

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS SCRIPTA

AÑO 6 NÚMERO 2 AGOSTO-DICIEMBRE, 2020

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS SCRIPTA, es una publicación científica digital de periodicidad semestral editada por el Dr. Alfredo Ortega- Rubio. Av. Erizo 227, La Paz, Baja California Sur, C. P. 23090, Tel (612) 12 41618. <http://areas-naturalesprotegidas.org/scripta>, aortega@cibnor.mx. Editor responsable Dr. Alfredo Ortega Rubio. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2015-071509261100-203; ISSN: 2448-7287. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de los editores de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de esta publicación sin previa autorización de los autores de este número de **ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS SCRIPTA**. La publicación de **ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS SCRIPTA** es posible únicamente debido al apoyo **CONACYT** a la Red Temática Nacional Áreas Naturales Protegidas **RENANP-CONACYT** y al apoyo **del CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE S.C. CIBNOR-CONACYT**. Con deferente gratitud **ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS SCRIPTA** reconoce la colaboración de Lic. Gerardo R. Hernández García en la edición gráfica editorial para esta revista. Fotografía de portada: Bosques de pino afectados por *Dendroctonus adjunctus* en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl (Autor: V. Arriola)

Índice

Editorial _____ VII

Artículos:

1. **Subconjuntos anidados de rapaces en el sur de Chile: comparación entre un Área Natural Protegida y otra de uso pecuario.** *Jaime R. Rau* _____ 1

2. **Caracterización Agroecológica de *Spondias purpurea* L. en la Barranca del Río Santiago.** *Martín Pedro Tena Meza, Rafael M. Navarro Cerrillo y Raymundo Villavicencio García* _____ 11

3. **En las ANP se concentra lo mejor del planeta: reservas de humanidad y reservas de naturaleza: Interculturalidad y Áreas Naturales Protegidas.** *Magdalena Lagunas-Vásquez* _____ 31

4. **Legislación y normatividad para el control de plagas en Áreas Naturales Protegidas en México: reto para la conservación de los ecosistemas.** *Víctor Javier Arriola Padilla, Rosalía Domínguez Vieyra, Ramiro Pérez Miranda y Oscar Trejo Ramírez* _____ 51

5. **Modelo ecológico de distribución de abundancias para la Herpetofauna de la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa, Puebla, México.** *Roberto Tenorio-Mendoza, Janet Elizabeth Osnaya-becerril, Matías Martínez-Coronel y Gerardo López-Ortega* _____ 73

Editorial

La diversidad de las contribuciones del Duodécimo Número de **Áreas Naturales Protegidas Scripta** es, indudablemente, reflejo de la diversidad de las aproximaciones con las que se deben abordar las investigaciones requeridas para alcanzar óptimas prácticas para el uso manejo y la conservación de las Áreas Naturales Protegidas de México basándose en sólida información científica.

Así, en este Duodécimo podemos, desde el punto de vista de las aproximaciones teóricas biológicas, la propuesta del planteamiento de un modelo ecológico de distribución de abundancias para la Herpetofauna de una Cuenca Hidrográfica. Asimismo, con un enfoque eminentemente ecológico, pero ya enfocado a dar recomendaciones de manejo, en este número podemos analizar las diferencias que existen entre un Área Natural Protegida y otra de uso pecuario, en cuanto a sus subconjuntos anidados de aves rapaces, las cuales son Especies Bandera para conservación de la biodiversidad.

Profundizando en los aspectos aplicados de uso y manejo racional de Recursos Naturales

The diversity of the contributions of the Twelfth Number of **Áreas Naturales Protegidas Scripta** is, undoubtedly, a reflection of the diversity of the approaches with which the research required to achieve optimal practices for the use, management and conservation of Protected Natural Areas of Mexico based on solid scientific information.

Thus, in this Twelfth we can, from the point of view of biological theoretical approaches, the proposal of the approach of an ecological model of abundance distribution for the Herpetofauna of a Hydrographic Basin. Likewise, with an eminently ecological approach, but already focused on providing management recommendations, in this issue we can analyze the differences that exist between a Protected Natural Area and another for livestock use, in terms of their nested subsets of birds of prey, which are Flag species for biodiversity conservation. Delving into the applied aspects of the rational use and management of Natural Resources in ANPs,

en ANPs, otro de los manuscritos versa sobre la Caracterización Agroecológica de *Spondias purpurea* L. un importante árbol frutal.

El Uso, Manejo y Conservación de los valiosos Recursos Naturales que albergan y protegen nuestras ANPs necesariamente transita por la vertiente de las Leyes y Normatividad que aplican en Ellas. En este contexto es imperdible la lectura del manuscrito que discurre sobre la Legislación y normatividad para el control de plagas en Áreas Naturales Protegidas en México, lo cual, como se explica a fondo en este estudio con enfoque Jurídico, es un verdadero reto para la conservación de los ecosistemas forestales de nuestro país.

Indudablemente, y tal como lo fundamenta otro de los manuscritos publicados en este Duodécimo Número, es en las ANPs que se concentra lo mejor del planeta: reservas de humanidad y reservas de naturaleza. Artículos que analiza a detalles las relaciones existentes entre la Interculturalidad y las Áreas Naturales Protegidas.

Este Duodécimo Numero de *Áreas Naturales Protegidas Scripta* fue íntegramente confeccionado en situación de restricciones de toda índole debido a la Pandemia en que nos encontramos inmersos desde el mes de marzo de este 2020. Arribar a la publicación de este Número indudablemente es producto del esfuerzo, pasión y dedicación de las y los integrantes de los Cuerpos Colegiados de este Revista Digital de Investigación Científica: El Comité Editorial; El Consejo Editorial y El

another of the manuscripts deals with the Agroecological Characterization of *Spondias purpurea* L., an important fruit tree.

The Use, Management and Conservation of the valuable Natural Resources that house and protect our PNAs necessarily passes through the aspect of the Laws and Regulations that apply in them. In this context, the reading of the manuscript that discusses the Legislation and regulations for the control of pests in Natural Protected Areas in Mexico is unmissable, which, as explained in depth in this study with a Legal approach, is a real challenge for conservation of the forest ecosystems of our country.

Undoubtedly, and as it is supported by another of the manuscripts published in this Twelfth Number, it is in the PNAs that the best of the planet is concentrated: humanity reserves and nature reserves. Articles that analyze in detail the relationships between Interculturality and Protected Natural Areas.

This Twelfth Number of *Áreas Naturales Protegidas Scripta*. was entirely made in a situation of restrictions of all kinds due to the Pandemic in which we have been immersed since March of this 2020. Arriving at the publication of this Number is undoubtedly the product of effort, passion and dedication of the members of the Collegiate Bodies of this Digital Journal of Scientific Research: The Editorial Committee; The Editorial Board and

Cuerpo Editorial. Resultado del ineludible compromiso de todas y todos ellos, quienes, con empeño, pasión y de manera absolutamente honorífica, contribuyen comprometidamente a desarrollar los trabajos requeridos para hacer realidad esta publicación. Un agradecimiento sincero a todas y a todos ellos.

A resaltar asimismo es el interés que en este año demostraron las y los investigadores, profesores y estudiantes que generosamente contribuyen sometiendo a **Áreas Naturales Protegidas Scripta**, los resultados de sus investigaciones en y para las Áreas Naturales Protegidas. De resaltar en estos Agradecimientos es el impecable trabajo desarrollado por las y los Editores Asociados a cada Manuscrito y de las y los Anónimos Árbitros quienes con su labor garantizan los más altos estándares académicos de las contribuciones y por ende de **Áreas Naturales Protegidas Scripta**.

Dicho todo lo anterior estamos seguros que Ustedes, lectoras y lectores de esta Revista Digital de Investigación Científica no solo encontrarán de potencialidad utilidad los muy diversos trabajos en este Duodécimo Numero de **Áreas Naturales Protegidas Scripta**. Sino que, también, estoy cierto, lo disfrutarán.

The Editorial Body. Result of the unavoidable commitment of all and all of them, who, with determination, passion and in an absolutely honorable way, contribute committed to developing the work required to make this publication a reality. A sincere thanks to all of them.

Also noteworthy is the interest shown this year by the researchers, professors and students who generously contribute by submitting to **Áreas Naturales Protegidas Scripta**, the results of their research in and for Protected Natural Areas. Of note in these Acknowledgments is the impeccable work developed by the Associated Editors of each Manuscript and the Anonymous Reviewers who with their work guarantee the highest academic standards of contributions and therefore of the **Áreas Naturales Protegidas Scripta Journal**.

Having said all the above, we are sure that you, readers of this Digital Journal of Scientific Research, will not only find the very diverse works in this Twelfth Number of **Áreas Naturales Protegidas Scripta** of potential utility. But, also, I am confident, you will enjoy it.

Alfredo Ortega-Rubio

Invierno/Winter, 2020

Nested subsets of raptors in southern Chile: comparison between a Protected Natural Area and another for livestock use

Subconjuntos anidados de rapaces en el sur de Chile: comparación entre un Área Natural Protegida y otra de uso pecuario

Jaime R. Rau^{1*}

Resumen

El estudio de patrones de subconjuntos anidados en la composición de especies permite la predicción de extinciones locales. Por ello, en este trabajo, usamos el programa computacional BINMATNEST para medir el grado de anidamiento en especies de aves rapaces de la Reserva Nacional Malleco y en un agroecosistema productivo en Osorno, Sur de Chile. El parámetro que mide el nivel de anidamiento (la temperatura de la entropía, o grado de desorden- T^a) fue más alta en el área natural protegida, y más baja en el área productiva. Puesto que la relación entre T^a de anidamiento y probabilidad de extinción es inversamente proporcional, se infiere que las extinciones locales de aves rapaces en el agroecosistema serán más probables que en el Área Natural Protegida, y que la reserva estaría cumpliendo su función primordial de conservar la biodiversidad.

Palabras claves: Agroecosistemas. Aves. Biodiversidad. BINMATNEST. Extinciones.

Abstract

Studying patterns of nested subsets in species composition allows prediction of local extinctions. For this reason, we used the BINMATNEST computer program to measure the degree of nestedness of the raptor species from Malleco National Reserve and from a productive agroecosystem in Osorno, southern Chile. The parameter that reveals the nestedness is the temperature (T^a) of the disorder or entropy. It was higher in the natural protected area, and lower in the productive area. Since the relationship between nestedness temperature and probability of extinction is

¹Laboratorio de Ecología, Departamento de Ciencias Biológicas y Biodiversidad, Universidad de Los Lagos, Campus Osorno, Osorno, Chile. *Autor de correspondencia: E-mail: jrau@ulagos.cl

inversely proportional, we inferred that the probability of local extinctions of birds of prey in the agroecosystem will be higher than in the Natural Protected Area; and that the Reserve would be fulfilling its primary function of biodiversity conservation.

Key words: Agroecosystems. Biodiversity. Birds. BINMATNEST. Extinctions.

Introducción

La pérdida y fragmentación de hábitat pueden reducir la riqueza y diversidad así como la composición de especies de los ecosistemas, por lo cual existe un gran interés por determinar hasta qué grado estos procesos pueden cambiar la composición específica y la estructura de las comunidades (*e.g.*, Wethered y Lawes, 2005; Feeley *et al.*, 2007; Li *et al.*, 2013). En forma análoga a la teoría de conjuntos en matemáticas, los subconjuntos anidados de especies, que propone la teoría de biogeografía de islas, pueden representarse gráficamente a través de “diagramas de Venn”, en los que las especies presentes en biotas empobrecidas también lo están en las más ricas (Patterson, 1987). Estos patrones de anidamiento observados en la composición de especies no son aleatorios y se traducen en extinciones locales predecibles de las especies que habitan en islas de hábitat (Patterson, 1987). Así, a nivel de una escala de paisaje es esperable que en áreas naturales protegidas bien conservadas haya un menor anidamiento, mientras que en aquellas áreas sometidas a usos productivos intensivos como los agroecosistemas, el anidamiento y las extinciones locales de especies serían mayores. Basándonos en ello, el objetivo de este estudio es comparar el anidamiento en la composición de especies de aves rapaces en un Área Natural Protegida (datos obtenidos en 2001, Tabla 2; Figueroa *et al.* 2001) versus un área sometida a usos productivos intensivos (datos obtenidos en 1996-1997; Rau *et al.* 2015). Nuestra hipótesis de trabajo es que esta comparación permitirá predecir extinciones locales de aves rapaces en el sistema más empobrecido (agroecosistema) y verificar si la Reserva cumple su función de conservar depredadores de alto nivel trófico.

Materiales y métodos

El Área Natural Protegida corresponde a la Reserva Nacional Malleco (Fig. 1) la cual fue creada en el año 1907, poco después que en EE.UU. se creara el primer parque nacional del mundo,

convirtiéndose en la primera Área Natural Protegida de Chile y Sudamérica (Pauchard y Villarroel, 2002). La Reserva cuenta con un plan de manejo desde el año 1996 y un sistema de guardaparques encargados de su protección y conservación, en la actualidad conformado por 6 guardaparques (http://www.conaf.cl/parques/ficha-reserva_nacional_malleco-62.html).

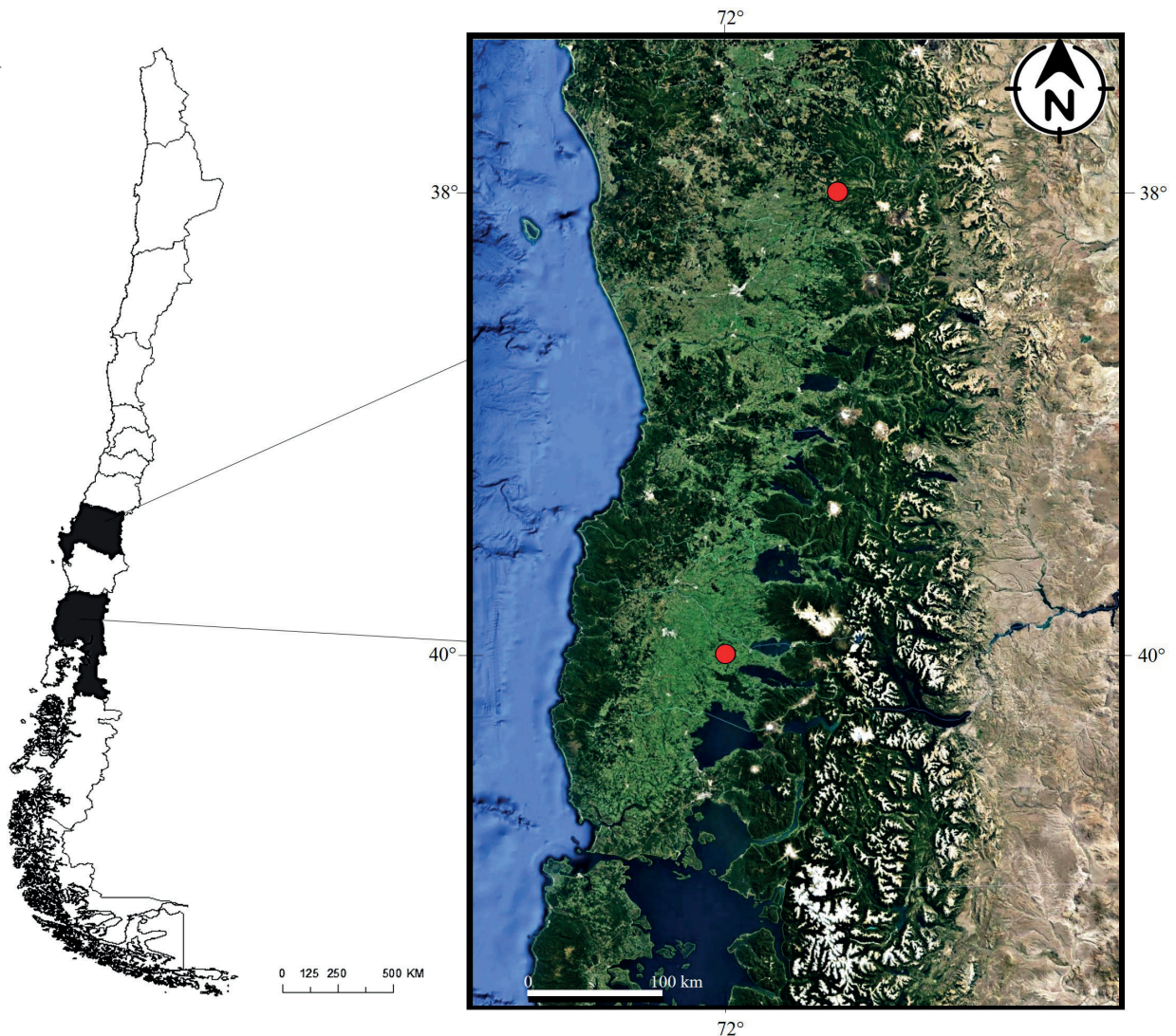


Figura 1. Localización de la Reserva Nacional Malleco (círculo rojo, arriba) y la depresión intermedia de la provincia de Osorno (círculo rojo, abajo) en el Sur de Chile.

Debido a esta larga historia de protección, se asume que su estado de conservación es bueno; además, la Reserva tiene conectividad, ya que colinda al sur con el Parque Nacional Tolhuaca de 6474 Ha. La Reserva Nacional Malleco está ubicada en la comuna de Collipulli, en la zona preandina de la Región de la Araucanía (38°00' - 38°15' S; 71°04' - 71°55' W), sur de Chile (Venegas *et al.*, 2009). De acuerdo con Figueroa *et al.* (2001), su superficie total actual es de 16.625 ha; la altura de sus cerros y montañas varía entre 1.000 y 1.938 msnm y su vegetación corresponde a la región

del bosque caducifolio (46% de su superficie) y a la región del bosque andino patagónico (54% de su superficie), destacando el tipo forestal de especies del género *Nothofagus* roble-raulí-coihue (52% de su superficie). La Reserva sufrió un grave incendio en enero de 2002 causado por la caída de un rayo durante una tormenta eléctrica seca (Venegas *et al.*, 2009). Para el presente trabajo consideramos para esta área la información previa obtenida por Figueroa *et al.* (2001) para cinco especies de aves rapaces en nueve remanentes boscosos que variaron entre 125 y 4.396 Ha.

El área productiva (Fig. 1) corresponde a agroecosistemas agrícolas-ganaderos localizados en la depresión intermedia de la provincia de Osorno, sur de Chile (40° S), que hemos estudiado previamente (Gantz y Rau, 1999; Rau y Gantz, 2001). Ésta se caracteriza fisonómicamente por presentar un paisaje de bosques fragmentados, dispuestos actualmente en remanentes o parches aislados, rodeados por grandes matrices dominadas por campos agrícolas y ganaderos que consisten principalmente en extensiones de hierbas perennes y anuales de interés forrajero de origen alóctono (Luebert y Plissock, 2006). Comparada con otras provincias del sur de Chile, Osorno tiene un historial más antiguo de perturbaciones humanas (> 1 siglo). De la otrora vegetación boscosa original se ha perdido ya el 45.2% de su superficie original (ca. 4,610 km²; para más detalles véase Luebert y Plissock (2006). En este paisaje se realizaron previamente muestreos de la composición de aves (incluidas 6 especies de aves rapaces) en 18 remanentes de bosque secundario que variaron entre 3 y 170 Ha, estableciendo una estación de detección mensual de aves de radio variable durante dos años consecutivos (ver configuración espacial de los remanentes y más detalles en Gantz y Rau, 1999; Rau y Gantz, 2001).

Para determinar el estatus de abundancia (*i.e.*, especies abundantes, comunes, frecuentes, raras y escasas) de las aves rapaces mencionadas en este trabajo utilizamos la información proporcionada en la Tabla 2 de Jaksic y Jiménez (1983), para la Región 3, correspondiente al Sur de Chile.

Ya que conocer el grado de anidamiento es de utilidad para predecir extinciones locales probables de especies, utilizamos para medir la temperatura de anidamiento el programa computacional BINMATNEST (Rodríguez-Gironés y Santamaría, 2006). Los datos de presencia (1) y ausencia (0) de especies de aves rapaces en remanentes boscosos se ingresan en la forma de matrices rectangulares de incidencia binaria, conformadas por columnas (especies) y filas (presencia/ausencia). Este programa, actualizado y mejorado, emplea tres modelos nulos para evaluar la probabilidad de que una matriz aleatoria tenga el mismo nivel de anidamiento (temperatura igual o menor) que los datos obtenidos. Estos modelos son: el modelo 1, original de Atmar y Patterson (1995), el modelo 2 de Fischer y Lindenmayer (2002) y el modelo 3, desarrollado por Rodríguez-Gironés y

Santamaría (2006). En este análisis usamos el modelo 3, para comparar el grado de anidamiento en la composición de aves rapaces presentes o ausentes entre el Área Natural Protegida y el área productiva; considerado el más “robusto” de ellos, en un contexto matemático-estadístico (cf. Rodríguez-Gironés y Santamaría, 2006). La “temperatura” de anidamiento del sistema es una medida termodinámica del orden y desorden aparente de los patrones de anidamiento y es una métrica del *calor del desorden*, es decir a mayor temperatura, mayor nivel de entropía o desorden (cursivas de los autores; Atmar y Patterson, 1993). “Temperaturas” altas (hasta 100°) sugieren un grado menor de anidamiento (más desorden) -y menor probabilidad de extinción local- y “temperaturas” bajas (hasta 0°) un mayor grado de anidamiento (menor desorden) -y mayor probabilidad de extinción local- (cf. Atmar y Patterson, 1993; Patterson, 1987). Nuestra hipótesis supone que los remanentes boscosos más pequeños, correspondientes a un subconjunto anidado, empobrecido en especies raras y escasas y dominado por especies comunes y abundantes, tendrán una “temperatura” de anidamiento más baja, y mayor probabilidad de extinción local, puesto que la “temperatura” del patrón de anidamiento presenta una relación inversamente proporcional con la probabilidad de extinción (cf. Atmar y Patterson, 1993; Patterson, 1987).

Resultados y discusión

En la Reserva Nacional Malleco se observaron 5 especies de rapaces y en el sistema agropecuario de Osorno 6 (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación de la composición de especies de aves rapaces en el Área Natural Protegida (Reserva Nacional Malleco) y el área productiva (agroecosistemas agrícola-ganaderos de Osorno) en el Sur de Chile. Las presencias se indican con un 1 y las ausencias con un 0. Información obtenida de Figueroa *et al.* (2001); Gantz y Rau (1999); Rau y Gantz (2001), respectivamente.

Especie	Malleco	Osorno
Orden Falconiformes		
<i>Accipiter chilensis</i>	0	1
<i>Coragyps atratus</i>	0	1
<i>Caracara plancus</i>	1	1
<i>Falco sparverius</i>	1	1
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	1	0
<i>Milvago chimango</i>	0	1
Orden Strigiformes		
<i>Glaucidium nanum</i>	1	0
<i>Strix rufipes</i>	1	1
Nº de especies	5	6

Se obtuvo una “temperatura” (T^a) observada = 41.7 para el Área Natural Protegida (T^a de las matrices generadas para el modelo nulo: 19.8 ± 70.7 , $P = 0.98$; media aritmética y su varianza asociada), sugiriendo un bajo anidamiento. Por el contrario, el programa calculó una “temperatura” (T^a) observada = 3.7° para el área productiva (T^a de las matrices generadas para el modelo nulo: 14.5 ± 57.8 , $P = 0.02$), sugiriendo un alto anidamiento.

A pesar que la riqueza de especies fue ligeramente mayor en la reserva que en el agroecosistema (Tabla 1), la T^a observada para la composición de especies para el Área Natural Protegida fue ca. 7 veces más alta en comparación con el área productiva, indicando una menor probabilidad de extinción en la Reserva. Por el contrario, en el agroecosistema fue ca. 7 veces más baja, indicando una mayor probabilidad de extinción local de las especies. Como se ha visto, “temperaturas” bajas correspondientes a matrices “frías” se asocian a pérdidas de especies. Por ello, en esta nota se predicen extinciones locales de especies de aves rapaces para el agroecosistema analizado.

