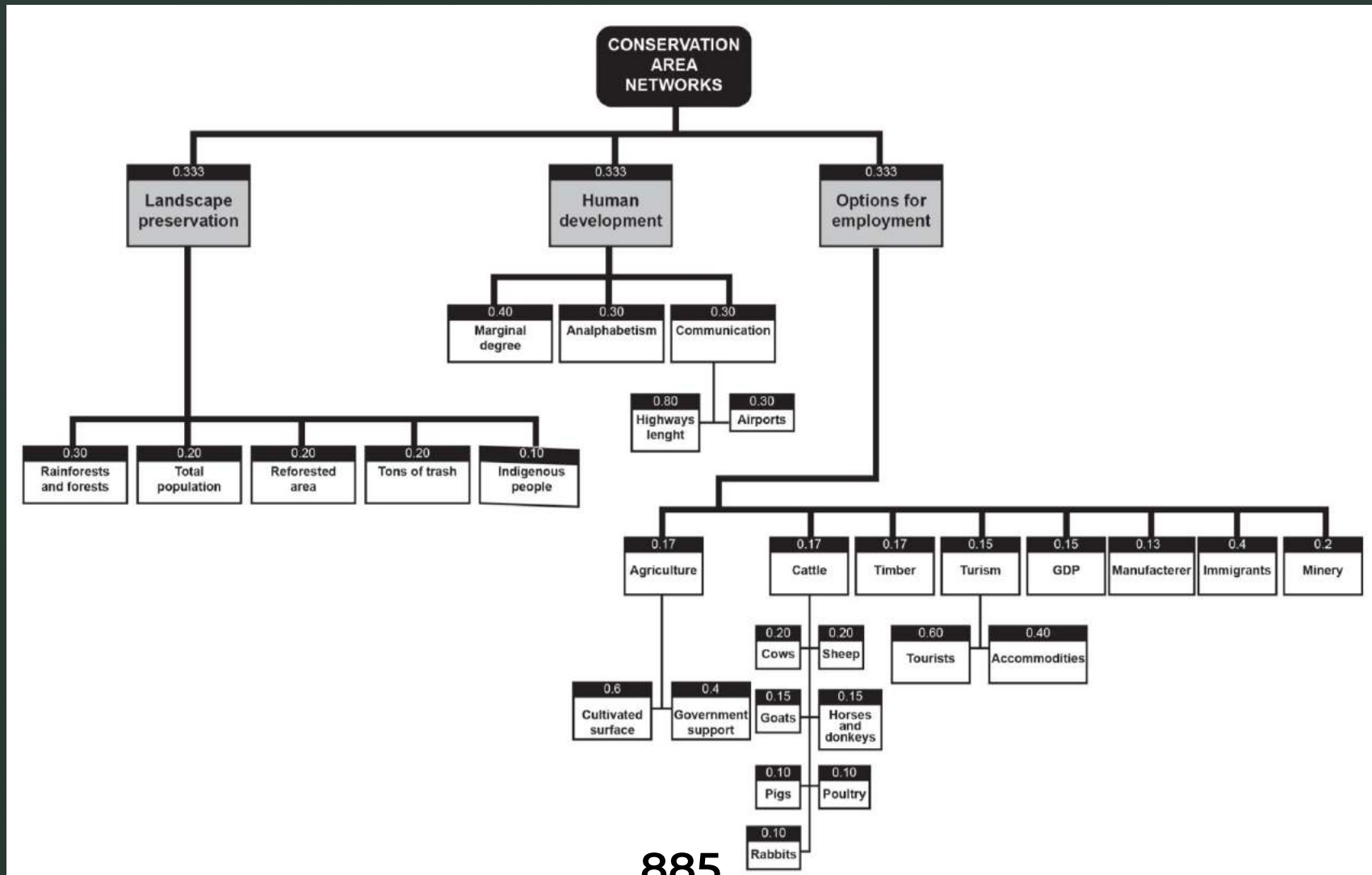
Monroy-Gamboa et al. (enviado)

- Variables socio-económicas:
  - 100 variables con datos de INEGI, CONAPO, SAGARPA y PROCAMPO.
  - Pruebas estadísticas para evitar correlación y redundancia.
  - Se consideraron 25 variables como atributos cuantificables para ser incluidos en el análisis jerárquico.
- Las soluciones se obtuvieron por medio de un Análisis General Multi-criterio, con una comparación de pares.
- ConsNet, permite la incorporación de un número indefinido de criterios para la identificación de prioridad, usando una modificación del Proceso Analítico de Jerarquía, el cual asegura que el análisis multi-criterio sea consistente con la Teoría del Valor de los Multi-atributos.
- 4 escenarios: Áreas protegidas *a priori*, VCA *a priori*, ambas (AP y VCA) *a priori* y R-C (rareza-complementariedad).

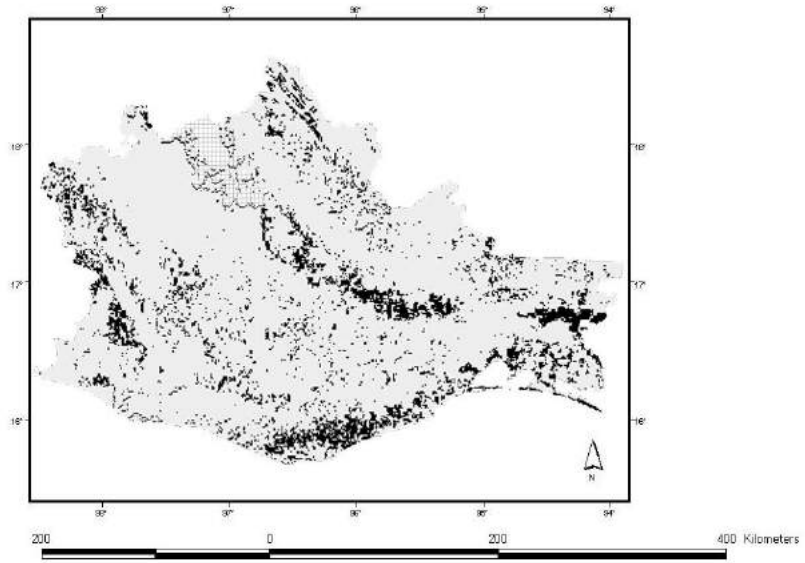


# RED DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN (CAN) Y VARIABLES MULTI-CRITERIO

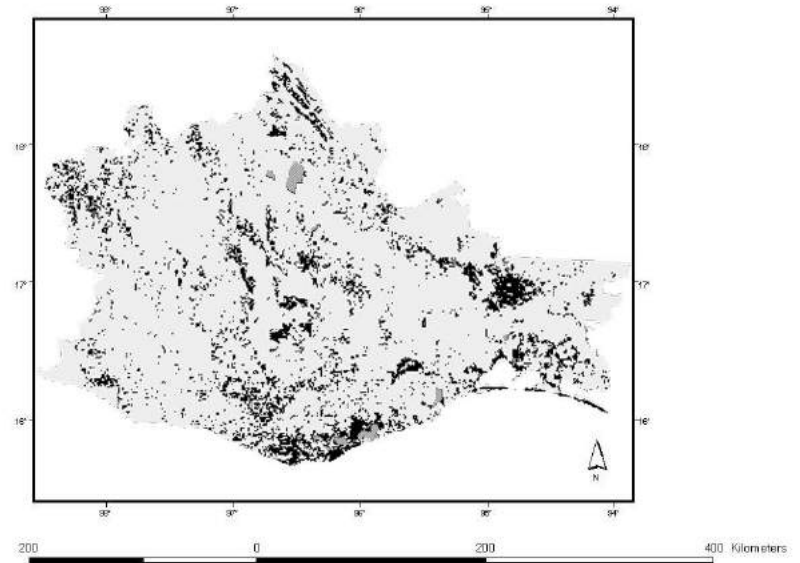
Monroy-Gamboa et al. (enviado)