Dos especies, una común (*Geranoaetus polyosoma*) y otra frecuente, propia de bordes de bosques, (*Glaucidium nanum*) se detectaron sólo en Malleco. Dos especies abundantes en el sur de Chile (*Milvago chimango* y *Coragyps atratus*) y una rara (*Accipiter chilensis*) se registraron en Osorno y no en la Reserva Nacional Malleco. Fotografías de *G. nanum* y *M. chimango* se muestran en la Fig. 2. Finalmente, una especie abundante (*Falco sparverius*), una frecuente (*Caracara plancus*) y una común (*Strix rufipes*) estuvieron presentes tanto en la Reserva como en el agroecosistema. Las dos primeras prefieren ambientes abiertos y de borde, respectivamente, mientras que la tercera es propia de ambientes boscosos. Por último, *A. chilensis* y *S. rufipes* utilizaron los remanentes boscosos de mayor superficie en Osorno (Gantz y Rau, 1999; Rau y Gantz, 2001). Esas investigaciones no consideraron detecciones nocturnas por lo que la presencia de rapaces nocturnas estuvo sesgada. Cabe destacar que el estudio de Figueroa *et al.* (2001) en la Reserva se efectuó sólo en 17 días, el 60% de ellos correspondiente a la temporada estival. Debido a ello, otras especies de aves rapaces pudieron estar presentes. De hecho, en una prospección anterior efectuada por Figueroa *et al.* (2001) ellos obtuvieron un registro de *Tyto furcata* en el año 1986.

Conclusiones

Asumiendo que las áreas de estudio comparadas y las metodologías empleadas son relativamente equivalentes, se postula que la Reserva Nacional Malleco estaría cumpliendo su papel ecológico de conservar la diversidad de aves rapaces asociadas a ambientes boscosos poco perturbados.

Se debe tener en cuenta que en este trabajo sólo se consideró la composición de especies y no la riqueza y diversidad del ensamble comunitario y las historias de vida de las especies detectadas. Sin embargo, se espera que este análisis preliminar sirva para promover nuevos estudios comparativos usando bases de datos más extensas (*i.e.*, “archipiélagos” completos de remanentes de vegetación nativa), aleatorizados y replicados, que aseguren la determinación de patrones de anidamiento en la composición de especies de aves rapaces para que tengan una validez más generalizada.



Figura 2. Especies de aves rapaces representativas de Malleco, Sur de Chile (*Glaucidium nanum*, arriba) y de Osorno (*Milvago chimango*, abajo). Fotografías de Javiera Abarzúa y Mauricio Rau, respectivamente.

Agradecimientos

Se agradece a Ricardo Figueroa-Rojas, investigador principal del Proyecto MallecoTolhuaca: “Apoyo a la Conservación y a la Gestión Sustentable del Bosque Nativo de Chile”, CONAF, MA,

Chile y Office National de Forets, Francia, por facilitarme su acceso a este documento. También se agradece a Javiera Abarzúa y Mauricio Rau por las fotografías de *G. nanum* y *M. chimango*, respectivamente. Este trabajo fue presentado por el autor en el Simposio: “Aves Rapaces en Ambientes Forestales Antropizados: Conocimiento Actual, Experiencias y Desafíos”, organizado dentro de las actividades del XII Congreso Chileno de Ornitología realizado en Santa Cruz, Chile. También se agradece a Cristián Estades y a Francisco Santander por invitar al autor a participar como uno de los expositores en ese evento. Finalmente, a Macarena Rau por la edición del texto y a Soraya Sade e Ignacio Orellana por la confección de la Fig. 1.

Literatura citada

- Atmar, W. y B. D. Patterson. 1993. *The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitat*. *Oecologia* 96: 373-382.
- Atmar, W. y B. D. Patterson. 1995. *The nestedness temperature calculator: a visual basic program, including 294 presence-absence matrices*. AICS Research, Inc., University Park, NM and the Field Museum. Chicago, IL, EE.UU.
- Feeley, K., T. W. Gillespie, D. J. Lebbin y H. S. Walter. 2007. *Species characteristics associated with extinction vulnerability and nestedness rankings of birds in tropical forest fragments*. *Animal Conservation* 10: 493-501.
- Fischer, J. y D. B. Lindenmayer. 2002. *Treating the nestedness temperature calculator as a “black box” can lead to false conclusions*. *Oikos* 99: 193-199.
- Jaksic, F.M. y J.E. Jiménez. 1986. *The conservation status of raptors in Chile*. *Birds of Prey Bulletin* 3:95-104.
- Gantz, A. y J. Rau. 1999. *Relación entre el tamaño mínimo de fragmentos boscosos y su riqueza de especies de aves en el sur de Chile*. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso* 24: 85-90.
- Li, Z., Z. Lu, X. Shu, G. Jiang, L. Xu y F. Zhou. 2013. *Nestedness of bird assemblages in the karst forest fragments of southwestern Guangxi, China*. *Chinese Birds* 4: 170-183.
- Luebert, F. y P. Plischoff. 2006. *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile*. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 307 pp.
- Patterson, B. D. 1987. *The principle of nested subsets and its implications for biological conservation*. *Conservation Biology* 1: 323-334.
- Pauchard, A. y P. Villarroel. 2002. *Protected areas in Chile: history, current status, and challenges*.

- Natural Areas Journal 22: 318-330.
- Rau, J.R., A. Gantz, S. Sade y J.I. Orellana. 2015. *Patrones de subconjuntos anidados de aves rapaces en fragmentos de bosques del sur de Chile*. Boletín Chileno de Ornitología 21: 76-82.
- Rau, J. R. y A. Gantz. 2001. *Fragmentación del bosque nativo del sur de Chile: efectos del área y la forma sobre la biodiversidad de aves*. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 72: 109-119.
- Rodríguez-Gironés, M. A. y L. Santamaría. 2006. *A new algorithm to calculate the nestedness temperature of presence-absence matrices*. Journal of Biogeography 33: 924-935.
- Venegas, A.M., S. Varela y C.F. Estades. 2009. *Efecto del fuego en la comunidad de aves de bosque en la Reserva Nacional Malleco*. Boletín Chileno de Ornitología 15: 1-7.
- Wethered, R. y M. J. Lawes. 2005. *Nestedness of bird assemblages in fragmented Afromontane forest: the effect of plantation forestry in the matrix*. Biological Conservation 123: 125-137.

Cita:

Rau R.J. 2020. Subconjuntos anidados de rapaces en el sur de Chile: comparación entre un Área Natural Protegida y otra de uso pecuario. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 2020. Vol. 6 (2): 1-9. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2020.06.06.02.0001>

Sometido: 13 de junio de 2020

Revisado: 22 de julio de 2020

Aceptado: 13 de septiembre de 2020

Editora asociada: Dra. Ma. Carmen Blazquez

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández

Agroecological characterization of *Spondias purpurea* L. in the Barranca del Río Santiago

Caracterización Agroecológica de *Spondias purpurea* L. en la Barranca del Río Santiago

Martin Pedro Tena Meza^{1*}, Rafael M. Navarro Cerrillo²
y Raymundo Villavicencio García³

Resumen

La Barranca del Río Santiago (BRS) es una formación geológica singular con amplia diversidad biológica y cultural en la que se insertan cinco áreas naturales protegidas. Se infiere el valor actual y potencial de la ciruela mexicana *Spondias purpurea* L. para los pobladores de la BRS y para la conservación y restauración de su entorno. Esto, a partir del análisis de su distribución natural y de las áreas de cultivo; las características agroecológicas de estas se compararon con los requerimientos ambientales reportados para la especie. Se constata que las condiciones climáticas y edáficas presentes en la BRS cubren de manera amplia los requerimientos de la especie, exceptuando el 65.86% que corresponde a terrenos escarpados con pendientes mayores a 16° donde no se recomienda realizar actividades agrícolas, no obstante, ahí se localiza el 23% de la superficie de las huertas.

Palabras clave: Agricultura tradicional. Bosque tropical caducifolio. Ciruela mexicana.

Abstract

The Barranca del Río Santiago (BRS) is a unique geological formation with wide biological and cultural diversity in which five protected natural areas are inserted. The current and potential

¹Instituto de Botánica, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, México. Camino Ramón Padilla Sánchez No. 2100. Nextipac, Zapopan, Jalisco C.P.45200.

²Depto. Ingeniería Forestal, Laboratorio de Selvicultura, Dendrocronología y Cambio Climático. DendrodatLab-ERSAF, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, Ctra.N-IV, km. 396, 14071 Córdoba, España

³Departamento de Producción Forestal, Centro Universitario de Ciencias, Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, México. Camino Ramón Padilla Sánchez No. 2100 Nextipac, Zapopan, Jalisco C.P.45200

*Autor de correspondencia

value of the Mexican plum *Spondias purpurea* L. is inferred for the residents of the BRS and the conservation and restoration of their environment. This from the analysis of its natural distribution and cultivation areas; the agro-ecological characteristics of the sites where it is found compared with the environmental requirements reported for the species. It is verified that the climatic and edaphic conditions present in the BRS broadly cover the requirements of the species, except for the 65.86% that corresponds to steep terrain with slopes greater than 16 ° where agricultural activities are not recommended, however, 23% of the surface of the orchards is located there.

Keywords: Deciduous tropical forest, Mexican plum, Traditional agriculture.

Introducción

Actualmente el hambre y la malnutrición crónicas afectan a más de mil millones de personas y en 2050, según las previsiones, la población mundial habrá alcanzado los 9200 millones de habitantes. Para alimentarlos a todos, la producción agrícola debe de aumentar en un 60% (FAO, 2011). Los alimentos ilustran perfectamente el dilema que enfrenta la humanidad, resolver el problema utilizando una agricultura moderna de alta intensidad solo empeora las cosas: incrementa el cambio climático, destruye tierras y agua, acelerara las extinciones de especies silvestres y cultivares tradicionales, desplaza a los pequeños agricultores, y socava la salud humana (Douglas, 2017).

La biodiversidad para la alimentación y la agricultura de una manera u otra contribuye a la producción agrícola y alimentaria; además de las especies domesticadas incluye a sus parientes silvestres y otras especies silvestres recolectadas para la obtención de alimentos y otros productos, y lo que se conoce como “*biodiversidad asociada*”. La biodiversidad para la alimentación y la agricultura está disminuyendo, por lo que es necesario mejorar los conocimientos sobre la *biodiversidad asociada*, en particular sobre los servicios ecosistémicos que prestan (FAO, 2019).

En México, la principal estrategia de política ambiental para promover la conservación de los ecosistemas, sus bienes y sus servicios ambientales, ha sido el establecimiento de un sistema de áreas naturales protegidas (Sarukhán *et al.*, 2017). La CONANP (2014) en su estrategia hacia el 2040 considera el eje *Conservación y manejo de biodiversidad*, para: “mantener la representatividad de la biodiversidad, la conectividad y función de los ecosistemas y la integralidad de los procesos ecológicos, así como la provisión de sus servicios” y programa como *línea de investigación*: “Fo-

mentar la restauración de los ecosistemas, basada en el mejor conocimiento científico disponible, para el mantenimiento y restablecimiento de sus funciones, garantizando su conectividad y la provisión de bienes y servicios”.

A pesar de diferentes esfuerzos encomiables, la restauración de los ecosistemas terrestres presenta vacíos, por lo que, es urgente seguir promoviendo acciones y programas de restauración dado el grado de deterioro, fragmentación y contaminación que presentan los ecosistemas (Méndez-Toribio, *et al.* 2018).

El objetivo de este trabajo es generar información que permita inferir sobre el valor actual y potencial que tiene la ciruela mexicana *Spondias purpurea* L. para los pobladores de la Barranca del Río Santiago (BRS) y la conservación y restauración de su entorno natural, a partir de la determinación de la distribución natural de la especie y de las áreas de cultivo, junto con su caracterización agroecológica.

Materiales y métodos

Área de estudio

Se seleccionó como área de estudio (BRS) una parte del trayecto que recorre el Río Santiago (72,338 ha) que se localiza al norte y el noroeste de la ciudad de Guadalajara, delimitada por las coordenadas: 20°43'00" y 21°08'00" N; 103°13'00" y 103°53'00" W (Figura 1).

Los ecosistemas de la BRS desde tiempos remotos han proveído de alimentos de tierra caliente a los pobladores de la barranca y de sus alrededores, su transformación se aprecia a partir de la cartografía de CETENAL (1974) en la que se determinó que casi la mitad (45%) debería de usarse para la conservación de la vida silvestre, el 47% para actividades de practicultura limitada y moderada y que solo en el 8% restante para el desarrollo de practicultura intensa y las actividades agrícolas de manera moderada e intensa (Fig.2).

18 años después la SARH (1992) considera solo 21% de selva baja caducifolia y 17% de selva baja caducifolia fragmentada, 57% de áreas perturbadas y con usos no forestales y 5% de bosque templado. La cartografía más reciente del INEGI (2016) considera que la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia es el tipo de vegetación con mayor superficie (31.7%), seguido por la selva baja caducifolia (27.5%), el pastizal inducido (12.1%), el uso de suelo para agricultura temporal permanente (11.4%), y el bosque de encino (9.6%).

Dadas las características naturales de la zona de estudio (BRS) existen cinco áreas naturales protegidas (Figura 1) que se encuentran dentro o vinculadas a la misma: 1) Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 del Estado de Nayarit, 2) Área Municipal de protección Hidrológica de la Barranca del Río Santiago en el Municipio de Zapopan, 3) Zona sujeta a conservación Barranca de Oblatos-Huentitán, 4) Área natural protegida de interés estatal de las barrancas de los Ríos Santiago y Verde, 5) El Paisaje Agavero y las Antiguas Instalaciones Industriales de Tequila (Bezaury-Creel *et al.* 2009; CONABIO, 2015; SEMADET, 2016; SEMARNAT-CONANP, 2017; UNESCO, 2008). Las cinco áreas mencionadas tienen decreto de formación, pero su plan de manejo no está actualizado y/o no se aplica, por lo que, no cumplen sus objetivos.

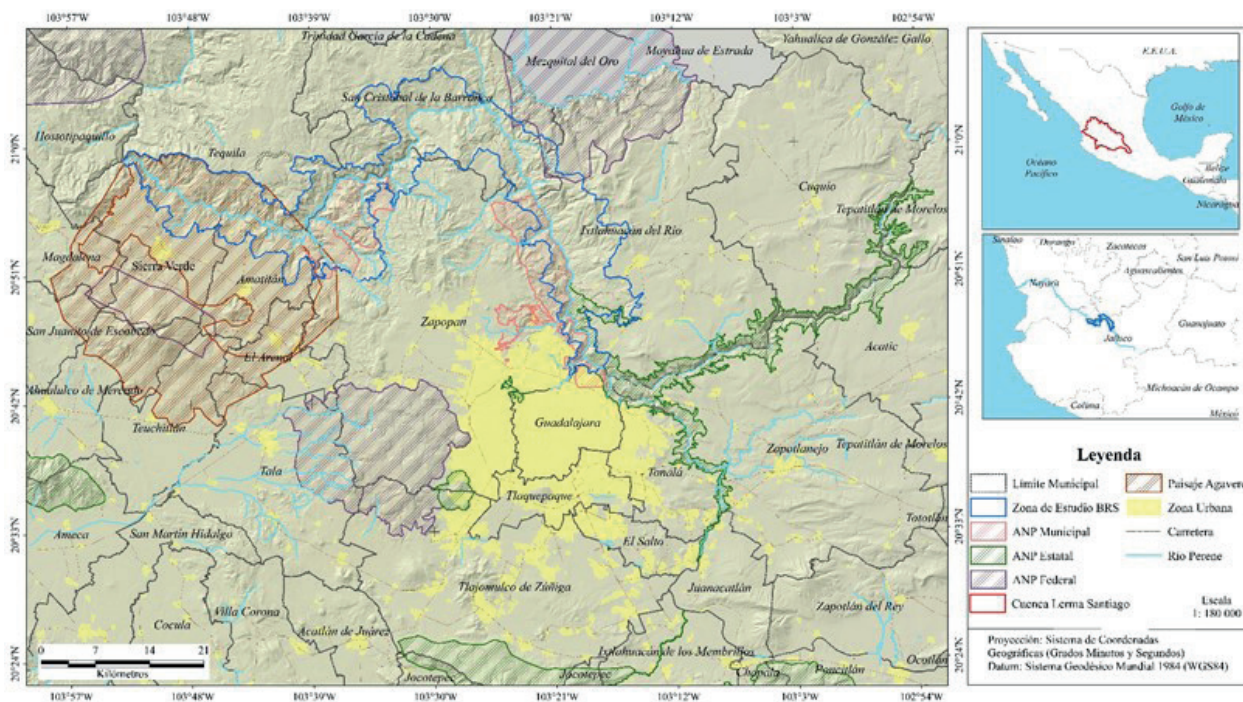


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio, de la cuenca Lerma - Santiago en México, y de la barranca y el río Santiago en el occidente de México. Se incluyen áreas naturales protegidas vinculadas a la zona.

Relevancia y distribución de la especie

Como método de investigación se siguieron los conceptos generales plasmados para la exploración etnobotánica por Hernández-X. (1985) y Casana-Martínez *et al.* (1996), para el estudio de agroecosistemas se utilizó la metodología de Hernández-X. y Ramos (1985), también se utilizaron sistemas de información geográfica. Se aplicaron las técnicas de: investigación bibliográfica, observación participativa, entrevistas semiestructuradas, exploración de campo con la compañía de informantes, colectas botánicas y creación de una base de datos.

El inventario de las poblaciones silvestres se realizó mediante recorridos exploratorios al interior de la BRS y con la búsqueda de registros en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2012, en el Herbario del Instituto de Botánica (IBUG) y en las bases de datos: Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB), Trópicos.org, y Global Biodiversity Information Facility (GBIF).

La ubicación de los predios cultivados con ciruela se realizó en campo, las parcelas se digitalizaron para obtener su ubicación y superficie, lo cual se corroboró mediante el uso de imágenes satelitales de alta resolución, disponibles en la plataforma de Google Earth.

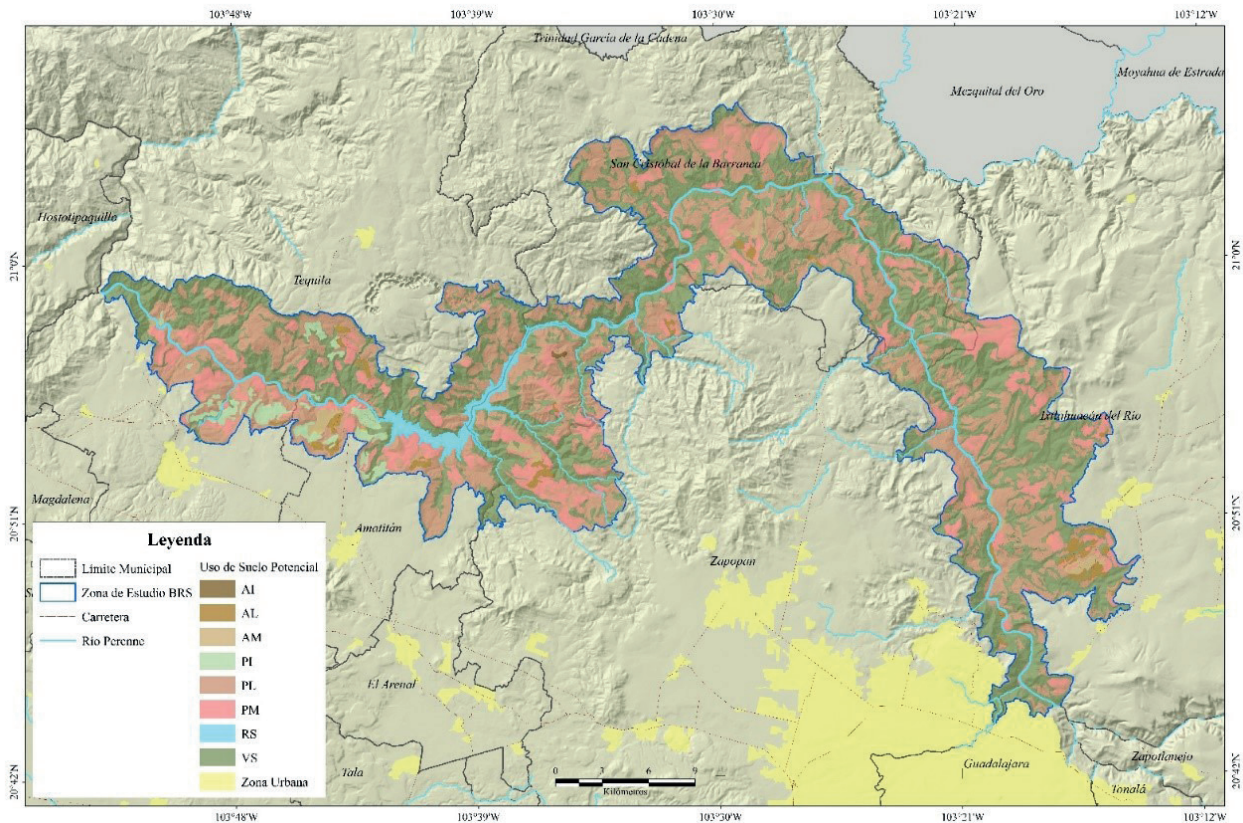


Figura 2. Uso potencial del suelo en la Barranca del Río Santiago, elaboración propia a partir de la digitalización de cartas impresas del CETENAL (1974).

Interpretación de Leyenda. AI: Agricultura intensa; AL: Agricultura limitada; AM: Agricultura moderada; PI: Pradera intensa; PL: Pradera limitada; PM: Pradera moderada; RS: Río Santiago; VS: Vida silvestre

Caracterización agroecológica

Para la caracterización agroecológica del cultivo en el interior de la BRS se realizó la revisión exhaustiva de fuentes bibliográficas (que se citan en la discusión) para conocer los requerimientos climáticos y edáficos de la especie; a partir de lo cual se seleccionaron catorce variables ambientales (Tabla I), como predictores de la condición agroecológica óptima de la especie.

El manejo de la información sobre la distribución y la caracterización agroecológica (archivos vectoriales y ráster) se manejaron con el programa ArcMap v.10.3, utilizando el sistema de proyección: Universal Transversal de Mercator (UTM) para la zona 13 del hemisferio norte y el Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS84) de coordenadas.

Tabla 1. Variables climáticas y edáficas consideradas para la caracterización climática de la Barranca del Río Santiago y el cultivo de *Spondias purpurea* L.

<i>Variable (Unidad de medida)</i>	<i>Origen</i>	<i>Producto</i>
Tipo de Clima (Unidad)	García, 1998	----
Temperatura mínima media anual (°C)	Medina-García <i>et al.</i> 2016	Mapa (Fig. 3A)
Temperatura media anual (°C)	Medina-García <i>et al.</i> 2016	Mapa (Fig. 3B)
Temperatura máxima media anual (°C)	Medina-García <i>et al.</i> 2016	Mapa (Fig. 3C)
Temperatura diurna media anual (°C)	Generada	Mapa (Fig. 3D)
Oscilación anual de la temperatura (°C)	Generada	Mapa (Fig. 4A)
Precipitación acumulada anual (mm)	Medina-García <i>et al.</i> 2016	Mapa (Fig. 4B)
Humedad disponible meses húmedos (mm)	Generada	Mapa (Fig. 4C)
Evapotranspiración acumulada anual (mm)	Medina-García <i>et al.</i> 2016	Mapa (Fig. 4D)
Fotoperiodo medio anual (Número horas luz)	Medina-García <i>et al.</i> 2016	---
Altitud (msnm)	Generada	---
Pendiente (° deg)	Generada	Mapa (Fig. 5A)
Tipo de suelo (Unidad)	INEGI, 1982	Mapa (Fig. 5B)
Textura del suelo (Unidad)	Sánchez <i>et al.</i> 2017	-----

Las variables climáticas se obtuvieron a partir de la cartografía climática existente para el territorio continental mexicano con período de referencia de 1961 a 2010, en formato ráster, con una resolución de 30 segundos de arco (949 m \approx 900 m aprox.), las cuales fueron generadas por Medina-García, *et al.* (2016). De manera propia se elaboraron las capas de las temperaturas medias anuales y fotoperiodo (media aritmética de los valores de los doce meses del año), así como las capas de precipitación y evapotranspiración acumulada (suma de los doce meses del año). La temperatura diurna media anual se calculó a partir de los valores de los doce meses del año de acuerdo con el procedimiento sugerido por Tinoco, *et al.* (2010) y Collazo, *et al.* (2011). La oscilación anual de la temperatura se calculó mediante la fórmula sugerida por WorldClim para la generación de la variable BIO₇ (Fick y Hijmans, 2017). La humedad disponible en el suelo (cuando la precipitación es mayor a la evapotranspiración potencial) se calculó para los doce meses del año y se generó una capa de la temporada más húmeda del año (junio - septiembre).

Una vez generadas estas variables, se procedió a extraer la porción correspondiente al área de la BRS utilizando como máscara la capa vectorial de la BRS; las capas fueron reproyectadas al

sistema UTM a fin de calcular valores de superficie en unidades métricas. De manera adicional, se utilizó la carta de climas en formato ráster, a escala 1:1000000 generada por García (1998) disponible en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).

Los tipos de suelo se obtuvieron a partir de las cartas edafológicas en formato PDF a escala 1:50,000 (INEGI, 1982), de las cuales se digitalizó la superficie que corresponde a la BRS. La capa de textura de suelo se extrajo de la información vectorial elaborada por Sánchez-González *et al.* (2018). Las variables topográficas fueron elaboradas a partir del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0) de INEGI (2013) con una resolución de 30 m de tamaño de píxel, del cual se extrajo la cobertura de la BRS para elaborar las capas de altitud y pendiente, las que posteriormente fueron vectorizadas. Finalmente, para cada una de variables, se definieron categorías en función a su rango de valores y calcularon superficies tanto para la zona de estudio como para cada uno de los predios cultivados con *S. purpurea*.

Resultados y discusión

Importancia de S. purpurea para la BRS

De manera conjunta con Sandoval-Lozano (2015), se constató de manera cualitativa, que *S. purpurea* es un producto emblemático de la BRS y juega un papel importante en la cultura alimentaria de las poblaciones de la BRS, por el amplio consumo de sus frutos de acuerdo con la temporada de producción de las diferentes variedades (abril a julio).

Los frutos se consumen de manera directa, con los frutos tiernos se prepara atole, los frutos maduros se utilizan para preparar sopa, aguas frescas y helados, también se deshidratan o se congelan martajados dentro de bolsas de plástico para comerlos fuera de temporada. Los brotes tiernos de hojas también se llegan a consumir de manera directa o en tacos con un poco de sal. Los troncos pueden ser utilizados como material combustible.

Los pobladores reconocen que los mejores tiempos de las huertas de la barranca quedaron atrás, no obstante, en algunos sitios la cosecha de la fruta sigue siendo una fiesta, aun cuando una parte de la fruta no se cosecha por su bajo precio en el mercado. La BRS contribuyó en promedio durante los años 2003-2017 con el 82, 71 y 77 por ciento respectivamente, de la superficie cosechada, producción, y valor de la producción de ciruela mexicana en el Estado de Jalisco (SIAP, 2017).

Por su importancia económica, ecológica y social la especie se considera prioritaria para la reforestación en México (FAO y CONAFOR, 2012), sus frutos se consideran un recurso importante

para la fauna, sobre todo como fuente de agua durante la época seca (Mandujano *et al.*, 1994; Monterrubio-Rico *et al.*, 2014).

Distribución de S. purpurea en la Barranca del Río Santiago

Poblaciones silvestres

Aun cuando los pobladores reconocen la presencia natural de *S. purpurea* en la BRS sólo se logró registrar un individuo hembra silvestre en campo dadas las condiciones de perturbación y la dificultad de acceder a los sitios mejor conservados. Algunos campesinos introducen del entorno silvestre a sus huertas árboles “macho” con la idea de que se incrementa la producción de frutos.

En la revisión realizada a las colecciones botánicas sólo se encontraron para la BRS seis registros de plantas cultivadas de *S. purpurea*, pertenecientes al Herbario IBUG de la Universidad de Guadalajara. En los registros a nivel nacional se puede observar la colecta indistinta de material cultivado y silvestre (Cruz, *et al.* 2011).

Estudios relativos a la distribución de la especie incluyen a la BRS: Pennington y Sarukhán (2005) consideran a la zona de estudio en el mapa de distribución potencial de la especie; Miller y Knoouft (2006) señalan a la BRS dentro de las zonas aptas para el establecimiento de poblaciones naturales y poblaciones silvestres de ciruela; Arce-Romero, *et al.*, (2017) señala que la BRS tiene aptitud actual y potencial para el establecimiento de *Spondias purpurea* ante los escenarios de cambio climático.

Poblaciones cultivadas

En las 72,338 ha de la BRS, se registraron 871 ha cultivadas con *S. purpurea*, esta superficie cambia con el establecimiento de nuevas plantaciones, al mismo tiempo que huertas ya establecidas son abandonadas o sustituidas por otro tipo de cultivos mejor retribuidos; los rendimientos del cultivo depende del manejo que proporciona cada agricultor y de las condiciones ambientales que prevalecen a lo largo del año; el valor de la cosecha se encuentra determinado en gran medida por la capacidad de comercialización de cada productor y por la competencia que se tiene con cosechas de otros estados que llegan con anticipación al centro de acopio de la ciudad de Guadalajara.

En la figura 3 se muestran la distribución de los predios cultivados con ciruela y los registros botánicos registrados por las fuentes ya mencionados para la especie en la zona de estudio.

Durante la fase de campo se registraron por vez primera siete cultivares distintos para la BRS, a los que los campesinos reconocen con los nombres de: *Corpeña*, *Huentiteca*, *Huesona* (de otoño), *Mansa o Grande*, *Mostrenco*, *Roja*, *Sanjuaneña*. Es indispensable estudiar en el futuro los detalles estas variedades.

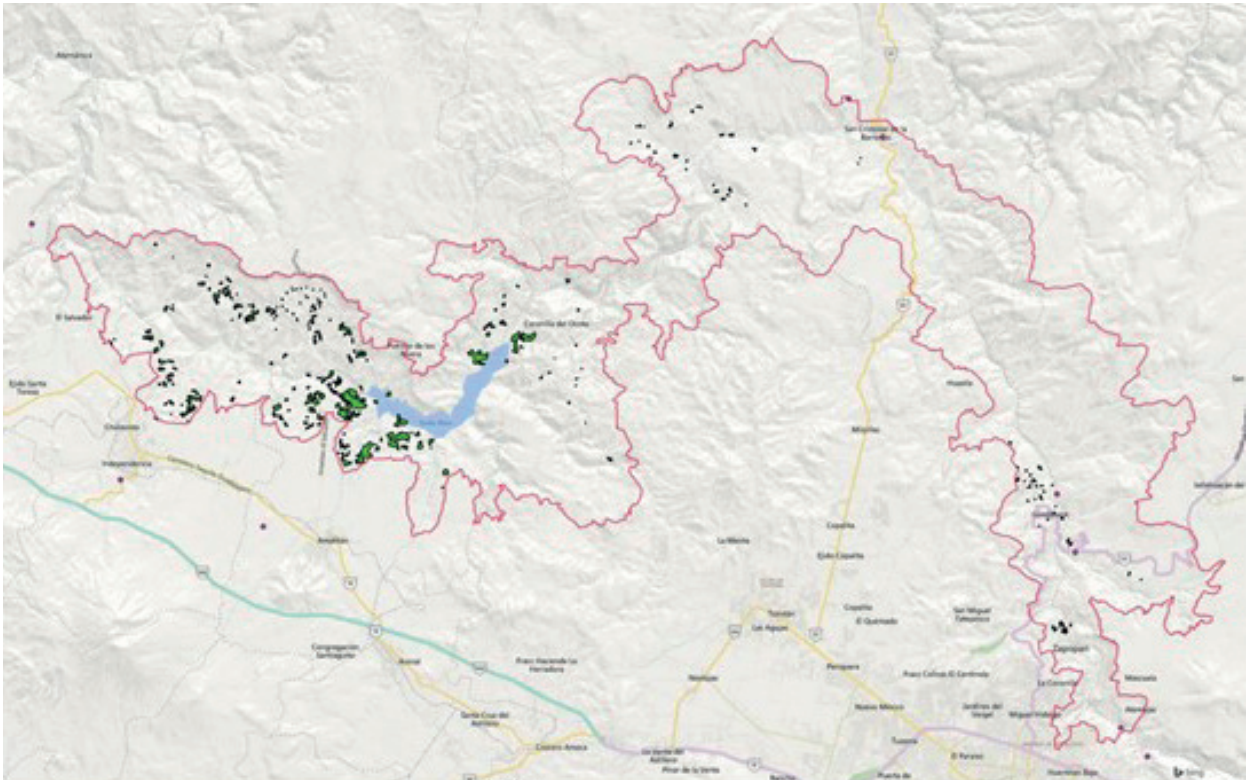


Figura 3. Ubicación de predios cultivados con *Spondias purpurea* en color verde y registros previos (de otras fuentes) en color morado.

Caracterización agroecológica

Existen al menos 283 predios cultivados, estos no se pudieron delimitar de manera precisa por falta de señalamientos o por no estar presentes los dueños, la mayoría se encuentra al oeste de la zona de estudio. En las figuras 4, 5 y 6 se muestra la distribución de las variables en la BRS y en los predios de ciruela (se prescinde los mapas de las siguientes variables por considerarse no necesarias: clima, fotoperiodo, textura de suelo y altitud); la superficie en hectáreas para los rangos de cada variable se muestra en el anexo.

El **clima** cálido subhúmedo (Aw_0) es el que prevalece en la BRS, aunque ocurren dos variantes de climas semicálidos subhúmedos: $(A)C(w_0)$ y $(A)C(w_1)$. Las plantaciones pueden prosperar en los tres tipos de clima (Campos y Espíndola, 2007), sin embargo, casi la totalidad (98.6%) de la superficie cultivada de ciruela en la BRS se encuentran en el primero, que es el más cálido y

húmedo, para evitar la posibilidad de que se presenten temperaturas bajas y menor humedad disponible.

El régimen térmico de la especie (de acuerdo con Campos y Espíndola, 2007; Cruz y Rodríguez, 2012; Ruíz, *et al.* 2013) se cumple de manera satisfactoria. La BRS se encuentra libre de temperaturas frías (y de heladas) que son perjudiciales para los ciruelos. Los agricultores evitan las zonas más frescas de la barranca donde las **temperaturas mínimas** medias pueden ser de 9 a 11°C, todos los predios se localizan en sitios donde la temperatura mínima media anual se encuentran en el rango de 12 a 16°C (Fig. 4A). El rango de **temperatura promedio** (19 a 29°C) donde prospera de manera satisfactoria el cultivo se encuentra en el 86.5% de la superficie de la BRS y cubre la totalidad de las huertas de ciruela; los 24°C de temperatura óptima de la especie, se encuentran en el 38.6% de la superficie de la barranca donde se ubica el 86% de los cultivos (Fig.4B). Adicionalmente se cumple el requerimiento del cultivo de que la diferencia entre la temperatura promedio del mes más frío y el mes más caliente no debe de rebasar los 10°C. Las temperaturas superiores a 40°C que son perjudiciales para el cultivo no se encuentran presentes en la zona de estudio, la mayor parte de la BRS (60%) presenta un rango de **temperatura máxima media anual** entre 30 y 32°C, ahí se encuentra casi el 80% de la superficie de los predios con ciruela (Fig. 4C).

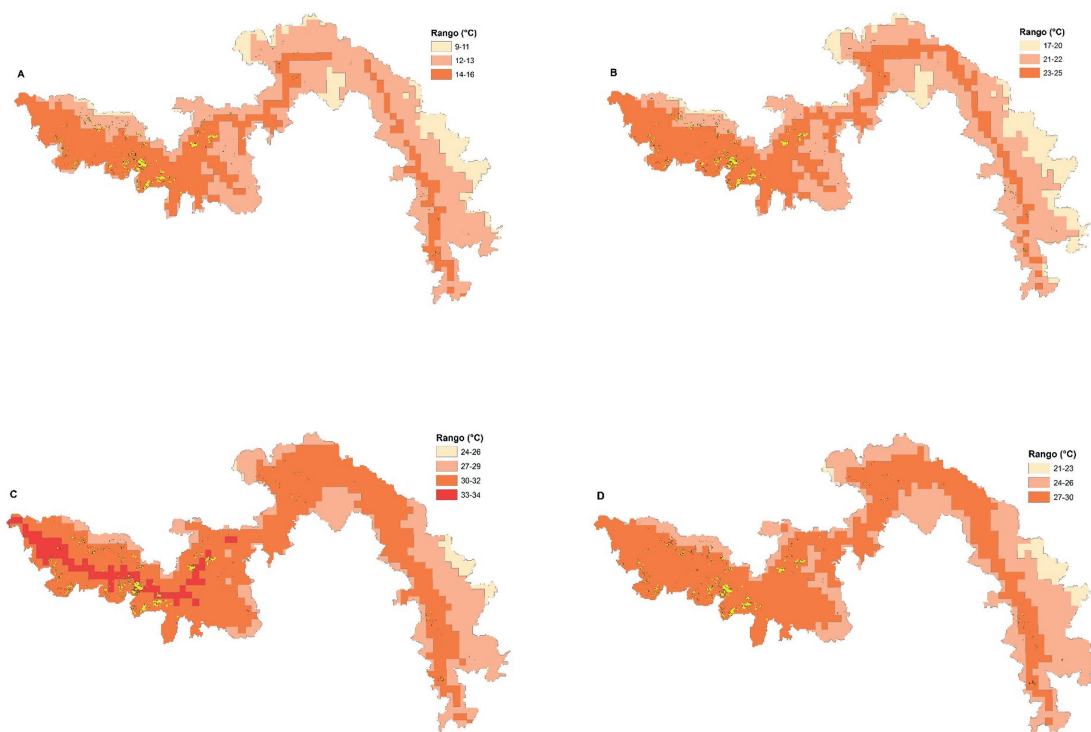


Figura 4. Distribución en la BRS de los predios cultivados con *S. purpurea* (en color amarillo) y de las variables: A) Temperatura mínima media anual B) Temperatura media anual C) Temperatura máxima media anual D) Temperatura diurna media anual.

La **temperatura diurna media anual** calculada para el interior de la BRS varía entre los 21 y 30°C, aunque prácticamente la totalidad de su superficie se distribuyó entre los rangos de 24 -26°C (40% de la superficie de la barranca y 5% de la superficie cultivada con ciruela) y los 27-30°C (57% de la superficie de la barranca y 95% de la superficie cultivada con ciruela), su distribución se muestra en la Fig. 4D. Los valores de **oscilación térmica anual** que se presentan en la BRS se distribuyen entre los 22 y 27°C. En el 51% de la superficie de la BRS la temperatura anual oscila entre 24 y 25°C (Fig. 5A). En cuanto a las superficies cultivadas con *S. purpurea*, el 76% de la misma se encuentra en el rango de 26-27°C de oscilación térmica anual.

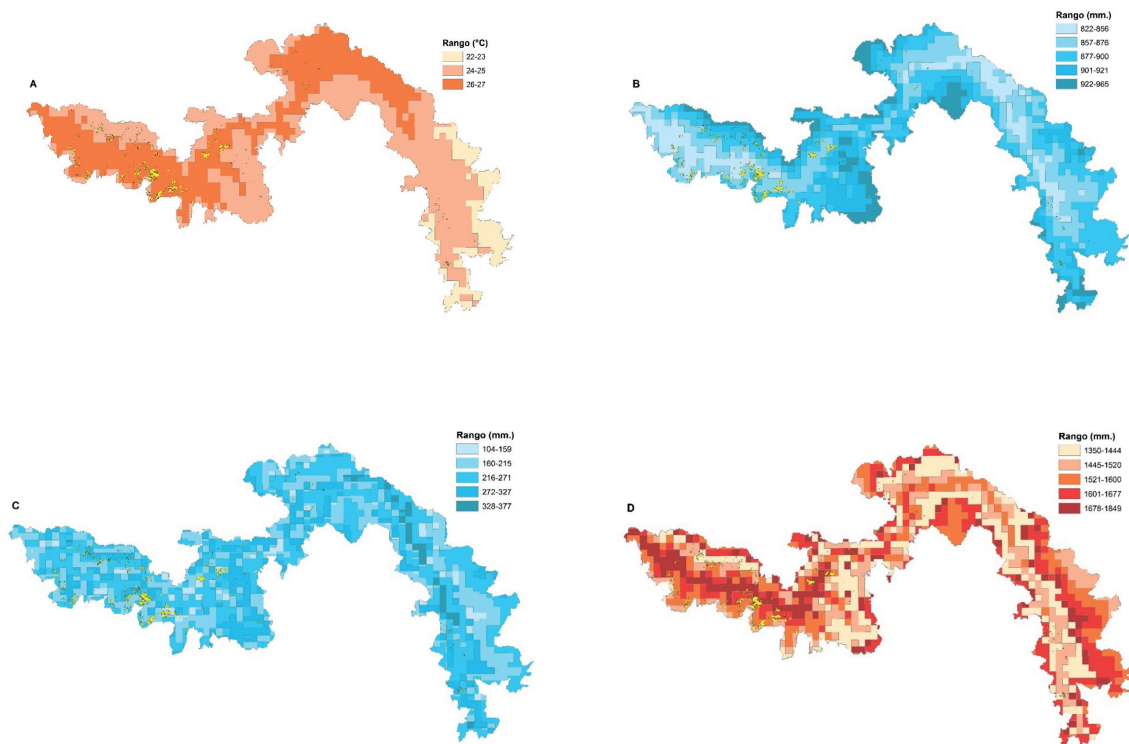


Figura 5. Distribución en la BRS de los predios cultivados con *S. purpurea* (en color amarillo) y de las variables: A) Oscilación Térmica, B) Precipitación acumulada, c) Humedad disponible, D) Evapotranspiración acumulada.

No se encontraron referencias bibliográficas sobre los requerimientos de temperatura diurna media anual, y oscilación térmica para *S. purpurea*, lo que aquí se presenta son los primeros datos al respecto.

Los requerimientos óptimos de **precipitación** de la especie se encuentran entre los 800 y 1100 mm (Campos y Espíndola, 2007; Cruz y Rodríguez, 2012; Ecocrop, 2007; Ruíz, *et al.* 2013), por lo que los 822 a 965 mm que llueven en la BRS cubren la demanda del cultivo (Fig. 5B). Aunque los

agricultores reconocen la capacidad de la planta para resistir la sequía, para el establecimiento del cultivo prefieren sitios “*más llovedores*” ya que reconocen que la planta durante la época de lluvias almacena parte de la **humedad disponible** para producir los frutos en la temporada de estiaje, por la cual evitan los sitios “*más resecos*” que son menos productivos. Evidencia de ello es que en el rango de 160-271 mm de humedad disponible coinciden el 71% de la superficie de la BRS, con el 71% de la superficie cultivada (Fig. 5C).

Tampoco existen reportes en la literatura sobre los requerimientos del cultivo sobre **evapotranspiración acumulada anual**, en el caso de la BRS el cultivo de ciruelas se encuentra entre los 1350 y los 1849 mm, aunque esto no puede vincularse con la determinación de los requerimientos óptimos del cultivo (Fig. 5D).

En cuanto al requerimiento de la planta de número de horas luz, se reporta tanto de día neutro como de día largo, con una marcada preferencia por ambientes soleados sobre todo en la etapa reproductiva, aunque también se desarrolla con menor luminosidad (Cruz y Rodríguez, 2012; Ruiz, *et al.* 2013); el **fotoperiodos** promedio anual de 12 horas determinado para la BRS es favorable para el desarrollo de *S. purpurea*, no obstante que la cantidad de luz se puede ver afectada por la exposición de los predios con relación al trayecto del sol, la altitud en la que se encuentran al interior de la barranca y la presencia de acantilados que pueden reducir la cantidad de radiación solar directa.

El cultivo no es exigente en términos de **altitud**, prospera desde el nivel del mar hasta los 1200 msnm (Cuevas, 1992), en la BRS el 95% las parcelas cultivadas se encuentran dentro del rango de los 637 y los 1350 msnm, que corresponde a la parte media y baja del cañón.

El 65% de los predios cultivados con de *S. purpurea* se localizan en terrenos con **pendientes** (de 6 a 15°), el 23% de las plantaciones se ubica en terrenos escarpados con pendientes mayores a 16°, donde no es posible realizar ninguna actividad agrícola, una mínima parte (12%) del cultivo se realiza en terrenos planos con pendientes entre 1° y 5° (Fig. 6A). Con lo cual se confirma la adaptabilidad de la especie para desarrollarse en laderas pronunciadas.

La planta no exige **suelos** de buena calidad y produce en suelos pobres o delgados (Cuevas, 1992; Campos y Espíndola 2007) no obstante responde a suelos de mediana profundidad y buen drenaje (Cruz y Rodríguez, 2012; Ruiz, *et al.* 2013). Su cultivo se realiza en una gran variedad de tipos de suelos y sus combinaciones. En la BRS las plantaciones de ciruela se distribuyen en los tres tipos de suelo predominantes: feozem, litosol y luvisol, en el primero se presenta el 57% de la superficie plantada con ciruela (Fig. 6B). Dependiendo de las condiciones de cada lugar, los suelos

presentan diferentes rangos de espesor, pedregosidad, contenido de nutrientes y susceptibilidad a la erosión, lo cual no siempre es tomado en cuenta por los agricultores, quienes consideran que las plantas de cualquier manera prosperan. La **textura** de los suelos de la BRS es: término medio en el 90% de su superficie, lo que coincide con los sitios donde se encuentra las plantaciones; este tipo de textura favorece el desarrollo de raíces en las estacas plantadas, aunque los agricultores acostumbran a poner piedras en el fondo del pozo para evitar ahogamientos o pudrición de las raíces.

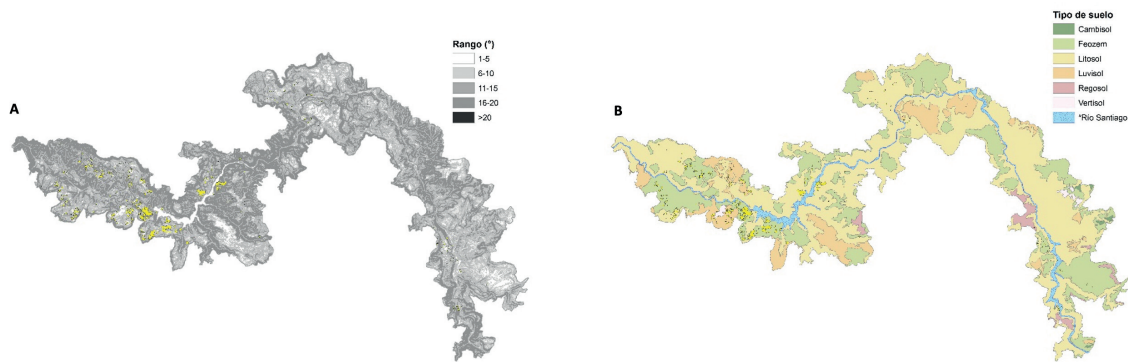


Figura 6. Distribución en la BRS de los predios cultivados con *S. purpurea* (en color amarillo) y de las variables: A) Grado de pendientes al interior de la Barranca del Río Santiago B) Tipos de suelo.

No obstante que la zona es difícil de monitorear por las condiciones del relieve, fue posible caracterizar ambientalmente la BRS y determinar su pertinencia para el cultivo de ciruela mexicana, no obstante, es necesario profundizar en el conocimiento a detalle de las condiciones climáticas y edáficas.

Al comparar los valores de las variables registradas en las parcelas de ciruela mexicana con los requerimientos agroclimáticos reportados por: Campos y Espíndola (2007), Cruz y Rodríguez (2012), Cuevas (1992), Ecocrop (2007), Pennington y Sarukhán (2005), Ruiz *et al.*, (2013) y, Vázquez-Yanes, *et al.*, (1999) se puede observar un alto grado de coincidencia, lo que se relaciona con los aspectos siguientes:

- El centro de origen de *S. purpurea* se encuentra en la región de occidente de México (Jalisco, Nayarit, Michoacán) y es también uno de los centros de domesticación de la especie (Fortuny-Fernández, *et al.* 2017).
- El hábitat nativo de los progenitores silvestres de *S. purpurea* cultivado, son los bosques secos mesoamericanos (Miller y Knouft, 2006), la especie se considera un componente del estrato

dominante del bosque tropical caducifolio (Rzedowski y Mc.Vaugh 1966; Pennington y Sarukhán 2005), también conocido como Selva Baja Caducifolia que es el tipo de vegetación predominante en la BRS.

El resultado de la caracterización agroecológica de la BRS y la determinación de las condiciones en que se encuentran los predios cultivados con ciruela, muestran que, si bien toda la barranca reúne las condiciones óptimas para el cultivo, la experiencia de los agricultores les ha permitido seleccionar los mejores sitios para el establecimiento de las huertas.

Conclusiones

Los resultados del presente trabajo contribuyen a la generación de conocimiento con respecto al cultivo de *S. purpurea* en el Estado de Jalisco, y de manera específica en la BRS.