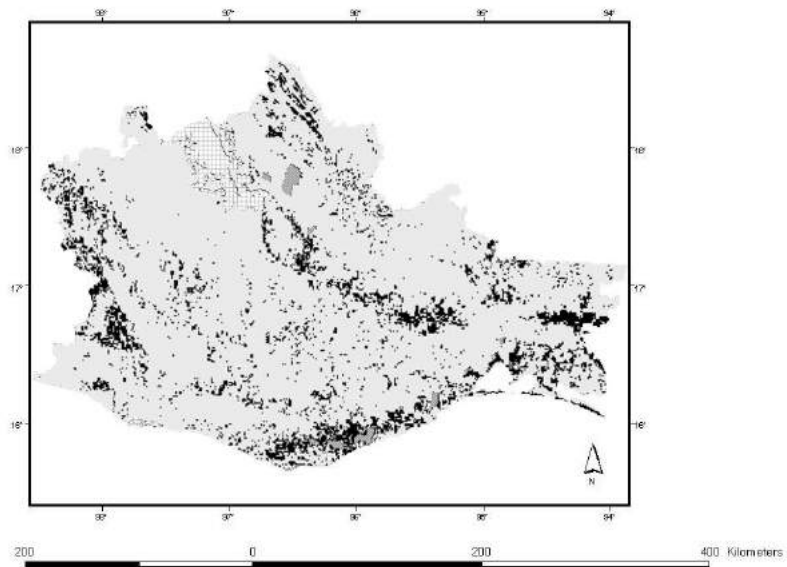
**a**



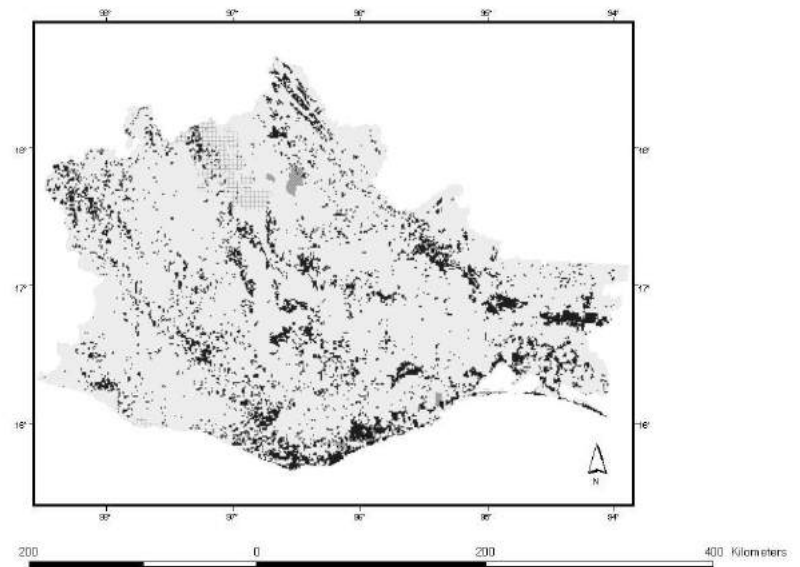
**b**



**c**



**d**



# RED DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN (CAN) Y VARIABLES MULTI-CRITERIO

Monroy-Gamboa et al. (enviado)

Terrestrial ecoregion	Solution including PA	Solution including VCA	Solution including PA and VCA	Solution R-C
Sierra Madre Centroamericana pine-oak and mixed forests	546	55	470	380
Sierra Madre del Sur de Guerrero and Oaxaca pine-oak and mixed forests	4,812	3,716	4,629	3,664
Tehuantepec canyon and plain dry forest and thorn forest	1,393	1,406	1,566	1,474
Balsas depression dry forest and xeric scrub	449	683	456	638
Moist evergreen forest hills	1,325	1,894	1,286	1,793
Mexican South Pacific hills and foothills thorn forest	1,183	1,560	1,325	1,363
Gulf of Mexico coastal plain moist evergreen forest	41	30	39	33
Soconusco coastal plains and hills moist evergreen forest	265	230	284	239
Oaxaca and Puebla valleys and depression dry forest and xeric scrub	1,231	396	1,230	366
<b>Total</b>	<b>11,245</b>	<b>9,970</b>	<b>11,285</b>	<b>9,950</b>

	Solution including PA	Solution including VCA	Solution including PA and VCA	R-C
Airports	14.05	16.85	15	12.45
Timber	0.49	0.6	0.44	0.6
Analphabetism	0	0	0	0
Poultry	0	0.28	0	0.24
Trash	2	2.5	2.34	2.41
Cows	1.92	2.87	1.94	1.36
Goats	0	0	0	0
Highways	62.49	23.6	62.42	24.04
Rabbits	0	0	0	0
Horses and donkeys	0	0	0	0
Commodities	16.18	22.77	17.37	18.18
Indigenous population	0	0	0	0
Manufacturer	2.16	2.15	2.97	3.12
Marginal degree	0	0	0	0
Immigrants	0	0	0	0
Mining	0	0	0	0
Sheep	0	0	0	0
GDP	0	0	0	0
Total population	0	0.54	0	0.48
Porks	0	0	0	0
Government support	0	0	0	0
Rainforests and forests	0	0	0	0
Cultivated area	2.17	2.11	2.17	3.29
Reforested area	0	0	0	0
Turists	21.23	29.33	23.93	20.88
Area	12,587.61	11,805.04	13,352.04	11,781.31

# RED DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN (CAN) Y VARIABLES MULTI-CRITERIO

Monroy-Gamboa et al. (enviado)



- Esta complejidad socioeconómica desafía a la conservación tradicional estática, la cuál depende solo de las áreas protegidas, que resultan insuficientes para proteger la biodiversidad de Oaxaca.
- Para proponer una CAN se debe incluir hábitat remanente natural, agroecosistemas, áreas para restauración y asentamientos rurales y urbanos.
- Las acciones de conservación deben de basarse en el uso sustentable de los recursos naturales que contribuyan además a reducir la pobreza mientras se conserva, bajo el esquema de la PSC.
- Esta propuesta puede contribuir a la inclusión de metas de conservación y desarrollo en beneficio de las comunidades locales, tomadores de decisión y poseedores de la tierra.



# PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE LA CONSERVACIÓN (PSC)

Margules & Sarkar 2009; Sarkar & Iloldi 2010.

**Meta:** La conservación de la biodiversidad a largo plazo a través de redes de áreas de conservación.

Se compone de **trece** pasos dinámicos:

- Elegir y delimitar una región para la planeación.
- Identificar actores sociales (*stakeholders*) de la región sujeta a planeación.
- Compilar, evaluar y refinar los datos sobre la biodiversidad y socio-económicos para la región.
- Dar tratamiento a los datos y construir modelos de distribución geográfica acordes al proyecto.
- Identificar los subrogados de la biodiversidad para la región.
- Establecer objetivos y metas de conservación.
- Revisar el sistema existente de áreas de conservación.
- Priorizar las nuevas áreas potenciales para acciones de conservación y manejo.
- Evaluar las áreas seleccionadas de acuerdo a su vulnerabilidad.
- Refinar los sistemas de áreas seleccionadas para las acciones de conservación.
- Examinar la viabilidad de la ejecución del plan, con base en análisis multi-criterio.
- Ejecutar el plan de conservación.
- Reevaluar y monitorear el funcionamiento del sistema de redes.



- Debemos hacer sinergias entre las diferentes ramas y sectores, incluyendo a los pobladores locales para tomar decisiones y proponer estrategias y soluciones más reales que ayuden a la conservación de nuestra biodiversidad.



▶ **¡GRACIAS!**

**Dra. Alina Gabriela Monroy Gamboa**

Postdoctorante en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR)  
Coordinadora de la Comisión de Gestión y Vinculación (AMMAC)

**beu\_ribetzin@hotmail.com**





**CONGRESO INTERNACIONAL DE RECURSOS NATURALES  
2019”**



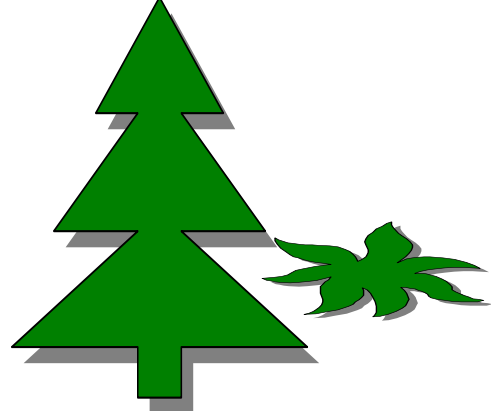
**UNIVERSIDAD DE PINAR DEL  
RÍO  
“Hermanos Saiz Montes de Oca”**



## **CONFERENCIA PLENARIA**

**Titulo: Especies silvestres no aprovechadas  
en los agroecosistemas locales**

**Dr.C. María Teresa Martínez Echevarría**



**Criterios económicos ambientales.**

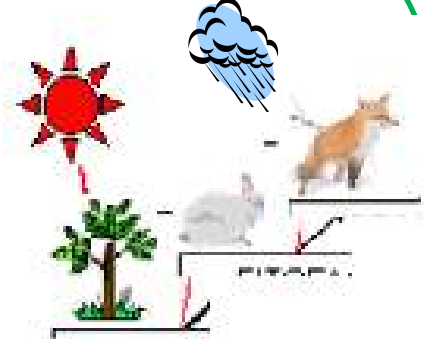
**Valor económico**



**Valor ecológico**



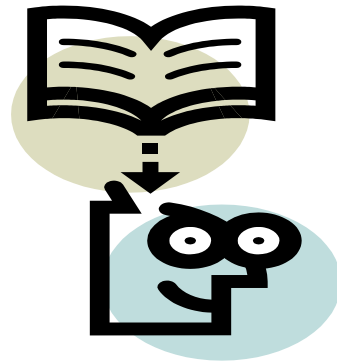
**Valor estético y recreativo**



**Propiedades que son intrínsecas al recurso.**



- El diseño y manejo del bosque equilibrado.
- Las estrategias de producción no son congruentes con el uso racional del agroecosistema.
- La carencia de intercambios entre los conocimientos científicos y los saberes locales.
- Los análisis teóricos entre las disciplinas relacionadas.
- Faltan las investigaciones incluyentes, que definan el valor integral de cada especie, en su rol contribuyente a la sostenibilidad de los Agroecosistemas.