Los siete cultivares encontrados son un recurso fitogenético importante que no ha sido determinado en términos genéticos, agronómicos y alimenticios.

La caracterización agroclimática y edáfica permitió comparar los requerimientos reportados para el cultivo de *S. purpurea* por la literatura, al ser estos coincidentes se corrobora que el área de estudio reúne las condiciones propicias para el desarrollo del cultivo, no obstante para lograr la sustentabilidad del cultivo se deben de buscar modelos agroecológicos que solucionen los problemas relativos al manejo de suelos, plagas, postcosecha, dar valor agregado a la producción y mejorar las condiciones de comercialización.

Se considera a la especie como un recurso importante para la reforestación y restauración de la BRS y las ANP relativas.

Literatura citada

- Arce-Romero, A., Monterroso-Rivas, A., Gómez-Díaz, J., y Cruz-León, A. 2017. *Mexican plums (Spondias spp.): their current distribution and potential distribution under climate change scenarios for México*. Revista Chapingo Serie Horticultura 23(1)5-19.
- Bezaury-Creel, J., Torres, J., Ochoa-Ochoa, L., Castro-Campos, M., y Moreno, N. 2009. *Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Municipales de México* [Shapefile] <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/anpm09gw.png>

- Campos, E., y Espíndola, M. C. 2007. *Ciruela mexicana*. México: ICAMEX y Fundación Salvador Sánchez Colín. 16 pp.
- Casana-Martínez, E., Galán-Soldevilla, R., y Hernández-Bermejo, J. 1996. *Registro de datos: Preparación y estrategia del Trabajo de Campo*. Monografías del Jardín. Botánico de Córdoba (3)57-62.
- CETENAL (Comisión de Estudios del Territorio Nacional). 1974. *Cartas impresas Uso Potencial F13 D56, F13 D55, F13 D54, F13 D45* Escala 1:50,000. México.
- Collazo, J., Báez, A., González, M., Ramos, J., Torres, M., y Ruíz, J. 2011. *Caracterización Agroclimática del Estado de Aguascalientes*. Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2015. *Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y Privadas de México*. [Shapefile] <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/anpest15gw.png>.
- CONANP. 2014. *Estrategia hacia 2040: una orientación para la conservación de las áreas naturales protegidas de México*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- Cruz, A., y Rodríguez, B. 2012. *Cultivo*. (pp. 77-101). En Cruz, A., Pita, A., y Rodríguez, B. (Ed.), *Jocotes, jobos, abales o ciruelas mexicanas*. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Cruz, A., Rodríguez, B., Corres, P., Zizumbo, D., Uribe, M., Romano, E., y Gutiérrez, A. 2011. *Utilización, importancia y conservación de los recursos genéticos de ciruela mexicana (Spondias sp.)*. Aquí Centros Regionales 60:20-21. Universidad Autónoma Chapingo.
- Cuevas, J.A. 1992. *Jocote, ciruelo (Spondias purpurea)* pp.109-114 En: Hernández-Bermejo, E., y León, J. (Eds.), *Cultivos Marginados otra perspectiva de 1942*. FAO. Roma.
- Douglas B. (Ed.). 2017 *Pathways past the precipice: Flourishing in a threatened world*. Australian National University.
- Ecocrop. 2007. *The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database*. FAO. Versión 1.0. Agls. Rome Italy. Consultado: 29-06-2018 En: <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/home>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011. *Segundo plan de acción mundial para los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Roma, Italia.

- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2019. *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Retrieved from <http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>)
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) y CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2012. *Forest Genetic Resources Situation in Mexico*, Roma, Italia. 288 pp.
- Fick, S.E., y Hijmans R. J. 2017. *WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas*. *International Journal of Climatology*, 37(12): 4302-4315.
- Fortuny-Fernández, N., Ferrer, M., y Ruenes-Morales, M. (2017) *Centros de origen, domesticación y diversidad genética de la ciruela mexicana, Spondias purpurea (Anacardiaceae)*. *Acta Botánica Mexicana* 121:7-38.
- García, E., y CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1998. 'Climas' (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México. Archivo [Shapefile] <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/clima1mgw>
- Hernández-X, E. 1985. *Exploración etnobotánica y su metodología*. Xolocotzia, Obras de Efraín Hernández Xolocotzi. *Revista de Geografía Agrícola*. p163-188. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Hernández-X, E., y Ramos, A. 1985. *Metodología para el estudio de agroecosistemas con persistencia de tecnología agrícola tradicional*. Xolocotzia, Obras de Efraín Hernández Xolocotzi. *Revista de Geografía Agrícola*. p189-194. Universidad Autónoma de Chapingo.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1982. *Cartas Edafológicas: F13 D56, F13 D55, F13 D54, F13 D45*. Escala 1:50000.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2013. *Continúo de Elevaciones Mexicano 3.0 para el Estado de Jalisco*. Consultado: 10-03-2019. En: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2016. 'Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Serie VI (Capa Unión).
- Mandujano, S., Gallina, S., y Bullock. S. 1994 *Frugivory and dispersal of Spondias purpurea (Anacardiaceae) in a tropical deciduous forest in México*. *Revista de Biología Tropical* (42):107-114.
- Medina-García, G., Ruiz-Corral, JA., Rodríguez-Moreno, V., Soria-Ruiz, J., Díaz-Padilla, G., y Zarazúa, P. 2016. *Efecto del cambio climático en el potencial productivo del frijol en México*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Publicación especial N°13:2465-2474*.

- Méndez-Toribio M., Martínez-Garza C, Ceccon E., y Guariguata MR. 2018. *La restauración de ecosistemas terrestres en México: Estado actual, necesidades y oportunidades*. Documentos Ocasionales 185. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Miller, A., y Knouft, J. 2006. *Gis-based characterization of the geographic distributions of wild and cultivated populations of the Mesoamerican fruit tree Spondias purpurea (ANACARDIACEAE)*. American Journal of Botany 93(12): 1757–1767.
- Monterrubio-Rico, T., Álvarez-Jara, M., Téllez-García, L., y Tena-Morelos, C. 2014. *Hábitat de anidación de Amazona oratrix (Psittaciformes: Psittacidae) en el Pacífico Central, México*. Revista de Biología Tropical 62(3): 1053-1072.
- Pennington, T., y Sarukhán, R. 2005. *Árboles tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies*. Fondo de Cultura Económica, México. 523pp.
- Ruíz, JA., G. Medina, I. González, H. Flores, G. Ramírez, C. Ortiz, F. Byerly,y R. Martínez. 2013. *Requerimientos agroecológicos de cultivos*. 2da. Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México. 564pp.
- Rzedowski, J. y Mc.Vaugh, R. 1966. *La vegetación de Nueva Galicia*. Contributions from the University of Michigan Herbarium 9, 1-123.
- Sánchez-González, J., Ruiz-Corral, J., García, G., Ojeda, G., Larios, L., Holland J., Miranda, R., y García, G. 2018 *Ecogeography of teosinte*. PLoS ONE 13(2): e0192676. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192676>
- Sandoval-Lozano, C. 2015. *La Cultura alimentaria de San Francisco de Ixcatán, Jalisco*, Tesis Licenciatura en Biología, Universidad de Guadalajara, México.
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). 1992 '*Inventario Nacional de Gran Visión; uso de suelo y vegetación*'. Escala 1:1000000. [Shapefile] <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/usv1m92gw.png>
- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberon, J., Dirzo, R., Llorente-Bousquets, J., Halfpeter, G., García, G. 2017. *Capital natural de México. Síntesis: evaluación del conocimiento y tendencias de cambio, perspectivas de sustentabilidad, capacidades humanas e institucionales*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- SEMADET (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial). 2016. *Estudio Técnico, Justificativo y Programa de Manejo del Proyecto de Declaratoria del Área Natural Protegida Formación Natural de Interés Estatal Barrancas de los Ríos Santiago y Verde*. Jalisco, México. 389 pp.

- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) - CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2017. Áreas Naturales Protegidas Federales de México. Noviembre 2017. [Shapefile] <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/anpnov17gw.png>
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-SAGARPA), *Compendio de datos 2017*. Consultado: 10-07-2018 En: <https://www.sagarpa.gob.mx/datos-abiertos/siap>
- Tinoco, C., Báez, A., Ruiz, J.A., y Medina, G. 2010. *Caracterización climática y edáfica del área de abastecimiento del Ingenio El Modelo, Veracruz*. Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). México. Consultado: 10-07-2018 En: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/handle/123456789/3232>
- UNESCO. 2008. *Patrimonio Mundial*. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/es/santiago/culture/world-heritage/>. Consultada 15/09/2017.
- Vázquez-Yanes, C., Batís, A., Alcocer, M., Gual, M., y Sánchez. C. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO - Instituto de Ecología, UNAM. Ch. 4 Agroecological characterization of Mexican plum *Spondias purpurea* L. 133. Consultado: 29-06-2019. En: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/4-anaca6.pdf

Cita:

Tena Meza M.P.*, R.M. Navarro Cerrillo y R. Villavicencio García. 2020. Caracterización Agroecológica de *Spondias purpurea* L. en la Barranca del Río Santiago. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 2020. Vol. 6 (2): 11-29. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2020.06.06.02.0002>

Sometido: 17 de junio de 2020

Revisado: 23 de julio de 2020

Aceptado: 13 de septiembre de 2020

Editora asociada: Dra. Alejandra Nieto Garibay

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández

Anexo:

Superficies de la Barranca del Río Santiago y superficie cultivada con ciruela por tipo de variable.

Variables/ categoría	Superficie de la barranca		Superficie cultivada		Variables/ categoría	Superficie de la barranca		Superficie cultivada	
	Hectáreas	Porcentaje	Hectáreas	Porcentaje		Hectáreas	Porcentaje	Hectáreas	Porcentaje
Tipo de Clima					Humedad disponible (meses húmedos) (mm)				
Awo	52,340.00	72.40	859.09	98.60	104-159	3,640.97	5.05	49.44	5.68
(A)C(wo)	10,815.00	15.00	5.03	0.60	160-215	22,347.65	30.97	395.28	45.41
(A)C(w1)	9,050.00	12.50	6.87	0.80	216-271	28,941.89	40.11	223.82	25.71
C(wo)	99.38	0.10	0.00	0.00	272-327	15,335.96	21.25	201.95	23.20
	72,304.38	100.00	870.99	100.00	328-377	1,891.97	2.62	0.00	0.00
Temperatura mínima media anual (°C)					72,158.44	100.00	870.49	100.00	
9-11		10.79	0.00	0.00	Evapotranspiración acumulada anual (mm)				
12-13	39,554.99	54.68	164.10	18.84	1350-1444	17,284.28	23.89	83.51	9.59
14-16	24,974.35	34.52	706.89	81.16	1445-1520	14,635.44	20.23	154.30	17.72
	72,337.38	100.00	870.99	100.00	1521-1600	14,565.19	20.14	272.48	31.28
Temperatura media anual (°C)					1601-1677	16,172.31	22.36	213.37	24.50
17-20	9,776.69	13.52	0.00	0.00	1678-1849	9,680.24	13.38	147.33	16.92
21-22	34,639.85	47.89	122.05	14.01		72,337.46	100.00	870.99	100.00
23-25	27,922.94	38.60	748.94	85.99	Altitud (msnm)				
	72,339.48	100.00	870.99	100.00	637-933	14,211.58	19.65	528.03	60.62
Temperatura máxima media anual (°C)					934-1136	18,553.48	25.65	177.33	20.36
24-26	1,553.95	2.15	0.00	0.00	1137-1350	20,149.62	27.86	122.04	14.01
27-29	22,211.18	30.70	15.81	1.82	1351-1628	13,169.77	18.21	40.83	4.69
30-32	43,316.54	59.88	694.05	79.69	1629-2146	6,252.87	8.64	2.76	0.32
33-34	5,257.73	7.27	161.13	18.50		72,337.32	100.00	870.99	100.00
	72,339.40	100.00	870.99	100.00	Pendiente (grados)				
Temperatura diurna media anual (°C)					1-5	5,539.69	7.59	103.77	11.91
21-23	2,572.94	3.56	0.00	0.00	6-10	9,720.65	13.32	290.23	33.32
24-26	28,609.52	39.55	43.44	4.99	11-15	9,667.86	13.24	275.48	31.63
27-30	41,156.95	56.89	827.55	95.01	16-20	9,056.79	12.41	81.53	9.36
	72,339.41	100.00	870.99	100.00	>20	39,018.66	53.45	119.98	13.78
Oscilación anual de la temperatura (°C)						73,003.66	100.00	870.99	100.00
22-23	7,184.35	9.93	0.37	0.04	Tipo de suelo				
24-25	36,724.96	50.77	205.60	23.61	Cambisol	168.91	0.24	0.00	0.00
26-27	28,428.00	39.30	665.02	76.35	Feozem	19,877.44	28.48	489.92	57.23
	72,337.31	100.00	870.99	100.00	Litosol	40,105.59	57.47	237.10	27.70
Precipitación acumulada anual (mm)					Luvisol	7,905.07	11.33	125.96	14.71
822-856	9,830.57	13.59	112.01	12.86	Regosol	1,355.97	1.94	1.32	0.15
857-876	20,009.90	27.66	440.19	50.54	Vertisol	372.12	0.53	1.71	0.20
877-900	21,575.91	29.83	273.63	31.42		69,785.10	100.00	856.01	100.00
901-921	13,592.31	18.79	41.65	4.78	Textura del suelo				
922-965	7,328.74	10.13	3.51	0.40	Fina	5,995.01	8.39	2.49	0.29
	72,337.43	100.00	870.99	100.00	Media	64,314.88	90.02	867.98	99.65
					Gruesa	1,137.51	1.59	0.52	0.06
						71,447.40	100.00	870.99	100.00

Los valores de la superficie cambian ligeramente según el origen y tipo de archivo

The best of the planet is concentrated in the NPA: reserves of humanity and reserves of nature. Interculturality and Natural Protected Areas
En las ANP se concentra lo mejor del planeta: reservas de humanidad y reservas de naturaleza. Interculturalidad y Áreas Naturales Protegidas

Magdalena Lagunas-Vásquez¹

Resumen

El presente trabajo es un artículo de revisión, cuyo objetivo principal es exponer el paradigma de la interculturalidad desde el enfoque del pensamiento Latinoamericano o epistemologías del sur, así como la importancia de las interrelaciones de interculturalidad y Áreas Naturales Protegidas ANP dentro del discurso de conservación de la naturaleza. La relación inextricable entre la naturaleza y los pueblos originarios; y los vínculos de estas poblaciones humanas con las Áreas Naturales Protegidas de Latinoamérica. El trabajo se enmarca en una investigación documental; se hizo una revisión exhaustiva de literatura y otros documentos visuales (sonoros y audiovisuales) de la temática principal, a través de una revisión de base de datos en páginas web y motores de búsqueda académica y científica, durante aproximadamente dos años. La información obtenida permite observar la interculturalidad como una herramienta para la comprensión de otras visiones del mundo. Identificar interrelaciones interculturales de manejo, conservación, uso, aprovechamiento, cuidado y comprensión de la naturaleza dentro de las ANP. Develando tres grandes temas/procesos imprescindibles para llevar a cabo con éxito las interrelaciones de interculturalidad en las ANP: 1. la Colaboración intercultural, 2. el Diálogo intercultural, y 3. la Concienciación en interculturalidad.

Palabras clave: pueblos originarios, conservación de la naturaleza, perspectiva sociológica, diálogo intercultural.

¹Catedrática CONACYT: Centro de Cambio Global y la Sustentabilidad CCGS

Abstract

The present work is a review paper, whose main objective is to expose the paradigm of interculturality from the approach of Latin American thought or southern epistemologies, as well as the importance of the interrelations of interculturality and Natural Protected Areas NPA within the discourse of nature conservation. The inextricable interrelation between nature and native peoples; and the links of these human populations with the Natural Protected Areas of Latin America. The work is part of a documentary investigation; an exhaustive review of literature and other visual documents (sound and audiovisual) on the main theme was carried out through a database review on web pages and academic and scientific search engines, during approximately two years. The information obtained allows us to observe interculturality as a tool for the understanding of other world views. To identify intercultural interrelations of management, conservation, use, exploitation, care and understanding of nature within NPA. Unveiling three major themes/ processes that are essential to successfully carry out the interrelations of interculturality in NPA: 1. intercultural collaboration, 2. intercultural dialogue, and 3. intercultural awareness.

Key words: native peoples, nature conservation, sociological perspective, intercultural dialogue.

Antecedentes

La actual crisis ambiental planetaria (Leff, 2011; Toledo, 2018) requiere urgentemente fortalecer los fundamentos operativos de las acciones de conservación biológica, específicamente la que propicia la viabilidad ecológica de los procesos evolutivos que dan origen y mantienen la biodiversidad en la tierra (Zalles, 2017). Los esfuerzos dirigidos hacia la conservación de biodiversidad se encuentran sustentados desde las ciencias naturales en la denominada biología de la conservación (Klier, 2018; Zalles, 2017). Debido a los fundamentos epistémicos de la disciplina, esta enfrenta serios obstáculos al momento de incorporar sabiduría proveniente del conocimiento ecológico local, es decir, el conocimiento que una población humana sabe sobre la naturaleza que le rodea por su interrelación con la misma. La integración del conocimiento ecológico local y la biología de la conservación desde la perspectiva de la desoccidentalización del conocimiento expone formas de comunicación intercultural que harían posible el diálogo de saberes requerido (Zalles, 2017).

La investigación biocultural e intercultural es eminentemente empírica y transdisciplinaria (Gutiérrez, 2014; Toledo, 2018) los principales hallazgos de dicha temática se encuentran en el campo, se relacionan con información tradicional y en muchos casos milenaria de grupos humanos socio culturalmente diferenciados, información que se trasmite por tradición oral y otras prácticas (por ejemplo ritos, otras representaciones o expresiones culturales), estos grupos generalmente comparten un área geográfica determinada (territorio), dicha área es en general biodiversa en naturaleza, y en general está inmersa en un ámbito rural. Dentro del paradigma de Patrimonio Biocultural de los pueblos originarios los conceptos o categorías que se manejan son elementos teóricos en construcción; enmarcados en la transdisciplina, generando procesos relacionados con emprender y propiciar diálogos horizontales entre los grupos humanos o sujetos de investigación y el investigador, es decir existen dos partes indispensables: 1) un grupo humano perteneciente a un pueblo originario, y 2) una parte científica (investigadores e investigadoras); entre ambos se da una co-generación de conocimientos. El conocimiento que se genera es conocimiento horizontal, situado, no es general para todos los grupos humanos del planeta. La teoría que se genera es contextualizada (en tiempo y espacio concreto) (Boege, 2018; Toledo, 2018). El tema biocultural actualmente es abordado desde una perspectiva analítica transdisciplinaria (Boege, 2018), entre la parte científica involucrada se pueden encontrar biólogos, geomáticos, ecólogos, sociólogos, antropólogos, arqueólogos, lingüistas, etnoecólogos, especialistas en ciencias ambientales y en ciencias de la sostenibilidad, así como expertos en interculturalidad. Es un campo de conocimiento que puede considerarse, en lo que actualmente se reconoce como ciencia de frontera.

El presente trabajo es un artículo de revisión, cuyo objetivo principal es exponer el paradigma de la interculturalidad desde el enfoque del pensamiento Latinoamericano o epistemologías del sur, haciendo énfasis en la importancia de las interrelaciones de interculturalidad y ANP dentro del discurso de conservación de la naturaleza. Identificando la relación inextricable entre la naturaleza y los pueblos originarios de Latinoamérica, los vínculos de estas poblaciones humanas con las Áreas Naturales Protegidas. Reconociendo la implementación de la interculturalidad como habilidad interrelacional sociopolítica para el establecimiento de acciones relacionadas con manejo, conservación, uso, aprovechamiento, cuidado y comprensión de la naturaleza desde/entre todas las entidades sociales involucradas.

El trabajo se enmarca en una investigación documental (López, 2002; Valles, 2003); se hizo una revisión exhaustiva de literatura, así como de documentos visuales (sonoros y audiovisuales) (Valles, 2003) de los principales temas relacionados con la interculturalidad; las interrelaciones

de interculturalidad y ANP dentro del discurso de conservación de la naturaleza; la relación inextricable entre la naturaleza y los pueblos originarios de Latinoamérica, y sobre el patrimonio biocultural desde los planteamientos del pensamiento Latinoamericano o epistemologías del sur. Dicha revisión se efectuó desde 2018 al primer trimestre del 2020, el proceso metodológico consistió en una revisión de la temática expuesta, principalmente a través de 1) revisión en páginas web (bases de datos), redes investigación científica y redes sociales académicas (tales como redes conacyt, researchgate y Academia.edu), y 2) motores de búsqueda académica y científica (Redalyc, Google Scholar, Scielo, Dialnet, Scopus, entre otros). Este artículo parte de los resultados de la investigación titulada «Desarrollo sostenible con perspectiva intercultural y derechos humanos», que forma parte del proyecto número 945: Vulnerabilidad Socioambiental ante Cambio Climático en el Sureste de México (componente sociológico). Proyecto Cátedras CONACYT-CCGS S.C., México. Líneas de trabajo: Igualdad y Equidad humana. Sostenibilidad. Estudios Transdisciplinarios e Interculturales.

La información obtenida en la presente investigación documental se expone de la siguiente manera en el texto del artículo: una sección de Antecedentes, y los siguientes sub apartados temáticos: *a.* Población humana y Áreas Naturales en América Latina (Interrelaciones de interculturalidad y ANP), *b.* La interculturalidad nos permitirá adquirir habilidades para introducirnos en otras visiones del mundo, *c.* Interrelaciones Interculturales de Manejo, Conservación, Uso, Aprovechamiento, Cuidado y Comprensión de la naturaleza dentro de las ANP. Continuando con la descripción de tres grandes temas que permitirían llevar a cabo las Interrelaciones de interculturalidad y ANP: *d.* Colaboración intercultural, *e.* el Diálogo intercultural, y *f.* la Concienciación en interculturalidad. Una sección de Discusión académica con énfasis en la diversidad cultural considerada como una pluralidad de visiones del mundo; finalmente una sección de Consideraciones finales y perspectivas.

a. Población humana y Áreas Naturales en América Latina

Estudios recientes hacen referencia que la población de la América anterior a 1492 era mucho mayor que la de la Europa de la conquista (Mann 2006). El “mito de lo prístino” acuñado por el geógrafo William Denevan (Mann 2006), es una falsa creencia que sostiene que América antes de la llegada de los españoles estaba prácticamente intacta. La naturaleza que hoy se observa en

América (Abya Yala²) es, en gran parte de sus áreas, una construcción social ya que el hombre en diferentes épocas la ha alterado (Dachary y Burne 2009).

Existían dos grandes regiones civilizatorias precolombinas: Mesoamérica y el imperio Inca, y ambas contenían vastos territorios ocupados, sus poblaciones eran superiores a decenas de millones de habitantes (Mann, 2006). En Mesoamérica, en la región de la Triple Alianza, liderada por los mexicas o aztecas en la meseta central de México tenía una población de 8 a 25 millones de habitantes (Mann, 2006; Semo, 2019), para los tiempos de la conquista México era la región con más densidad de población de todo el planeta (Mann, 2006). Los pueblos culturales mesoamericanos establecieron redes comerciales muy extensas, el territorio maya era una colección de unas sesenta ciudades y reinos que formaban una compleja red de alianzas (Mann, 2006; Scarborough et al., 2012), la civilización maya para su época fue una de las culturas intelectuales más sofisticadas del mundo antiguo que corresponde al Hemisferio Occidental antes de 1492. Según los hallazgos arqueológicos encontrados hasta la fecha, se trataba de un lugar próspero, de asombrosa diversidad, con centenares de lenguas, con sistemas sociales, políticos y económicos sobresalientes, y decenas de millones de habitantes (Díaz y Escobar, 2006; Mann, 2006).

En la región incaica para 1491, contaba con el imperio más vasto de la Tierra, extendiéndose a lo largo de treinta y dos grados de latitud (Milla, 1983). El imperio abarcaba todos los tipos de terreno imaginables, desde las selvas tropicales de la alta Amazonia a los desiertos de la costa peruana o los picos de los Andes, de 6,000 metros de altura (Mann, 2006; Milla, 1983). El potencial de este imperio en términos de adaptabilidad ambiental era vasto, en ese sentido, se puede considerar que los incas fueron los constructores de imperios más impresionantes de su tiempo (Mann, 2006).

Actualmente se considera que en América Latina y el Caribe hay alrededor de 800 grupos culturales con una población de 43 millones (Delgado, 2004). Se considera que al menos 80 % de las ANP latinoamericanas están habitadas por indígenas (Alrcon, 1994). Sobresalen países como Bolivia con 70 % de población indígena, Guatemala 47 % y Ecuador 38 % (Delgado, 2004). Considerando el número de lenguas originarias de los países sud y centro americanos: Brasil (185), Perú (75) y Colombia (47). En Brasil hay al menos 216 grupos indígenas de los casi mil que había en el siglo XVI (GEO, 2002); la mayoría de estos pueblos indígenas se concentra en las zonas de bosque-selva tropical (Toledo, 2001). En México, del total de ANP del país hasta abril del 2016 un 46 % de ellas albergan población indígena (Lagunas-Vásquez et al., 2017). Del total de la superficie

² Abya Yala significa "tierra en plena madurez" en la lengua de los pueblos kuna-tule originarios de las tierras ahora llamadas Colombia y Panamá, nombre antiguo del continente americano antes de la conquista, que los pueblos originarios de todas las Américas colectivamente propusieron de nuevo en 1992, para contrarrestar las celebraciones del "descubrimiento" y la continuidad colonial (Walsh, 2016).

de terreno que conforma a las ANP del país que son 25, 628,238 hectáreas CONANP (2019), más del 60 % de ésta superficie es de propiedad social (Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell, 2009), incluyendo en este tipo de propiedad más de un 30 % de territorio indígena (Boege, 2009).

La interculturalidad desde el enfoque de pensamientos del Sur, considera que las diversidades tanto biológicas, como culturales han sido conceptualizadas y sistematizadas en términos antropocéntricos, eurocéntricos y dentro del discurso económico capitalista (Desmet, 2014, 2006; Dussel, 2014; Gudynas, 2011a, b; Haraway, 1995; Ollanty, 2014). En este mismo discurso epistémico occidental ha sido concebida la conservación de la naturaleza (Hviding, 2001; MacDonald, 2004). En general la única concepción de ciencia, es decir, la forma de creación, consolidación y legitimación de conocimiento que impera actualmente en el planeta es la ciencia occidental, la cual es solo una mirada de ver y entender o interpretar el mundo (Bateson, 1998; Berman, 1987; De Sousa Santo, 2010; Dussel, 2014; Estermann, 1998; Feyerabend, 1986; Grosfoguel, 2013a,b; Kuhn, 1975; Quijano, 1992). La ciencia hegemónica es devastadora porque se convierte en la única forma de relacionarse con el mundo (Rivera-Cusicanqui, 2018), por las razones arriba mencionadas es fundamental empezar un diálogo de saberes pluriverso e intercultural con los discursos críticos al sistema y a la modernidad occidental (Dávalos, 2011), incluyendo, por supuesto el discurso de la conservación de la naturaleza y el patrimonio biocultural. Estas experiencias pluriversas e interculturales permitirían que se integren nuevas epistemes en este tipo de diálogos de saberes emancipatorios, críticos y alternativos (Dávalos, 2011).

La Interculturalidad desde Latino América se plantea como paradigma integrador de descolonización del conocimiento (De Sousa Santos, 2010). Para descolonizar hay que empezar un proceso histórico de, y sobre la enseñanza y construcción del conocimiento, construir al sur como sujeto no como objeto, es decir representar al mundo como nuestro mundo nuestro propio pensamiento, construcción epistemológica (De Sousa Santos, 2010). Pensar desde el sur para revertir el colonialismo, incluso el colonialismo interno. Desarrollar traducciones interculturales sobre cuáles son nuestras diferencias reales, identificando las diferencias que nos pueden permitir colaborar, y aquellas que nos pueden impedir la colaboración (De Sousa Santos, 2010). Eliminar el prejuicio colonial que impide al norte global aprender del sur global (De Sousa Santos, 2010). Los pensamientos críticos que emanan desde América Latina, tales como el pensamiento decolonial o descolonial son relevantes para resistir las estructuras de poder y los discursos que socavan la diversidad en la naturaleza y la cultura (Rivera-Cusicanqui y De Sousa Santos, 2014). De la misma

manera las propuestas descoloniales desde el pensamiento crítico incrementan o potencian la resistencia/resiliencia biocultural y la sustentabilidad.

b. La interculturalidad nos permitirá adquirir habilidades para introducirnos en otras visiones del mundo

La interculturalidad nos conduce al reconocimiento de la coexistencia de diversas racionalidades (De Sousa Santos, 2010; Dussel, 1994; Ollanty, 2015). Desde la perspectiva intercultural se plantea que no hay saber “universal”, todos son particulares y relativos a las condiciones en que son producidos (Mato, 2008). La perspectiva intercultural es polilógica, en el sentido de un “diálogo” entre diversas racionalidades, entre diversas lógicas; pues ninguna de ellas existe en sentido puro (dichas lógicas se incluyen dentro de un círculo hermenéutico diverso), los acercamientos dialógicos deben de ser respetuosos, considerándose mutuamente legítimos (Sarango, 2009). El respeto y el conocimiento del otro permiten –el surgimiento– de las herramientas para el entendimiento –de los unos con los otros –vistos desde la– diversidad –cultural– (Carballo, 2019).

La Interculturalidad plantea la adquisición de nuevas herramientas epistémicas, y de pensamiento que permiten adentrarse a un conocimiento biográfico y contextual (Fornet-Betancourt, 2009) dentro del entramado sujeto social que representamos/representaríamos desde nuestra subjetivación o concepción de mundo(s) personal(les). Es por eso que en las lenguas de los pueblos originarios es difícil identificar el vocablo “yo” la subjetivación desde el pensamiento occidente donde la subjetividad es en primera persona, es unipersonal, individual. Desde esta construcción de perspectiva personal se pasa por alto la subjetivación del sujeto social colectivo. Tal como lo interpreta y describe Fornet-Betancourt (2009) la construcción del sujeto social impuesta desde occidente desde la colonia a nuestros días declara una sujeción (que tiene que ver con la libertad -coartada de alguien- desde el actuar epistémico de otro -ese otro que no puede reconocer-nos igual-es-), por lo que es tan difícil el diálogo intercultural, entre culturas distintas, diferentes, diversas; pero, finalmente iguales en su dignidad (Fornet-Betancourt, 2009).

En el discurso de la conservación de la naturaleza, y la sostenibilidad ambiental se ha venido atendiendo principalmente el problema de la riqueza biológica o de la biodiversidad. Por lo que se considera que frente a la crisis ecológica y social del mundo contemporáneo, el identificar y reconocer la memoria biocultural de la especie humana resulta esencial (Toledo, 2009), pues ello permite tener una perspectiva histórica antigua, develar los límites y sesgos epistemológicos,

técnicos y económicos de la modernidad, y visualizar soluciones de escala civilizatoria a los problemas actuales (Toledo y Barrera-Bassols 2008).

Existe vastos ejemplos actuales de diversidad cultural con experiencias bioculturales y conocimiento ecológico tradicional (TEK siglas en inglés) (Berkes et al., 2001; Pretty et al., 2009; Toledo, 2001, 2005), entre ellos: cazadoras-recolectoras con mil años como los Seris de Sonora, los cuales existieron sin agricultura y a base de la pesca, la caza y la recolección; con tres mil años de antigüedad los huastecos, mayas de Yucatán o los warao de Venezuela. En Mesoamérica los wixárika, grupo que han realizado su peregrinación al desierto de San Luis Potosí por más de 2 500 años, y continúa hasta la fecha (Toledo y Barrera-Bassols 2008).

Otra gran experiencia biocultural reconocida son las sociedades de cultura y lengua guaraní, grupo humano que ha sobrevivido sin Estado, sin escritura, sin Ministerio de Educación y sin escuela, y consiguen perpetuarse de un modo vivo y creativo a pesar de las presiones, interferencias y ataques sufridos; este grupo humano ha conseguido reproducirse a sí mismo con una fidelidad que está venciendo 500 años de colonialismo (Melià, 2015). Ésta presencia biocultural de la sociedad guaraní ofrece pautas para pensar en una política cultural y una política lingüística que considere dichas fortalezas sociales y culturales.

Toledo y Barrera-Bassols (2008) se plantean las siguientes grandes interrogantes interculturales que generarían información relevante para la sostenibilidad y la conservación de la naturaleza:

¿Cómo han logrado sobrevivir, por tanto tiempo, estos grupos humanos; cuáles han sido sus mecanismos para sobrevivir; cuáles son su conocimiento sobre la apropiación de los recursos locales?

¿Sus formas de ver el mundo? Y estas concepciones epistémicas ¿Tendrán alguna aportación para la conformación de Estrategias y Planes de Manejo, conservación, uso, aprovechamiento, cuidado y comprensión de la naturaleza en las ANP?

c. Interrelaciones Interculturales de Manejo, Conservación, Uso, Aprovechamiento, Cuidado y Comprensión de la naturaleza dentro de las ANP

Es importante la implementación de la interculturalidad como habilidad interrelacional sociopolítica para establecer acciones relacionadas con la conservación de la naturaleza. Una forma de tener un acercamiento a este tipo de interrelación intercultural en un ANP es contar con un equipo transdisciplinario en colaboración, y con concienciación intercultural (hay que implementar

cursos de concientización intercultural), esto no significa que haya profesionistas de diferentes disciplinas; sino la presencia y la disposición de colaboración en términos transdisciplinarios integrando y reconociendo los conocimientos y validando otros saberes desde diferentes fuentes (Dussel 2014; Grosfoguel 2013a; Lander 2000; Leff 1994, 2006; Shiva, 1995).

Las culturas en la diversidad cultural –son– reservas de humanidad (Alfonso Reyes, 1968).

d. Colaboración intercultural

La colaboración intercultural en la producción de conocimiento es indispensable para la comprensión de la realidad total de nuestras sociedades (Mato, 2008). Actualmente es indispensable una reflexión profunda, repensarnos, re-construirnos y re-crearnos como sociedades, como humanidad. A nivel mundial es necesario descolonizar el saber (Galceran-Huguet, 2016), planteamientos epistémicos al respecto los encontramos en los estudios Postcoloniales (Lander, 2000), el Pos-estructuralismo (Derrida, 1989; Krieger, 2004), los estudios históricos de la subalteridad (Sandoval, 2010), el pensamiento teórico del Giro Decolonial (Castro-Gómez y Grosfoguel, 2007).

El reconocimiento de otros saberes e integración de los mismos en las actividades y acciones encaminadas en pro de la conservación biocultural, permite la interacción y el diálogo pluricultural e intercultural; ofrecen a la vez una posibilidad en América Latina para el desarrollo, el reconocimiento y la expresión de los pueblos originarios, y propicia la conservación de la naturaleza en las ANP.

*La forma india de habitar el mundo. Esa mezcla rara que somos,
Perdida del alma colectiva. Angustia... identidad de un mestizo...
(Silvia Rivera Cusicanqui, 2018)*

e. Propiciar el diálogo intercultural

En palabras de Melià (2015) lo que justifica la existencia de las lenguas es la existencia de sus mundos. Nada como una lengua para crear un mundo: expresiones, interpretaciones que ensanchan la visión del mundo. Compartir palabras entre lenguas, es decir propiciar un diálogo

intercultural es abrir o entrar a –otro/un– universo cultural supranacional.

Elementos indispensables en un diálogo intercultural:

1. El diálogo intercultural no es sólo diálogo de racionalidades, es y debe ser desde el origen encuentro de afectividades y de sensibilidades (Estermann, 1998; Mato, 2008; Fornet-Betancourt, 1998).
2. Creación de espacios propicios para la convivencia intercultural involucra la deconstrucción progresiva de las estructuras simbólicas (prejuicios y estereotipos), des-estructura las categorías mentales que están a la base de la violencia simbólica y la estigmatización social.
3. Crear y construir nuevas categorías solidarias, complementarias y abiertas de comunicación y comprensión cultural (Tubino, 2008).
4. El Diálogo intercultural permite deconstruir las estructuras simbólicas de la discriminación para generar espacios de convivencia respetuosa y comprensible (Tubino, 2008).
5. Es necesario ser cuidadosos en la traducción no literal, gramática, lingüística de un pueblo y de sus visiones de mundo, por lo que hay que adquirir sensibilidad y sentido intercultural al adentrarnos en la comunicación intercultural (Mato, 2008).

La historia de la persona es la historia de su palabra, mediante la cual podrá establecer diálogos de igual (horizontales), de verdadera interculturalidad. No es que el otro sea asimilado a mi modo de ver, sino que yo incursiono en el río e historia del otro (Tubino, 2008). En una interrelación intercultural no hay que empezar por el diálogo, sino con la pregunta por las condiciones del diálogo (Tubino, 2008). Los diálogos entre culturas deben considerar lo planteado en la “hermenéutica diatópica” (De Sousa Santos, 2002).

El objetivo de la hermenéutica diatópica –dice Boaventura De Sousa Santos (2002)– no es alcanzar la completud, sino, por el contrario, ampliar al máximo la conciencia de incompletud mutua por intermedio de un diálogo que se desarrolla, por así decir, con un pie en una cultura y el otro en otra cultura (diatópico). Buscar los equivalentes homeomórficos entre los universos culturales involucrados. Los equivalentes homeomórficos no son meras traducciones literales (no conceptual sino funcional, a saber, de una analogía de tercer grado. No se busca la misma función (...) sino aquella equivalente a la que la noción original ejerce en la correspondiente cosmovisión (De Sousa Santos, 2002).

El diálogo intercultural permite la apertura de horizontes epistemológicos, a través de la diversidad de lenguas y epistemes, el diálogo propicia la construcción de una epistemología

de carácter planetario que nos podría habilitar para avanzar en nuestras tareas comunes como especie humana. De la misma manera el diálogo intercultural permite enraizarnos más en nuestros territorios y comunidades locales en términos de bioregiones, para construir redes de sentido y ecología de saberes como gesto vital (Rivera-Cusicanqui, 2018).

De acuerdo a Rivera-Cusicanqui (2018) la mezcla lingüística puede utilizarse como táctica de traducción. Entre otros aspectos Rivera-Cusicanqui (2018), plantea el diálogo intercultural como una interrelación donde se expresan/proponen: equivalencias de capacidades cognitivas, se reconoce la diversidad de lenguas y epistemes, y permite aprender a convivir con las contradicciones, como habitar en y con ellas, movernos en varios mundos al mismo tiempo con una clara brújula ética (para saber que puede hacerse y que no), reconociendo múltiples nichos ecológicos.

Rivera-Cusicanqui (2018) considera que el colonialismo es una estructura, un ethos, una cultura que se reproduce día a día en sus opresiones y silenciamientos; un extractivismo de corte colonial, que alimenta circuitos globales de intercambio desigual. Por lo que se tienen que cuestionar las prácticas fetiche de (política) desarrollo y progreso, apelando a la sobrevivencia material, cultural y política. El diálogo intercultural nos permite construir ese proceso de reaprendizaje de saberes, que ofrece una brújula ética, solidaria de reconocimiento y respeto de las diferencias. El diálogo intercultural ofrece herramientas epistémicas que decantan en el pensamiento y la acción de desprivatizar y comunalizar nuestras acciones, buscando la coherencia entre lo privado y lo público con ética.

f. Concienciación en interculturalidad

Las personas interesadas en las interrelaciones interculturales, la colaboración y el diálogo intercultural deben de tener conciencia intercultural, es decir deben de formarse y recibir capacitación en concienciación intercultural. Como pertenecientes de la cultura occidental, para participar en un diálogo intercultural, hay que tener conciencia intercultural. Así como lo plantea Facio (1992) para los estudios y análisis de género, si la persona que efectúa la investigación no está concientizada en género es imposible que logre observar e identificar las situaciones de discriminación y desigualdad relacionadas con el género; igualmente en las cuestiones interculturales, si las personas no poseen concienciación intercultural no podrán ni ser sensibles a las realidades que viven los pueblos originarios, así como a sus concepciones y visiones del mundo, sus conocimientos ecológicos tradicionales y bioculturales.

Para poder identificar e interpretar las discriminaciones y desigualdades sistemáticas y de larga data a las que están y han estado sometidos los pueblos originarios desde que fueron colonizados; se deberá tener capacitación en concienciación intercultural. Si no se posee la conciencia intercultural se dificultará la implementación del diálogo intercultural, de la colaboración intercultural, y la implementación de cualquier estrategia de conservación de la naturaleza, política pública ambiental, programas y cualquier proceso que se relacione con aspectos entre grupos humanos socioculturalmente diversos. Es menester la comprensión de las intersecciones interculturales, observar e interpretar procesos sociales de diversos agrupamientos sociales. Las prácticas sociales de colaboración deben de contener una profunda sensibilidad intercultural (Povedano et al., 2015). Por lo tanto es indispensable la concienciación intercultural.

La diversidad cultural es una pluralidad de visiones del mundo (Raúl Fornet-Betancourt, 1998)

Discusión académica

Para las ciencias sociales tal como lo plantea Rivera-Cusicanqui (2018), una cuestión relevante sería responder la siguiente pregunta: ¿Cómo utilizar la alteridad indígena como categoría política? Para las ciencias ambientales, la disciplina de biología de la conservación, específicamente para la conservación y manejo de la naturaleza, es de interés la siguiente pregunta: ¿Cómo aprender de las prácticas interculturales, sus resiliencias de multitemporalidad? Los pueblos originarios con su cotidianidad expresan prácticas culturales con/en actos creativos, actos de deseo e imaginación enraizados en el paisaje (y/o en la memoria viva de la gente), generan producción (cultural, material) y espacio (geográfico, físico) que se puede observar (arqueológicamente; antropológicamente; sociológicamente) en expresiones culturales locales, identificando conexiones con los ciclos solares, lunares entre otros fenómenos cósmicos (Rivera-Cusicanqui, 2018), íntimamente vinculados con la naturaleza.

En las cosmovisiones ancestrales se logra observar sintagmas: unidades mínimas de sentido que provienen de diversos horizontes (precolonial y colonial) (Rivera-Cusicanqui, 2018) actuales, en el aquí y en el ahora de sus vivencias diarias. Por ejemplo, entre otras cuestiones, los pueblos originarios expresan una política de sobrevivencia: Expresiones, que en sociología podemos llamar de micropolítica, reflejada en: economía-moral, recursos anti sistema, forma horizontal de convivencia, comunidades de vida, actos/acciones que permiten salir del sonambulismo consumista, de la competitividad y del individualismo (Rivera-Cusicanqui, 2018).

Los pueblos originarios expresan otras prácticas multifacéticas: tales como vida en comunidad, vida en la calle, redes de ayuda mutua, organizaciones para resistir al poder y al mercado, y hacen frente a los discursos macro-políticos-económicos. Las expresiones culturales de estos pueblos reflejan realidad viva, descartan el discurso (la “magia” de las palabras) (Rivera-Cusicanqui, 2018). En condiciones simétricas, de justicia cultural y equitativas (en equivalencias, y distributiva); el diálogo intercultural puede convertirse en una interrelación universal construida dialógicamente con una brújula ética, solidaria de reconocimiento y respeto de las diferencias (Dussel, 2014; Rivera-Cusicanqui, 2018).

Adicionalmente el diálogo intercultural permite evitar el empobrecimiento de los pueblos originarios que habitan en las ANP, no sólo económico, sino epistémico, cultural y moral. Como lo advertía Edgar Faure (Citado en Tubino, 2008) ¿Cómo podríamos aprender de lo que somos y no ir en busca de lo que no somos y ni siquiera entendemos? La episteme ancestral –hace– de la memoria colectiva de los pueblos originarios una herramienta metafórica capaz de romper con las ideas de progreso y desarrollo... De acuerdo a Rivera-Cusicanqui (2018), dicha episteme permite salir de la frontera lineal y positivista de la historia.

Consideraciones finales y perspectivas

De acuerdo con la ciencia moderna, mientras más atrás nos remontamos en el tiempo, más erróneas son las concepciones que tiene el hombre del mundo (por supuesto, el conocimiento actual no es perfecto), pero, se considera que, gradualmente llegaremos a un entendimiento plenamente preciso de la naturaleza, libre de presuposiciones animísticas o metafísicas (Berman, 1987). Así, la conciencia moderna considera al pensamiento de épocas anteriores como visiones del mundo desviadas; no como otras formas legítimas de conciencia (Berman, 1987). Desde la perspectiva científica actual, los hombres y mujeres de aquellas épocas pensaban que entendían la naturaleza, pero sin nuestra sofisticación científica sus creencias no podrían ser sino meras supersticiones (Berman, 1987).

El lenguaje de la comprensión del mundo anterior al pensamiento racional o científico, sigue un tipo de razonamiento que algunos historiadores de la ciencia denominan "dialéctico" cuya característica principal incluía que todos los acontecimientos materiales y los procesos tenían equivalentes y representaciones psíquicas (Bateson, 1998; Berman, 1987). La comprensión de los fenómenos del mundo, que trataban de explicar, era parte de un trabajo mucho más vasto; donde el actual intento de comprensión del mundo que involucra predominantemente extraer la esencia

material de un proceso holístico indica cuan estrechos se han tornado nuestra comprensión y entendimiento sobre el conocimiento del mundo actualmente (Berman, 1987). Esta reducción de comprensión y entendimiento se considera que surge de nuestra incapacidad para introducirnos en otras visiones del mundo (Bateson, 1998; Berman, 1987).

Desde una perspectiva histórica de la ciencia se considera que ocurrió un quiebre en la conciencia humana representada por la Revolución Científica, surgiendo una epistemología mecanicista sobre la naturaleza (Bateson, 1998; Berman, 1987; Hinkelammert et al., 2018), y que predomina, y ha guiado a través de varias centenas de años el quehacer en las actividades científicas en todos los campos del conocimiento (Bateson, 1998; Hinkelammert, 2002; Kuhn, 1975). En una vasta reflexión sobre el asunto el historiador de la ciencia Morris Berman (1987) se pregunta ¿Cuál epistemología es superior? ¿La actual o la anterior? Tal vez el diálogo intercultural, y las interrelaciones interculturales en la construcción del conocimiento nos permitan adentrarnos a esas otras visiones del mundo. Pero sobre todo, los principios rectores de esta interrelación marcan pauta, debe de prevalecer: el respeto y el reconocimiento de iguales dignidades para todas las concepciones de mundos de la vida, con una brújula ética y solidaria de reconocimiento y respeto de las diferencias.

La colaboración intercultural permite identificar interculturalmente las regiones y sitios naturales que fungieron como centros políticos y ceremoniales reconocidos hasta hoy como sitios sagrados (Rivera-Cusicanqui, 2018), vinculados estrechamente con los miles de sistemas de creencias que existen alrededor del mundo, donde, para muchos pueblos originarios, la naturaleza se conecta con el universo superior y la memoria colectiva o individual se unen en formas significativas (Wild y McLeod, 2008).

La colaboración intercultural permite reconocer la alteridad cultural en los escenarios de sobrevivencia (Rivera-Cusicanqui, 2018), la visión del cosmos (otras cosmovisiones diversas), otras formas de interpretar y de percibir el universo (Castillo, 2004); la colaboración intercultural ofrece un aprendizaje desde la episteme ancestral relacionado con: la alegría de vivir, las redistribuciones, y la generosidad ritualizada (Rivera-Cusicanqui, 2018); todo esto de gran utilidad para superar la crisis ambiental y social que sobrelleva el planeta actualmente.

Latinoamérica en sus pueblos originarios, y en sus espacios naturales tiene muchas respuestas a sus desafíos vitales ¿Necesitamos más motivos para emprender cosas diferentes a lo que hemos venido haciendo sin muchos resultados concretos?

Agradecimientos

Al Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad (CCGS) por las instalaciones que proporcionaron para llevar a cabo este trabajo. Al programa Cátedras CONACyT y al proyecto Cátedras CCGS no. 945 "Vulnerabilidades socioambientales y medidas de adaptación al cambio climático en el Sureste de México".