Un recurso natural es objeto de valoración a partir del momento en que ingresa, junto con otros insumos, al mecanismo de producción-consumo.

Los bosques están produciendo continuamente una serie de bienes y servicios para los que no se dispone de un precio de mercado, en el lenguaje económico, se dice que en este caso están produciendo una ***externalidad***.



**Externalidad:** aumento o disminución en la utilidad del consumidor (o en el nivel de producción de una empresa) provocado por el **valor** que toman otras variables que escapan a su control. Prieto, 1999

## Valores económicos

Valor consuntivo (bienes destinados al mercado; bienes y servicios de consumo interno)

Valor de uso indirecto (protección de cuencas hidrográficas, captura de carbono, protección del suelo).

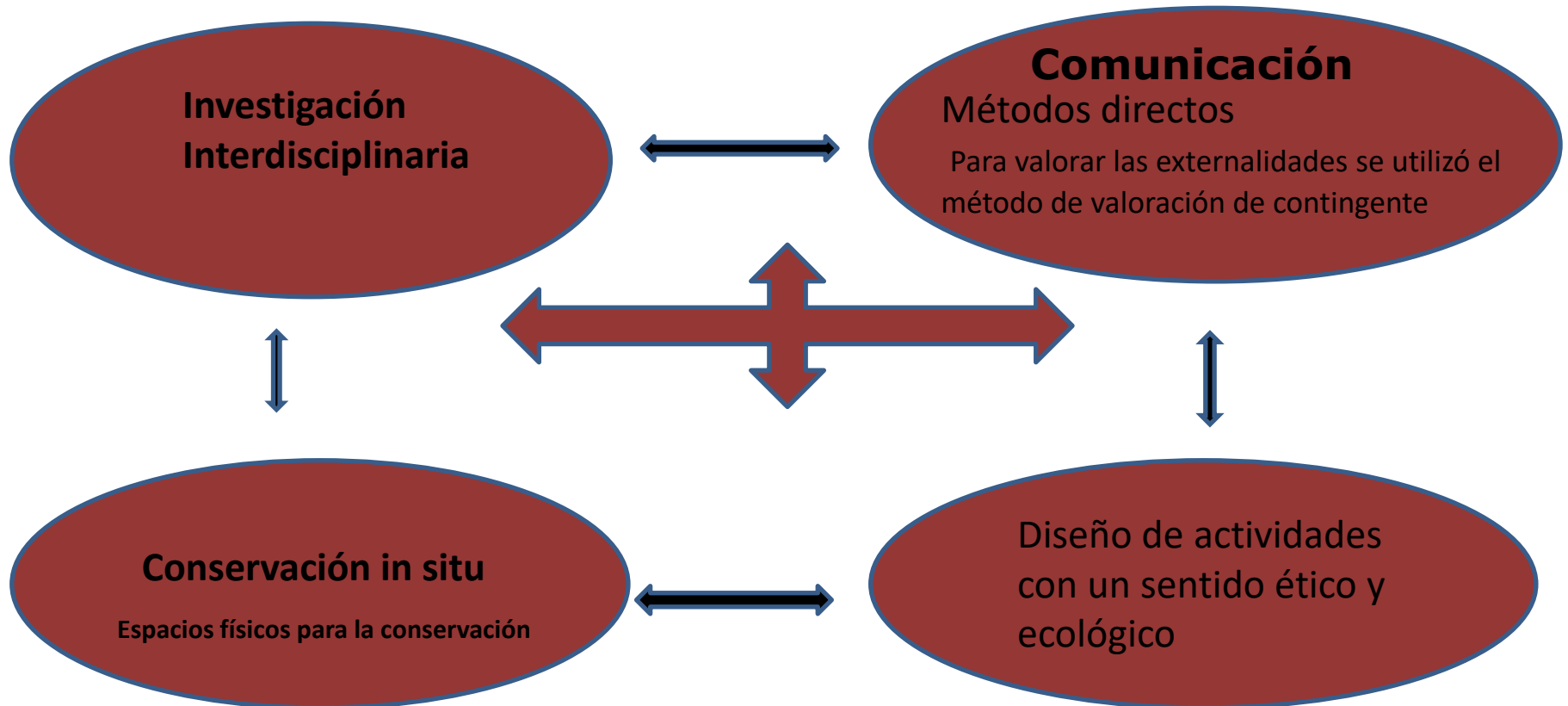
Valor no consuntivo (actividades recreativas (senderismo, contemplación paisaje, observación de la fauna, etc.)

Cuando la existencia de dichas externalidades provoca un aumento en la **utilidad** del consumidor, se denominan **externalidades positivas**. La **utilidad** es el nivel de satisfacción de las necesidades cuando se consumen bienes y servicios.



## Estudio Caso

**Objetivo:** Realizar una valoración sobre las externalidades proporcionadas por las plantas silvestres del agroecosistema Cooperativa de Producción y Servicios (CPA) Roberto Amaran, para la toma de decisiones sobre el aprovechamiento de este recurso.



Rozzi *et al.*, 2017

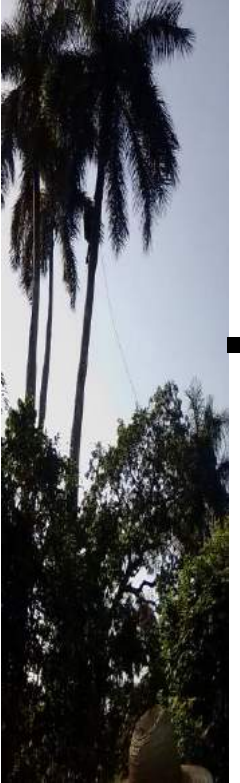


● Bosque Mixto      ▲ Frutales

- Recorridos de campo
- Inventario en el área de bosques naturales de las plantas silvestres.
- Se aplicaron encuestas y entrevistas.
- Se seleccionaron 18 fincas, la selección se realizó teniendo en cuenta la presencia bosques naturales.
- Se determinó la confiabilidad de la muestra de acuerdo al método de mitades partidas (split-halves).



- Se reportan un total de 66 **especies silvestres**, las especies de mayor diversidad son (*Cordia collococca*) Ateje, (*Erythroxylum havanense*) Jiba, (*Momordica charantia*) Coundeamor, (*Guazuma ulmifolia Lam*) Guácima y (*Roystonea regia*) Palma Real.
- Se realiza una valoración de los valores de no-uso (*valor de existencia*, o valor que para un individuo tiene la existencia de estas especies, aunque no las estén disfrutando y *valor de opción* ( valor que para un individuo tiene no cerrar la posibilidad de una futura utilización del bien.
- Se diseña una propuesta estratégica para el uso social, mantenimiento de la biodiversidad y del paisaje, con el propósito de contribuir a un mayor acercamiento a la sostenibilidad del agroecosistema.





- El 100% de los encuestados en la valoración del uso social consideraron la utilización de la madera y de algunos frutos como las actividades extractivas que se realizan, mostrando escasa información sobre los elementos que pueden evaluar las externalidades positivas tales como elementos culturales, patrimonio, impactos sobre el medio y el entorno.
- Sin embargo, las valoraciones del 55% de los encuestados sobre la fauna silvestre, plasmó pequeñas estimaciones de mercado, incluyendo un valor de existencia para ciertas especies amenazadas como el Toco-ro-ro el cual es parte de la fauna del agroecosistema.



- Las valoraciones sobre el paisaje fueron diversas y subjetivas, donde se incluye su contemplación.
- Los conocimientos previos respecto al tema, así como las diferencias de personalidad, sexo y cultura en la percepción y apreciación del paisaje.
- El 71.5% realizó una valoración positiva sobre la función protectora del bosque respecto al suelo que lo acoge y los efectos que pueden provocar fuera de los límites del mismo.
- En las valoraciones de la biodiversidad biológica solo el 15% de los encuestados percibieron el grado de variedad de la naturaleza, en el sentido de presencia/ausencia y abundancia de especies en determinadas fincas.