Literatura citada

- Bateson, G. 1998. Pasos hacia una ecología de la mente. Buenos Aires: Lohlé-Lumen.
- Berkes, F., J Colding, C Folke. 2001. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications*. 10: 1251-1262.
- Berman, M. 1987. El reencantamiento del mundo. Cuatro Vientos. Chile.
- Bezaury-Creel, J., D Gutiérrez-Carbonell y J F Remolina. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 385-431.
- Boege, E. 2009. El reto de la conservación de la biodiversidad en los territorios de los pueblos indígenas, En: Dirzo, R., Gonzalez, R., y March, I. J. *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. (pp. 603-649). Conabio, México. 819 pp.
- Boege, E. 2018. Hacia una antropología ambiental para la apropiación social del patrimonio biocultural de los pueblos indígenas. *Tópicos bioculturales: Reflexiones sobre el concepto de bioculturalidad y la defensa del patrimonio biocultural de México*. Víctor M. Toledo Pablo Alarcón-Cháires (Editores). Universidad Nacional Autónoma de México (Proyecto PAPIME: PE404318), en coedición con la Red para el Patrimonio Biocultural, Conacyt. Morelia, Michoacán. México. 34-66 pp
- Carballo, M. 2019. Mardonio Carballo ve el arte como herramienta para lograr empatía y respeto en un país discriminatorio. Consultado: 01/01/2020 En: <https://www.jornada.com.mx/2019/05/06/cultura/a09n1cul>
- Castillo, E A. 2004. Espacios sagrados. Una expresión de continuidad cultural. *Estudios de Cultura Otopame*, 4(1).
- Castro-Gómez, S. y R Grosfoguel. 2007. El giro decolonial: reflexiones para una diversidad epistémica más allá del capitalismo global. Siglo del Hombre editores.

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP. 2019. Áreas Naturales Protegidas. Consultado: 05-12-2019. En: <https://www.gob.mx/conanp/es/#1692>
- Dachary, A. C., y S M A Burne. 2009. Pueblos originarios y turismo en América Latina: La conquista continúa. *Estudios y perspectivas en turismo*, 18(1), 69-91.
- Dávalos, P. 2011. Sumak Kawsay (La vida en plenitud). En *Convivir para perdurar: conflictos ecosociales y sabidurías ecológicas*. Icaria. 201-214 pp.
- De Sousa Santos, B. 2002. Hacia una concepción multicultural de los derechos humanos. *El otro derecho*, (28), 59-83.
- De Sousa Santos, B. 2010. *Descolonizar el saber, reinventar el poder*. Ediciones Trilce.
- Delgado, G C. 2004. Biodiversidad, desarrollo sustentable y militarización: esquemas de saqueo en Mesoamérica. UNAM. http://computo.ceiich.unam.mx/webceiich/docs/libro/Biodiversidad_web2.pdf
- Derrida, J. 1989. *La escritura y la diferencia* (Vol. 38). Anthropos Editorial.
- Desmet, E. 2014. *Conservación y pueblos indígenas: un análisis socio-jurídico*. Vol. 75. Universidad de Deusto.
- Díaz, N., y Escobar, S. 2006. *Articulación de actividades didácticas con algunos aspectos históricos de la cultura y matemática maya en el desarrollo del pensamiento espacial y sistemas geométricos del grado séptimo* (Doctoral dissertation, Universidad de Nariño). Colombia
- Dussel, E. 2009. *Diálogo sobre interculturalidad*. México-Los Ángeles, 2009. CUNorte-UdeG. Consultado 12/12/2019. En: <https://www.youtube.com/watch?v=rrHeGBZivLc>
- Dussel, E. 2014. *16 Tesis de economía política. Interpretación filosófica*. Siglo XXI Editores. México. 424 P.
- Dussel, E. 1994. *1492 El encubrimiento del Otro: Hacia el origen del mito de la modernidad*. Plural Editores. Bolivia. 177 pp.
- Estermann, J. 1998. *Filosofía Andina estudio intercultural de la sabiduría autóctona andina*.
- Facio M A. 1992. *Cuando el género suena cambios trae (una metodología para el análisis de género del fenómeno legal)*. 1a. ed. ILANUD. San José, Costa Rica.
- Feyerabend, P. K. 1986. *Tratado contra el método*. Editorial Tecnos S. A. Madrid, España. 337 pp.
- Fornet-Betancourt, R. 1998. Supuestos filosóficos del diálogo intercultural. *Utopía y praxis latinoamericana*, 3(5), 51-54.
- Fornet-Betancourt, 2009. *Interculturalidad en proceso de subjetivación*

- Galceran-Huguet M. 2016. La bárbara Europa: Una mirada desde el postcolonialismo y la decolonialidad. *Traficantes de Sueños*. España. 380 p.
- Geo .2002. Gentes de la Amazonia, Documento núm. 180. España, pp. 49-83.
- Grosfoguel, R. 2013a. Transmodernidad y Pluriversalismo. Consultado: 10/01/2020. En: <https://www.youtube.com/watch?v=RvYV0uqtaxA>,
- Grosfoguel, R. 2013b. Racismo/sexismo epistémico, universidades occidentalizadas y los cuatro genocidios/epistemicidios del largo siglo XVI. *Tabula Rasa*, 19, 31-58.
- Gutiérrez, S. E. 2014. Gestión de áreas protegidas en territorios indígenas e interculturalidad crítica. Poster presentado en el 3er Congreso Venezolano de Ciencia, Tecnología e Innovación. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas y Universidad de Colombia. Noviembre 29 del 2014
- Haraway, D. J. 1995. *Ciencia, cyborgs y mujeres: la reinención de la naturaleza*. Ediciones Catedra. Madrid, España.
- Hinkelammert, F. J. 2002. *El retorno del sujeto reprimido*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales.
- Hinkelammert F., E. Dussel y R Grosfoguel. 2018. *Conversatorio*. Consultado: 10/12/2019 En: <https://youtu.be/xxb7zHPPrw>
- Hviding, E. 2001. *Naturaleza, cultura, magia, ciencia. Sobre los metalenguajes de comparación en la ecología cultural*. En *Naturaleza y sociedad. Perspectivas antropológicas*. Philippe Descola y Gísli Pálsson (Eds.). México: Siglo XXI Editores S. A. 192-213 pp.
- Klier, G.R. 2018. *Tiempos modernos: un análisis sobre los discursos de la biología de la conservación*. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- Krieger, P. 2004. La deconstrucción de Jacques Derrida (1930-2004). In *Anales del Instituto de investigaciones estéticas* (Vol. 26, No. 84, pp. 179-188). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Estéticas.
- Kuhn, T. S. 1975. *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de cultura Económica México.
- Lagunas-Vásquez M, M. Bobadilla-Jiménez, L. F. Beltrán-Morales, y A. Ortega-Rubio. 2017. Bases Antropológicas y Sociológicas para la Conservación en Áreas Naturales Protegidas Latinoamericanas con un enfoque Pluricultural e Intercultural. Capítulo III. Pp. 51-76. En: Espitia-Moreno I.C., ArriolaPadilla V.J. y Ortega-Rubio A. (Editores). *Gestión, Manejo y Conservación en Áreas Naturales Protegidas*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán, México. 178 pp.

- Lander, E. 2000. La Colonialidad del saber: Eurocentrismo y ciencias sociales. CLACSO. Argentina. 249 p.
- Leff, E. 1994. Ecología y capital: racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable. México: Siglo XXI.
- Leff, E. 2011. Sustentabilidad y racionalidad ambiental: hacia " otro " programa de sociología ambiental. *Revista mexicana de sociología*, 73(1), 5-46.
- López, N.F. 2002. El análisis de contenido como método de investigación. XXI. *Revista de educación*, 4, 167-180. Universidad de Huelva: Servicio de Publicaciones.
- MacDonald, K I. 2004. Conservation as cultural and political practice. *Policy Matters* 13:6-17
- Mann, C. 2006. 1491 Una nueva historia de las Américas antes de Colón (No. 970 M3).
- Mascia, M. B., J. P. Brosius, T. A. Dobson, B. C. Forbes, L. Horowitz, M. A. McKean y N. J. Turner. 2003. Conservation and the social sciences. *Conservation biology*. 17 (3): 649-650.
- Mato, D. 2008. No hay saber " universal ", la colaboración intercultural es imprescindible. *Alteridades*, 18(35): 101-116 pp.
- Melià, B. 2015. El buen vivir se aprende. *Sinéctica*, (45), 1-12.
- Milla, V. C. 1983. Génesis de la cultura andina. Fondo Editorial del Colegio de Arquitectos del Perú. Colección Bienal, Lima, Perú.
- Ollantay, I. 2014. El Buen Vivir no es desarrollo, ni el desarrollo es sostenible. *Rebelión*. Consultado: 04/12/2019. En: <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=191761>
- Ollantay, I. 2015. ¿Por qué muchas indígenas se resisten a algunas corrientes feministas? *Rebelión*. Consultado: 04/12/2019. En: <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=196216>
- Pretty, J., B Adams, F Berkes, S. F. De Athayde, N. Dudley, E. Hunn y E. Sterling. 2009. The intersections of biological diversity and cultural diversity: towards integration. *Conservation and Society*, 7(2): 100-112 pp.
- Povedano, A., M Muñoz, P Cuesta, y G Musitu. 2015. Educación para la igualdad de género. Un modelo de evaluación. Madrid: FAD.
- Quijano, A. 1992. Colonialidad y modernidad/racionalidad. *Perú indígena*, 12 (29): 11-20 pp.
- Reyes, A. 1968. Obras completas, XI: Última Tule, Tentativas y orientaciones, No hay tal lugar. Fondo de cultura económica.
- Rivera-Cusicanqui, S. 2018. Un mundo ch'ixi es posible: ensayos desde un presente en crisis. Buenos Aires: Tinta Limón.

- Rivera-Cusicanqui S y B De Sousa Santos. 2014. *Conversa del Mundo*. Consultado: 04/01/2020.
En: <https://youtu.be/xjgHfSrLnpU>
- Sandoval, P. 2010. *Repensando la subalternidad: miradas críticas desde/sobre América Latina*. Instituto de Estudios Peruanos.
- Sarango, L. F. 2009. *Universidad Intercultural de las Nacionalidades y Pueblos Indígenas «Amawtay Wasi»*. Ecuador / Chinchaysuyu. Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (UNESCO-IESALC), págs.: 191-214
- Scarborough, V. L., A. F. Chase y Chase, D. Z. (2012). *Low Density Urbanism, Sustainability and IHOPE- Maya: Can the Past Provide more than History?* UGEC Viewpoints, 8 20-24. https://digitalscholarship.unlv.edu/anthro_fac_articles/287
- Semo, E. 2019. *La Conquista. Catastrofe De Los Pueblos Originarios / Tomo 1 Siglo XXI Editores*. México. 316 pp
- Shiva, V. 1995. *Abrazar la vida. Mujer, ecología y desarrollo*. Madrid: Horas y Horas.
- Toledo, V. M. 2001. *Biodiversity and indigenous peoples*. En: Levin, S. (ed) *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press: 1181-1197.
- Toledo, V. M. 2005. *La ecología rural*. *Ciencia y Desarrollo*, 174: 36-43.
- Toledo, V. M., y N. Barrera-Bassols. 2008. *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales (Vol. 3)*. Icaria editorial.
- Toledo, V. M. 2009. *¿Por qué los pueblos indígenas son la memoria de la especie?*. *Papeles*, 107, 27-38.
- Toledo, V. 2018. *El axioma biocultural y su expresión en el espacio. Tópicos bioculturales: Reflexiones sobre el concepto de bioculturalidad y la defensa del patrimonio biocultural de México*. Víctor M. Toledo Pablo Alarcón-Cháires (Editores). Universidad Nacional Autónoma de México (Proyecto PAPIME: PE404318), en coedición con la Red para el Patrimonio Biocultural, Conacyt. Morelia, Michoacán. México. 67-76 pp
- Tubino, F. 2008. *Aportes y límites de la hermenéutica diatópica al diálogo intercultural sobre los derechos humanos*. *Actas de las Cuartas Jornadas Peruanas de Fenomenología y Hermenéutica*.
- Valles, M. 2003. *Técnicas cualitativas en investigación. Reflexión metodológica y práctica profesional*. Madrid: Síntesis Sociología.
- Walsh, C. 2016. *¿INTERCULTURALIDAD Y (DE) COLONIALIDAD? GRITOS, GRIETAS Y SIEMBRAS DESDE ABYA YALA*. Congreso Brasileiro de Hispanistas, agosto 2016.

Wild, R. y C. McLeod. (Editores). 2008. Sitios Sagrados Naturales: Directrices para Administradores de Áreas Protegidas, Gland, Suiza: UICN.

Zalles, J. I. 2017. Conocimiento ecológico local y conservación biológica: la ciencia postnormal como campo de interculturalidad. Íconos. Revista de Ciencias Sociales, (59), 205-224.

Cita:

Lagunas-Vásquez M. 2020. En las ANP se concentra lo mejor del planeta: reservas de humanidad y reservas de naturaleza. Interculturalidad y Áreas Naturales Protegidas. Áreas Naturales Protegidas Scripta, 2020. Vol. 6 (2): 31-50. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2020.06.06.02.0003>

Sometido: 13 de Mayo de 2020

Revisado: 22 de Junio de 2020

Aceptado: 17 de Julio de 2020

Editor asociado: Dr. Manuel Jesús Prinkus Rendón

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández

**Legislation and regulations for pest control in
Natural Protected Areas in Mexico: challenge for the
conservation of ecosystems**

**Legislación y normatividad para el control de
plagas en Áreas Naturales Protegidas
en México: reto para la conservación
de los ecosistemas**

Victor Javier Arriola Padilla^{1*}, Rosalía Domínguez Vieyra²,
Ramiro Pérez Miranda¹, Oscar Trejo Ramírez³

Resumen

México posee grandes extensiones de bosque bajo manejo y tiene una significativa porción de áreas naturales protegidas (ANP) para conservar su biodiversidad. No obstante, el problema en común es la sanidad forestal, ya que factores bióticos y abióticos afectan a los árboles. En el presente estudio se muestra información sobre legislación y normatividad vigente, con énfasis en el control de plagas en ANP. Se incluye información contenida en los programas de manejo (PM) referente al control de plagas en las Reservas de las Biosferas Sierra Gorda de Querétaro y Mariposa Monarca, y de los Parques Nacionales El Chico e Iztaccíhuatl Popocatepetl. Se consideró primordial, que, con los elementos expuestos en la legislación y normatividad mexicana, se espera que los responsables de las ANP coadyuven a la solución de la problemática de las plagas y cumplan con los objetivos por los que fueron creadas.

Palabras clave: *Arceuthobium*. *Dendroctonus*. Ley. Plan de Manejo. Reserva.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Av. Progreso 5, alcaldía de Coyoacán, Col. Barrio de Sta. Catarina, C. P. 04010.

² Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. Cuauhtémoc Oriente No. 34, Col. Cuauhtémoc, Zitácuaro, Michoacán. C.P. 61504.

³ Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Progreso número 3, Colonia Del Carmen, alcaldía de Coyoacán, C.P. 04110, Ciudad de México

*Autor de correspondencia: arriola.victor@inifap.gob.mx

Abstract

Mexico has large areas of forest under management and has a significant portion of natural protected areas (NPAs) to conserve its biodiversity. However, the common problem is forest health, since biotic and abiotic factors affect the trees. This study shows information on current legislation and regulations, with emphasis on pest control in NPAs. It includes information contained in the management programs (PM) referring to the control of plagues in the Reserves of the Biosphere Sierra Gorda of Querétaro and Monarch Butterfly, and of the National Parks El Chico and Iztaccihuatl Popocatepetl. It was considered essential that, with the elements exposed in the Mexican legislation and regulations, those responsible for the NPA contribute to the solution of the pest and comply with the objectives for which they were created.

Key words: *Arceuthobium*. *Dendroctonus*. Law. Management Plan. Reserve.

Antecedentes

Los principales objetivos de las ANP es la protección y conservación de los recursos naturales *in situ* y de su biodiversidad (Barzetti, 1993; McNeely *et al.*, 1994). De acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICNC) un área protegida es “un área de tierra y/o mar especialmente dedicada a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica y de los recursos culturales naturales asociados y administrado a través de medios legales u otros medios efectivos (Dudley y Stolto, 2008). Conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) se definen como “Las zonas del territorio nacional y aquéllas 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 y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley” (Semarnat, 2015).

En México, la instancia encargada de la administración de las ANP es la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). Empezó a operar como órgano descentralizado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) el 5 de junio de 2000 (Semarnat, 2018a). La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es la base legal que sustenta a las ANP (Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell, 2009; Semarnat, 2015)

Por otra parte, los Programas de Manejo (PM) son instrumentos que determinan las estrategias de conservación y uso de las ANP: constituyen la herramienta básica de planeación y para conjuntar los esfuerzos públicos y privados que facilitan la consecución de los objetivos de conservación para los que fueron creadas (Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell, 2009; Conanp, 2018).

El objetivo del manuscrito es presentar la legislación y normatividad vigente en México con énfasis en el control de plagas forestales en áreas naturales protegidas. Se analizaron los objetivos, estrategias y acciones para el control de plagas de los PM de las Reservas de la Biosfera Sierra Gorda y Mariposa Monarca, y de los Parques Nacionales El Chico e Iztaccíhuatl Popocatepetl.

Áreas Naturales Protegidas en México

A fines del siglo XIX, en México, el presidente Porfirio Díaz decretó la primera área protegida Monte Vedado del Mineral del Chico, con estatus de protección (De la Maza-Elvira, 1999). Actualmente, la Conanp administra 182 áreas naturales: 44 Reservas de la Biosfera, 67 Parques Nacionales, 40 Áreas de Protección de Flora y Fauna, 18 Santuarios, ocho Áreas de Protección de Recursos Naturales y cinco Monumentos Naturales; en total cubren una superficie de 90 839,521.55 hectáreas (Conanp, 2019).

Los tipos de vegetación predominantes en las ANP son los bosques templados de coníferas, encino, encino-pino y mesófilo de montaña (Tabla I).

Tabla I. Principales tipos de bosques en ANP de México.

Tipo de bosques	Superficie total en México (ha)	Superficie total en ANP (ha)
Coníferas	16 773,050.02	2 061,931.57
Encino y encino pino	15 495,377.55	2 141,107.72
Mesófilo de montaña	1 853,453.15	246,407.60
Total	34 121,880.15	4 449,444.89

Fuente: Conanp, 2016.

Las ANP poseen superficies amplias con una multiplicidad de conflictos en materia de aprovechamiento y protección de la biodiversidad, por lo que es importante establecer estrategias de operación y mecanismos administrativos para optimizar los recursos financieros limitados con que se cuentan, con el propósito de obtener un efecto definido y de magnitud apreciable sobre el uso y conservación de los recursos (Dudley y Stolton, 2008; Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell, 2009).

Una de las estrategias es la zonificación, la cual es el proceso práctico para proteger y organizar la superficie terrestre o marítima para establecer los criterios de uso (Segrado, 2010). La LGEEPA (2015) la define como *“el instrumento técnico de planeación que puede ser utilizado en el establecimiento de las áreas naturales protegidas, que permite ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del suelo, de su uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos dispuestos en la misma declaratoria”*. En el artículo 47 BIS I, de la misma Ley, se refiere a la zonificación, e indica que se podrán establecer una o más subzonas considerando la Declaratoria.

Legislación y normatividad para el control de plagas en Áreas Naturales en México

De acuerdo con el artículo 47-K de la Ley Federal de Sanidad Vegetal (LFSV) *“La Secretaría (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales promoverán, dentro de sus respectivos ámbitos de competencia y de conformidad con las disposiciones aplicables, la reducción de riesgos de contaminación durante la producción primaria de vegetales, mediante la recolección de envases vacíos que contuvieron plaguicidas, con la finalidad de fortalecer las BPA´s (Buenas Prácticas Agrícolas), proteger los recursos naturales, prevenir riesgos de daño en la salud animal, humana y al medio ambiente”* (SAGARPA, 2017).

En la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2018), en el artículo 114, párrafo uno se indica que *“Los propietarios y legítimos poseedores de terrenos forestales o temporalmente forestales, los titulares de autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales, los prestadores de servicios forestales responsables de estos, quienes realicen actividades de plantaciones forestales comerciales, de reforestación, y/o los responsables de la administración de las Áreas Naturales Protegidas están obligados a dar aviso de la posible presencia de plagas y enfermedades forestales a la Comisión, la cual elaborará o validará el informe técnico fitosanitario correspondiente”* (Semarnat, 2018b).

En el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020-2024 se establecen cuatro objetivos prioritarios. De acuerdo con el objetivo prioritario 2 *“Impulsar la participación comunitaria en la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las ANP para mejorar sus medios de vida y reducir su vulnerabilidad”*, la Estrategia prioritaria 2.3. *“Coadyuvar en las medidas para la prevención de contingencias y gestión comunitaria de riesgos en las Áreas Naturales Protegidas y zonas de influencia y promoviendo soluciones naturales basadas en ecosistemas”*, se indica que las contingencias ambientales pueden incluir a los incendios catastróficos, los impactos por huracanes y ciclones, inundaciones, deslizamientos y derrumbes, ocurrencia de brotes de enfermedades forestales y zoonosis, etc. (Conanp, 2020a)

Con respecto a Normas Oficiales Mexicanas para el control de plagas solo se dispone de la NOM-019-SEMARNAT-2017, *Que establece los lineamientos técnicos para la prevención, combate y control de insectos descortezadores*. Para su aplicación en ANP, párrafo 3 página 3, se indica el siguiente objetivo (Semarnat, 2018c):

1. Objetivo y campo de aplicación

Asimismo, para los responsables de la administración de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia de la Federación, en terrenos nacionales puestos a disposición de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas o bien, cuando se trate de predios ubicados en ANP cuyas declaratorias sean de carácter expropiatorio.

Plagas en Áreas Naturales Protegidas.

De acuerdo con García-Valderrama *et al.* (2017) de 40 PM de ANP revisados, solo en 27 incluyen los género o especies de plagas terrestres, de las cuales 57% presentan insectos descortezadores, 23% a polillas y picudos, plantas parásitas y malezas y 7% a hongos. Las especies que más se registran corresponden a los insectos de los géneros *Dendroctonus*, *Scolytus* y *Pseudohylesinus* (Coleoptera: Curculionidae) y a las plantas parásitas *Arceuthobium* y *Phoradendron* (Santalales: Santalaceae).

Por otra parte, se considera que por efectos de cambio climático, se presentará disminución en la precipitación pluvial y aumento en la temperatura media anual, lo que propiciaría incendios forestales más frecuentes, mayor incidencia de plagas y menor recarga de mantos acuíferos (Manzanilla *et al.*, 2018; Morales-Rangel, 2018; Sosa *et al.*, 2018).

Reserva de la Biosfera Sierra Gorda.

En el 2012 se presentó una declaratoria de emergencia sanitaria forestal debido a la afectación de los bosques de pino por escarabajos descortezadores (*Ips spp.* y *Dendroctonus spp.*); en este año se registraron cerca de 3,881 ha afectadas (Figura, 1) (Conanp, 2017). Dado el impacto negativo de este tipo de insectos se han generado diversos estudios sobre sus enemigos naturales, fluctuación poblacional y control (Arriola-Padilla *et al.* 2016; Reséndiz-Martínez *et al.*, 2016; Sánchez-Martínez y Reséndiz-Martínez, 2020).

De acuerdo con el programa de manejo de la reserva, las acciones para el control de plagas se definen en los siguientes capítulos (INE, 1999):

IV. Componentes de manejo

4.2.2 Subcomponente de Manejo

Lograr la conservación de los recursos naturales del área a través de un manejo adecuado de los mismos, es una tarea difícil. Sin embargo, el establecimiento de estrategias dirigidas a lograr la disminución de la presión que se ejerce sobre ellos, así como el establecimiento de criterios, actividades y técnicas de manejo acordes con los objetivos de creación del área, permitirá alcanzar este fin.

Acciones. como la restauración de zonas deterioradas, optimización de los usos de los recursos, aplicación de programas de conservación, rehabilitación, mejoramiento y desarrollo urbano, sumadas a las de prevención y control, de incendios y plagas forestales; se tienen contempladas en este Subcomponente como el medio para alcanzar las metas planteadas.

Objetivo. Establecer estrategias de manejo de los ecosistemas y sus componentes para la conservación.

Capítulo V. De los aprovechamientos

Regla 45. El control de plagas agrícolas que ataquen a la flora y fauna silvestre o doméstica, así como a los bienes de los pobladores, sólo podrá realizarse previa autorización que para tal efecto emita la Secretaría de Ganadería y Desarrollo Rural.



Figura 1. Actividades de saneamiento de la Reserva Biósfera Sierra Gorda en 2014 (Autor: V. Arriola).

Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM).