Se pudo constatar a través de la evaluación colectiva y a partir de las opiniones compartidas, que el programa impartido, alcanzó un coeficiente de efectividad de 0.625, lo que indica que fue eficiente.

Aspectos a destacar es la ausencia casi total de los decisores, a pesar de ser los de mayores facilidades y capacidad para comprender el alcance del curso.

Los resultados de la aplicación del programa de capacitación evidenciaron la falta de información entre la mayoría de los actores sobre el alcance las externalidades positivas que puede alcanzar la CPA Roberto Amaran



## Propuesta estratégica

- I. Diagnóstico e implementación en los planes de la CPA.
- II. Definir líneas estratégicas tales como: implementar y evaluar acciones que se ajusten a determinados procedimientos, dentro de ellos; la selección de técnicas para evaluar los valores de no uso en el agroecosistema  
Se compartió con los actores el documento publicado en la revista "Crónica de los tiempos de Abril de 2002 titulado carta escrita en el 2070
- III. La priorización de acciones
  - a) Pagar por la presencia de ciertas especies silvestres en el agroecosistemas
  - b) Pagar por un acceso al bosque en el futuro
  - c) Pagar por la conservación de un bosque para lograr nuevos fármacos y alimento animal, cuando se disponga de la información necesaria.
  - d) Pagar por la conservación de un bosque para transferirlo a las generaciones futuras
  - e) Pagar por adquirir fotografías, medios audiovisuales, ecoturismo.



## Conclusiones

- La valoración económica está influenciada por la cultura del grupo poblacional al cual se le pregunta sus preferencias.
- Las acciones de la estrategia permiten que los consumidores sean los que determinen la estructura productiva y distributiva, además de aceptar el principio de la soberanía del consumidor y el sistema de democracia del mercado.
- El valor económico de cualquier bien o servicio suele medirse teniendo en cuenta lo que estamos dispuestos a pagar por él .
- Los recursos naturales proporcionan bienes y servicios sin costo alguno, lo único que expresa el valor de los bienes y servicios que aporta es nuestra disposición a pagar por ellos, independientemente de si realmente pagamos algo o no.



## Referencias bibliográficas.

- Arnold, J. (2015). La Agroforestería Análoga. Resultados de los estudios en Cuba. Conferencia en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba. 45p.
- Bermúdez, A., Oliveira-Miranda, M. y Velásquez, D. (2005). La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: Una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. [en línea] Junio. Disponible en: [www.misiones.gov.ar/pymes](http://www.misiones.gov.ar/pymes) [Consulta: 10 de junio 2013].
- Carballosa, B.S. (2012). Propuesta de una estrategia de manejo para el desarrollo sostenible de Fincas Forestales integrales de la franja costera sur de la provincia Guantánamo. Tesis en opción al grado de Máster en Ciencias maestría en desarrollo agrario sostenible. Mención, producción sostenible en ecosistemas frágiles Guantánamo: Universidad Guantánamo. 69-70.
- Cohen, Ronald y Swerdlik, Mark (2006). Pruebas y evaluación psicológica. México D.F. Editorial McGraw Hill. pp. 153-156
- Figueroa, J. y C. Castilla. (2008). "Valoración económica de los árboles con usos medicinales en la Cuenca Alta del Río Botanamo, Venezuela". Interciencia, 33(2008): 194-199.

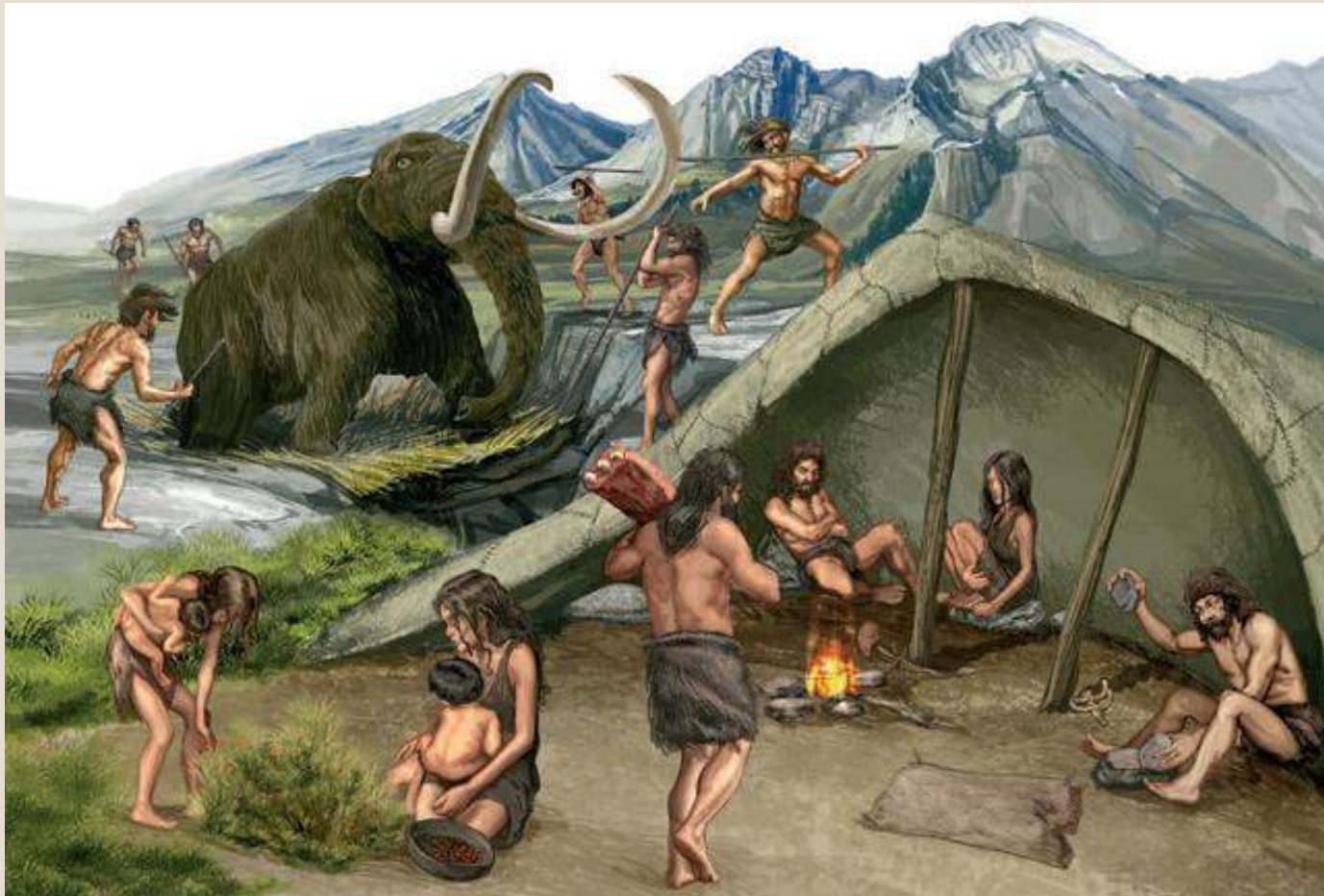


# BASES ECOLÓGICAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS FORESTALES NO MADERABLES

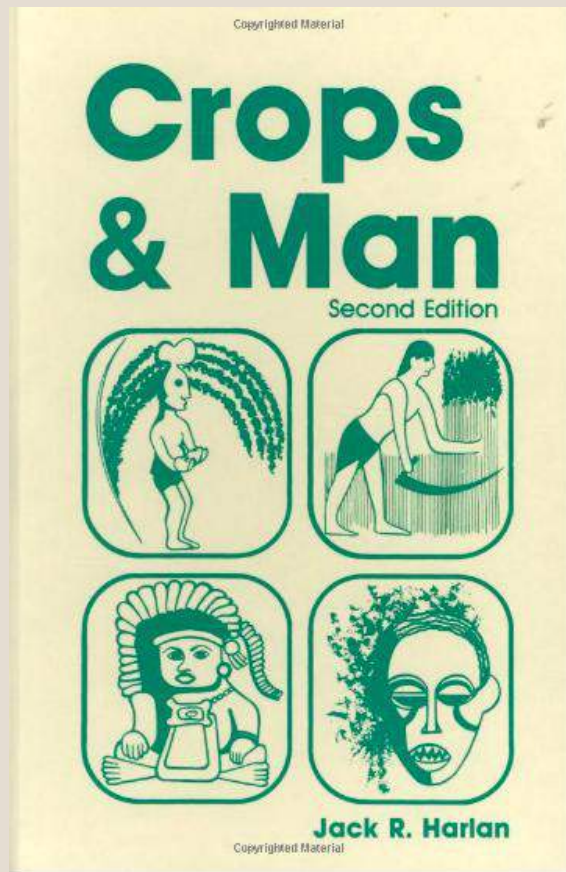
Dr. Juan Antonio Cruz Rodríguez  
Departamento de Agroecología, Universidad Autónoma Chapingo



La caza y la recolección.  
¿Formas primitivas de aprovechar los recursos?