Existen diversos factores bióticos que afectan los bosques de la reserva. Los principales organismos que afectan al arbolado son insectos, plantas parásitas y hongos. Las plagas que se presentan en la zona y que periódicamente causan daños de importancia económica y ecológica son el defoliador del oyamel (*Evita hyalinaria blandaria*), los descortezadores de oyamel (*Scolytus mundus* (Figura 2) y *Pseudohylesinus variegatus*) y el muérdago enano o injerto (*Arceuthobium abietis religiosa*) (Tabla 1) (Conanp, 2001; Garduño, 2011).

Tabla I. Plagas registradas en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca

Grupo	Orden Género o especie	Familia	Nombre común
	Coleoptera		
	<i>Dendroctonus mexicanus</i> Hopkins 1905	Curculionidae	Descortezador del pino
	<i>Dendroctonus adjunctus</i> Blandford 1897	Curculionidae	Descortezador del pino
	<i>Dendroctonus parallelicollis</i> Chapuis 1869	Curculionidae	Descortezador del pino
	<i>Dendroctonus valens</i> LeConte 1859	Curculionidae	Descortezador del pino
	<i>Ips</i> spp	Curculionidae	Descortezador del pino
	<i>Scolytus aztecus</i> Wood 1967	Curculionidae	Descortezador del oyamel
	<i>Scolytus mundus</i> Wood 1968	Curculionidae	Descortezador del oyamel
	<i>Pseudohylesinus variegatus</i> (Blandford) 1897	Curculionidae	Descortezador del oyamel
Insectos	<i>Pityophthorus blackmani</i> (Schedl, 1935)		
	<i>Conophthorus</i> sp	Curculionidae	Barrenador de conos
	Hymenoptera		
	<i>Neodiprion vallicola</i>	Diprionidae	Defoliador de pino
	Lepidoptera		
	<i>Evita hyalinaria blandaria</i> (Dyar, 1916)	Geometridae	Defoliador del oyamel
	<i>Synanthedon cardinalis</i> (Dampf, 1930)	Sessidae	Palomilla resinera
	<i>Eucosma sonomana</i> Kearfott 1907	Tortricidae	Barrenador del pino
	<i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock, 1880)	Tortricidae	Barrenador del pino
	<i>Dioryctria</i> sp.	Piridae	Palomilla de los conos
	Santalales		
	<i>Arceuthobium globosum</i> Hawksw. & Wiens 1965	Santalaceae	Muérdago enano
Plantas parásitas	<i>Arceuthobium abietis religiosae</i> Heil 1923	Santalaceae	Muérdago enano, injerto de Oyamel
	<i>Psithacanthus calyculatus</i>	Loranthaceae	Injerto de Huizache
	<i>Psithacanthus</i> spp.	Loranthaceae	Muérdago verdadero
	Hypocreales		
	<i>Fusarium</i> spp.	Nectriaceae	
Hongos	Pucciniales		
	<i>Cronarthium ribicola</i> A. Dietr. 1856	Cronartiaceae	Royas de pino
	<i>Fomes annosus</i> (= <i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref. 18889)	Polyporaceae	

Fuente: Conanp, 2001; Conanp, 2020b; Garduño, 2011.

El objetivo, estrategias y acciones para el programa de sanidad forestal se presentan en la Tabla II, los cuales se incluyen en el numeral 5.2.4 Subcomponente manejo y aprovechamiento de los bosques de oyamel (*Abies religiosa* Kunth Schltdl. et Cham.) del programa de manejo de la Reserva de La Biosfera Mariposa Monarca (Conanp, 2001).

Tabla II. Programa de sanidad forestal en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca.

Programa	Sanidad Forestal
Objetivo	<i>Emitir un diagnóstico del daño actual y potencial de los sitios con presencia de plagas y elaborar un programa de manejo y control de plagas para la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca.</i>
Estrategias	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos de coordinación con instancias que puedan hacer las evaluaciones de la existencia y condición de las plagas. • Generación de un programa permanente de identificación de plagas que haga más eficiente el control de estas. • Determinación del programa fitosanitario en las zonas de protección.
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> • Estimación y delimitación de las áreas afectadas. • Estimación de la proporción de árboles sanos contra dañados e identificar aquellos en los que el daño está relacionado por agentes abióticos, por plagas o por otras enfermedades. • Ponderación mediante un sistema de gradación el estado de afección del árbol lo cual complementaría de manera útil el diagnóstico de la infección detectado. • Identificación y clasificación de las posibles plagas de insectos, hongos y plantas parásitas. • Determinación de las medidas de control más adecuadas, tanto en la zona núcleo como en la de amortiguamiento, que eviten en lo posible la propagación de alguna plaga.

Fuente: Conanp, 2001.

Asimismo, en el Subcomponente inventario de flora y fauna hacen preciso contar con la identificación de las especies consideradas como plagas.

Los años más críticos por la afectación de insectos descortezadores en el estado de Michoacán fueron 2009 y 2013 (Tabla III), en el que se tienen el mayor volumen de madera extraída por saneamiento, y lo cual coincide con los años más secos reportados durante este periodo (Carranza, 2012).

Con el propósito de garantizar el buen estado de salud del bosque en la RBMM, hábitat de hibernación de la mariposa Monarca, en 2008 se desarrolló la estrategia de coordinación institucional para la atención de plagas y enfermedades forestales, donde participa personal técnico de la Semarnat, Conafor, Protectora de Bosques (Probosque) del Estado de México, Comisión Forestal del estado de Michoacán (Cofom), prestadores de servicios técnicos forestales (PSTF), núcleos agrarios y la Dirección de la RBMM.

De acuerdo con en el Plan de acción para la Conservación de la Mariposa Monarca en México 2018/2024, en su programa de investigación y monitoreo cuyo objetivo es “*Fomentar la investigación científica y monitoreo de temas prioritarios que apoyen la toma de decisiones para la conservación del fenómeno migratorio de la Mariposa Monarca*”, se deberá determinar el ciclo biológico de *Scolytus*

sp., insecto primario, y evaluar la abundancia y el efecto del descortezador *Pseudohylesinus* sp., considerado como secundario (Semarnat y Conanp, 2018).



Figura 2. *Scolytus mundus*, plaga de oyamel (*Abies religiosa*) en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (Autor: V. Arriola).

A través del trabajo coordinado se ha logrado atender de manera oportuna durante el periodo del 2008 al 2020 un total de 147 notificaciones de saneamiento forestal mismas que amparan la extracción de 62,375.43 m³ de madera plagada en una superficie de 528.02 hectáreas de los cuales 46,559.81 m³ corresponden a la zona núcleo y 15,335.62 m³ a la zona de amortiguamiento (Tabla III). Ello ha permitido mantener bajo control las poblaciones de insectos descortezadores en los bosques de oyamel y pino. Además del beneficio ambiental que se genera, los ejidos y comunidades se han visto beneficiadas por la venta del producto plagado el cual se estima en 93,563,145.00 (Noventa y tres millones quinientos sesenta y tres mil ciento cuarenta y cinco pesos 00/100 M.N.).

La afectación de los insectos descortezadores, actualmente no es solo en la superficie de la zona núcleo, en los dos últimos años, se han presentado ataques de insectos en la zona de amortiguamiento de la Reserva, en estas últimas con permiso de aprovechamiento forestal maderable en ejecución.

Para la atención oportuna de los brotes de plaga, la Dirección de la RBMM desarrolló en el 2013 el Protocolo de Sanidad Forestal con el cual se disminuye el tiempo de 60 días (Figura 3) a 16 (Figura 4) para la entrega de las autorizaciones correspondientes por parte de la Semarnat (a partir de julio de 2018 a cargo de la Conafor). Fue avalado en el 2010 por los Comités Técnicos de Sanidad Forestal del Estado de Michoacán y el Estado de México. La coordinación entre las instancias del sector ambiental y los representantes de los núcleos agrarios afectados, es el elemento fundamental

para que este proceso sea funcional.

Con el establecimiento del Protocolo se ha disminuido de manera importante el tiempo de trámite para la atención de los brotes de plagas y enfermedades forestales. Como resultado de estas acciones, se ha reducido el volumen de madera plagada y superficie en hectáreas afectadas

Tabla III. Volumen de madera extraída de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca por actividades de saneamiento (2008-2020).

año	zona núcleo	zona de amortiguamiento	volumen total
2008	3,549.09	1,379.56	4,928.65
2009	10,806.64	69.73	10,876.37
2010	630.37	0	630.37
2011	3,810.84	2,826.22	6,637.06
2012	6,086.96	1,217.46	7,304.42
2013	6,862.67	3,041.22	9,903.89
2014	699.99	0	699.99
2015	3,858.04	228.93	4,086.97
2016	0.00	212.86	212.86
2017	4,216.16	839.165	5,055.32
2018	1,488.29	994.596	2,482.88
2019	3,049.32	3063.668	6,112.99
2020*	1,500.82	1942.833	3443.65
Total	46,559.18	15,816.24	62,375.43

*al 30 de julio del 2020 (Fuente: elaboración propia)

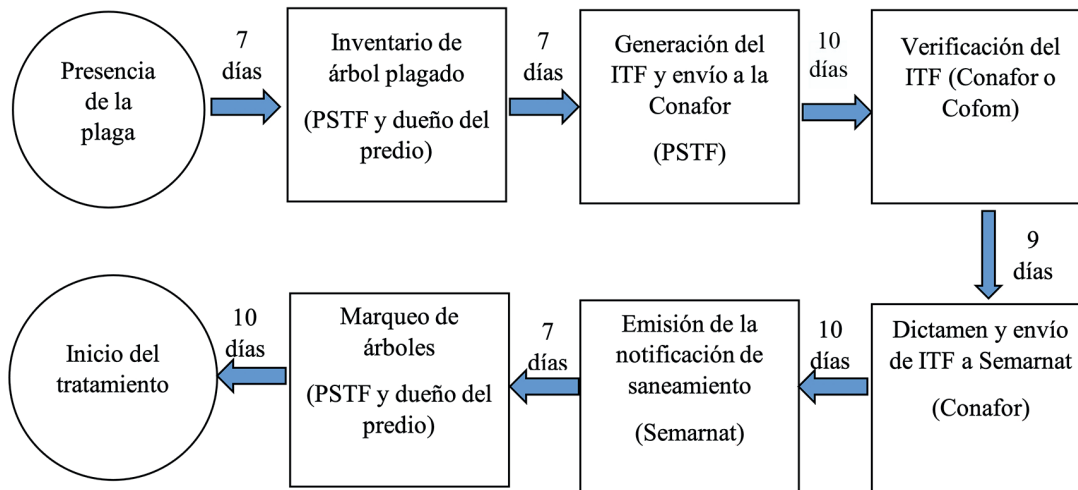


Figura 3. Diagrama de flujo para el proceso de saneamiento en 60 días naturales.
 PSTF: Prestadores de Servicios Técnicos Forestales
 ITF: Informe Técnico Fitosanitario

en 50% en comparación con los años anteriores.

Actualmente, todos los brotes de plagas que se identifican en la RBMM son atendidos por personal de esta Dirección; el procedimiento es hacer un recorrido por la zona y, en coordinación con los responsables técnicos, se realiza el inventario forestal de arbolado plagado por paraje, por zona y con coordenadas; los árboles que se ingresan al inventario son examinados por personal de

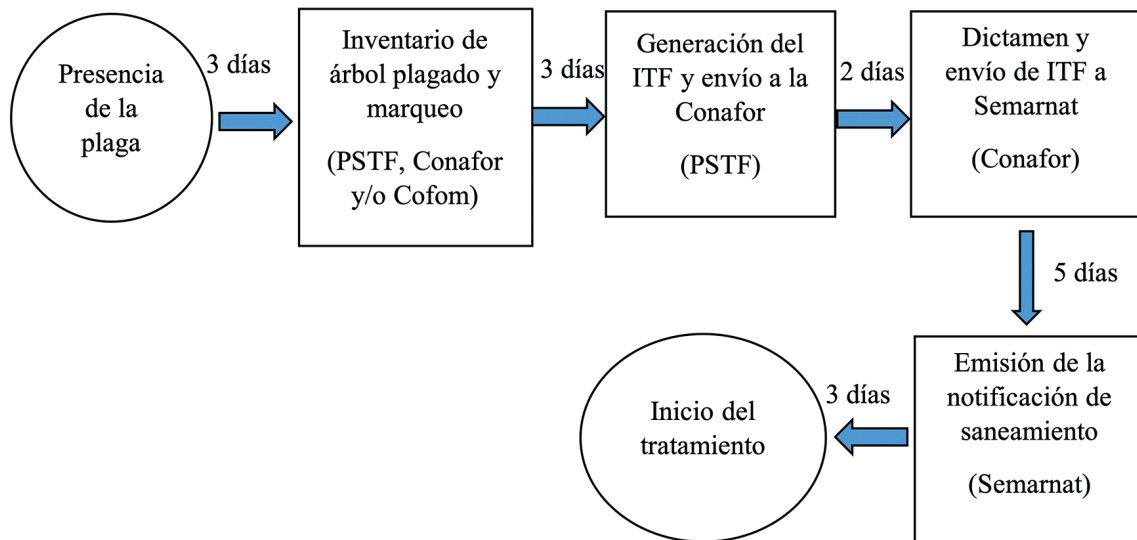


Figura 4. Diagrama de flujo para el proceso de saneamiento en 16 días naturales.

la Reserva y el responsable técnico se enfoca a lo que se indica en campo.

Como parte del protocolo de sanidad forestal, la Conafor, al revisar el trámite, se cerciorará que el mismo contenga la minuta de campo emitida por la Dirección de la Reserva, la cual avala la información plasmada en el informe técnico, inmediatamente le da trámite para que se emita la notificación correspondiente; si no fuera el caso, el proceso se detiene, hasta que la Conanp otorga el visto bueno, ello trae como consecuencia pérdida de tiempo en el proceso y en campo avance de la plaga.

Para la detección de plagas en bosque de oyamel, como herramienta se ha propuesto el uso de fotografías aéreas infrarroja en la Reserva (Leautaud y López-García, 2017).

Parque Nacional El Chico.

Los insectos descortezadores son un problema serio en los bosques de oyamel (*Abies religiosa*) en el Parque. Las principales especies son: *Scolytus mundus*, *Pseudohylesinus variegatus* y *Pityophthorus blackmanii* Bright 1977 (Conanp, 2005). Dentro de su PM considera las metas y resultados esperados

para el control de plagas en los componentes de “Protección contra especies invasoras y control de especies nocivas” y Fomento a la Investigación y Generación de Conocimiento (Tabla IV).

De acuerdo con la Conanp (2005), a la mayor parte de los árboles secos ubicados en el parque (30.75%) se le atribuye al ataque por descortezadores, principalmente en aquellos cercanos a los afloramientos rocosos y donde existe el pastoreo intenso y tala clandestina.

Tabla IV. Componentes del programa de manejo del Parque Nacional El Chico para el control de plagas.

Componentes	Protección contra especies invasoras y control de especies nocivas	Fomento a la Investigación y Generación de Conocimiento.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> Prevenir la introducción de especies exóticas al Parque Nacional, mediante la ejecución de un programa de control, inspección y educación a los usuarios. Eliminar poblaciones de especies nocivas y exóticas mediante la ejecución de programas de control y/o erradicación. 	Vincular el Parque Nacional con instituciones y universidades para la realización de investigación básica y aplicada sobre las características, funcionamiento y la conservación de los ecosistemas, que aporten información para su manejo.
Actividad	Controlando y combatiendo las poblaciones de especies nocivas	Establecimiento de líneas prioritarias de investigación y coordinación académica
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar un diagnóstico fitozoosanitario para evaluar la presencia de plagas y enfermedades que en un futuro se pudieran convertir en amenaza. Definir los métodos adecuados para el control de estas especies, evitando el impacto ecológico Elaborar y ejecutar un programa de control de especies nocivas adecuado a las necesidades del área en coordinación con las autoridades competentes 	Implementar líneas de investigación acerca del control biológico de plagas forestales

Fuente: Conanp, 2005

Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatépetl.

Las principales plagas que afectan los bosques de pino son las plantas parásitas del género *Arceuthobium*, las cuales se han expandido rápidamente en los últimos años (Queijeiro-Bolaños, et al. 2013; Queijeiro-Bolaños y Cano-Santana, 2015), y los insectos descortezadores (*Dendroctonus*) (Semarnat, 2013) (Figura 5).

En el componente “Protección contra especies exóticas invasoras y control de especies y poblaciones que se tornen perjudiciales” se definen los objetivos, actividades y acciones (Tabla V). En las metas y resultados esperados se espera contar, en el mediano plazo, con un sistema de determinación y monitoreo sobre plagas y enfermedades. (Semarnat, 2013).



Figura 5. Bosques de pino afectados por *Dendroctonus adjunctus* en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl (Autor: V. Arriola).

Tabla V. Componente del programa de manejo de protección en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl.

Componente	Protección contra especies exóticas invasoras y control de especies y poblaciones que se tornen perjudiciales
Objetivo específico	Controlar las poblaciones que se tornen perjudiciales y exóticas invasoras mediante la implementación de acciones de prevención, detección y erradicación.
Actividad	Prevenir, controlar y erradicar la introducción de especies exóticas y especies que se tornen perjudiciales en el Parque Nacional.
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> • En coordinación con las dependencias competentes elaborar y operar un programa de determinación, monitoreo, prevención, control o erradicación de especies exóticas, invasoras que se tornen perjudiciales en el Parque Nacional. • Continuar con la expulsión del ganado vacuno mediante la construcción de trampas; el diálogo con los ganaderos y la búsqueda de opciones para estabular el ganado en la zona de influencia. • En coordinación con las dependencias competentes elaborar y operar el programa para la determinación, monitoreo, prevención, control y saneamiento de plagas y enfermedades.

Fuente: Semarnat, 2013.

Discusión académica

Con la legislación y normatividad presente, el personal responsable de las ANP, así como los propietarios de los terrenos forestales, cuentan con los elementos legislativos y normativos para

prevenir o controlar las plagas que se presenten en las zonas; sin embargo, deberán establecer acciones que les permitan evaluar los alcances para cumplir con los objetivos por las que fueron creadas.

Particularmente en la RBMM, al considerar la legislación actual para atender los brotes de plagas forestales en los bosques mexicanos (LGDFS, LGEEPA, Programa de Manejo de la RBMM y la Norma Oficial Mexicana NOM-019-SEMARNAT-2017) acertada, siempre y cuando estos procesos se realicen conforme lo establecido por el marco normativo y en los tiempos requeridos

Un aspecto a tomar en cuenta para el control de plagas en ANP es la actualización de los programas de manejo, se considera importante incluir la legislación vigente, acciones de control consideradas en la normatividad e incorporar resultados de investigaciones recientes con la finalidad de tener bases para el manejo de las especies que causen problemas en los ecosistemas de las ANP.

Asimismo, se deberá evaluar la efectividad de los PM con resultados obtenidos de las actividades para el control de plagas para determinar su funcionalidad.

La principal actividad para la prevención y control de plagas es el establecimiento de un sistema de monitoreo periódico, así como de sus antagonistas presentes en el área; además, se debe conocer los límites permisibles de infestación dentro del área sin que esta se vea afectada en su composición (FAO, 2012).

De acuerdo con Errejón *et al.* (2019) en el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2014-2018, el indicador cinco mide el número de ANP que realizan acciones de monitoreo, prevención, control y saneamiento, así como de recuperación de las superficies que se encuentran afectadas con plagas y enfermedades forestales. Sólo en 52 áreas, de 182, se realizaron estas acciones en el 2014, y para el 2016 esta cantidad disminuyó a sólo 42; alejándose así de su meta al 2018, donde se contemplaba que 70 % de las ANP de México contaran con operaciones de este tipo. Por lo anterior se debe retomar estas medidas para evitar en un futuro la proliferación de plagas.

García-Valderrama *et al.* (2017) indican que en la RBMM es un área que mayor número de plagas registra en su PM; mientras que, 37% de las ANP solo registra una en su programa de manejo. Esto se puede deber a diversos factores como disponibilidad de recursos para investigación, impacto social, aportaciones económicas de instancias no gubernamentales para su conservación y relevancia nacional e internacional.

La principal plaga registrada en las ANP son los insectos descortezadores. De acuerdo con la NOM-019-SEMARNAT-2017, es obligación de los responsables de las ANP que sigan los

lineamientos técnicos para su control (Semarnat, 2017). Cabe señalar que el aviso de presencia de plaga, integrado con un informe técnico fitosanitario (ITF), debe ser informado a la Comisión Nacional Forestal, quien a su vez emitirá la notificación de saneamiento.

Consideraciones finales y perspectivas

Un ejemplo a tomar en cuenta para el manejo de plagas son las acciones que se realizan en la RBMM. Si bien existen restricciones en algunas zonas y básicamente en la superficie delimitada como zona núcleo, donde no se permite el Aprovechamiento Forestal Maderable a través de Programas de Manejo Forestal; sin embargo, dada la necesidad de atención de la misma, se han realizado actividades de saneamiento forestal en apego a lo estipulado en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas, Programa de Manejo de la RBMM y a la Norma Oficial Mexicana NOM- 019-SEMARNAT-2017.

La afectación por insectos descortezadores principalmente en Oyamel, ha sido un gran reto, ya que con anterioridad al año 2008, no se atendían estos problemas en la zona núcleo de la Reserva (subzona de protección y uso restringido) la cual abarca una superficie de 13,551-55-20.445 ha, considerando que, en esta, no se permite el aprovechamiento forestal maderable, como tal. Sin embargo, al revisar el Programa de Manejo del Área, en el apartado 6. Zonificación; 6.3. Zonas de Manejo; 6.3.1. Zonas Núcleo, se admite realizar manejo sanitario del bosque; pero, en el componente de subzonificación, la zona núcleo está conformada por dos subzonas: la de protección y la de uso restringido, en la que se estipula en el apartado 6.3.2.6. Matriz de Zonificación, que solamente en la subzona de protección, se permite realizar saneamiento forestal; excluyendo para ello los polígonos de la subzona de uso restringido, que en caso de que se presente un brote activo (grupo de tres o más árboles en una superficie de 1,000 m²) se atiende.

Por lo antes expuesto, a través de una serie de reuniones y trabajo coordinado con personal de la Semarnat, Conafor, Cofom, Prestadores de Servicios Técnicos, algunos representantes de las Organizaciones de la Sociedad Civil, así como representantes legales de los núcleos agrarios de los predios afectados por plagas forestales, mismos que se encargan en la verificación de la presencia de la plaga, se ha iniciado con este proceso de atención, pese a muchos inconvenientes, negación, notas amarillistas, críticas y opiniones de algunos ambientalistas, se dio seguimiento y no se bajó la guardia, el objetivo fue claro y el mismo se logró en su momento.

Estas decisiones tomadas en su momento, fueron de suma importancia para iniciar con la atención de la sanidad y poco a poco ayudar al bosque a revertir la problemática, que por sí sola, sería complicado resolver o subsanar.

Realizar este control sanitario en los bosques de la zona núcleo de la Reserva, actualmente ha permitido que no se magnifique el problema, pues finalmente es lo que se busca con la aplicación del tratamiento fitosanitario (5: Lineamientos Técnicos para el control y combate de insectos descortezadores, numeral 5.5 y 5.9 de la NOM-019-SEMARNAT-2017). Para el caso en particular de la ANP, se recomienda que el método de control y combate de los insectos descortezadores sea a través del método físico-mecánico (que implica el derribo, troceo, descortezado y enterrado o quemado de la corteza en las zonas de trabajo); el tema central es reducir las poblaciones de insectos descortezadores en la zona, aunque no todo se le atribuye a los insectos, ellos finalmente llegan a los árboles que presentan algún declive por otras situaciones como: rayos, afectación de las ramas principales (punta) por fuertes ráfagas de viento, sequía extrema y otras realizadas por el hombre, destacando la tala clandestina, incendios forestales y el cinchando o daño con maquinaria pesada (grúas).

Atender este tema, tiene un componente de constante aprendizaje, y que gracias a que se han realizado estos trabajos anuales en la zona núcleo de la Reserva, cada vez son menos los predios afectados, menos superficie y menos árboles derribados y tratados. La clave está en no permitir que el problema avance, ya que el aumento de la temperatura y la falta de humedad en los sitios hace más vulnerables los bosques de Oyamel y por ello la proliferación de las plagas aumenta, pero de no atenderse, favorecería que grandes extensiones de bosque se perdieran.

Así es que, decir que la falta de manejo de los bosques, no necesariamente es la causa de la proliferación de las plagas, existen diversos puntos de vista y situaciones que dan lugar a que estos insectos aumenten sus poblaciones y afecten de manera considerable los bosques, y esto es un claro ejemplo en otros sitios fuera de la RBMM y como experiencia están las zonas de influencia de la propia Reserva, donde la Conanp pierde su jurisdicción.