# La edad de oro de la especie humana...



“Las evidencias etnográficas indican que la gente que no realizó agricultura, comparados con la gente que si la hicieron, no trabajaban tan duro.....Hay indicios de que la dieta de los recolectores fue mejor que la de los cultivadores, que el hambre fue muy rara y que su estado de salud fue generalmente superior” (Harlan, 1992)

# La época actual



# Recursos forestales no maderables

- Semillas y frutos
- Exudados: látex, gomas y resinas
- Estructuras vegetativas: tallos, hojas, cortezas, raíces, yemas, etc.

## Se obtienen a través de la recolección

El aprovechamiento de estos recursos siempre tiene un impacto ecológico. La magnitud del impacto depende de la composición florística del bosque, de la naturaleza e intensidad de la cosecha y de la especie o tipo de recurso que se explote.



# Problemas principales

- Derribe de árboles para cosechar frutos
- Cosecha excesiva de frutos y semillas
- Daños severos en las plantas para obtener exudados que afectan su sobrevivencia
- Sobreexplotación de estructuras vegetativas que reducen las tasas de crecimiento y aumenta las probabilidades de muerte
- Extracción de individuos completos sin una evaluación de su impacto poblacional

# Pasos hacia un aprovechamiento sustentable

- La sustentabilidad se alcanza a través de un proceso de ajuste a la tasa de cosecha. Los cambios se deben realizar cuando se detectan cambios en los parámetros poblacionales: Tasa de sobrevivencia, mortalidad y reproducción y tasa de crecimiento poblacional.

# De acuerdo con Peters (1994)

El proceso completo para un aprovechamiento sustentable se compone de seis pasos básicos:

- (1) Selección de las especies,
- (2) Estimaciones de la densidad de las especies
- (3) Evaluaciones de la producción
- (4) Identificación de las condiciones y procesos que influyen en el repoblamiento
- (5) Evaluación del impacto de la tasa de cosecha
- (6) Ajustes a la tasa de cosecha

La secuencia de operaciones no es fija y se puede adaptar a diferentes situaciones.



# Selección de especies



Paraje	Productos	VAN	B/C
El zapotal	Chicle, Pimienta gorda, frutos de Ramón, hojas de Tepejilote y fibra de Pita	\$72,270.00	2.70
Naranjos	Chicle, Pimienta y Tepejilote	\$3,207.8	2.04
Santa Gertrudis	Pimienta	\$14,597.6	2.64
Ganadería	Carne	\$11,235.9	2.57



Parcela	Jornales ocupados	Empleos generados	Utilidad neta por jornal*	Costo por empleo generado**
El Zapotal	995	3.14	\$76.5	\$18566.00
Naranjos	65	0.26	\$49.5	\$19406.00
Santa Gertrudis	195	0.65	\$74.8	\$18920.00
Ganadería	143	0.47	\$78.5	\$20727.00

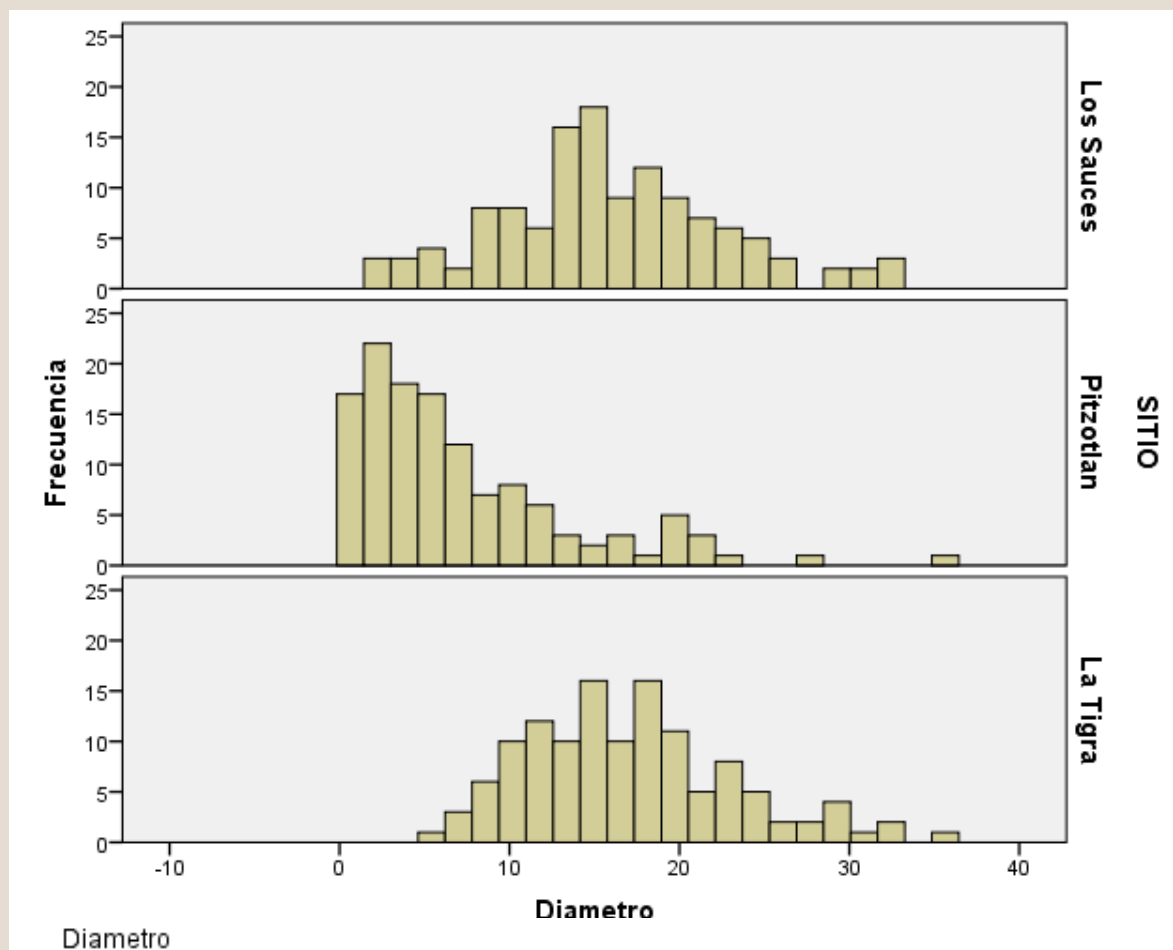
\*La utilidad neta se obtiene de dividir el VAN entre el total de jornales ocupados

\*\*Este indicador se obtiene de dividir la inversión total entre los empleos generados. Un empleo generado es igual a 300 jornales.

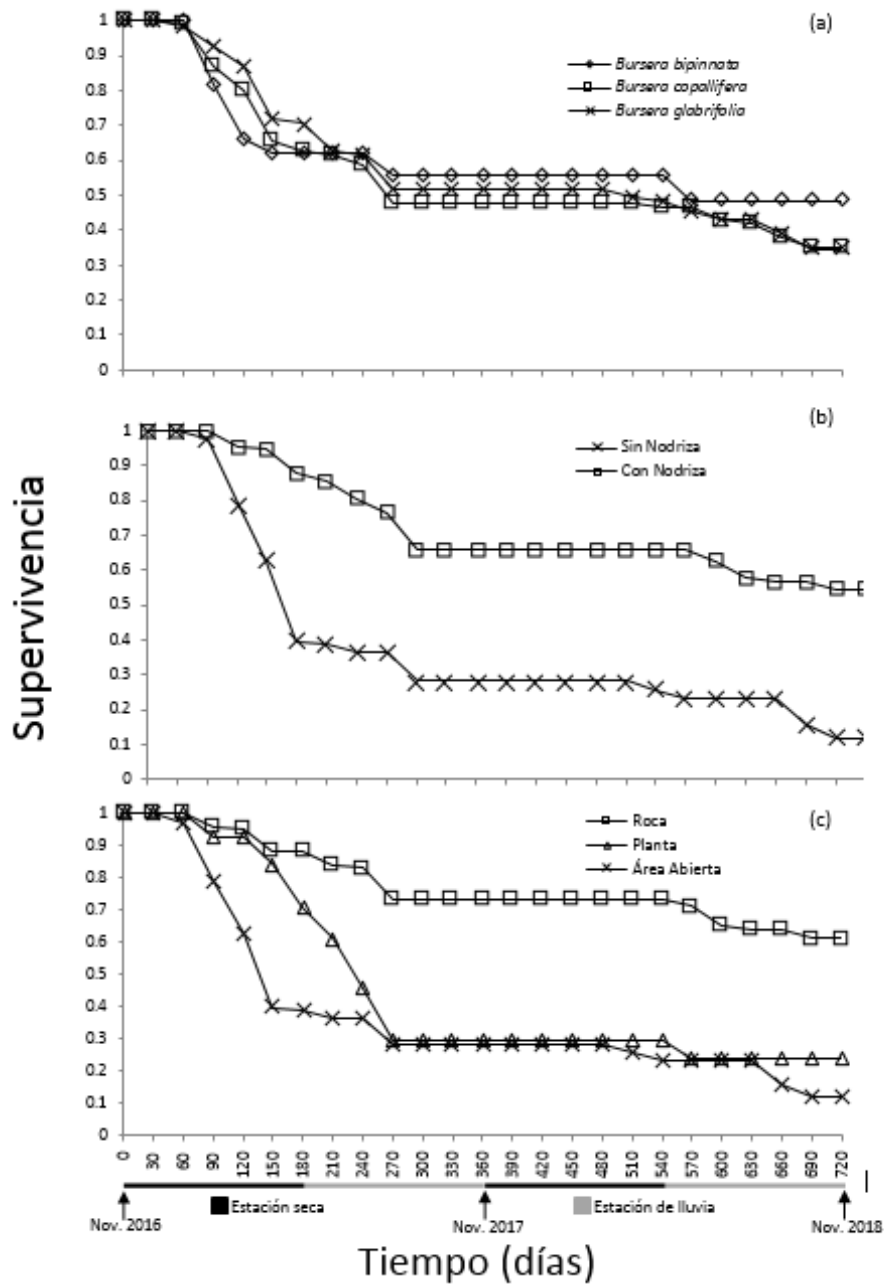
# *Bursera bipinnata*. Copal



# Estructura de tamaños de *Bursera bipinnata*, en tres localidades de la Selva baja caducifolia



SITIO	Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza	Curtosis	Asimetría
Los Sauces	15.92	15.28	6.593	43.474	.113	.252
Pitzotlan	7.05	4.77	6.404	41.007	2.847	1.607
La Tigra	17.06	16.55	6.126	37.525	.253	.656
Total	13.32	13.37	7.783	60.573	-.397	.310





BLOG

## El consumo de acitrón coloca en peligro de extinción a un cacto globoso

Extraer *Echinocactus platyacanthus*  
de su hábitat representa una enorme pérdida  
de servicios ambientales.



**SEMARNAT**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



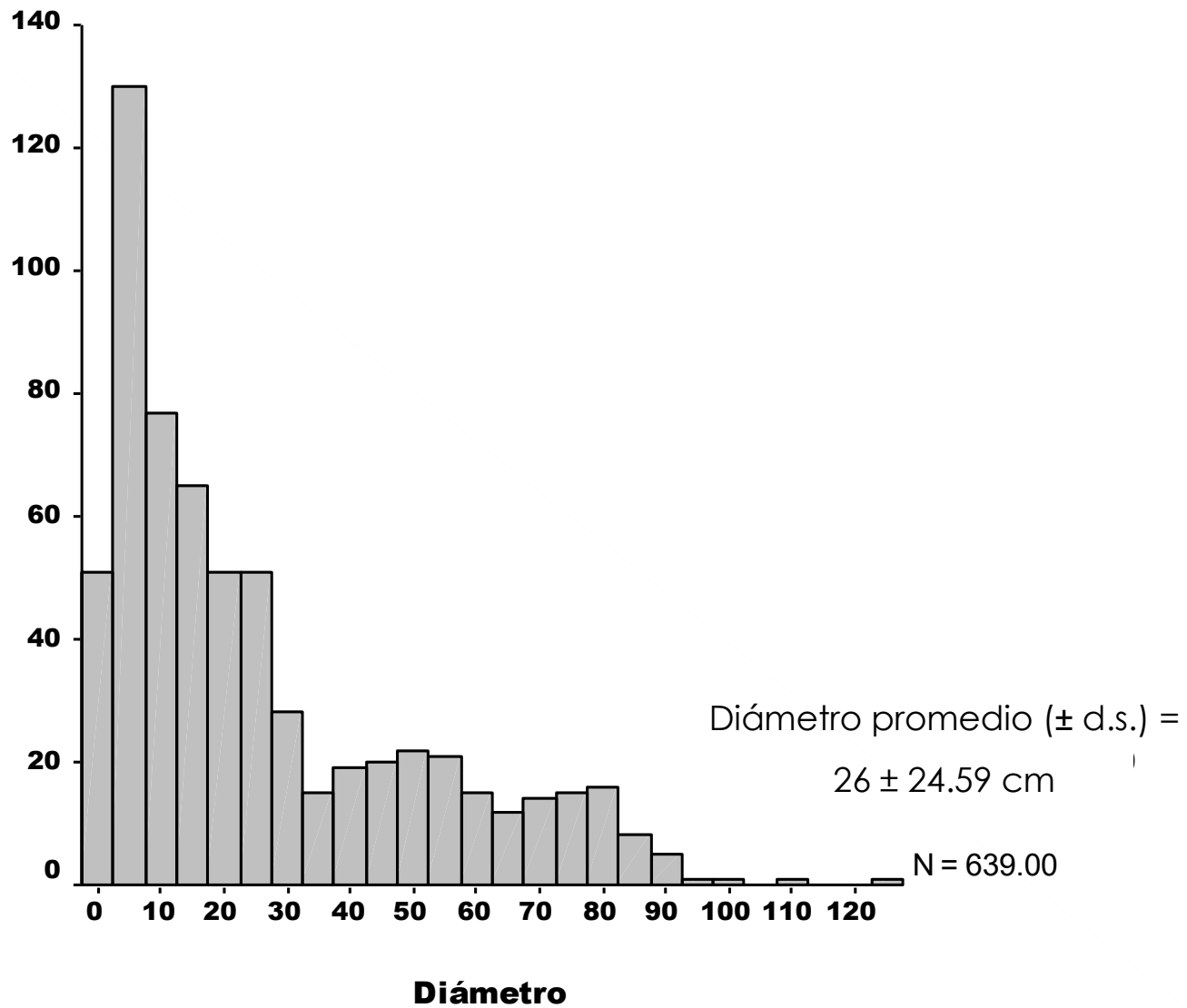
- En el Municipio de Chilcuautla, Hidalgo, en el Valle del Mezquital se localizó importante población de *Echinocactus platyacanthus*, con individuos con diámetros de más de 130 cm y alturas de 170 cm.
- En el pasado la población fue aprovechada para obtener acitrón.



# Características de la población

<b>Sitio</b>	<b>Densidad</b>	<b>Altura promedio (<math>\pm</math>d.s.)</b>	<b>% de individuos con ramificaciones</b>
<b>Chilcuautla</b>	168.2 ind/ha (I.C. $\pm$ 34; $p \leq 0.05$ )	20.2 cm $\pm$ 22.07cm Con individuos desde 0.5 cm y hasta 132 cm	1.8 %
<b>Meztlán</b> Jiménez (2000)	158.1 ind/ha	74 cm	
<b>Zapotitlán Salinas</b> Eguiarte y Jiménez (1999)	52.2 ind/ha	60.2 cm Con individuos de hasta 170 cm	17%

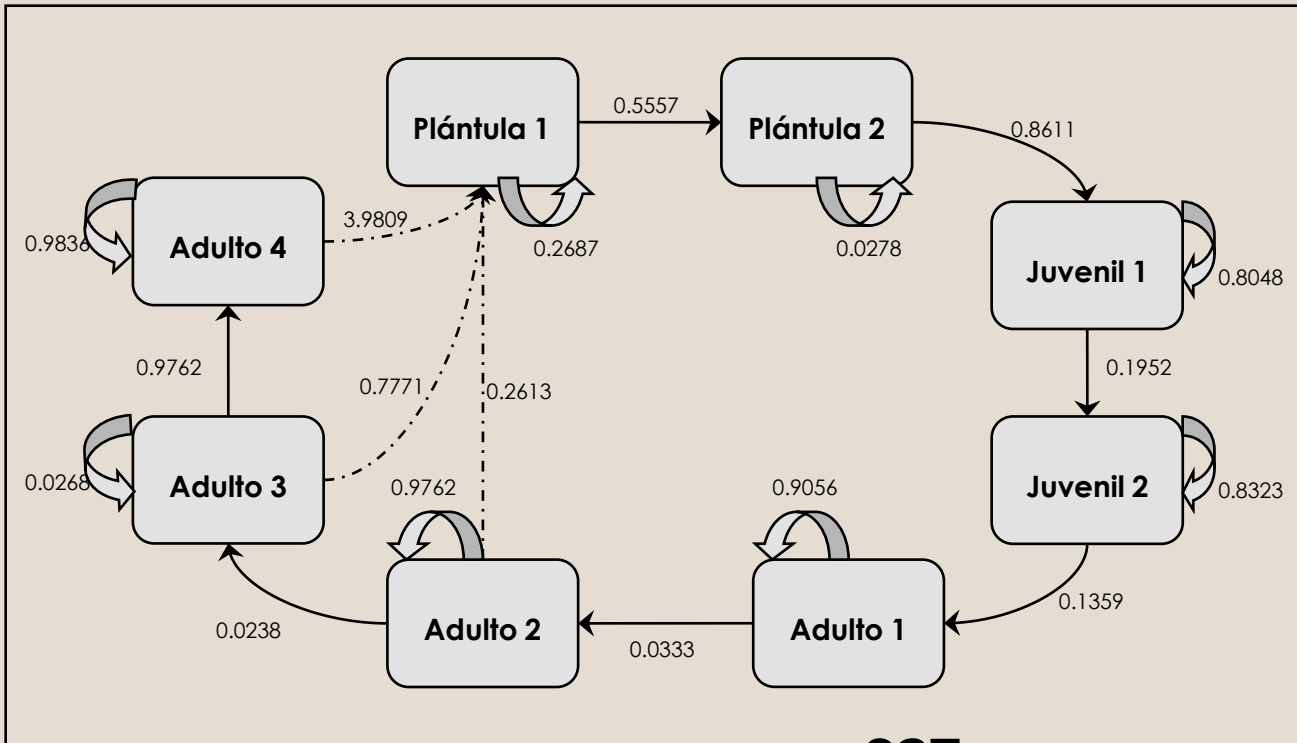
**Individuos**



# Ciclo de vida



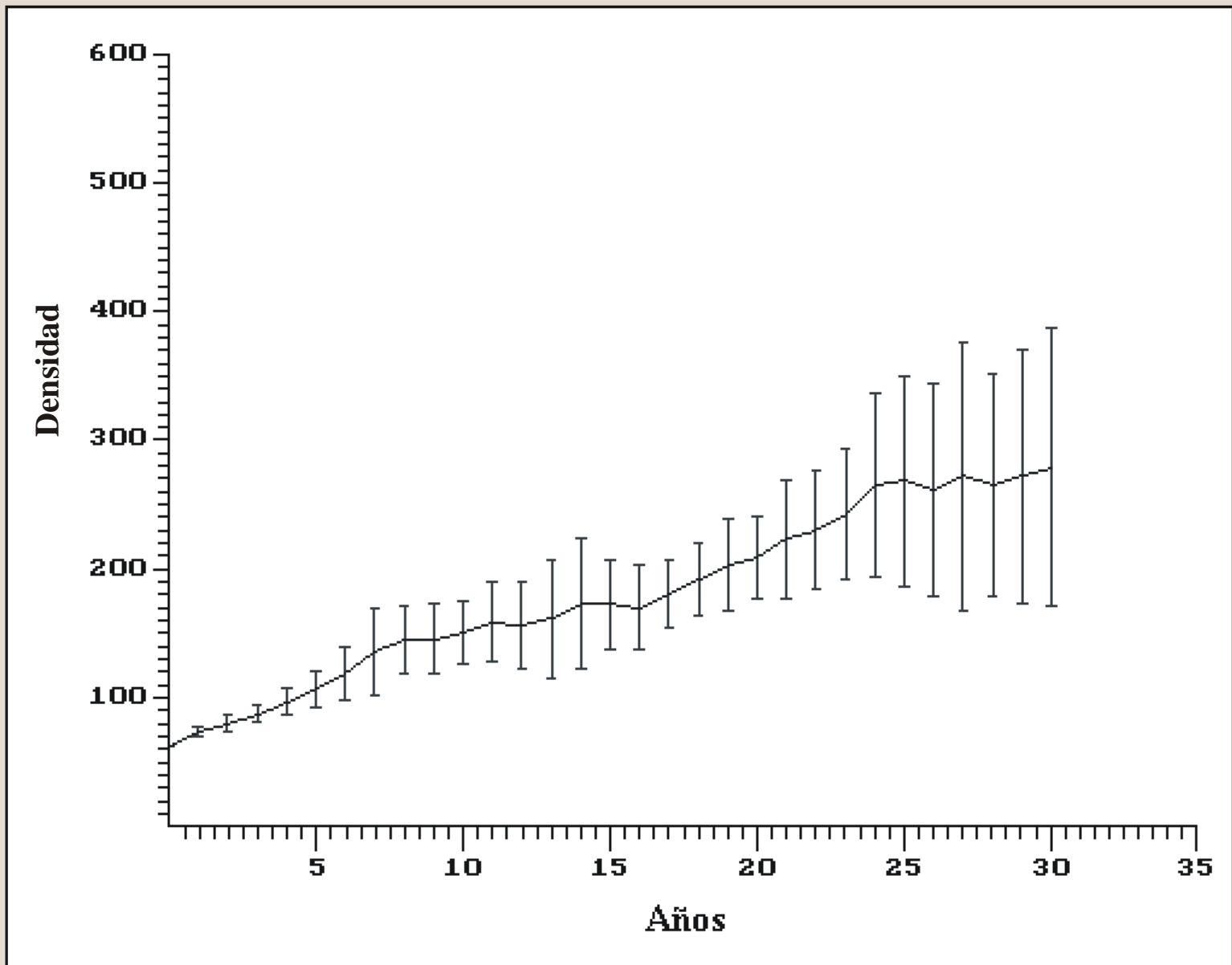
Clase diamétrica	Amplitud (cm)
Plántulas 1	< 3
Plántulas 2	3.1 a 5
Juveniles 1	5.1 a 10
Juveniles 2	10.1 a 20
Adultos 1	20.1 a 35
Adultos 2	35.1 a 50
Adultos 3	50.1 a 75
Adultos 4	> 75.1



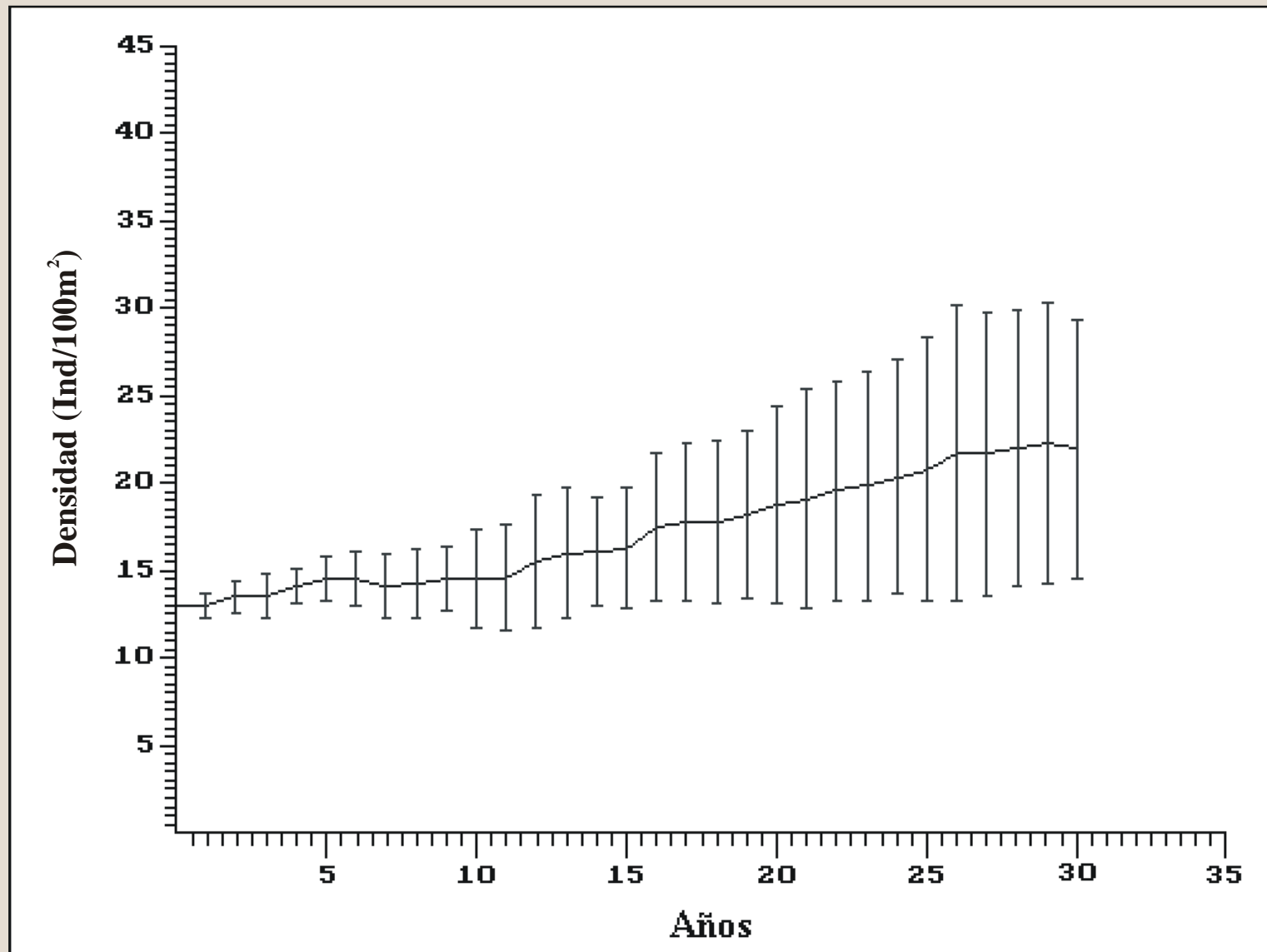
# Matriz de transición para *E. platyacanthus*

Clases	Plántulas 1	Plántulas 2	Juveniles 1	Juveniles 2	Adultos 1	Adultos 2	Adultos 3	Adultos 4
Plántulas 1	<b>0.5557</b> ±0.1723					<b>0.2613</b>	<b>0.7771</b>	<b>3.9809</b>
Plántulas 2	0.2687 ±0.2004	<b>0.8611</b> ±0.1735						
Juveniles 1		0.0278 ±0.0481	<b>0.8048</b> ±0.0801					
Juveniles 2			0.1952 ±0.0801	<b>0.8323</b> ±0.1198				
Adultos 1				0.1359 ±0.0996	<b>0.9056</b> ±0.1005			
Adultos 2					0.0333 ±0.0577	<b>0.9762</b> ±0.0412		
Adultos 3						0.0238 ±0.0412	<b>0.9762</b> ±0.0412	
Adultos 4							0.0238 ±0.0412	<b>0.9836</b> ± 0.011

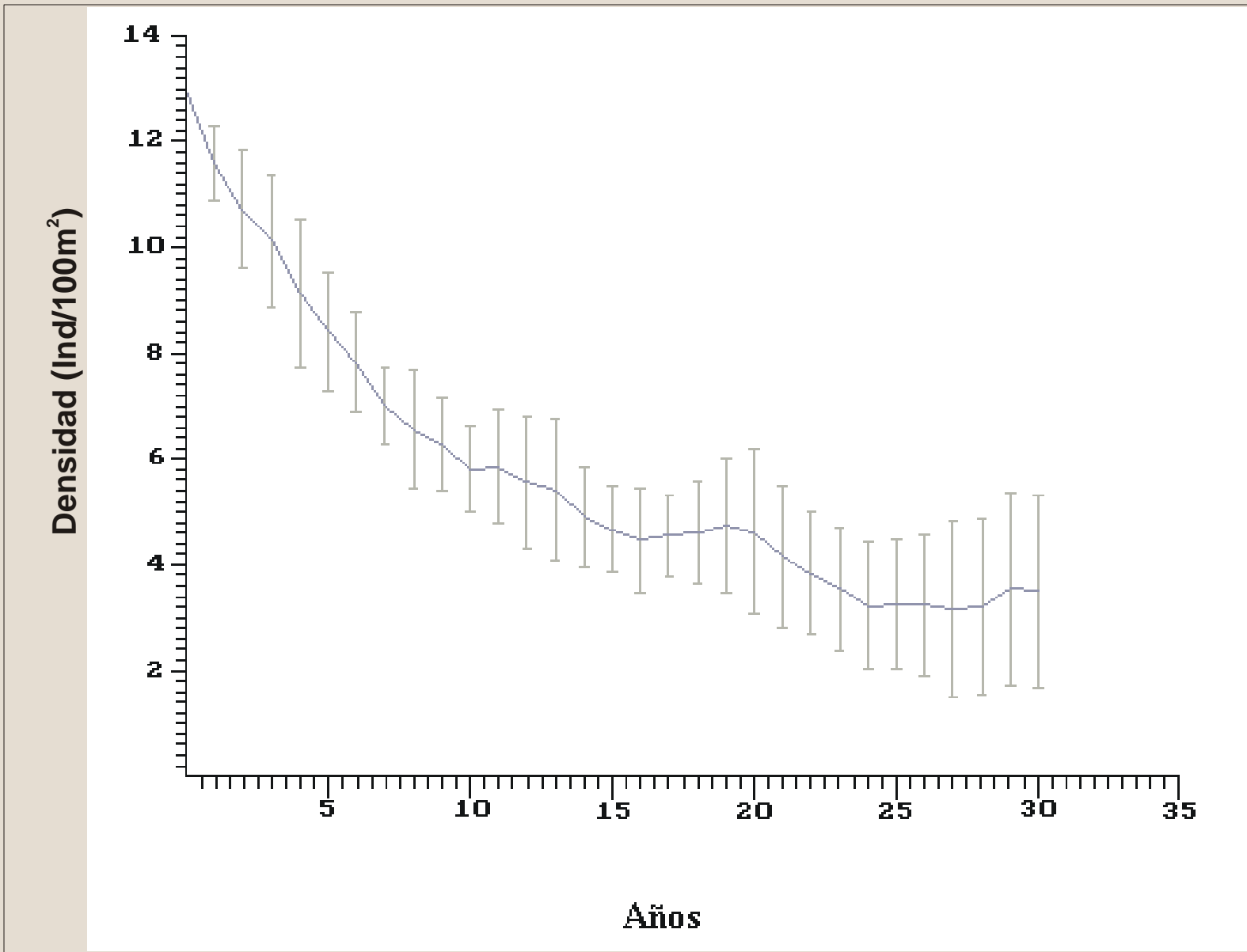
$$\lambda = 1.02$$



Proyección poblacional de *Echinocactus platyacanthus*, en un periodo de 30 años el ejido Texcatepec, Chilcuautla, Hidalgo.



**Proyección poblacional de *Echinocactus platyacanthus* de las clases adultos 2 y 3 en un periodo de 30 años en el ejido de Texcatepec, Chilcuautla, Hidalgo**



**Proyección de la densidad de Adultos 2 y Adultos 3 si se aprovechan las dos clases. No se puede aprovechar más del 7 %**

# Conclusiones

- La población en esta zona tiene una densidad mayor que la consignada en otras regiones
- El 70% de los individuos se encuentran en etapa de plántulas o en estado juvenil; sólo el 30% se encuentra en etapa reproductiva.
- Un 98% de la población presenta un crecimiento monopódico, lo que indica que los daños antropógenos son reducidos.
- El 69% de los individuos con diámetros menores a 10 cm, se desarrollan bajo arbustos.
- **El modelo matricial indica que si las condiciones no se modifican la población podría tener un crecimiento anual del 2%**
- Las clases diamétricas con mayor importancia demográfica son adultos 2, 3 y 4.



Sit down please. Sit down please

- **El aprovechamiento de los individuos, para obtener e acitrón, tendría un impacto demográfico significativo**
- **Anualmente no se debería aprovechar más del 7 % de los individuos con diámetros entre 35 y 75 cm**



# Congreso Internacional de Recursos Naturales 2020



Implicaciones Tecnológicas  
para la biodiversidad  
e Industria 4.0

septiembre 23, 24 y 25

Santiago de Querétaro  
Querétaro, México

*#YoSoyCoirenat*

 <https://coirenat.org/congreso/>

 (55) 7158 5965 / 7158 6465

 [contacto@coirenat.org](mailto:contacto@coirenat.org)

 [@coirenat\\_org](https://www.instagram.com/coirenat_org)

 Consejo Internacional de Recursos Naturales y Vida Silvestre

 @coirenat

 @coirenat

VIII


# COIRENAT

Consejo Internacional  
de Recursos Naturales y Vida Silvestre A.C.



**Por el derecho universal  
a un medioambiente sano.**

---

 Ciudad de México

 [contacto@coirenat.org](mailto:contacto@coirenat.org)

 [@coirenat](https://www.instagram.com/coirenat)

 [coirenat.org](https://www.coirenat.org)