Los predios no son atendidos, por diferencias de límites entre núcleos agrarios; los grupos organizados atribuibles a la delincuencia que no permiten en algunas zonas el ingreso de personal técnico de las instancias responsables; el trámite ante Conafor es tardado; no existe verificación de campo por ninguna instancia durante el inventario, el marqueo y la aplicación del tratamiento y finalmente ello repercute en el aumento de las poblaciones de insectos en las zonas, aunado a que en la mayoría de la superficie que está en la zona de influencia de la Reserva son ataques de insectos descortezadores de Pino en bosques de Pino y bosques de Pino-Encino.

La coordinación interinstitucional, en el caso en particular de la RBMM es base de los resultados obtenidos en la Zona, la disposición y atención oportuna de las instancias, permite que los procesos sean rápidos y claros. Tampoco ha sido fácil, ya que los ejidatarios y comuneros aún se resisten al método que se aplica, ya que para ellos es más fácil derribar y extraer sin tener que hacer el descortezado y enterrado de la corteza. Sin embargo, pese a todos estos inconvenientes los procesos se llevan a cabo con la activa participación de sus dueños.

Finalmente se considera importante la elaboración de normas oficiales mexicana para el control de otro tipo de plagas, como por ejemplo de plantas parásitas, las cuales son consideradas el segundo factor biológico de deterioro de los ecosistemas forestales de las ANP. Con ello se establecerán los lineamientos y se homogenizarán criterios para su control y manejo.

Agradecimientos

A Felipe Martínez Meza, Director de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca por la información proporcionada para elaborar la tabla III, por otorgar antecedentes sobre la problemática de plagas en la zona y compartir sus experiencias al respecto. A Arnulfo Ruíz González, Dirección de Sanidad Forestal, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, por sus comentarios y sugerencias al manuscrito. A la Mta. María Teresa Valdivia Alvarado y a los dos revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias para mejorar el manuscrito.

Literatura citada

- Arriola-Padilla, V. J., J. Rentería-Bailón, A. R. Gijón-Hernández, L. Ramírez-Huerta, M. E. Romero-Sánchez. 2016. *Evaluación de Trichoderma sp., como agente de control biológico de Dendroctonus spp. (Curculionidae: Scolytinae) en la Sierra Gorda de Querétaro, México*. Entomología mexicana 3:239-243.
- Barzetti, V. 1993. *Parques y progreso: áreas protegidas y desarrollo económico en America Latina y el Caribe*. Gland, Suiza: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN)-Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Washington, D. C. USA. 258 pp.
- Bezaury-Creel, J, y D. Gutiérrez-Carbonell. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. pp. 385-431. En: Dirzo, R., R. González e I. J. March (Comps.). Capital Natural

- de México, Volumen II. Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D. F. 821 pp.
- Carranza, J. 2012. *Protocolo para el monitoreo de la zona núcleo reserva de la biosfera "Mariposa Monarca, México*. Trabajo Fin de Máster. Universidad Complutense de Madrid. España. 44 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2001. *Programa de Manejo. Reserva Biosfera Mariposa Monarca*. México, D. F. México. 138 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2005. *Programa de conservación y manejo. Parque Nacional El Chico*. México, D. F. México. 236 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2016. Las áreas Naturales Protegidas de México, resguardan 13 por ciento de bosques del país. Consultado: 17-05-2020. En: <https://www.gob.mx/conanp/prensa/las-areas-naturales-protegidas-de-mexico-resguardan-13-por-ciento-de-bosques-del-pais-24265>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2017. *Monitoreo para el control integral de descortezadores en la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, Querétaro*. Consultado: 26-07-2020. En: <https://www.gob.mx/conanp/documentos/monitoreo-para-el-control-integral-de-descortezadores-en-la-reserva-de-la-biosfera-sierra-gorda-de-queretaro>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2018. Programas de manejo de las Áreas Naturales Protegidas de México. Consultado: 28-06-2020. En: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/programas-de-manejo-de-las-areas-naturales-protegidas-de-mexico>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2019. Áreas Naturales Protegidas Decretadas. Consultado: 11-01-2020. En: http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/datos_anp.htm
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2020a. Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020-2024. Programa Institucional. Consultado: 20-09-2020. En: <https://www.gob.mx/conanp/documentos/programa-nacional-de-areas-naturales-protegidas-2020-2024>
- De la Maza-Elvira, R. 1999. *Una historia de las áreas naturales protegidas en México*. pp. 15-68. En: Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca e Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAP-INE) (Eds.). Programa agua, medio ambiente y sociedad. Gaceta Ecológica 51, México. 88 pp.
- Dudley, N., y S. Stolton. 2008. *Defining protected areas: an international conference in Almeria, Spain*. IUNC. Gland, Switzerland. 220 pp.

- Errejón G., J. C., A. Ortega R., y J. Santos Z. 2019. *Programa Nacional para Áreas Naturales Protegidas en México en el periodo 2014-2018: análisis de dos de sus objetivos*. *Sociedad y ambiente* 21: 33-51.
- García-Valderrama, L. A., V. J. Arriola-Padilla, S. N. Muñoz-Belmont, R. Pérez-Miranda, M. E. Romero-Sánchez y A. Ortega-Rubio. 2017. *Plagas en áreas naturales protegidas de México: control y manejo*. Capítulo VI. pp.127-160. En: Espitia-Moreno, I. C., V. J. Arriola-Padilla y A. Ortega-Rubio (Eds.). *Gestión, manejo y conservación en áreas Naturales Protegidas*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán, México. 178 pp.
- Garduño B., N. 2011. *Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca en el Estado de México. Diagnóstico Fitosanitario Forestal*. Gobierno del Estado de México. Toluca, México. 91 pp.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). 1999. *Programa de Manejo de la Reserva Biosfera Sierra Gorda, México*. México D. F. 172 pp.
- Leautaud V., P. y J. López-García. 2017. *Detección de árboles dañados por plaga en bosques de Abies religiosa en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, mediante fotografías aéreas infrarroja*. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía* 92:116-127.
- Manzanilla Q., U., O. A. Aguirre C., J. Jiménez P., E. J. Treviño G., y J. I. Yerena Y. 2018. *Escenarios de cambio climático (CMIP-5) para tres áreas naturales protegidas en el Eje Neovolcánico Transversal*. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 9(50): 514-537.
- McNeely J.A., J. Harrison y P. Dingwall. 1994. *Protected areas in the modern world*. 1-28 pp.: McNeely J.A., J. Harrison y P. Dingwall (Eds). 1994. *Protecting Nature: Regional Reviews of Protected Areas*. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 402 pp.
- Morales-Rangel, A., V. H. Cambrón-Sandoval, J. C. Soto-Correa, R. W. Jones y J. A. Obregón-Zúñiga. 2018. *Efecto de la temperatura en poblaciones de Dendroctonus frontalis Zimmerman y Dendroctonus mexicanus Hopkins (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) bajo un escenario de cambio climático en la Sierra Gorda queretana*. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 34:1-18
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2012. *Buenas prácticas de protección de la sanidad forestal*. 19-44 pp. En: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Ed.). *Guía para la aplicación de normas sanitarias en el sector forestal*. Roma, Italia. 116 pp.
- Queijeiro-Bolaños, M. E. y Z. Cano-Santana. 2015. *Dinámica temporal de la infestación por muérdago enano (Arceuthobium globosum y A. vaginatum) en Zoquiapan (Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl), México*. *CienciaUAT* 9(2): 6-14

- Queijeiro-Bolaños, M. E., Z. Cano-Santana e I. Castellanos-Vargas. 2013. *Does disturbance determines the prevalence of dwarf mistletoes (Arceuthobium, Setales: Viscaceae) in Central Mexico?* Revista Chilena de Historia Natural 86(2): 181:190
- Reséndiz-Martínez, J. F., B. Torres-Huerta, V. López-Gómez, A. R. Gijón-Hernández y G. Sánchez-Martínez. 2016. *Enemigos naturales de Dendroctonus frontalis Zimmerman, 1868 y Dendroctonus mexicanus Hopkins, 1915 (Coleoptera: Scolytinae), capturados mediante semioquímicos en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Querétaro.* Entomología mexicana 3: 626-632
- Sánchez-Martínez, G., y J. F. Reséndiz-Martínez. 2020. *Respuesta de Dendroctonus frontalis Zimmerman y Dendroctonus mexicanus Hopkins a dos atrayentes semioquímicos en la Sierra Gorda de Querétaro, México.* Southwestern Entomologist 45(2): 511-520.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). 2017. *Ley Federal de Sanidad Vegetal.* Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México, México. 37 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2013. *Programa de Manejo. Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl.* México, D. F., México. 185 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2015. *Ley General Del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente.* Diario Oficial de la Federación. México, D. F. México. 128 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2018b. *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.* Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México, México. 69 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2018a. *Compendio de estadísticas ambientales 2018.* Consultado: 28-01-2020. En: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2018/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServletbaa5.html
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2018c. *Norma Oficial Mexicana NOM-019-SEMARNAT-2017, Que establece los lineamientos técnicos para la prevención, combate y control de insectos descortezadores.* Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México, México. 34 pp.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2018. *Plan de Acción para la Conservación de la Mariposa Monarca en México.* Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Ciudad de México, México. 99 pp.

Sosa D., L., J. Méndez G., M. A. García A., V. H. Cambrón S., J. A. Villarreal Q., C. G. Ruiz G. y J. C. Montoya J. 2018. *Distribución potencial de barrenadores, defoliadores, descortezadores y muérdagos en bosques de coníferas de México*. Revista mexicana de ciencias forestales 9(47): 187-208.

Cita:

Arriola Padilla V.J., R. Domínguez Vieyra, R. Pérez Miranda y O. Trejo Ramírez. 2020. Legislación y normatividad para el control de plagas en Áreas Naturales Protegidas en México: reto para la conservación de los ecosistemas. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 2020. Vol. 6 (2): 23-35. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2020.06.06.02.0004>

Sometido: 17 de agosto de 2020

Revisado: 23 de septiembre de 2020

Aceptado: 14 de octubre de 2020

Editora asociada: Dra. Ana Teresa Valdivia Alvarado

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández

**Ecological model of abundance distribution for the herpetofauna
of the Necaxa River Basin, Puebla, Mexico**

**Modelo ecológico de distribución
de abundancias para la herpetofauna
de la Cuenca Hidrográfica del
Río Necaxa, Puebla, México**

Roberto Tenorio-Mendoza^{1*}, Janet Elizabeth Osnaya-Becerril¹

Matías Martínez-Coronel¹, Gerardo López-Ortega¹

Resumen

Se presentan los rangos de abundancia de las especies de anfibios y reptiles que habitan en el Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa las cuales se ajustaron al modelo ecológico de la serie logarítmica que indicó que la comunidad está sometida a perturbación.

Palabras clave: Anfibios. Conservación. Individuos. Reptiles. Serie logarítmica.

Abstract

The abundance ranges of the amphibians and reptiles that inhabit on the Natural Resources Protection Area of the Necaxa River Basin are presented, which were adjusted to the ecological model of the log series that indicated that the community is subject to disturbance.

Key words: Amphibians. Conservation. Individuals. Log series. Reptiles.

En ecología, dentro de una comunidad están presentes especies que varían marcadamente por su abundancia, es decir algunas son extremadamente comunes, otras tienen una abundancia moderada y otras se consideran raras, por lo que tienen asignado un rango y esta distribución

¹Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, Delegación Iztapalapa, C. P. 09340, Ciudad de México.

*cellbiologia@hotmail.com

puede ser usada para caracterizar su diversidad (Calow, 1998). En otras palabras, la abundancia es el porcentaje que cada especie ocupa con respecto a la del resto de los organismos dentro de una región particular, el cual suele ser variable. Este patrón puede ser explicado estadísticamente al ajustarse a un modelo y así comprender mejor cómo está conformada la estructura de una comunidad biológica. En este trabajo, se da a conocer el modelo al que se ajustaron los datos de abundancia de los anfibios y reptiles que se registraron en el Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa (APRN-CHRN).

El área de estudio se ubicó en el estado de Puebla, en la región norte en los paralelos 20°03' y 20° 17'N y 97°51' y 98°13'W. Aquí, se realizaron seis muestreos en campo (tres en la época seca y tres en la húmeda) realizando transectos lineales en cuatro sitios distintos dentro de los cuales fueron revisados diferentes microhabitat para obtener registros del mayor número de especies con sus respectivas abundancias (Tenorio-Mendoza *et al.*, 2019). Posteriormente en el laboratorio, se realizó la determinación taxonómica de los ejemplares siguiendo las claves de Flores-Villela *et al.*, (1995) y la nomenclatura fue actualizada de acuerdo con el AmphibiaWeb (2020), Ramírez-Bautista *et al.*, (2014) y Uezt y Hosek (2020).

A partir de esta información se realizó un listado y las especies fueron separadas en diferentes categorías de acuerdo a Solano-Zavaleta (2008) pero con una modificación en sus valores: Muy abundante (de 50 o más individuos); abundante (de 21 a 49 individuos); común (11 a 20); escasa (4 a 10) y rara (menos de cuatro). Con base en esto, las especies se ordenaron de acuerdo a su abundancia de manera descendente y se construyó una gráfica de rango abundancia en escala logarítmica, posteriormente se aplicó una prueba de bondad de ajuste de Chi cuadrada (χ^2) para conocer el modelo ecológico al que mejor se ajustaron los datos: geométrico, serie logarítmica, log-normal o la vara quebrada (Moreno, 2001) y de esta manera inferir sobre los procesos que actúan sobre la comunidad herpetofaunística. Este procedimiento se realizó con el software PAST ver. 3.6 (Hammer *et al.*, 2001).

Se registraron 1,119 individuos pertenecientes a 57 especies, de las cuales cuatro especies fueron muy abundantes: *Rheohyla miotympanum* (389 individuos), *Sceloporus variabilis* (205), *Craugastor decoratus* (96) y *Dryophytes plicatus* (71). Mientras que el resto se dividió de la siguiente manera: cuatro especies fueron abundantes, cuatro comunes, 13 escasas y 32 se consideraron raras. La prueba de Chi cuadrada indicó que la curva de rango-abundancia (Figura 1) se ajustó al modelo ecológico de la serie logarítmica ($\chi^2=351.8$; $p=5.807E-054$).

Los datos de abundancia de la comunidad herpetofaunística de la APRN-CHRN se ajustaron al modelo de la serie logarítmica debido a su estructura, en la que están presentes principalmente pocas especies con una elevada abundancia y numerosas especies raras, por lo que bajo esta distribución se considera que la comunidad está sometida a perturbación (Moreno, 2001). Generalmente, este patrón se relaciona con actividades antrópicas (Rosenzweig, 1995); en este caso podemos atribuir esto a los constantes cambios en el uso de suelo y en la vegetación que ocurren en la región al remover o disminuir zonas boscosas naturales para establecer pastizales y cultivos lo que ha ocasionado que solo permanezca conservado alrededor del 10% de estas (Cerón-Carpio *et al.*, 2012). Esto puede afectar a la biodiversidad presente, ya que anfibios y reptiles están estrechamente ligados con el estado de conservación del hábitat, por ejemplo son sensibles a la pérdida de humedad del bosque mesófilo de montaña que propicia la tala inmoderada al modificarse el dosel.

Debido a estos cambios, las especies que se registraron con mayor frecuencia pueden presentar una amplia plasticidad que les permite tolerar y adaptarse a diversas condiciones ambientales (aun en sitios perturbados) lo que les da la capacidad para ocupar diferentes hábitats como zonas de transición con vegetación secundaria, cultivos o potreros y también pueden explotar una amplia gama de recursos, además de que la competencia interespecífica no es muy fuerte (Gardner *et al.*, 2007). Mientras que las especies escasas y raras, por el contrario pueden estar arraigadas a un solo tipo de hábitat o ser especialistas (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014) requiriendo ciertas condiciones de humedad y temperatura o alto porcentaje de cobertura vegetal del dosel o de hojarasca. Por lo que, si no hay una protección de estos sitios y los cambios en el ambiente ocurren aceleradamente por encima de la tasa de adaptación, estas especies pueden estar en un grave riesgo de extinción.

No obstante, este análisis puede proporcionar otras perspectivas al resaltar la importancia de este sitio y considerar al APRN-CHRN una región de alto valor ecológico (Calow, 1998), es decir, se debe tener en cuenta que la mayoría de las especies más abundantes son anfibios, una señal que puede indicar que aún están presentes en esta región cuerpos de agua adecuados y con las condiciones idóneas en términos de calidad de agua, alimento disponible y nutrientes (Buxton y Sperry, 2016) o la suficiente humedad relativa para que estos se puedan reproducir y desarrollar.

Por otro lado, debido a la presencia de numerosas especies escasas y raras podemos considerar que más haya de estar en riesgo son especies únicas, siendo muchas de ellas propias de zonas templadas como el bosque de pino y mesófilo de montaña que albergan una elevada endemidad (Meyer-Goyenechea y Gual-Díaz, 2014) y otras aún no tienen asignado un nivel taxonómico

específico por lo que es imperativo realizar estudios para dar un seguimiento a estas especies, actualizar el estatus de conservación y proponer a futuro áreas prioritarias para su conservación.

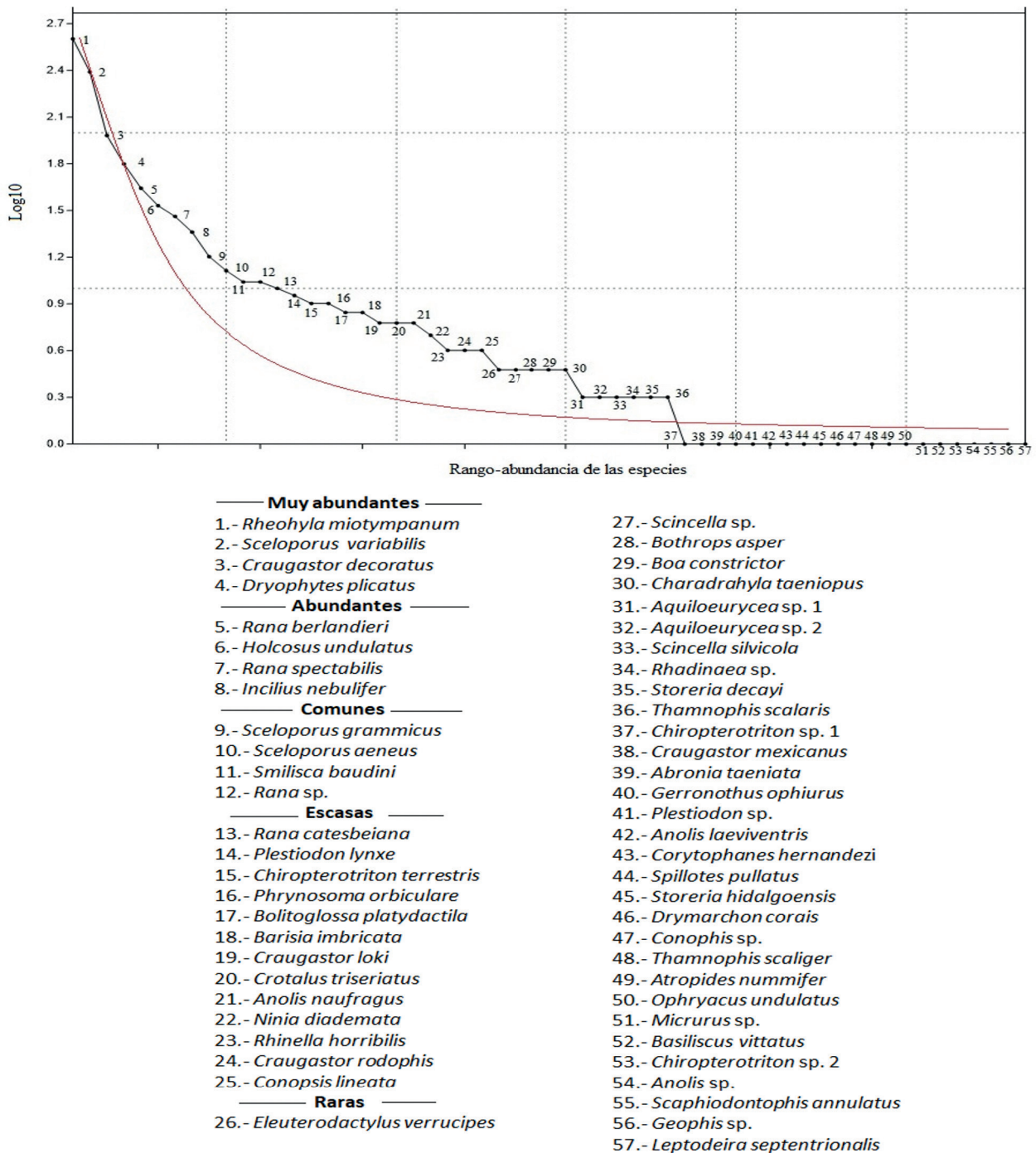


Figura 1. Curva de rango abundancia de las especies de anfibios y reptiles del APRN-CHRN.

Agradecimientos

Al director Elimelec Anzures Vásquez de la CONANP “Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa” y a todo su personal, por otorgar los permisos para realizar el trabajo de campo, avalar la colecta de ejemplares y facilitar el acceso a la región.

Literatura citada

- AmphibiaWeb. 2020. AmphibiaWeb: Information on Amphibia biology and conservation. Consultado: 22-05-2020. En: <http://amphibiaweb.org>.
- Calow, P. The encyclopedia of ecology and environmental management. Blackwell Science. Oxford, Reino Unido. 845 pp.
- Buxton, V.L. y J.H. Sperry. 2017. *Reproductive decisions in anurans: A review of how predation and competition affects the deposition of eggs and tadpoles*. BioScience 67: 26-38.
- Cerón-Carpio, A.B., J.L Contreras-Jiménez y V.H. De Gante-Cabrera. 2012. *Inventario pteridoflorístico del Área de protección de Recursos Naturales “Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa” porción Puebla, México*. Polibotánica, 33: 41-55.
- Flores-Villela, O., P. Mendoza y G. Gonzales. 1995. *Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México*. Facultad de Ciencias UNAM. Publicaciones especiales Museo de Zoología 10. 285 pp.
- Gardner, T.A., M.A. Ribeiro-Júnior, J. Barlow, T.C. Ávila-Pires, M.S. Hoogmoed y C.A. Peres. 2007. *The value of primary, secondary and plantation forest for a neotropical herpetofauna*. Conservation Biology 21: 775-787.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper y P.D. Ryan. 2001. *PAST: Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis*. Paleontología Electrónica 4(1): 9.
- Meyer-Goyenechea, I.G. y M. Gual-Díaz. 2014. *Reptiles en el bosque mesófilo de montaña en México*. 264-278 pp. En: Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa (Eds.). Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México. 356 pp.
- Moreno, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, España. 64 pp.

- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, R. Cruz-Elizalde, C. Berriozabal-Islas, D. Lara-Tufiño, I.G. Mayer-Goyenechea y J.M. Castillo-Cerón. 2014. *Los anfibios y reptiles de Hidalgo: Diversidad, biogeografía y conservación*. Sociedad Herpetológica Mexicana. Hidalgo, México. 387 pp.
- Rosenzweig, M.L. 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido. 450 pp.
- Solano-Zavaleta, I. 2008. *Estudio herpetofaunístico del Municipio de Tlatlauquitepec, Sierra Norte de Puebla*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México 112 pp.
- Tenorio-Mendoza, R., M. Martínez-Coronel, G. López-Ortega y I.H. Salgado-Ugarte. 2019. *Riqueza herpetológica de la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa*. Áreas Naturales Protegidas Scripta Vol. 5 (1): 1-18.
- Uetz, P. y J. Hosek (Eds.). The Reptile database. Consultado: 22-05-2020. En: <http://www.reptiledatabase.org>.

Cita:

Tenorio-Mendoza R., J. E. Osnaya-Becerril, M. Martínez-Coronel y G. López-Ortega. 2020. Modelo ecológico de distribución de abundancias para la herpetofauna de la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa, Puebla, México. Áreas Naturales Protegidas Scripta, 2020. Vol. 6 (2): 73-78. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2020.06.06.02.0005>

Sometido: 18 de agosto de 2020

Revisado: 22 de septiembre de 2020

Aceptado: 13 de octubre de 2020

Editor asociado: Dr. Juan Carlos Blanco

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández