

MONOGRAFÍAS DE LA ASOCIACIÓN CHELONIA
Volumen XIX



Ecología y conservación de la
biodiversidad en Veracruz, México

*Pascual Linares Márquez, Emilio A. Suárez Domínguez,
Angelina Ruiz Sánchez y Edgar Bautista Apan*

Ecología y conservación de la
biodiversidad en Veracruz, México

Edita: Asociación Chelonia, Madrid (España)

© Asociación Chelonia, 2023

Los autores: Pascual Linares Márquez¹, Emilio A. Suárez Domínguez¹, Angelina Ruiz Sánchez¹ y Edgar Bautista Apan¹.

¹Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91090, Tel./Fax (228) 8421748/8421700 Ext. 11748, Xalapa, Veracruz, México.

Autor de correspondencia: Pascual Linares Márquez, palinares@uv.mx

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Pascual Linares-Márquez, *Docente, Universidad Veracruzana, México*

Dr. Manuel Merchán-Fornelino, *Docente, Universidad Alfonso X El Sabio, España*

Dra. Lara Carrasco Pesquera, *Docente, Universidad Europea de Madrid, España*

M. Sc. Patricia Ureña Imedio, *Asociación Chelonia*

© Fotografía de portada: Amelly Hyldaí Ramos Díaz (Playa El Raudal, Campamento Tortuguero Centro de Investigación y Conservación de la Tortuga Marina durante la temporada 2023)

© Fotografía de contraportada: Concepción Linares Márquez. Tortuga verde fotografía en la playa de Santander, Veracruz, México.

© Maquetación, edición y diseño: Patricia Ureña Imedio

Cita recomendada: Linares Márquez, P., E. A. Suárez Domínguez, A. Ruiz Sánchez & E. Bautista Apan. 2023. Ecología y conservación de la biodiversidad en Veracruz, México. Monografías de la Asociación Chelonia. Volumen XIX. Madrid: Asociación Chelonia. 180 p.

Primera edición, diciembre de 2023

www.chelonia.es

chelonia@chelonia.es

ISBN: 978-84-09-57738-5

Ecología y conservación de la biodiversidad en Veracruz, México

*Pascual Linares Márquez, Emilio A. Suárez Domínguez,
Angelina Ruiz Sánchez y Edgar Bautista Apan*

PRÓLOGO

Este volumen reúne investigaciones conducidas en la zona centro del estado de Veracruz, México, en ambientes que van desde la costa hasta la montaña. Veracruz, dada su ubicación geográfica y su mosaico de ecosistemas, posee gran diversidad biológica y cultural.

Las relaciones ecológicas que los humanos sostienen con otras especies de su entorno cubren, en principio, necesidades cotidianas. Pero, cuando hay de por medio demanda comercial regional o internacional, las actividades humanas se intensifican y las relaciones ecológicas suelen alterarse afectando negativamente a alguna de las partes.

Como otras regiones de México y del mundo, la actividad humana ha reducido en menor o mayor medida los hábitats de distintos organismos. Cuántos y de qué especies exactamente, es algo que probablemente desconocemos. Los trabajos reunidos aquí aportan información sobre la riqueza, la distribución espaciotemporal o la ecología de especies de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), plantas arbóreas y hongos silvestres.

Los sitios de estudio incluyen áreas rurales y urbanas, a lo largo de un gradiente altitudinal que transita desde los arrecifes, las playas, las selvas tropicales hasta los bosques de montaña. Dos parques nacionales veracruzanos están incluidos entre los sitios de estudio. La colaboración con diferentes comunidades ha permitido conocer la riqueza biológica de estos sitios, así como identificar los factores que la amenazan. Los métodos empleados en estas investigaciones incluyen técnicas etnográficas (encuestas, talleres, mapeos), ecológicas (inventarios, monitoreos, trampeo) y de vinculación (gestión con autoridades locales o estatales).

En más de un caso se desarrollan propuestas de conservación o se señalan estrategias que permitan atenuar el daño al hábitat o a las especies con que las personas interactúan en Veracruz. Cuando la aproximación lo permite, incluso se profundiza en el conocimiento que las personas tienen sobre temas relacionados con la ecología, ciclo de vida, taxonomía y transmisión del conocimiento local.

Así, la presente compilación ofrece (1) una perspectiva de la riqueza de especies en un gradiente altitudinal de hábitats en Veracruz; y (2) ejemplos de investigación que pueden adoptarse a nivel regional, estatal o nacional. Algunos de estos trabajos coinciden en que el monitoreo longitudinal es necesario, para conocer con mayor detalle la relación entre los factores bióticos, abióticos y sociales a través del tiempo.

Luis Pacheco-Cobos
Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana.



Zona de colecta de hongos en un bosque de pinos a 3000 msnm en el Cofre de Perote, Veracruz

Fotografía de Luis Pacheco-Cobos

ÍNDICE

<u>1. CAPÍTULO 1. SITIO DE ANIDACIÓN DE LA TORTUGA VERDE (<i>CHELONIA MYDAS</i>) EN LA PLAYA DE SANTANDER, VERACRUZ, MÉXICO</u>	17
<u>1.1. Introducción</u>	19
<u>1.2. Materiales y métodos</u>	20
<u>1.3. Resultados</u>	23
<u>1.4. Discusión</u>	25
<u>1.5. Conclusión</u>	30
<u>1.6. Referencias bibliográficas</u>	32
<u>2. CAPÍTULO 2. ZONAS DE PROBABLE INTERACCIÓN ENTRE TORTUGA VERDE (<i>CHELONIA MYDAS</i>, LINNAEUS 1758) Y EMBARCACIONES EN EL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO, MÉXICO</u>	36
<u>2.1. Introducción</u>	38
<u>2.2. Materiales y métodos</u>	41
<u>2.3. Resultados</u>	44
<u>2.4. Discusión</u>	48
<u>2.5. Conclusión</u>	51
<u>2.6. Referencias bibliográficas</u>	53
<u>3. CAPÍTULO 3. HONGOS MACROMICETOS DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA Y MEDIANA SUBCADUCIFOLIA DE LA REGIÓN DE APAZAPAN, VERACRUZ, MÉXICO</u>	62
<u>3.1. Introducción</u>	64
<u>3.2. Materiales y métodos</u>	68
<u>3.3. Resultados</u>	69
<u>3.4. Discusión</u>	78
<u>3.5. Conclusión</u>	81
<u>3.6. Referencias bibliográficas</u>	83
<u>4. CAPÍTULO 4. CONOCIMIENTO DE LOS JÓVENES DE TELESECUNDARIA SOBRE HONGOS SILVESTRES COMESTIBLES DE EL LLANILLO REDONDO, LAS VIGAS DE RAMÍREZ, VERACRUZ</u>	87
<u>4.1. Introducción</u>	89
<u>4.2. Materiales y métodos</u>	91
<u>4.3. Resultados</u>	94
<u>4.4. Discusión</u>	105
<u>4.5. Conclusión</u>	108
<u>4.6. Referencias bibliográficas</u>	110

<u>5. CAPÍTULO 5. USO DE ESPECIES FORESTALES DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN EL MUNICIPIO DE XICO, VERACRUZ, MÉXICO</u>	117
<u>5.1. Introducción</u>	119
<u>5.2. Materiales y métodos</u>	118
<u>5.3. Resultados</u>	120
<u>5.4. Discusión</u>	127
<u>5.5. Conclusión</u>	132
<u>5.6. Referencias bibliográficas</u>	134
<u>6. CAPÍTULO 6. RIQUEZA DE VERTEBRADOS SILVESTRES EN TEMPEORADA DE LLUVIA EN EL PLATANILLO, COATEPEC, VERACRUZ</u>	137
<u>6.1. Introducción</u>	139
<u>6.2. Materiales y métodos</u>	141
<u>6.3. Resultados</u>	146
<u>6.4. Discusión</u>	151
<u>6.5. Conclusión</u>	155
<u>6.6. Referencias bibliográficas</u>	157
<u>ANEXO CAPÍTULO 3</u>	163
<u>ANEXO CAPÍTULO 4</u>	172



Rana (*Ecnomiohyla miotimpanum*) de El Platanillo, Coatepec, Veracruz

Fotografía de Emilio A. Suárez Domínguez

ÍNDICE DE TABLAS

<u>Tabla 2.1. Densidad de embarcaciones y tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano durante el periodo julio 2016- junio 2017</u>	44
<u>Tabla 3.1. Lista de familias y especies de hongos macromicetos encontrados en selva baja caducifolia (SBC) y selva subcaducifolia (SMSC) y número de observaciones</u>	72
<u>Tabla 3.2. Especies compartidas con tipos de vegetación similares en otras regiones</u>	82
<u>Tabla 4.1. Menciones de nombres comunes de hongos silvestres comestibles por mujeres y hombres, y total de menciones para cada hongo</u>	102
<u>Tabla 4.2. Reconocimiento por nombre común de 18 especies de hongos silvestres comestibles mostradas mediante imágenes a los jóvenes de telesecundaria</u>	106
<u>Tabla 5.1. Especies mencionadas con mayor frecuencia y que son usadas para madera, leña o postes por las comunidades rural y urbana del municipio de Xico, Veracruz</u>	124
<u>Tabla 6.1. Riqueza de vertebrados silvestres en Coatepec y municipios cercanos a El Platanillo, Coatepec, Veracruz</u>	142
<u>Tabla 6.2. Vertebrados silvestres bajo algún estatus de riesgo, registrados en El Platanillo, Coatepec</u>	150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación del área de estudio	20
Figura 1.2. Comportamiento de las condiciones ambientales estandarizadas	23
Figura 1.3. Distribución de la velocidad promedio al momento de la anidación	24
Figura 1.4. Distribución de: a) temperatura y b) humedad	25
Figura 1.5. Distribución del índice de calor	25
Figura 1.6. Distribución de los datos para cada variable por casos	26
Figura 1.7. Comportamiento de las variables estandarizadas	27
Figura 2.1. Polígono del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Esta área natural protegida se ubica en el litoral veracruzano, frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del río y Alvarado, y está constituida por dos complejos arrecifales (norte y sur)	41
Figura 2.2. Densidad de embarcaciones de pesca artesanal en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano durante julio 2016-julio 2017	45
Figura 2.3. Densidad de embarcaciones mercantes en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano durante julio 2016-julio 2017	45
Figura 2.4. Densidad de embarcaciones recreativas en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano durante julio 2016-julio 2017	45
Figura 2.5. Densidad de tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano durante julio 2016-julio 2017	45
Figura 2.6. Zonas de probable interacción entre embarcaciones de pesca artesanal y ejemplares de tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano durante julio 2016-julio 2017	46
Figura 2.7. Zonas de probable interacción entre embarcaciones mercantes y ejemplares de tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano durante julio 2016-junio 2017	46
Figura 2.8. Zonas de probable interacción entre embarcaciones recreativas y ejemplares de tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano durante julio 2016-junio 2017	46
Figura 2.9. Zonas de mayor probabilidad de interacción entre embarcaciones (artesanal, mercantes y recreativas) que circulan el polígono del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y la tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>) durante julio 2016-junio 2017	46
Figura 2.10. Densidad de embarcaciones en zonas coincidentes con tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y la tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>) durante julio 2016-junio 2017	47
Figura 3.1. A) Ubicación el estado de Veracruz resaltado en color verde dentro de México. B) Municipio de Apazapan resaltado en color lila, al sureste de Xalapa (capital de Veracruz). C) Localización de las dos zonas de muestreo, selva baja caducifolia (1) y selva mediana subcaducifolia (2), aledañas a la localidad de Apazapan (INEGI, 2019).	66
Figura 3.2. Abundancia de especies por Orden y División	75
Figura 3.3. Abundancia de especies por Familia y División	76

Figura 3.4. Abundancia de especies por Género y División	76
Figura 3.5. Curva de acumulación de especies registradas (línea azul) y esperadas (línea gris) de la SBC	77
Figura 3.6. Curva de acumulación de especies registradas (línea azul) y esperadas (línea gris) de la SMSC	77
Figura 3.7. Especies compartidas (n=26) en ambos tipos de vegetación SBC y SMSC	78
Figura 3.8. Especies únicas en cada tipo de vegetación SBC y SMSC	78
Figura 3.9. Especies únicas en cada tipo de vegetación SBC y SMSC	79
Figura 3.10. Distribución espacial y temporal de macrohongos en dos parcelas de selvas tropicales. Los cúmulos de hongos (puntos) corresponden a la selva baja caducifolia (parte inferior) o a la selva mediana subcaducifolia (parte superior). El tamaño de cada punto es proporcional a la abundancia relativa del espécimen. Cada orden taxonómico se distingue con un color. Los símbolos denotan la temporada en que se realizó cada observación, lluvias (círculos) o secas (triángulos)	80
Figura 4.1. Utilidad ecológica de los hongos silvestres, frecuencia de respuesta	97
Figura 4.2. Hongos dañinos para la salud, frecuencia de respuestas. El término “hongos locos” puede referirse a hongos tóxicos o psicoactivos. En la respuesta “otros” se incluyó a los hongos trompa roja, trompa gris, panza llanera y ojo de venado	98
Figura 4.3. Lugares o sustratos en que crecen los hongos silvestres comestibles, frecuencia de respuestas	99
Figura 4.4. Acciones para asegurar la producción de hongos comestibles en el bosque, frecuencia de respuestas. Agrupamos respuestas cuando los jóvenes respondían con más de una acción	99
Figura 4.5. Época de fructificación de los hongos silvestres comestibles, frecuencia de respuestas	100
Figura 4.6. Efecto de la ausencia de lluvia sobre los hongos silvestres comestibles, frecuencia de respuestas	101
Figura 4.7. Clasificación taxonómica de los hongos, frecuencia de respuestas	102
Figura 4.8. Prominencia cultural de los hongos silvestres comestibles. Los nombres de los hongos que se encuentran en la parte inferior derecha de la gráfica fueron los hongos más mencionados y ubicados en los primeros lugares de la lista, por su parte los hongos que se encuentran en la parte superior izquierda fueron los menos mencionados y ubicados en los últimos lugares de la lista. Las categorías de colores para los puntos representan número de menciones: rojos (≥ 60), azules (20–59) y amarillos (< 20)	103
Figura 4.9. Prominencia cultural de los hongos silvestres comestibles con mujeres	104
Figura 4.10. Prominencia cultural de los hongos silvestres comestibles en los hombres	105
Figura 4.11. Transmisión del conocimiento ecológico tradicional, frecuencia de respuestas	107
Figura 5.1. Localización de las comunidades de estudio: Buena vista, Coatitlán, Matlalapa, Micoxtla (comunidades rurales ubicadas en la zona templada) y Úrsulo Galván (comunidad urbana ubicada en la zona semi cálida). Fuente: Adaptado de Sendas A.C (2015)	121
Figura 5.2. Aplicación de encuestas semiestructuradas en comunidades (rural / urbana) y recolecta de las especies mencionadas por los encuestados, para su posterior identificación.	122
Figura 5.3. Tipo de propiedad en los bosques de las comunidades rurales de Buena vista, Coatitlán, Matlalapa y Micoxtla y en la comunidad urbana de Úrsulo Galván	123
Figura 5.4. Usos que generalmente se les da a las áreas desmontadas en las comunidades rurales de Buena vista, Coatitlán, Matlalapa y Micoxtla y urbana de Úrsulo Galván	125

Figura 5.5. Especies forestales más usadas en las comunidades rural y urbana	125
Figura 5.6. Número de cargas a la semana de leña que se consumen en las comunidades rurales de Buena vista, Coatitlán, Matlalapa y Micoxtla y en la urbana de Úrsulo Galván	126
Figura 5.7. Precio de las cargas de leña en Buena vista, Coatitlán, Matlalapa y Micoxtla y en Úrsulo Galván	127
Figura 5.8. Estufas, construidas de lámina y de ladrillo con cemento utilizadas en las comunidades de Buena vista, Coatitlán, Matlalapa y Micoxtla	128
Figura 6.1. Área de muestreo dentro de la zona de estudio denominada El Platanillo, Coatepec, Veracruz	143
Figura 6.2. Reunión con autoridades del municipio de Coatepec, para crear estrategia de trabajo en la zona de El Platanillo	144
Figura 6.3. A) Búsqueda de ejemplares en plantas epífitas, B) Manipulación de lagartija para identificación	145
Figura 6.4. Búsqueda de aves con apoyo de binoculares	145
Figura 6.5. A) Colocación de trampas Sherman para la captura de roedores. B) Colocación de cámara trampa para el registro de mamíferos medianos. C) Colocación de red de niebla para la captura de mamíferos voladores	146
Figura 6.6. Curva de acumulación de especies de anfibios donde se aprecia el número de especies registradas y las del estimador Chao2	148
Figura 6.7. Curva de acumulación de especies de reptiles donde se aprecia el número de especies registradas y las del estimador Chao2	149
Figura 6.8. Curva de acumulación de especies de aves donde se aprecia el número de especies registradas y las del estimador Chao2	149
Figura 6.9. Curva de acumulación de especies de mamíferos donde se aprecia el número de especies registradas y las del estimador Chao2	150
Figura 6.10. Representación de la distribución herpetofaunística en El Platanillo, Veracruz	151
Figura 6.11. Representación de la distribución de la avifauna en El Platanillo, Veracruz	152
Figura 6.12. Representación de la distribución mastofaunística en El Platanillo, Veracruz	152

Lagartija (*Anolis schiedei*) de El Platanillo, Coatepec, Veracruz

Fotografía de Emilio A. Suárez Domínguez



1. CAPÍTULO 1

Sitio de anidación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en la playa de Santander, Veracruz, México

Carlos Abraham Castillo Morales, Pascual Linares Márquez, Celia Cecilia Acosta Hernández, Albertina Cortés Sol, Claudia Janeth Juárez Portilla y Zoylo Morales Romero

RESUMEN

La tortuga verde (*Chelonia mydas*), al igual que muchos reptiles, selecciona el sitio de anidación buscando ciertas características en el ambiente que sean adecuadas para la incubación de sus huevos. Se debe comprender en qué condiciones abióticas (temperatura y humedad) son construidos sus nidos naturalmente. Es importante conocer las condiciones abióticas de temperatura y humedad dentro del nido durante la incubación de los huevos, considerando que la temperatura determina el sexo de los embriones; a temperaturas de 26 °C o menos la mayoría de los embriones se desarrollan como machos, mientras que si la temperatura supera los 30 °C, se desarrollan como hembras. La llamada temperatura pivote (29 ± 1.5 °C) permite la producción de ambos sexos con una proporción 1:1. En el presente trabajo se describieron las condiciones ambientales de la playa de anidación de Santander, Veracruz. Se encontró que la temperatura promedio fue de 27.28 °C con un promedio de humedad relativa del 88.21%. Los valores mínimos se registraron durante el primer muestreo mientras que los máximos en el último. Encontramos que la temperatura muestra una relación negativa con respecto a la humedad relativa. También se determinaron los factores abióticos dentro de los nidos; en cuanto a la temperatura, se registró un promedio de 28.55 °C con una humedad relativa del 94.4%.

Palabras clave: anidación, temperatura, humedad.

ABSTRACT

The green turtle (*Chelonia mydas*), like many reptiles, selects the nesting site looking for certain characteristics in the environment that are suitable for the incubation of their eggs. It must be understood in what abiotic conditions (temperature and humidity) their nests are built naturally. It is important to know the abiotic conditions of temperature and humidity inside the nest during the incubation of the eggs considering that the temperature determines the sex of the embryos; at temperatures of 26 °C or less most of the embryos develop as males while, if the temperature exceeds 30 °C, they develop as females. The pivot temperature (29 ± 1.5 °C) allows the production of both sexes with a 1:1 ratio. In the present research, the environmental conditions of the nesting beach of Santander, Veracruz, were described. It was found that the average temperature was 27.28 °C with an average relative humidity of 88.21%. The minimum values were recorded during the first sampling while the maximum in the last. We found that temperature show us a negative relationship with respect to relative humidity. The abiotic factors inside the nests were also determined; in terms of temperature, an average of 28.55 °C was recorded with a relative humidity of 94.4%.

Keywords: nesting, temperature, humidity.

1.1. INTRODUCCIÓN

Las tortugas marinas juegan un papel ecológico importante, mantienen sanos los lechos de pastos marinos y controlan la reproducción de las medusas; además, se encargan de trasladar la productividad del ecosistema marino a las costas en forma de biomasa de huevos ricos en grasas y proteínas (Pritchard, 2004). Actualmente, la supervivencia de las tortugas marinas está amenazada, por lo que resulta importante realizar labores de conservación.

En México, los campamentos tortugeros realizan acciones de conservación directa de las tortugas, sus nidos y los neonatos, por lo que un manejo adecuado de los sitios de anidación tendría un impacto positivo en la preservación de estos animales (NOM-162-SEMARNAT-2012). Dentro del estado de Veracruz, se encuentra el campamento tortugero Santander el cual se encarga de proteger la reproducción de las tortugas marinas, principalmente tortuga verde (*Chelonia mydas*) y tortuga lora (*Lepidochelys kempii*).

En el presente trabajo se estudiaron las condiciones abióticas bajo las cuales se efectuó la anidación de *C. mydas*, puesto que se ha demostrado que el microambiente del nido influye en la tasa de crecimiento, el tamaño, el sexo de los embriones, el éxito de eclosión y la duración de la incubación (Garduño y Cervantes, 1996; López-Castro *et al.*, 2004; Clusella Trullas y Paladino, 2006).

Este estudio permite conocer las condiciones abióticas en las que anida *C. mydas*, para poder realizar un manejo adecuado de los nidos en los corrales, controlando correctamente su microambiente durante la incubación con la finalidad de mantener la proporción de sexos, el desarrollo apropiado y el nivel de supervivencia que se da naturalmente.

El control de la temperatura es fundamental en las acciones del manejo de los nidos y huevos, pues esta determina el sexo durante el desarrollo embrionario; a temperaturas de 26 °C o menos, los embriones se desarrollan mayormente como machos; a temperaturas de 30 °C o más, se desarrollan mayormente como hembras (Benabib, 1984; Ikarán, 2010; Gomuttapong *et al.*, 2013; Candan y Kolankaya, 2016). Una temperatura aproximada de 29 ± 1.5 °C permite una proporción de sexos 1:1 (DeGregorio y Southwood Williard, 2011; Gomuttapong *et al.*, 2013; Candan y Kolankaya, 2016). Una situación similar sucede con la humedad, puesto que, en un nivel de humedad bajo de los huevos, puede llevar a la desecación, mientras que en un exceso de humedad, o en caso de inundación dentro del nido, se impide el desarrollo adecuado de los huevos pudiendo llegar a perderse el nido completo.

1.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Este trabajo se realizó en la playa de la localidad de Santander, municipio de Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, México. La localidad se encuentra a 10 metros sobre el nivel del mar en las coordenadas 19° 53' N y 96° 30' O, a un costado de la carretera federal Nautla. Su población es de 374 habitantes.

En la playa de esta comunidad llegan a anidar distintas especies de tortugas marinas, incluyendo a la tortuga verde (*C. mydas*) que arriba principalmente en los meses de junio, julio y agosto. En esta zona se encuentra ubicado el Campamento Tortuguero Santander que protege una zona aproximadamente de ocho kilómetros de línea costera. Esta zona fue dividida en estaciones, cada 500 metros, por el Campamento Tortuguero Santander, numeradas en orden ascendente (Figura 1.1). La estación número ocho se caracteriza por ser una zona con gran cantidad de piedras acumuladas a la orilla, las cuales representan una barrera física para las tortugas que emergen del mar; en esta estación también existe una gran cantidad de desechos que son arrastrados por el mar y que se extienden hasta la estación número 9. El resto de las estaciones se encuentran libres de obstáculos como los señalados anteriormente.

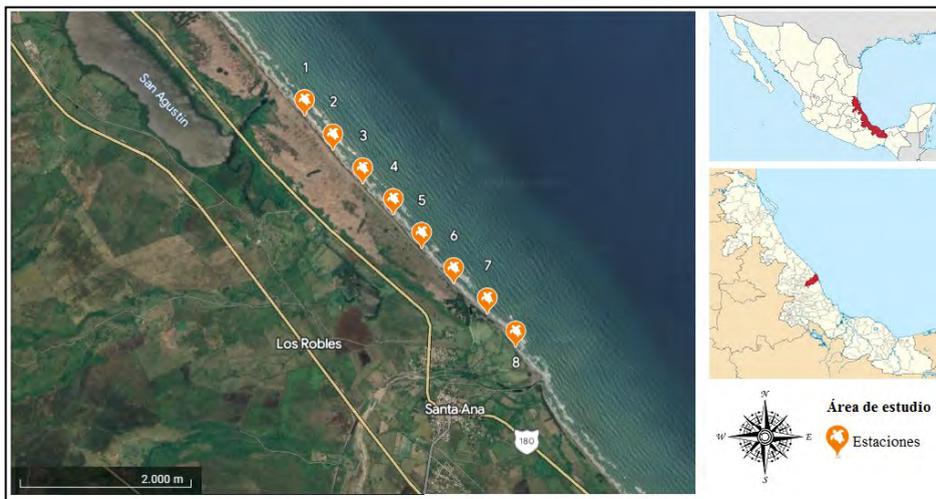


Figura 1.1. Ubicación del área de estudio

Fuente: elaboración propia

Medición de las condiciones ambientales de la playa de anidación

Las condiciones ambientales de la playa se registraron al inicio de cada recorrido, en el punto de partida. Se midió la velocidad del viento media (km/h), la temperatura (°C), humedad relativa (%) e índice de calor (°C) con una estación meteorológica de bolsillo Kestrel 3000 Wind Metter®, la cual se orientó con la dirección del viento en ese momento y se dejó durante cinco minutos para registrar las condiciones del ambiente.

Medición de la velocidad del viento al momento de la anidación y los factores abióticos de los nidos

Los factores abióticos de los nidos de *C. mydas* se registraron durante la temporada de anidación del 2016, que, de acuerdo con Bautista (2015), para esta especie, acontece entre los meses de julio a agosto pudiendo extenderse hasta octubre. Se realizaron 13 muestreos; el primero fue el 30 de junio con una visita prospectiva para definir el área de la playa a muestrear.

En los meses de junio a agosto se llevaron a cabo seis muestreos mensuales. Estos consistieron en recorridos diarios abordo de una cuatrimoto Suzuki, conforme a lo que marca la NOM-162- SEMARNAT-2012, a largo de ocho kilómetros de playa en el horario de 10:00 pm a 6:00 am. También se realizó un recorrido extra a las 7:00 am para comprobar que no quedara ninguna tortuga en la playa. Los recorridos se hicieron con el apoyo del personal del campamento tortuguero Santander. El punto de partida de los recorridos fueron las instalaciones del campamento; se recorrieron cuatro kilómetros en dirección Noroeste hasta la laguna de San Agustín (que es el límite del área protegida) y dos kilómetros en dirección Sureste hacia la localidad de Santa Ana.

Durante los recorridos se ubicaron los nidos o las tortugas anidando; una vez iniciado el proceso de anidación en la libreta de campo se registró: la fecha, la estación donde se ubicó el nido, el número del nido, el número de huevos, así como la velocidad del viento registrada durante cinco minutos con el Kestrel 3000 Wind Metter®.

El registro de los factores abióticos del nido se hizo cuando la tortuga estaba ovopositando. Se introdujo la estación meteorológica en lo más profundo del nido y se dejó durante 30 segundos para medir la temperatura, humedad relativa e índice de calor del nido. Esta última variable es calculada por la estación meteorológica de forma automática a partir de los valores que registra.

Análisis estadísticos

Para describir el comportamiento en el tiempo de las condiciones ambientales de la playa de Santander, se elaboró un gráfico de puntos de las variables previamente estandarizada contra los días de muestreo; posteriormente, se marcó una separación, con una línea vertical, entre las semanas de muestreo. A los datos obtenidos de factores abióticos de los nidos se les hicieron varios análisis. Primero se obtuvieron las estadísticas descriptivas: promedio, desviación estándar, mínima, media, máxima, así como primer cuartil (Q1) y tercer cuartil (Q3) para poder determinar los factores abióticos generales de los nidos. También se obtuvieron gráficas de cajas y alambres para observar la distribución de los datos y la desviación estándar de cada variable. Asimismo, se hicieron gráficas de puntos para apreciar los rangos y analizar posibles coincidencias. De la misma manera, se elaboró un gráfico de puntos de las variables estandarizadas contra días para observar la variación de los factores abióticos en el tiempo.

1.3. RESULTADOS

Condiciones ambientales

Los resultados obtenidos para la descripción de las condiciones ambientales de la playa de anidación fueron los siguientes: la temperatura presentó una variación de 4.4 °C entre el valor mínimo y el valor máximo, la mínima fue de 25.1 °C y la máxima de 29.5 °C con un promedio de 27.28 °C. Para la variable de humedad relativa, el valor mínimo registrado fue 73%, mientras que la máxima fue de 96.3% con un promedio de 88.21%. Cabe mencionar que para las variables de temperatura y humedad relativa el valor máximo coincide con el primer día de muestreo (30 de junio), mientras que el valor mínimo coincide con el último día de muestreo (23 agosto), que fue el día posterior a una tormenta eléctrica. Para la variable velocidad del viento al momento de la anidación, se registró una mínima de 0 km/h y una máxima de 10.1 km/h con un promedio de 3.61 km/h.

En cuanto al comportamiento de las variables se puede observar que los días en que aumenta la humedad relativa, disminuye la temperatura, mientras que cuando aumenta la temperatura se reduce el porcentaje de humedad relativa. La variable velocidad del viento no muestra relación alguna con las variables de humedad y temperatura y tampoco con las lecturas de índice de calor (*Figura 1.2*).

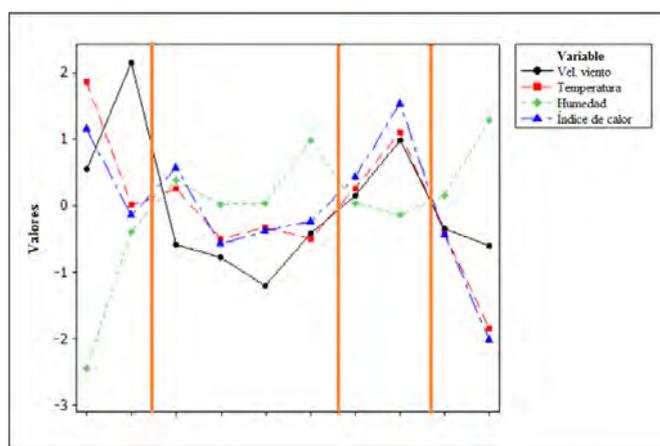


Figura 1.2. Comportamiento de las condiciones ambientales estandarizadas.

Fuente: elaboración propia

En la *Figura 1.2*, se puede observar el cambio de los valores a lo largo del tiempo de muestreo. Las líneas naranjas verticales marcan la separación entre las distintas semanas del muestreo.

El día 21 de agosto no se encontraron tortugas anidando; fue un día de tormentas eléctricas e intensa lluvia. En las siguientes noches se observó un incremento notable de la actividad de las hembras anidadoras. Este evento coincide con el aumento de la humedad y un descenso en la temperatura de la playa.

Factores abióticos de la anidación

En el periodo de estudio, la velocidad promedio del viento fue variable. La velocidad máxima de 10 km/h se registró en un solo evento de anidación y se le consideró en el análisis como un dato atípico. La mayoría de las anidaciones (73%) ocurrieron cuando la velocidad promedio del viento fue menor a 4.33 km/h (Figura 1.3).

Para la variable temperatura, la media coincide con el punto pivote reportado para la especie, mientras que los valores mínimos y máximos coinciden con las temperaturas que diferencian machos y hembras respectivamente.

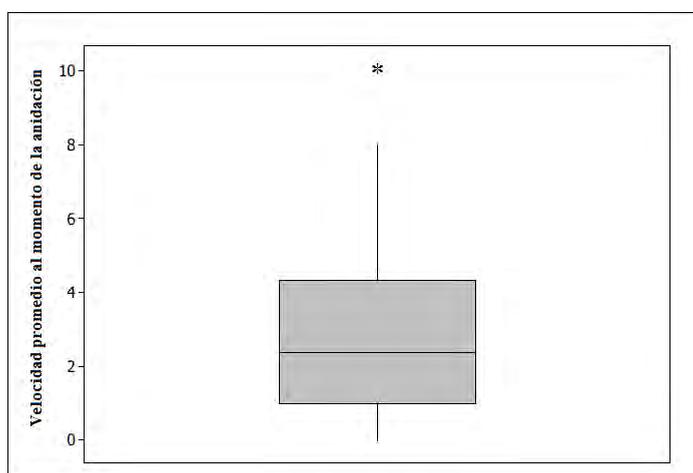


Figura 1.3. Distribución de la velocidad promedio al momento de la anidación.

Fuente: elaboración propia

La temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de los nidos varió 5.6°C (Figura 1.4a). Tres nidos presentaron los valores máximos y siete los mínimos. En la mayoría de las anidaciones (16), el comportamiento de la variable fue homogénea, oscilando entre los 28°C y los 29°C . Este rango está dentro del punto pivotal para la especie (Figura 1.4a). La mayoría de las hembras registradas eligió como sitio de anidación un lugar con la temperatura pivotal para la especie.

La humedad (%) en los nidos fue homogénea y presentó una variación del 12.4%. Solo en un nido se registró el valor mínimo y los valores mayores a 99% de humedad se registraron en cuatro anidaciones que coincidieron con días de lluvia. La mayoría de los valores son superiores al 90% de humedad. La mayoría de las anidaciones se registraron en un rango de 92% a 95%. Para esta variable la desviación estándar tiene valores altos (*Figura 1.4b*).

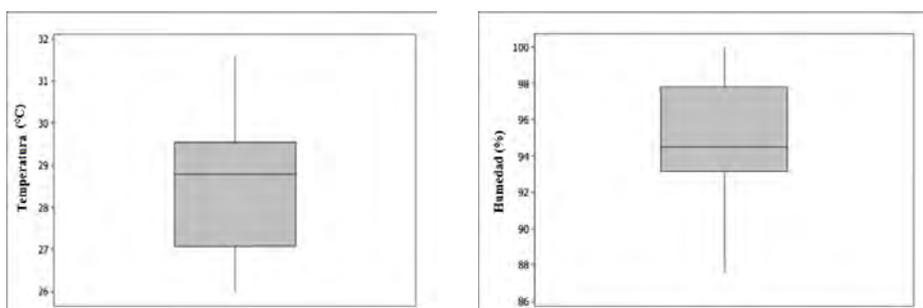


Figura 1.4. Distribución de: a) temperatura y b) humedad.

Fuente: elaboración propia

El índice de calor ($^{\circ}\text{C}$) presentó valores mayores a los registrados para la temperatura (*Figura 1.5*), esto era de esperarse ya que el porcentaje de humedad fue elevado, y este parámetro resulta del efecto combinado de la temperatura y la humedad. Esto indica que la temperatura percibida dentro del nido es mayor que la temperatura real. La distribución de estos datos es homogénea. Para esta variable podemos señalar que la desviación estándar resultó ser mayor que en las variables velocidad del viento al momento de la anidación, temperatura, humedad relativa e índice de calor.

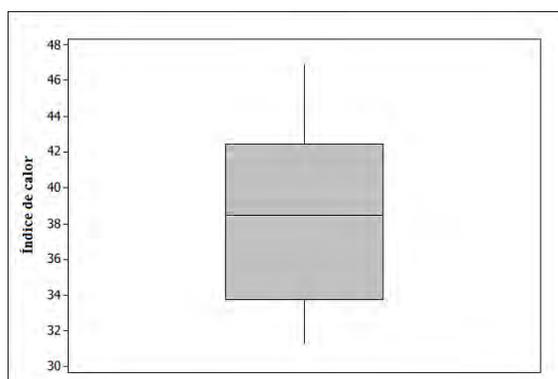


Figura 1.5. Distribución del índice de calor.

Fuente: elaboración propia

Al graficar cada una de las variables contra los casos, se puede observar fácilmente los rangos donde se concentran la mayoría de los datos. Para el caso de velocidad del viento promedio al momento de la anidación, se observa que el 73% de las anidaciones fue menor a 4.33 km/h. Se registraron 5 casos donde la velocidad del viento fue de 0 km/h y en un solo caso fue mayor a 10 km/h (Figura 1.6a).

En cuanto a la temperatura del nido, más del 42% de las anidaciones ocurrieron entre los rangos de 28 °C a 30 °C. Se registraron 16 casos dentro del punto pivote reportado para la especie (Figura 6b). Para el caso de la humedad, la mayoría de los datos se concentran en un rango de 92% a 95% de humedad relativa. También se registraron 4 casos de humedad superior a 99% que coincidieron con días de lluvia (Figura 1.6c). En el 53% de los casos se tuvo un índice de calor entre 32.5 °C y 40 °C (Figura 1.6d).

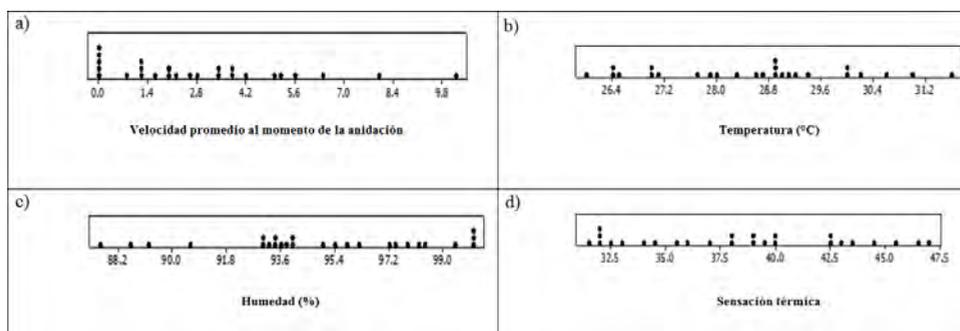


Figura 1.6. Distribución de los datos para cada variable por casos.

Fuente: elaboración propia

En el gráfico de puntos (Figura 1.7) para todas las variables contra casos, teniendo en cuenta el número de nidos, se comprueba de nuevo que la velocidad del viento promedio es independiente de los factores abióticos del nido. Los valores de temperatura e índice de calor se correlacionan positivamente entre sí, mientras que la humedad se correlaciona negativamente con la temperatura. También se puede observar que a partir de la tortuga número 20, hay un incremento en la humedad relativa de los nidos y un descenso en las demás variables (velocidad del viento, temperatura e índice de calor).

Este mismo patrón lo podemos observar en las condiciones ambientales de la playa de anidación, ya que el mismo día (29 de agosto) se registró un aumento en la humedad y un descenso en las demás variables. Este suceso coincide con un día de lluvias y su efecto perdura varios días después. Asimismo, este evento concuerda con el aumento en la actividad de hembras anidadoras.

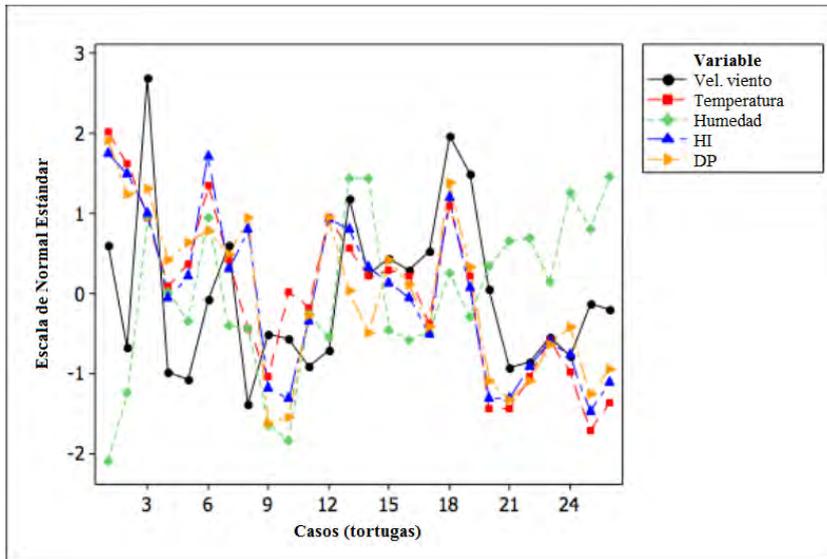


Figura 1.7. Comportamiento de las variables estandarizadas.

Fuente: elaboración propia

1.4. DISCUSIÓN

La selección del sitio de anidación determina el éxito de la nidada (López-Castro *et al.*, 2004). En el presente estudio se registró que, en las condiciones ambientales de la playa de anidación, la velocidad del viento se comportó independientemente de la humedad y la temperatura, por lo que el viento no influye sobre las demás variables. También se registró que la humedad y la temperatura se ven controladas por eventos de lluvia; estos provocan un descenso en la temperatura y a su vez un aumento en la humedad relativa que perdura por varios días. Estos eventos parecen regular las condiciones abióticas de la playa de anidación.

La mayoría de las tortugas anidó cuando la velocidad del viento fue menor a 4.33 km/h (73%). Asimismo, el 58% de las anidaciones sucedieron con una velocidad del viento menor al promedio. Si tomamos en cuenta el estudio de Vega (2014), podríamos suponer que, ya que en este trabajo durante la temporada de anidación del 2016, las tortugas anidaron con vientos de magnitud baja, cabe la posibilidad de que la siguiente temporada aniden con vientos de magnitud alta. Sin embargo, los datos del presente análisis sugieren que no existe relación entre velocidad del viento y condiciones abióticas dentro del nido.

De los datos de temperatura registrados durante la temporada de anidación del año 2016, siete nidos fueron registrados con una temperatura menor a la pivotal reportada para la especie por DeGregorio y Southwood Williard (2011) y por Candan y Kolankaya (2016). Mientras 15 nidos fueron registrados con la temperatura crucial y los restantes presentaron una temperatura mayor a la vital. Lo que demuestra que generalmente las hembras de *C. mydas* elijen como sitio de anidación un lugar donde la temperatura está dentro del rango de temperatura pivote.

Es importante señalar que se generan cambios en la temperatura de los nidos durante el desarrollo embrionario debido a la actividad metabólica de los huevos (Broderick *et al.*, 2001; DeGregorio y Southwood Williard, 2011). Sin embargo, como se observó en el presente trabajo, los eventos de lluvia regulan las condiciones ambientales de la playa y también dentro del nido, aumentando la humedad de estos al mismo tiempo que baja la temperatura. Probablemente, estos eventos funcionen como reguladores de la temperatura de incubación.

La humedad de los nidos de tortuga verde en la playa de Santander fue de 94.8%, con una mínima de 87.6% y una máxima de 100%. La humedad registrada durante el presente estudio presentó valores “altos”, probablemente debido a que algunos muestreos coincidieron con eventos de lluvia que aumentaron considerablemente las condiciones de humedad tanto del ambiente de la playa como de la arena. También se observaron casos donde la tortuga abandonó la tarea de construcción del nido debido a la falta de humedad

de la arena. En estos casos la cámara del nido colapsó y la hembra buscó un nuevo lugar para la anidación.

Dentro del área de estudio, en la estación número 8, la orilla de la playa se encontró repleta de piedras acumuladas que representan una barrera física para las hembras que emergen a anidar; sin embargo, son capaces de atravesarlas, lo que resulta contrario a lo mencionado por autores como Montague (1993), Mortimer (1995) y Azanza (2009). Este contraste puede deberse a las diferencias en la fuerza del oleaje de cada playa, puesto que olas más fuertes resultarían en emergencias del mar más violentas y por lo tanto representarían un riesgo mayor para la tortuga. Sin embargo, en esta zona se observó que *C. mydas* puede comenzar su tarea de construcción del nido, pero si encuentra rocas mientras escarba, la hembra abandona la tarea y regresa al mar sin ovopositar.

En las estaciones 8 y 9 hay una cantidad considerable de desechos que son arrastrados por el mar. Estos desechos representan obstáculos para las hembras que anidan, así como también para los neonatos. Aun así, siguen ocurriendo anidaciones en esta zona, lo cual puede deberse a que las tortugas llevan anidando ahí desde antes que la playa se llenara de desechos a causa de la acción humana. Aunque siguen ocurriendo eventos de anidación en esa área, es probable que con el tiempo disminuya la actividad anidadora por los problemas que representan los desechos en la zona.

La mayoría de las tortugas registradas durante este estudio seleccionaron una zona dentro de una extensión de 2 km de largo para anidar (en las estaciones 3, 5 y 6), posiblemente porque la zona presenta ciertas características que favorecen la anidación y que han sido mencionadas por autores como Mortimer (1995) y Azanza (2009). Esta zona tiene un acceso fácil desde el mar, sin rocas, libre de obstáculos y con vegetación en la parte superior de la playa que facilita la construcción del nido. Además, la supraplaya cuenta con la altura suficiente como para prevenir inundaciones causadas por la marea y el oleaje y su pendiente no es tan inclinada. Esta zona carece de luz artificial en los alrededores.

A partir de estos análisis surgen nuevos interrogantes que podrían ser respondidos con nuevos estudios. Es importante conocer cuáles son las condiciones abióticas cuando una hembra regresa al mar sin anidar y compararlas con las condiciones abióticas de las hembras anidadoras. Asimismo, es recomendable realizar un análisis granulométrico para conocer mejor las características de la arena donde ovopositan las tortugas marinas.

1.5. CONCLUSIÓN

Con la información obtenida en el presente trabajo es posible elaborar un plan de manejo adecuado para los corrales de anidación dentro del campamento Tortuguero Santander. Asimismo, la obtención de este tipo de información en otras playas nos permitiría hacer un manejo adecuado de cada una de ellas de acuerdo con las condiciones abióticas bajo las cuales anidan las tortugas marinas naturalmente en cada una de las playas.

Por ello se proponen medidas de conservación a través del manejo adecuado de las condiciones ambientales en los corrales de anidación, puesto que la exposición de los nidos a temperaturas bajas o altas puede alterar la proporción de sexos en los neonatos. Es importante mantener la temperatura pivote en los nidos para evitar un desequilibrio de sexos en las futuras generaciones, lo que podría acarrear problemas a la población anidadora. También la falta de humedad o el exceso de esta podrían impedir un desarrollo adecuado de los huevos y con esto se reduciría su tasa de supervivencia o incluso se podría llegar a perder el nido. Por ello, es importante regular la humedad del corral para asegurar el buen desarrollo embrionario y la supervivencia de los huevos. Por lo anterior, se recomienda lo siguiente:

- 1.- Ubicar el corral de anidación en una zona que presente condiciones ambientales parecidas a los nidos elaborados naturalmente.
- 2.- Realizar un monitoreo constante de la humedad y la temperatura del corral con el fin de mantener la temperatura pivote en los nidos y un porcentaje adecuado de humedad.
- 3.- Regular las condiciones de temperatura y humedad mediante métodos como la malla sombra y la aspersión de los nidos.

Asimismo, se recomienda declarar la playa de Santander (Veracruz) como playa índice para el monitoreo de las distintas especies de tortugas marinas que arriban. Lo anterior para dar un seguimiento continuo y a largo plazo de la información acerca de la zona de anidación. Y con ello realizar nuevos estudios y hacer un manejo adecuado del área de anidación. Es recomendable declarar las áreas de anidación de estas especies amenazadas como un área natural protegida, para mantener el futuro de estas poblaciones. Además, la conservación de esta especie “paraguas”, *C. mydas*, también ayudaría a la conservación de otros organismos y ecosistemas costeros.

Agradecimientos

Al Campamento Tortuguero Santander y a los miembros del mismo por la información proporcionada y por su apoyo en la toma de datos.

1.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, A., G. Balazs, K. Bjorndal, D. Crouse, N. Frazer, C. Limpus, N. Marcovaldi, D. Margaritoulis y J. Woody. 1995. Estrategia Mundial para la Conservación de las Tortugas Marinas. UICN.
- Arzola, J. 2007. Humedad y temperatura en nidos naturales y artificiales de tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* (Eschsholtz 1829). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42 (3): 377-383.
- Arzola, F. y J. Armenta. 1994. Análisis comparativo de dos factores ambientales en nidos naturales y nidos trasladados y su efecto en crías de tortuga golfina, *Lepidochelys olivacea* en la playa El Verde, Mazatlán, Sinaloa, durante la temporada 1992-1993. Instituto Tecnológico de Los Mochis, México.
- Azanza, J. 2009. Estrategia reproductiva de la tortuga verde, *Chelonia mydas*, (Testudines, Cheloniidae) y su impacto en la estructura genética de áreas de anidación del occidente del archipiélago cubano, Tesis de Doctorado. Centro de investigaciones marinas. Universidad de la Habana. La Habana.
- Azanza, J., M. Ibarra, G. Espinosa, R. Díaz y G. González-Sansón. 2003. Conducta de anidación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las playas Antonio y Caleta de los Piojos de la Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba. *Rev. Invest. Mar* 3: 231-240.
- Bautista, E. 2015. Dinámica Poblacional y Manejo de Tortugas Marinas (*Chelonia mydas* y *Lepidochelys kempii*) durante el Periodo 1995-2013 en Santander, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Veracruzana.
- Benabib, M. 1984. Efecto de la temperatura de incubación, la posición del nido y la fecha de anidación en la determinación del sexo en *Dermochelys coriacea*. Tesis de Maestría Universidad Nacional Autónoma de México.
- Broderick, A. C., B. J. Godley y G. C. Hays. 2001. Metabolic Heating and the Prediction of Sex Ratios for the Green Turtles (*Chelonia mydas*). *Physiological and Biochemical Zoology*. 72 p.
- Buitrago, J. 2003. El rol de las tortugas marinas en los ecosistemas - los ambientes caribeños -. XIII Curso Internacional de Biología y Conservación de Tortugas Marinas. INVEMAR. Colombia.
- Bustard, H. R., y P. Greenham. 1968. Physical and Chemical Factors Affecting Hatching in the Green Sea Turtle, *Chelonia mydas* (L.). *Ecology* 49: 269-276. <https://doi.org/10.2307/1934455>.

- Candan, O. y D. Kolankaya. 2016. Sex Ratio of Green Turtle (*Chelonia mydas*) Hatchlings at Sugözü, Turkey: Higher Accuracy with Pivotal Incubation Duration. *Chelonian Conservation and Biology* 15 (1): 102-108.
- Carrasco, M. A. 2000. Estudio de los parámetros físicos que afectan el avivamiento en nidos de tortuga Lora (*Lepidochelys kempii*, Garman, 1880). Tesis de Maestría Universidad de Colima. Colima, Colima. 91 p.
- Clusella Trullas, S. y F. V. Paladino. 2007. Micro-environment of olive ridley turtle nests deposited during aggregated nesting event. *Journal of Zoology* 272: 367-375.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2011. Conservación y protección de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el Parque Nacional Arrecife Alacranes.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2011. Programa de acción para la conservación de la especie: tortuga verde / negra, *Chelonia mydas*.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2016. Apéndices I, II y III.
- DeGregorio, B. y A. Southwood Williard. 2011. Incubation Temperatures and Methabolic Heating of Relocated and *In Situ* Loggerhead Sea Turtle (*Caretta caretta*) Nests at a Northern Rookery. *Chelonian Conservation and Biology* 10 (1): 54-61.
- Dimond, M. T. 1985. Some effects of temperature on turtle egg incubation. *Recent Advances in Development Biology of Animals* Poona: Indian Society of Developmental Biologists: 35-39.
- Ferraro, P., H. Gjertsen. 2009. A Global Review of Incentive Payments for Sea Turtle Conservation.
- Garduño, M. y H. Cervantes. 1996. Influencia de la temperatura y la humedad en la sobrevivencia en nidos *in situ* y en corral de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en Las Coloradas, Yuc., México. *Ciencia Pesquera* (12).
- Georges, A., C. Limpus y C. Parmente. 1993. The Natural History of the Chelonia. En *Fauna of Australia* (18). Australia: AGPS Canberra.
- Gomuttapong, S., W. Klom-In, J. Kitana, N. Kitana, P. Pariyanonth y K. Thirakhupt. 2013. Green Turtle, *Chelonia mydas*, Nesting and Temperature Profile of the Nesting Beach at Huyong Island, the Similan Islands in Andaman Sea. Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.
- Ikaran, M. 2010. Anidación y conservación de la tortuga laúd, *Dermochelys coriacea*, en la playa de Kingere, Gabón, África Central. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

- Instituto de Investigaciones Marinas-INVEMAR. (2002). Áreas de anidación y de alimentación de las tortugas marinas en el Caribe colombiano. Bogotá, Colombia.
- Linares-Márquez, C. 2008. Estado actual de los campamentos tortugeros como una estrategia de conservación para la tortuga marina en el Estado de Veracruz, México (Tesis de licenciatura). Universidad Veracruzana. Xalapa, 87 p.
- López-Castro, M. C., R. Carmona y W. J. Nichols. 2004. Nesting characteristics of the olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Cabo Pulmo, Southern Baja California. *Marine Biology* 145: 811-820.
- Márquez, R. 1990. FAO species catalogue. Vol.II: Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. FAO Fisheries Synopsis 2 (125): 81.
- Márquez, R. 1994. Synopsis of Biological Data on the Kemp's Ridley Turtle, *Lepidochelys kempii* (Garman, 1880). NOAA Technical Memorandum. 91 p.
- Márquez, R., M. C. Jiménez-Quiroz, C. Peñaflores-Salazar y J. Díaz-Flores. 2014. Programa Nacional de Investigación de Tortugas Marinas. Instituto Nacional de Pesca. México. Pp. 182- 47.
- Merchán, M. y A. Martínez. 1999. Tortugas de España Biología, patología y conservación de las especies ibéricas, baleares y canarias. Madrid, España: Antiquaria.
- Moncada, F., R. Cardona, y G. Nodarse. 1987. Comportamiento reproductivo de los quelonios marinos en el archipiélago cubano. Resúmenes 1^{er} Congreso de Ciencias del Mar. 58 p.
- Moncada, F., G. Nodarse, J. Azanza, Y. Medina y Y. Martín. 2011. Principales áreas de anidación de las tortugas marinas en el archipiélago cubano. Revista electrónica de la Agenda de Medio Ambiente.
- Montague, C. 1993. Ecological design of inlets in southeastern Florida: Design criteria for sea turtle nesting beaches. *Journal of Coastal Research*, Special issue (118): 267-276.
- Monzón-Argüello, J., J. Tomás, E. Naro-Maciel y A. Marco. 2011. Tortuga verde —*Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758). Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid, España.
- Mortimer, J. 1995. Factors influencing beach selection by nesting sea turtles. In: Bjorndal, K. A. (ed.). *Biology and Conservation of Sea Turtles* (pp. 45 – 51). Revised Edition. Smithsonian Institution Press.
- Packard, G. C., C. R. Tracy y J. J. Roth J. J. 1977. The physiological Ecology of Reptilian Eggs and Embryos, and the Evolution of Viviparity Within the Class Reptilia. Colorado State University. Colorado, USA.

- Pritchard, P. 2004. Estado global de las Tortugas Marinas: un análisis. Documento preparado para la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas.
- Reid, K. A., D. Margaritoulis y J. R. Speakman. 2009. Incubation temperature and energy expenditure during development in loggerhead sea turtle embryos. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Institute of Biological and Environment Sciences. Scotland.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. Norma Oficial Mexicana NOM-162- SEMARNAT-2012 para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1999. Programa nacional de protección, conservación, investigación y manejo de tortugas marinas. Instituto Nacional de Ecología. México. 72 p.
- Seminoff, J.A. 2004. *Chelonia mydas*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004.
- Silman, R., S. Trøeng y I. Vargas. 2002. Tortugas marinas. Guía educativa. Caribbean Conservation Corporation.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2014. Lista roja de la UICN de Especies Amenazadas.
- Vega, J. A. 2014. Influencia de las mareas, fases lunares y los vientos en la anidación de la Tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en Los Cabos, Baja California Sur, México. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México.
- Wilson, D. 1998. Nest-site selection: microhabitat variation and it's effects on the survival of turtles embryos. *Ecology* 79 (6): 1884-1892.
- Zavaleta, L. y J. Morales. 2013. Selección del sitio de anidación por la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en una playa del norte de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84 (3): 927-937.

2. CAPÍTULO 2

Zonas de probable interacción entre tortuga verde (*Chelonia mydas*, Linnaeus 1758) y embarcaciones en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México

Amelley H. Ramos Díaz¹, Emilio A. Suárez Domínguez^{2*}, E. Ahmed Bello Sánchez³, Pascual Linares Márquez² y Ibiza Martínez Serrano²

RESUMEN

Durante julio 2016-junio 2017 se realizaron navegaciones a través de transectos lineales dentro del polígono del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano con el objetivo de identificar las zonas de probable interacción entre la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y las embarcaciones que circulan esta área. A través de la ubicación espacial de quelonios y embarcaciones se estimó su densidad (objetos/km²) mediante un modelo espacial y se analizó el traslapeo entre ambos objetos de estudio. Las embarcaciones de tipo artesanal presentaron una mayor superposición espacial con las tortugas; no obstante, las recreativas exhiben una mayor densidad en las zonas críticas de presencia de tortugas. Se identificaron tres zonas de mayor probabilidad de interacción que comprenden: la Isla Verde y los arrecifes Cabezo y Rizo. Este escenario donde tortugas y actividades humanas se superponen enfatiza la necesidad de establecer medidas que contribuyan a la viabilidad de la población de dicha especie en esta área natural protegida. Además, es necesario continuar con estudios a largo plazo para identificar el impacto de estas actividades a nivel de salud individual y estructura poblacional, ya que han sido consideradas una fuente primaria de daños letales, subletales y declive de poblaciones de tortugas marinas a nivel mundial.

Palabras clave: amenazas, área natural protegida, pesca artesanal.

ABSTRACT

Systematic boat-based surveys were carried out from July 2016 to June 2017 following the line transect method in the Sistema Arrecifal Veracruzano National Park to identify the most susceptible areas to interact between green sea turtles (*Chelonia mydas*) and boats in this area. The spatial location of turtles and boats were registered. Subsequently, a spatial model was realized to determine their density (object per km²) and the overlap between layers generated for both study objects was evaluated. Artisanal fishing boats were found to be the most likely to overlap with turtles; however, recreational boats were most densely located in areas critical to turtles. In addition, three areas were recognized as the highest-risk interaction comprising the Isla Verde, and the Rizo and Cabezo Reefs. These data show an overlapping scenario between green turtles and boats in this natural protected area, that suggests that it is necessary to establish effective management strategies that will contribute to the conservation of this species at local instances. Long-term studies should be continued in order to identify the impact of these threats on individual health and population structure.

Keywords: Threats, natural protected area, artisanal fisheries.

¹Maestría en Ciencias Biológicas, Facultad de Biología-Xalapa, Universidad Veracruzana. Circuito Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91090, Xalapa, Veracruz, México. amelly_3236@hotmail.com

²Facultad de Biología-Xalapa, Universidad Veracruzana, Circuito Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91090, Xalapa, Veracruz, México.

³Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana. Av. Dr. Luis Castelazo, Industrial de las ánimas, CP. 91190. Xalapa, Veracruz, México.

*Autor para correspondencia: emisuaresz@uv.mx

2.1. INTRODUCCIÓN

Las tortugas marinas ocupan hábitats terrestres, oceánicos y neríticos a lo largo de su ciclo de vida (Bolten, 2003) y, en estos entornos, diversos factores tanto de origen natural como antrópico están involucrados en su supervivencia (Flint, 2013). En la actualidad, la pesca incidental es reconocida como la mayor amenaza para las tortugas marinas (Lewison y Crowder, 2007; Wallace *et al.*, 2013; Lewison *et al.*, 2014). El traslape entre las poblaciones de quelonios y el esfuerzo de pesca ha provocado que regiones como el suroeste del Atlántico, el Pacífico Oriental y el mar Mediterráneo alcancen niveles críticos de capturas de ejemplares (Lewison *et al.*, 2014). Asimismo, la captura está influenciada por el tipo de arte de pesca empleado (Bourjea *et al.*, 2008; Wallace *et al.*, 2010); de acuerdo con Wallace y colaboradores (2010), en la pesca por arrastre se capturan hasta 7.3 tortugas por cada red empleada (suroeste del Atlántico), mientras que en palangres se atrapan hasta 19.3 organismos por cada 1000 anzuelos (Pacífico Oriental) y las redes de enmalle son capaces de capturar hasta 2.2 ejemplares por cada despliegue de red (mar Mediterráneo). En cambio, en el Golfo de México el 80% de las muertes anuales de tortugas son debido a la interacción con pesquerías, especialmente con redes camaroneras, donde el 98% de la captura incidental corresponde a ejemplares de diferentes especies de quelonios y es posible que el impacto de otras artes de pesca, como las redes de enmalle, esté subestimado debido a la falta de información a través de observaciones directas (Finkbeiner *et al.*, 2011).

Además de las pesquerías, dentro de las principales causas de mortalidad de tortugas marinas, se encuentran las colisiones con embarcaciones, especialmente en áreas costeras (Chaloupka *et al.*, 2008; Sobin y Tucker, 2008; Parra *et al.*, 2011). Por ejemplo, en Australia, las interacciones entre tortugas y embarcaciones están sujetas a zonas metropolitanas donde hay niveles importantes de tránsito de botes de comercio y actividades recreativas, y el 72% de los ejemplares lesionados corresponden a organismos en etapas adultas y subadultas (Hazel y Gyuris, 2006). En las Galápagos, se ha reportado que el 59% de las interacciones ocurren durante la temporada de anidación cuando las hembras se reclutan cerca de las playas, y en zonas de forrajeo alcanzan hasta un 5% de impactos. Es decir, se ha observado que esta actividad tiene serias repercusiones sobre actividades cruciales como la reproducción y alimentación (Denkinger *et al.*, 2013). Además del tipo y tamaño de embarcación, se ha mostrado que el principal factor de riesgo es la velocidad a la que son conducidas, así como el tipo de operación, donde los motores fuera de borda representan la principal causa de heridas por colisión (Work *et al.*, 2010). Esta información ha sido corroborada a través de varamientos, la cual ha resultado útil para estimar que las lesiones traumáticas de las tortugas en su mayoría están relacionadas con las hélices o propelas de buques, botes de pesca u otro tipo de barcos (Panagopoulos *et al.*, 2003; Casale *et al.*, 2010; Flint *et al.*, 2015).

La consecuencia más evidente tanto de la pesca incidental como de las colisiones con embarcaciones es la muerte de numerosos ejemplares; no obstante, a nivel individual la interacción con botes, redes y palangres contribuye a la pérdida de salud (Snoddy *et al.*, 2009). Por ejemplo, los individuos que quedan enredados en las redes de pesca pueden presentar amputaciones, dermatitis ulcerativa y diferentes heridas, lo que facilita el desarrollo de infecciones bacterianas y provoca cambios severos a nivel interno, como la proliferación de glóbulos blancos y heterófilos en respuesta a la inflamación y los procesos infecciosos asociados (Casal y Orós, 2009). Por otro lado, derivado de la colisión con las embarcaciones, se pueden producir traumas que pueden comprometer órganos vitales como pulmones, intestinos y riñones, dificultando o inhibiendo la capacidad de obtener alimento y provocando una reducción drástica en las concentraciones de metabolitos como glucosa, colesterol, triglicéridos, así como de iones, entre otros (Casal y Orós, 2009). Los impactos en el caparazón también derivan en deformaciones de la columna vertebral como cifosis, lordosis y escoliosis, y cuando los traumas se presentan en la cabeza, conducen a daños neurológicos limitando las respuestas a estímulos externos, lo que las hace más susceptibles a la depredación, enmalles y encuentros con objetos circulantes en el mar (Oraze *et al.*, 2019).

Dado el nivel de impacto de estas actividades sobre la estructura poblacional y la condición de salud individual de las tortugas marinas, a nivel mundial se han implementado numerosas estrategias para minimizar los riesgos derivados de la pesca incidental y el tránsito marítimo (Moore *et al.*, 2009; Wang *et al.*, 2010; FAO, 2011). Estas medidas incluyen el monitoreo remoto, dispositivos excluidores de pesca incidental mediante disuasión visual, modificaciones a las artes de pesca, entre otros (Bartholomew *et al.*, 2018; Lucchetti *et al.*, 2019). En México, algunas de las estrategias que han sido implementadas son los dispositivos excluidores de tortugas marinas (DET) en las flotas camaroneras, el sistema de monitoreo de observadores a bordo, programas de monitoreo satelital de embarcaciones pesqueras (>10.3 m de eslora) y modificaciones a las artes de pesca (CIT, 2018). Estas medidas se efectúan principalmente en el océano Pacífico, en los estados de Baja California y Baja California Sur (GTC y CONABIO, 2012), y en algunas zonas del Golfo de México en Campeche, Tamaulipas y Veracruz (CIT, 2018).

El estado de Veracruz ocupa el quinto lugar nacional en importancia pesquera y es el primer productor de pesca ribereña en el Golfo de México (DOF, 2018). La zona centro del litoral veracruzano, además de ser un sitio de relevancia para diferentes especies de peces de importancia comercial (Reyna-González *et al.*, 2019), también alberga sistemas arrecifales que constituyen un sustancial reservorio de diversidad biológica (Ortiz-Lozano *et al.*, 2013). Dentro de los conjuntos arrecifales del centro del estado sobresale el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), donde la pesca y el turismo representan las principales actividades económicas de la región (Arceo *et al.*, 2010; Reyna-González, 2014; SEMARNAT y CONANP, 2017). A pesar de pertenecer al programa

nacional de Áreas Naturales Protegidas, el PNSAV está sujeto a múltiples conflictos derivados del uso intensivo por actividades humanas, siendo la pesca uno de los factores que ha presentado más dificultades para su regulación (Jiménez-Badillo y Catro-Gaspar, 2007; Reyna-González, 2014).

En el PNSAV anidan, se alimentan y/o distribuyen cinco de las seis especies de tortugas marinas reportadas en el país (SEMARNAT y CONANP, 2017), dentro de las que destaca la tortuga verde (*C. mydas*) (Martínez-Serrano *et al.*, 2017); no obstante, los trabajos sistemáticos enfocados en este grupo de vertebrados marinos son relativamente recientes (p. ej. Cerdán-Gómez, 2018; Chamlaty-Fayad, 2020; Ramos-Díaz, 2020) y los esfuerzos por documentar las interacciones entre factores humanos y la biodiversidad se han dirigido casi exclusivamente a mamíferos, especialmente toninas (*Tursiops truncatus*) (p. ej. Morteo y Hernández-Candelario, 2007; Martínez-Murrieta, 2018; Melgar, 2018). En este sentido, la identificación de amenazas es una prioridad para la planeación e implementación de políticas de conservación biológica (Hazel y Gyuris, 2006); en términos de pesca y tránsito marítimo se ha destacado la necesidad de la observación directa y el análisis espacialmente explícito a pequeña escala, para que los esquemas de gestión tengan un efecto en la reducción de las interacciones negativas entre tortugas y las actividades humanas (Lewison *et al.*, 2014). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue identificar las zonas de probable interacción entre tortugas verdes y las embarcaciones que circulan en esta área natural protegida, con el propósito de brindar una línea base para dirigir acciones de conservación que contribuyan a mejorar la viabilidad y calidad de vida de la población de tortugas presentes en aguas costeras de Veracruz, con énfasis en el PNSAV.

2.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano cuenta con una superficie de 65 mil 516-47-08.05 hectáreas y se localiza en la porción central del litoral del estado de Veracruz, frente a las costas de los municipios de Veracruz de Ignacio de la Llave, Boca del Río y Alvarado, entre las coordenadas geográficas 19° 02' 24" y 19° 16' 00" de latitud Norte y 95° 46' 19" y 96° 12' 01" de longitud Oeste (SEMARNAT y CONANP, 2017). Este conjunto de alrededor de 45 formaciones arrecifales (Liaño-Carrera *et al.*, 2019), se encuentra dividido en dos complejos separados por la desembocadura del río Jamapa (Figura 2.1), donde los arrecifes del complejo norte son más pequeños, se encuentran más próximos a la costa y presentan un grado de impactos humanos mayor respecto del complejo sur, dada su cercanía con las actividades turísticas y portuarias (Tunnell *et al.*, 2007).

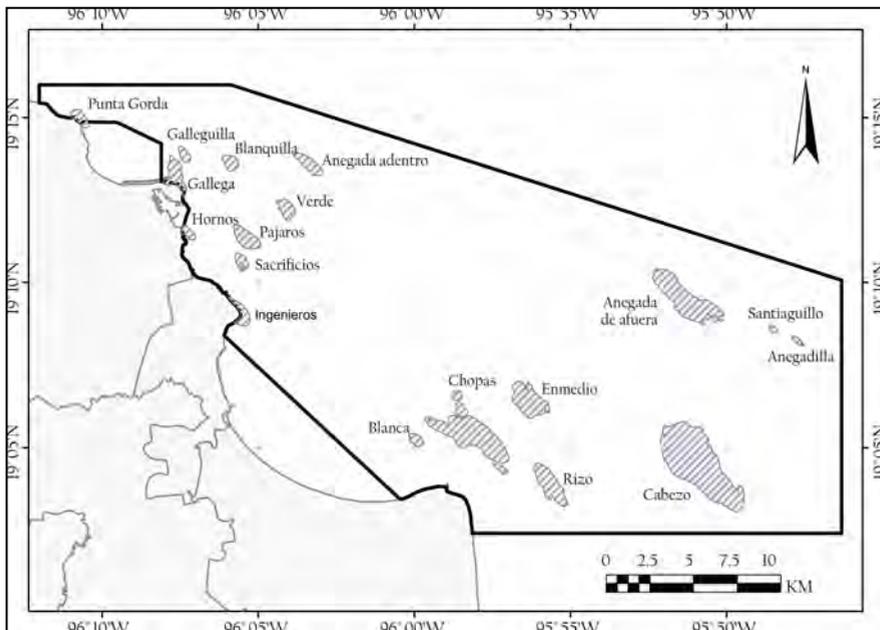


Figura 2.1. Polígono del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Esta área natural protegida se ubica en el litoral veracruzano, frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado y está constituida por dos complejos arrecifales (norte y sur).

Fuente: elaboración propia

Esta área está expuesta a huracanes, ciclones tropicales y frentes fríos (SEMARNAT y CONANP, 2017). Por otro lado, recibe las descargas de los ríos Jamapa, La Antigua y Papaloapan al centro, norte y sur respectivamente. Aunado a lo anterior, debido a su importancia económica y turística, los asentamientos humanos y las descargas de aguas residuales son un factor característico en esta zona (Pérez-España *et al.*, 2015; APIVER, 2018; Ramírez-Macías *et al.*, 2018). A pesar de ello, estos arrecifes costeros han mostrado resiliencia y destacan por su alto valor biológico al albergar más de 1200 especies de fauna, constituyéndose como el de mayor riqueza dentro del corredor arrecifal del suroeste del Golfo de México (Ortiz-Lozano *et al.*, 2013; Granados-Barba *et al.*, 2015).

Debido a su posición geográfica, el PNSAV es susceptible a contingencias tanto de origen natural como antrópico; por ejemplo, está expuesto a huracanes, ciclones tropicales y frentes fríos (SEMARNAT y CONANP, 2017). Por otro lado, recibe las descargas de los ríos Jamapa, La Antigua y Papaloapan al centro, norte y sur respectivamente. Aunado a lo anterior, debido a su importancia económica y turística, los asentamientos humanos y las descargas de aguas residuales son un factor característico en esta zona (Pérez-España *et al.*, 2015; APIVER, 2018; Ramírez-Macías *et al.*, 2018). A pesar de ello, estos arrecifes costeros han mostrado resiliencia y destacan por su alto valor biológico al albergar más de 1200 especies de fauna constituyéndose como el de mayor riqueza dentro del corredor arrecifal del suroeste del Golfo de México (Ortiz-Lozano *et al.*, 2013; Granados-Barba *et al.*, 2015).

Registro de embarcaciones y tortugas

El registro de embarcaciones y tortugas se realizó mediante el método Distance Sampling (Buckland *et al.*, 2004) para el cual se establecieron 20 transectos lineales ubicados de manera perpendicular a la costa, de tal forma que cubrieran al máximo la zona de estudio. Estos transectos fueron recorridos mensualmente durante un año (julio 2016 a junio 2017) empleando embarcaciones Argos de 9.15 metros de eslora por 2.4 metros de manga y uno o dos motores fuera de borda. Las navegaciones fueron diurnas (-8 h/día, cuatro días al mes) y cada transecto se recorrió a una velocidad entre 12 y 18 km * h⁻¹ bajo condiciones climáticas favorables (mar de fondo <2, escala Beaufort <3, cielo mayormente despejado y visibilidad >6 km). Los avistamientos de embarcaciones y tortugas se registraron desde babor y estribor (-3.5 m de altura sobre la superficie del agua). La información recolectada durante las navegaciones incluyó: la coordenada geográfica de cada avistamiento empleando un geoposicionador global (GPS Garmin 56CSx), la retícula y el ángulo de la posición de cada objeto utilizando binoculares (Bushnell Marine 13-7500 7x50); esto, para posteriormente calcular la distancia y posición real de cada objeto de estudio (Eguchi *et al.*, 2007).

Las tortugas que fueron observadas al salir a la superficie o en el fondo en zonas someras se identificaron inmediatamente, o bien, a través de reconocimiento fotográfico de acuerdo con las características diagnósticas de la especie *C. mydas* (un par de escamas prefrontales y cuatro pares de escudos laterales [Wyneken, 2001]). Las embarcaciones se clasificaron en tres tipos de acuerdo con la actividad para las que son empleadas: pesca artesanal, mercantes y recreativas.

Densidad y análisis de interacción entre embarcaciones y tortugas

Para obtener la posición geográfica real de cada objeto, primero se estimó la distancia de cada avistamiento multiplicando la distancia radial (valor de la retícula) por el seno del ángulo horizontal (Eguchi *et al.*, 2007). Posteriormente se procedió a ubicar espacialmente los objetos (embarcaciones y tortugas) en su posición real a través de la herramienta Bearing Distance to Line. La ubicación real se utilizó para estimar la densidad (objeto/km²) con la herramienta Spatial Analysis Tools y el método de densidad de Kernel (empleando un radio de un kilómetro para cada categoría de embarcaciones y tortugas, con un tamaño de celda de salida de 200 m). De acuerdo con Lazaj (2015), se realizó una reclasificación dividiendo la densidad de cada objeto en tres clases (método de Natural Breaks): baja (0), media (1) y alta (2). Para calcular el traslape entre los objetos se utilizó la calculadora ráster, multiplicando las capas de densidad de cada embarcación por la capa de tortugas, donde cada nuevo ráster arrojó cuatro clases que también se reclasificaron de 0 a 2. Después de calcular los sitios donde se superponen los objetos de estudio, se realizó una suma de capas para identificar las zonas de mayor posibilidad de interacción entre todos los objetos de estudio y se clasificó en probabilidad baja, media y alta (Lazaj, 2015). Los análisis espaciales se realizaron mediante el programa ArcGis 10.2.

Para conocer la densidad puntual de embarcaciones considerando únicamente sitios con presencia de tortugas, se extrajeron los valores de densidad de cada tipo de embarcación en las zonas coincidentes con cada avistamiento de tortuga verde empleando la herramienta *Extraction*. La normalidad de los datos se evaluó a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov; debido a que la serie de datos no mostró una distribución normal, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (dentro de rangos de chi-cuadrada). Cuando fueron detectadas diferencias, fue utilizada una prueba post hoc (prueba de Dunn) para comparaciones múltiples (Dinno, 2016). Todos los análisis se realizaron con un nivel de confianza del 95%.

2.3. RESULTADOS

Durante el periodo de julio 2016 a julio 2017 se registraron 557 tortugas verdes y 1992 embarcaciones dentro del polígono del PNSAV. De estas últimas, 1199 fueron embarcaciones de tipo artesanal, 358 mercantes y 365 de uso recreativo. Las densidades obtenidas para cada objeto (Tabla 2.1) exponen que las embarcaciones recreativas tuvieron valores más altos de densidad, seguido de las mercantes y finalmente las artesanales, mientras que las tortugas mostraron una densidad máxima de hasta 92.3 ejemplares/km² durante el año de muestreo.

Tabla 2.1. Densidad de embarcaciones y tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el Parque Nacional Sistema arrecifal Veracruzano durante el periodo julio 2016- junio 2017

Densidad (objeto/km ²)	Dieta			Tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>)
	Artesanales	Mercantes	Recreativas	
Baja	0 – 0.71	0 – 1.08	0 – 1.39	0 – 13.24
Media	0.72 – 2.66	1.09 – 4.56	1.40 – 6.66	13.25 – 46.16
Alta	2.67 – 12.12	4.56 – 14.64	6.67 – 20.21	46.17 – 92.33

Fuente: Elaboración propia

Los datos espaciales de la densidad de los objetos muestran que las embarcaciones se distribuyen a lo largo de todo el polígono (Figuras 2.2, 2.3 y 2.4). De manera específica, la pesca artesanal mostró una mayor influencia en la línea de la costa y al menos en 15 sitios que incluyen las zonas interarrecifales de Punta Gorda, Gallega, Galleguilla, Anegada de Adentro, Hornos, Isla de Sacrificios, Ingenieros, Pájaros, Chopas, Polo, Isla de Enmedio, Rizo, Cabezo, Anegada de Afuera y Anegadilla (Figura 2.2). En cuanto a las embarcaciones mercantes, los valores más altos de densidad se encontraron en el centro del polígono y se corresponden con los canales de navegación que dirigen a éstas hacia el Puerto de Veracruz (Figura 2.3). Las embarcaciones recreativas presentaron altas densidades en zonas interarrecifales de la Isla de Sacrificios, Pájaros, Isla Verde, Punta Mocambo e Isla de Enmedio (Figura 2.4), mientras que, las tortugas marinas registraron altas densidades al interior de los arrecifes Cabezo y Rizo (al sur del polígono) y una densidad media en Isla Verde al norte del polígono (Figura 2.5).

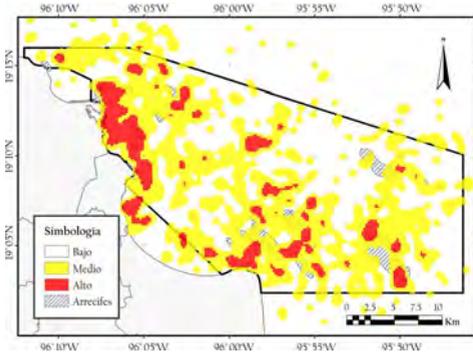


Figura 2.2. Densidad de embarcaciones de pesca artesanal en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano durante julio 2016-julio 2017.

Fuente: elaboración propia

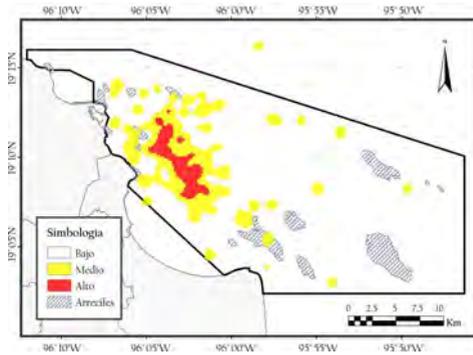


Figura 2.3. Densidad de embarcaciones mercantes en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano durante julio 2016-julio 2017.

Fuente: elaboración propia

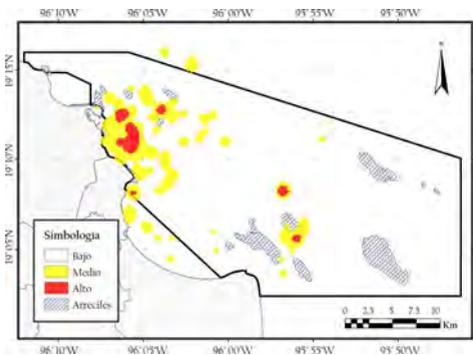


Figura 2.4. Densidad de embarcaciones recreativas en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano durante julio 2016-julio 2017.

Fuente: elaboración propia

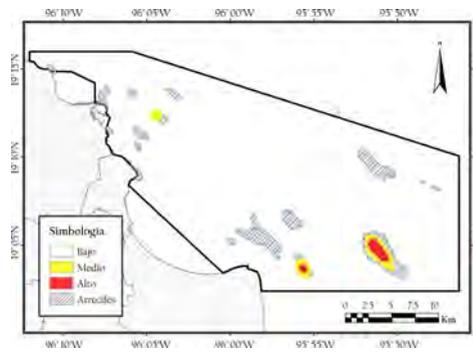


Figura 2.5. Densidad de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano durante julio 2016-julio 2017.

Fuente: elaboración propia

El análisis de superposición espacial entre tortugas y embarcaciones señaló que las zonas de mayor probabilidad de interacción con las embarcaciones de pesca artesanal fueron la zona norte y centro de Cabezo, así como el centro de Rizo al sur, observándose también una probabilidad media de interacción en la Isla Verde (Figura 2.6). Para las embarcaciones mercantes, la Isla Verde fue una zona de alta y media probabilidad (Figura 2.7), mientras que, para las embarcaciones recreativas, esta zona mostró valores de probabilidad media, siendo ésta el único sitio de contacto con tortugas (Figura 2.8). Consecuentemente, las zonas de mayor riesgo y probabilidad de interacción entre todos los tipos de embarcaciones se muestran en la Figura 2.9, donde al sumarse las capas, la Isla Verde destaca como zona de alta probabilidad, al igual que algunas partes de los arrecifes Rizo y Cabezo.

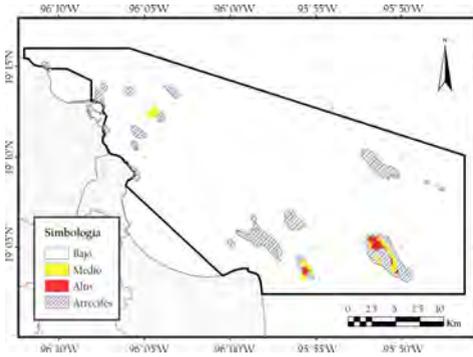


Figura 2.6. Zonas de probable interacción entre embarcaciones de pesca artesanal y ejemplares de tortuga verde (*C. mydas*) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano durante julio 2016-junio 2017.

Fuente: elaboración propia

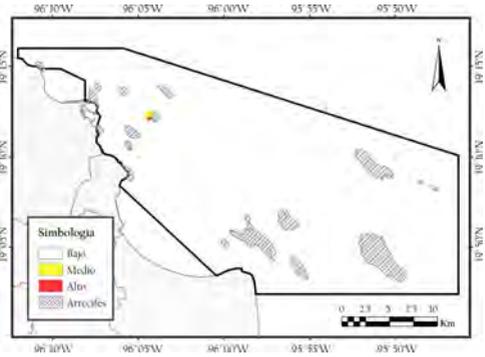


Figura 2.7. Zonas de probable interacción entre embarcaciones mercantes y ejemplares de tortuga verde (*C. mydas*) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano durante julio 2016-junio 2017.

Fuente: elaboración propia

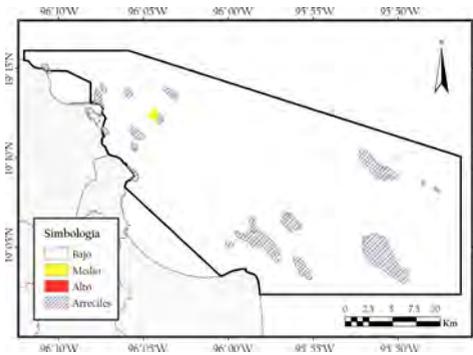


Figura 2.8. Zonas de probable interacción entre embarcaciones recreativas y ejemplares de tortuga verde (*C. mydas*) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano durante julio 2016-junio 2017.

Fuente: elaboración propia

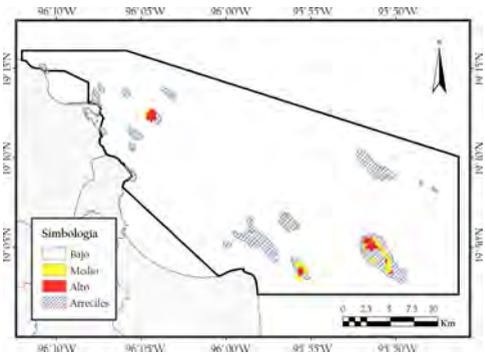


Figura 2.9. Zonas de mayor probabilidad de interacción entre embarcaciones (artesanal, mercantes y recreativas) que circulan el polígono del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y la tortuga verde (*C. mydas*) durante julio 2016-junio 2017.

Fuente: elaboración propia

Por otro lado, de los 557 registros de tortugas verdes, 299 coincidieron con la presencia de pesca artesanal, 95 con mercantes y 48 con embarcaciones recreativas; no obstante, la densidad de las embarcaciones en puntos coincidentes con quelonios fue estadísticamente diferente ($\chi^2 = 50.54$; $gl = 2$; $p < 0.001$). Observándose, así, que las embarcaciones recreativas mostraron una mayor densidad en zonas de coincidencia con tortugas (Figura 2.10).

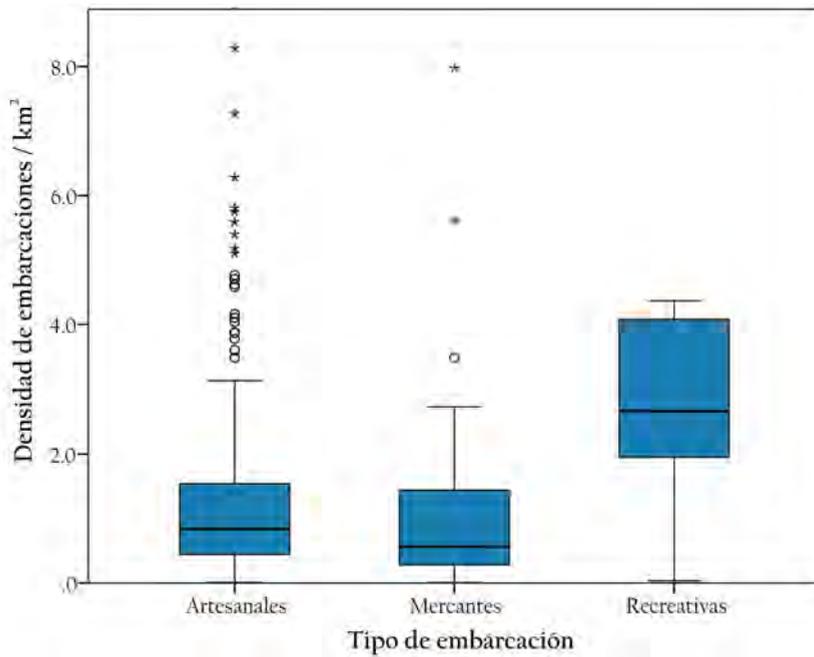


Figura 2.10. Densidad de embarcaciones en zonas coincidentes con tortuga verde (*C. mydas*) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano durante julio 2016-junio 2017.

Fuente: elaboración propia

2.4. DISCUSIÓN

Las embarcaciones de pesca artesanal se distribuyen en la mayoría de las zonas arrecifales e interarrecifales del PNSAV. Estudios previos de distribución espacial de embarcaciones pesqueras en esta ANP han reportado una mayor concentración de éstas en la desembocadura del río Jamapa (Morteo y Hernández-Candelario, 2007); no obstante, también se muestra una distribución a lo largo de toda el área. En el complejo sur, la pesca se dirigió a las estructuras arrecifales, lo cual es consistente con los antecedentes que sugieren que los arrecifes de este complejo albergan el 86% de la actividad pesquera del parque (Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007; Reyna-González, 2014).

Las zonas de mayor probabilidad de encuentro entre tortugas y la pesca artesanal estuvo limitada a los arrecifes de Rizo y Cabezo en mayor medida, siendo ambas áreas importantes de pastos marinos, principalmente *Thalassia testudinum* (Arellano-Méndez *et al.*, 2016), especie que es parte de la dieta de la tortuga verde (Bjorndal, 1980). En Brasil, se ha encontrado que las zonas de captura incidental de tortugas marinas están asociadas a áreas de forrajeo de la especie *C. mydas* (Pupo *et al.*, 2006); además, esta especie tiende a ser la más capturada en zonas cerca de la costa dadas sus preferencias de hábitat y alimentación (Bolten, 2003), con porcentajes en algunas ocasiones arriba del 80% de las capturas (Castro *et al.*, 2012; Pingo *et al.*, 2017).

Aunque los efectos de la pesca comercial han sido ampliamente estudiados, a pequeña escala generalmente se ha subestimado (Lewison *et al.*, 2014). En Nicaragua, por ejemplo, se ha reportado un promedio de más de 8 mil muertes de tortugas al año ocasionadas por la pesca artesanal no dirigida, lo que ha conducido a la reducción de las tasas de captura en años recientes (Lagueux *et al.*, 2014). En el Golfo de México, los estudios de interacciones entre actividades humanas y tortugas se han llevado a cabo en menor medida; no obstante, es conocido que en la península de Yucatán existen zonas de coincidencia espacial alta y media en áreas ampliamente utilizadas por hembras post anidadoras (Cuevas y Cuevas, 2019), a pesar de tratarse de áreas naturales protegidas, tal como el caso de este trabajo.

Aunque esta investigación no evaluó las artes de pesca empleadas por las embarcaciones en esta área, estudios previos han reportado que cerca del 50% de éstas son redes agalleras, seguido de redes camaroneras y palangres (Morteo y Hernández-Candelario, 2007). Considerando que la pesca artesanal mostró la mayor concurrencia espacial (sin contemplar la densidad) con las tortugas (299/557), es importante que las futuras investigaciones se enfoquen en identificar la distribución espacial de las artes de pesca del PNSAV, especialmente porque las artes mayormente empleadas en este sitio coinciden con las que se han identificado a nivel mundial como el principal factor de riesgo para los quelonios, con variaciones en la captura incidental desde 200 hasta más de 3000 capturas

al año (Lee, 2006; Marcovaldi *et al.*, 2005; Lewison y Crowder, 2007; Wallace *et al.*, 2010). A la vez, éstas pueden causar daños subletales que comprometen la viabilidad individual (Snoddy *et al.*, 2009). En Veracruz, los pocos informes sobre varamientos sugieren que éstos están relacionados con la interacción con la pesca y embarcaciones (PROFEPA, 2016); no obstante, estos hallazgos no han sido formalmente documentados en el PNSAV, por lo que es importante la colaboración entre instituciones e investigadores para identificar el nivel de amenaza que representan estas actividades para las tortugas que utilizan el Sistema Arrecifal Veracruzano.

A diferencia de la pesca artesanal, las embarcaciones mercantes mostraron traslape únicamente en la zona norte del PNSAV, específicamente en la Isla Verde. Esto coincide con la zona de fondeadero de las embarcaciones que se dirigen al recinto portuario (APIVER, 2015), por lo que es probable que la interacción entre tortugas no sea alarmante dada la baja o nula actividad de las embarcaciones en esta zona. No obstante, esto podría ser significativo en caso de que las tortugas se muevan entre complejos arrecifales, es decir, tendrían una mayor exposición al atravesar el parque por el canal de navegación donde circulan los buques comerciales. Por otro lado, las embarcaciones recreativas también mostraron una alta coincidencia espacial con la densidad de las tortugas en la Isla Verde, la cual es un área destinada para uso público y recreativo, de acuerdo con el plan de manejo actual (SEMARNAT y CONANP, 2017). Los arrecifes del norte han mostrado una mayor explotación para estas actividades respecto del sur (Arceo *et al.*, 2010; Reyna-González, 2014), especialmente el bajo “Cancuncito” que se ubica entre el arrecife Pájaros y la Isla Sacrificios, siendo éstos los más visitados con una presencia anual de más de 100 mil turistas (SEMARNAT y CONANP, 2017) y donde también se encontraron altas densidades de embarcaciones de turismo o privadas (recreativas), aunque sin traslaparse con las tortugas.

Aunque a nivel espacial se observa una mayor interacción entre tortugas y embarcaciones de pesca artesanal (299/557) respecto de las recreativas (48/557), estas últimas mostraron una mayor densidad en puntos de traslape con tortugas. En las Galápagos, el tránsito de embarcaciones de turismo representa una amenaza seria para las tortugas marinas, encontrando que hasta el 20% de las lesiones son provocadas por colisiones con los botes (Denkinger *et al.*, 2013). En el PNSAV se han registrado algunas tortugas con cicatrices o lesiones provocadas posiblemente por la interacción con propelas (Ramos-Díaz, 2020); aunque afortunadamente estas afectaciones físicas no mostraron evidencia de intervenir en el comportamiento de las tortugas, es posible que haya más individuos lesionados que sí presenten alguna complicación física derivada de traumas o heridas por un golpe con una embarcación, especialmente porque el mayor número de varamientos corresponden a esta especie (Carvajal, 2009) y se han relacionado con embarcaciones (PROFEPA, 2016).

De manera general, se identificaron tres áreas de mayor probabilidad de interacción entre las tortugas y embarcaciones. En el complejo norte resaltó la Isla Verde, siendo ésta un área donde convergen los tres tipos de embarcaciones analizadas en este estudio. Este área también ha sido sugerida como sitio de interacción con toninas (*Tursiops truncatus*), dado que son zonas de probable alimentación y convergen con la explotación turística en el PNSAV (Martínez-Murrieta, 2018; Melgar, 2018).

Esta información debe considerarse prioritaria en propuestas de uso y manejo del área como previamente se han realizado, incluyendo diferentes taxa, así como actividades económicas y sociales del parque (Reyna-González, 2014). En el sur del parque, los arrecifes Rizo y Cabezo son las zonas más relevantes donde las tortugas concuerdan con la pesca artesanal; previamente, ya se ha discutido la importancia para la conservación del arrecife Cabezo (Reyna-González, 2014), y recientemente se ha identificado como una zona de probable alimentación para juveniles de tortuga verde (Ramos-Díaz, 2020). Además, en esta misma zona se han registrado ejemplares con evidencia física de interacción con actividades humanas (Ramos-Díaz, 2020), por lo que el monitoreo continuo del estado físico de los ejemplares debe considerarse prioridad.

En el PNSAV, la abundancia relativa es mayor en juveniles en comparación a otras etapas de vida, especialmente en el complejo sur (Cerdán-Gómez, 2018). Aunque previamente se ha informado sobre la presencia de juveniles, subadultos y adultos en el PNSAV (SEMARNAT, 2018), no existe información poblacional obtenida de manera sistemática, por lo que resulta complicado deducir si estos valores son normales o fluctúan incluso, conforme otras zonas aledañas ya que la mayoría de los estudios en Veracruz y otros estados del Golfo de México se han enfocado en playas de anidación (p. ej. Cuevas-Flores *et al.*, 2010; PNAA, 2011; Apan *et al.*, 2016; Cuevas-Flores *et al.*, 2019). Además, es conocido que frente a la costa de Veracruz se sitúan algunas áreas de forrajeo para *C. mydas* (SEMARNAT, 2018), por lo que esta información es complementaria y brinda oportunidad para futuras preguntas de investigación acerca de la estructura poblacional y el uso de hábitat de esta especie en el Sistema Arrecifal Veracruzano.

En diversas poblaciones se ha identificado que la velocidad de las embarcaciones es un factor de riesgo para que ocurra una colisión con la fauna (Hazel *et al.*, 2007; Vanderlaan y Taggart, 2007) y se han implementado o propuesto rutas de circulación obligatorias e incluso restricción de acceso y velocidad espacial y temporal (Preen, 2001; Hazel *et al.*, 2007), ya que, además de efectos mortales y subletales, la presencia de embarcaciones tiene otros impactos negativos por el ruido que producen (Samuel *et al.*, 2005).

El programa de manejo del PNSAV cuenta con múltiples medidas para propiciar un buen uso del área (SEMARNAT y CONANP, 2017), por ejemplo, las restricciones de velocidad únicamente aplican para los prestadores de servicios como los paseos turísticos, dejando de lado las embarcaciones privadas, artesanales y de otro tipo. Por lo tanto, los datos

proporcionados a través de este estudio sirven como base para generar propuestas para el uso adecuado de esta área natural protegida.

2.5. CONCLUSIÓN

Estos resultados sugieren la posibilidad de que las tortugas marinas puedan verse afectadas por la presencia de embarcaciones de tipo artesanal, mercantes y recreativas en las áreas críticas para la tortuga verde identificadas en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

Esta es la primera aproximación sobre la interacción entre actividades humanas y tortugas marinas en las aguas de esta área natural protegida, y debe considerarse información sustancial para el desarrollo de estrategias de conservación en este sitio. Se sugiere implementar medidas regulatorias sobre el uso y tránsito marítimo en la zona, así como complementar esta información con estudios que incluyan a detalle los tipos de artes de pesca empleados, los tipos de operación de las embarcaciones, si existe variación estacional e incluso variables biológicas como distribución, ámbito hogareño, monitoreos acústicos y aspectos comportamentales de los ejemplares de tortugas ante la presencia de embarcaciones.

Agradecimientos

Al proyecto de colaboración entre la Universidad Veracruzana (UV) y la Administración Portuaria Integral de Veracruz (APIVER) “Programa de monitoreo biológico basado en especies indicadoras de integridad ecológica en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano” con número de folios API-GI-CS-62601-054-16 Y API-GI-CS62601-071-18.

2.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Administración Portuaria Integral de Veracruz (APIVER). 2015. Reglas de operación del puerto de Veracruz. Consultado en: www.puertodeveracruz.com.mx > Reglas-Operacion-2014-2015 408 p.

Administración Portuaria Integral de Veracruz (APIVER). 2018. Quiénes somos. Consultado en: www.puertodeveracruz.com.mx/wordpress/quienes-somos/.

Apan, E. B., P. Linares y C. C. Acosta. 2016. Dinámica poblacional y manejo de tortugas marinas (*Chelonia mydas* y *Lepidochelys kempii*) en Santander, Veracruz, México. Monografías de la Asociación Chelonia. Asociación Chelonia. Madrid. España. 72 p.

Arceo, P., J. Bello-Pineda, H. Pérez-España, A. Granados-Barba, D. Salas-Monreal y L. Ortíz-Lozano. 2010. Economic evaluation of fisheries and tourist services of the Veracruz Reef System National Park, Mexico: a spatial approach. In: Laloë F y C Chaboud. Proceedings of the 15th Biennial Conference of the International Institute of Fisheries Economics y Trade (IIFET). Economics of fish resources and aquatic ecosystems: balancing uses, balancing costs. July 13-16 2010. Montpellier, France. 10 p.

Arellano-Méndez, L. U., J. Bello-Pineda, J. A. Aké-Castillo, H. Pérez y L. Martínez-Cárdenas. 2016. Distribución espacial y estructura morfométrica de las praderas de *Thalassia testudinum* (Hydrocharitaceae) en dos arrecifes del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México. Revista de Biología Tropical 64 (2): 427-448.

Bartholomew, D. C., J. C. Mangel, J. Alfaro-Shigueto, S. Pingo, A. Jiménez y B. J. Godley. 2018. Remote Electronic Monitoring as a Potential Alternative to On-Board Observers in Small-Scale Fisheries. Biological Conservation 219: 35-45.

Bjorndal, K. A. 1980. Nutrition and grazing behavior of the green turtle, *Chelonia mydas*. Marine Biology 56: 147-154.

Bolten A. B. 2003. Variation in sea turtle life history patterns: Neritic vs. Oceanic developmental stages. In: Lutz, P.L., Musick, J.A. y Wyneken, J. (eds.). The Biology of Sea Turtles Volume II (pp. 243-258). CRC Press. Washington. D.C. Estados Unidos .

Bourjea, J., R. Nel, N. S. Jiddawi, M. S. Koonjul, y G. Bianchi. 2008. Sea Turtle Bycatch in the West Indian Ocean: Review, Recommendations and Research Priorities. Western Indian Ocean Journal of Marine Science 7 (2): 137-150.

Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, J. L. Laake, D. L. Borchers, D. L. y L. Thomas. 2004. Advanced Distance Sampling, Estimating abundance of biological population. Oxford, University. 413 p.

Casal, A. B. y J. Oros. 2009. Plasma Biochemistry and Haematology Values in Juvenile Loggerhead Sea Turtles Undergoing Rehabilitation. *Veterinary Record* 164 (21): 663–665.

Casale, P., M. Affronte, G. Insacco, D. Freggi, C. Vallini, P. Pino d'Astore, R. Basso, G. Paolillo, G. Abbate, y R. Argano. 2010. Sea Turtle Strandings Reveal High Anthropogenic Mortality in Italian Waters. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20 (6): 611-620.

Carvajal, H. E. 2009. La conservación de las tortugas marinas en el estado de Veracruz. En: Sarti L., A. Barragán y C. Aguilar (Eds). *Memorias de la Reunión Nacional sobre Conservación de Tortugas Marinas*. Veracruz, Veracruz. 25-28 de noviembre de 2007 (pp. 129). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT. México.

Castro, J., J. de la Cruz, P. Ramírez y J. Quiñones. 2012. Captura incidental de tortugas marinas durante El Niño 1997 1998, en el norte del Perú. *Latin American Journal of Aquatic Research* 40 (4): 970-979.

Cerdán-Gómez, N. 2018. Densidad poblacional de tortuga verde (*Chelonia mydas*, Linnaeus, 1758) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. (Trabajo de pregrado, Licenciatura en Biología). Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. 60 p.

Chaloupka M., T. M. Work, G. H. Balazs, S. K. K. Murakawa y R. A. H. Morris, 2008. Cause-specific temporal and spatial trends in green sea turtle strandings in the Hawaiian Archipelago (1982-2003). *Marine Biology* 154: 887-898.

Chamlaty-Fayad, Y. E. 2020. Influencia de factores oceanográficos en la distribución y densidad de *Chelonia mydas* en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México. (Tesis de Maestría, Maestría en Ciencias Biológicas). Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. 98 p.

Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT). 2019. México, Informe Anual. Consultado en: <http://www.iacseaturtle.org/> 85 p.

Cuevas-Flores E., G. J. González, C. A. Segovia y J. Sosa-Escalante. 2010. Tortugas marinas: poblaciones y hábitats críticos. En: Durán R. y M. Méndez (Eds). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán* (pp. 262-264). CICY, PPD-FMAN, CONABIO, SEDUMA. México.

Cuevas M. V. y E. Cuevas. 2019. Hábitats críticos de tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y carey (*Eretmochelys imbricata*) en la Península de Yucatán y su coincidencia espacial con zonas de pesca artesanal. En: Cuevas-Flores, E. A., V. Guzmán-Hernández, J. J. Guerra-Santos y G.A. Rivas-Hernández (Eds). *El Uso del Conocimiento de las Tortugas Marinas como herramienta para la restauración de sus poblaciones y hábitats asociados México* (pp. 294). Universidad Autónoma del Carmen. Ciudad del Carmen. México.

Denkinger J., M. Parra, J. P. Muñoz, C. Carrasco, J. C. Murillo, E. Espinosa, F. Rubianes y V. Koch. 2013. Are boat strikes a threat to sea turtles in the Galapagos Marine Reserve. *Ocean and Coastal Management* 80: 29-35.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2018. ACUERDO por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. Consultado en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5525712&fecha=11/06/2018.

Dinno, A. 2016. Dunn test: Dunn's Test of Multiple Comparisons Using Rank Sums. R package version 1.3.2. Consultado en: <http://CRAN.R-project.org/package=dunn.test>.

Eguchi, T., T. Gerrodette, R. Pitman, J. Seminoff y P. Dutton. 2007. At-Sea Density and Abundance Estimates of the Olive Ridley Turtle *Lepidochelys olivacea* in the Eastern Tropical Pacific. *Endangered Species Research* 3: 191-203.

Finkbeiner, E. M., B. P. Wallace, J. E. Moore, R. L. Lewison, L. B. Crowder y J. A. Read. 2011. Cumulative Estimates of Sea Turtle Bycatch and Mortality in USA Fisheries between 1990 and 2007. *Biological Conservation* 144 (11): 2719-2727.

Flint M. 2013. Free-Ranging Sea Turtle Health. In: Wyneken J., K.J. Lohmann y J.A. Musick (Eds). *The Biology of Sea Turtles Volume III* (pp. 379-398). CRC Press Taylor and Francis Group. Boca Raton, Florida. USA.

Flint M., P. A. Eden, C. J. Limpus, H. Owen, C. Gaus y P. C. Mills. 2015. Clinical and pathological findings in green turtles (*Chelonia mydas*) from Gladstone, Queensland: Investigations of a stranding epidemic. *EcoHealth* 12: 298-309.

Granados-Barba A., L. D. Ortiz-Lozano, D. Salas-Monreal y C. González-Gándara. 2015. Aportes al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano: hacia el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México (pp. 366). Universidad Autónoma de Campeche. México.

Grupo Tortuguero de las Californias (GTC) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. "Propuesta integral para la conservación y protección de la tortuga caguama del Pacífico (*Caretta caretta*) dentro de su hábitat crítico de alimentación y desarrollo en Golfo de Ulloa, Baja California Sur. Consultado en: http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/HQ003_Anexo1_Propuesta_Plan_Prot.pdf.

Jiménez-Badillo, M.L. y L. G. Castro-Gaspar. 2007. Pesca Artesanal en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México. En: Granados-Barba, A., L. Abarca-Arenas y J. Vargas-Hernández (Eds.). *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano* (pp. 221-240). Universidad Autónoma de Campeche, Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México. Campeche, México.

Hazel, J. y E. Gyuris. 2006. Vessel-Related Mortality of Sea Turtles in Queensland, Australia. *Wildlife Research* 33 (2): 149-154.

Hazel, J., Lawler, I. R., Marsh, H., y Robson, S. 2007. Vessel speed increases collision risk for the green turtle *Chelonia mydas*. *Endangered Species Research* 3 (2): 105-113.

Lagueux, C. J., C. L. Campbell y S. Strindberg. 2014. Artisanal Green Turtle, *Chelonia mydas*, Fishery of Caribbean Nicaragua: I. Catch Rates and Trends, 1991–2011. *PLoS ONE* 9 (4): e94667.

Lazaj, L. 2015. Mapping Mammals and Turtles Risk from maritime traffic/ oil activities and seaports in Adriatic Sea using geographic information System (QGis, ArcGis) (pp.14). Mediterranean Agronomic Institute of Chania. Geographical Information Systems Department. Chania. Grecia.

Lee, L. L. 2006. Assessment of incidental sea turtle catch in the artisanal gillnet fishery in Trinidad and Tobago, West Indies. *Applied Herpetology* 3 (4): 357-368.

Lewis R. y L. B. Crowder. 2007. Putting longline bycatch of sea turtles into perspective. *Conservation Biology* 21 (1): 79-86.

Lewis R., L. B. Crowder, B.P. Wallace, J. E. Moore, T. Cox, R. Zydelski, S. McDonald, A. DiMatteo, D. C. Dunn, C. Y. Kot, R. Bjorkland, S. Kelez, C. Soykan, K. R. Stewart, M. Sims, A. Boustany, J. A. Read, P. Halpin, W. J. Nichols y C. Safina. 2014. Global patterns of marine mammal, seabird, and sea turtle bycatch reveal taxa-specific and cumulative megafauna hotspots. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. PNAS 111 (14): 5271-5276.

Liaño-Carrera F., T. Camarena-Luhers, A. Gómez-Barrero, F. J. Martos-Fernández J. I. Ramírez-Macías y D. Salas-Monreal. 2019. New coral reef structures in a tropical coral reef system. *Latin American Journal of Aquatic Research* 47 (2): 270-281.

Lucchetti, A., G. Bargione, A. Petetta, C. Vasapollo y M. Virgili. 2019. Reducing Sea Turtle Bycatch in the Mediterranean Mixed Demersal Fisheries. *Frontiers in Marine Sciences* 6: 387.

Marcovaldi, N. 2005. The leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) in Brazil. Atlantic leatherback strategy retreat. Caribbean Conservation Corporation, Gainesville, Florida. Consultado en: <http://www.cccturtle.org/pdf/presentations/MarcovaldiPresentation.pdf>

Martínez-Murrieta, Y.I. 2018. Efecto de embarcaciones en la densidad de tonina (*Tursiops truncatus*) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México. (Trabajo de pregrado, Licenciatura en Biología). Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. 57 p.

Martínez-Serrano, I., E.A. Suárez-Domínguez, E.A. Bello-Sánchez, J. Cobos-Silva, A.H. Ramos-Díaz, M. L. Robledo-Catalina, J. J. Mazaba-Lara y Y. E. Chamlaty-Fayad, Y. E. 2017. Informe Anual 2017. Proyecto Monitoreo Biológico Basado en Especies Indicadoras de Integridad Ecológica en el PNSAV. Universidad Veracruzana. Administración Portuaria Integral de Veracruz.

Melgar, M. N.M. 2018. Riesgo de colisión del tursión (*Tursiops truncatus* Montagu 1854), con embarcaciones mercantes en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México. (Trabajo de pregrado, Licenciatura en Biología). Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. 73 p.

Moore, J. E. B., P. Wallace, L. R. Lewison, R. Žydelis, T. M. Cox y L. B. Crowder. 2009. A Review of Marine Mammal, Sea Turtle and Seabird Bycatch in USA Fisheries and the Role of Policy in Shaping Management. *Marine Policy* 33 (3): 435–451.

Morteo E. e I. Hernández-Candelario. 2007. Resultados preliminares sobre la relación entre delfines *Tursiops truncatus*, embarcaciones y artes de pesca en el Sistema Arrecifal Veracruzano. En: Granados-Barba A., L. G. A. Abarca y J. M. H. Vargas (Eds). Investigaciones científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano (pp. 241-256). Universidad Autónoma de Campeche. Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México. Campeche. México.

Oraze, J. S., E. Beltran, S. M. Thornton, M. Gumpenberger, R. Weller y M. Biggi. 2019. Neurologic and computed tomography findings in sea turtles with history of traumatic injury. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 50 (2): 350.

Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2011. Directrices para reducir la mortalidad de las tortugas marinas en las operaciones de pesca (pp. 144). Departamento de Pesca y Acuicultura (FAO). Roma.

Ortiz-Lozano, L., H. Pérez-España, A. Granados-Barba, C. González-Gándara, A. Gutiérrez-Velázquez y J. Martos. 2013. The reef corridor of the southwest Gulf of Mexico: challenges for its management and conservation. *Ocean and Coastal Management* 86: 22-32.

Panagopoulos, D., E. Sofouli, K. Teneketzis y D. Margaritoulis. 2003. Stranding data as an indicator of fisheries induced mortality of sea turtles in Greece. In: Margaritoulis, D. y Demetropoulos, A. (Eds.) Proceedings of the First Mediterranean Conference on Marine Turtles. (202-206 pp.). Barcelona Convention—Bern Convention—Bonn Convention (CMS): Nicosia, Cyprus.

Parra, M., S. L. Deem y E. Espinoza. 2011. Green Turtle (*Chelonia mydas*) Mortality in the Galápagos Islands, Ecuador During the 2009 – 2010 Nesting Season. *Marine Turtle Newsletter* 130: 10-15.

Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA). 2011. Conservación y protección de la Tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, Yucatán. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Consultado en la web. Fecha de consulta: 22 de marzo del 2022.

Pérez-España H., J. Bello-Pineda, P. Ávila-Santiago, P. Berumen-Solorzano, S. Melo-Merino, R.R. Flores-Arévalo, J. Santander-Monsalvo, R.S. Gómez-Villada, M.A. Román-Vives, C. Ruíz-Lozano, M. Alvarado-Tejeda, A. A. Roldán-Ubando y A. Cabrera-Valenzuela. 2015. Monitoreo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano: Segunda Etapa. Universidad Veracruzana, Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto GM004, México D. F. 97 p. Consultado en la web. Fecha de consulta: 22 de marzo de 2022.

Pingo, S., A. Jiménez, J. Alfaro, y J. Mangel. 2017. Incidental Capture of Sea Turtles in the Artisanal Gillnet Fishery in Sechura Bay, Northern Peru. *Latin American Journal Of Aquatic Research* 45 (3): 606–614.

Preen, T. 2001. Great Barrier Reef Marine Park Authority. Dugongs, Boats, Dolphins and Turtles in the Townsville-Cardwell Region and Recommendations for a Boat Traffic Management Plan for the Hinchinbrook Dugong Protection Area. Great Barrier Reef Marine Park Authority. Townsville. Australia. 91 p.

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). 2016. Atiende PROFEPA varamiento de dos tortugas muertas en playas de Veracruz. Consultado en: www.gob.mx/profepa/prensa

Pupo, M. M., J. M. R. Soto y N. Hanazaki. 2006. Incidental catch of marine turtles by the artisanal fisheries on Santa Catarina Island, Brazil. *Biotemas* 19: 63-72.

Ramírez-Macías, J. I., F. Liaño-Carrera, T. Camarena-Luhrs, A. E. Gómez-Barrero y D. Salas-Monreal. 2018. Environmental monitoring and management during the construction dredging for the first stage of the new port of Veracruz, Mexico (pp. 452-453). *Dredging Summit and Expo 2018 Proceedings*. Consultado en la web. Fecha de consulta: 22 marzo 2022.

Ramos-Díaz, A. H. 2020. Efecto del estado físico y la temporalidad climática sobre la bioquímica clínica de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el arrecife Cabezo, Veracruz. (Tesis de Maestría, Maestría en Ciencias Biológicas). Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. 102 p.

Reyna-González, P. C., E. Romero-Hernández y J. A. Lorenzo-Rosas. 2019. Comportamiento espacial de la pesca artesanal en el litoral de Veracruz, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 54 (2): 180-193.

Reyna-González P. C. 2014. Modelo de soporte para la toma de decisiones en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. (Tesis doctoral, Doctorado en Ecología y Pesquerías). Universidad Veracruzana, Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías. Boca del Río. 152 p.

Samuel, Y., S. J. Morreale, C. W. Clark, C. Greene y M. E. Richmond. 2005. Underwater, Low-Frequency Noise in a Coastal Sea Turtle Habitat. *The Journal of the Acoustical Society of America* 117 (3): 1465–1472.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2017. Programa de Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. SEMARNAT/CONANP. Ciudad de México. México. 352 p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2018. Programa de Acción para la Conservación de la Especie Tortuga Verde/Negra (*Chelonia mydas*). SEMARNAT/ CONANP. Ciudad de México. México. 62 p.

Snoddy, J. E., M. Landon, G. Blanvillain y A. Southwood. 2009. Blood Biochemistry of Sea Turtles Captured in Gillnets in the Lower Cape Fear River, North Carolina, USA. *Journal of Wildlife Management* 73 (8): 1394–1401.

Sobin, J. M. y T. D. Tucker. 2008. Diving Behavior of Female Loggerhead Turtles (*Caretta caretta*) during Their Internesting Interval and an Evaluation of the Risk of Boat Strikes. *OCEANS/IEEE*: 1-10.

Tunnell Jr., J. W., N. Barrera, C. R. Beaver, J. Davidson y J. E. Vega. 2007. Checklist of the Biota Associated with Southern Gulf of Mexico Coral Reefs and Coral Reef Islands. Gulf Base/Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, Texas A&M University-Corpus Christi, Corpus Christi, Texas. Base de datos en línea en: www.gulfbase.org.

Vanderlaan, A. S. M. y C. T. Taggart. 2007. Vessel collisions with whales: the probability of lethal injury based on vessel speed. *Marine Mammal Science* 23 (1): 144–156.

Wallace, B. P., C. Y. Kot, A. D. DiMatteo, T. Lee, L. B. Crowder y R. L. Lewison. 2013. Impacts of Fisheries Bycatch on Marine Turtle Populations Worldwide: Toward Conservation and Research Priorities. *Ecosphere* 4 (3): 40.

Wallace, B. P., R. L. Lewison, S. L. McDonald, R. K. McDonald, C. Y. Kot, S. Kelez, R. K. Bjorkland, E. M. Finkbeiner, S. Helmbrecht y L.B. Crowder. 2010. Global Patterns of Marine Turtle Bycatch: Global Patterns of Marine Turtle Bycatch. *Conservation Letters* 3 (3): 131–142.

Wang, J. H., S. Fisler y Y. Swimmer. 2010. Developing visual deterrents to reduce sea turtle bycatch in gill net fisheries. *Marine Ecology Progress Series* 408: 241–250.

Work, P. A., A.L. Sapp, D. W. Scott y M. G. Dodd. 2010. Influence of Small Vessel Operation and Propulsion System on Loggerhead Sea Turtle Injuries. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 393 (1–2): 168–175.

Wyneken, J. 2001. The anatomy of sea turtles. Miami, Florida: National Oceanic and Atmospheric Administration. U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470. 178 p.

3. CAPÍTULO 3

Hongos macromicetos de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia de la región de Apazapan, Veracruz, México

Elideth Díaz Acosta¹, Salvador Guzmán Guzmán¹ y Luis Pacheco-Cobos¹

RESUMEN

Durante millones de años los hongos han desarrollado características que ayudan a sostener los ecosistemas. Los hongos crean redes con los árboles, protegiéndolos de amenazas a cambio de nutrientes, degradan los residuos orgánicos y se encuentran en prácticamente cualquier lugar. Sin embargo, en Veracruz poco se conoce acerca de los hongos de selvas tropicales. Las selvas veracruzanas han sufrido serias amenazas en los últimos años, lo que significa una amenaza para los hongos tropicales. Se realizaron 16 muestreos entre la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia, en Apazapan, Veracruz, durante agosto 2019 y febrero 2020. Se colectaron 189 especímenes de macromicetos y se determinaron 55 especies pertenecientes a Ascomycota (5), Basidiomycota (47) y Myxomycota (3, Reino Protista). Se proporcionan imágenes de los hongos en un anexo. Se analiza y describe la distribución de especies por tipo de vegetación. El número de especies registrado, en áreas relativamente pequeñas, muestra que existe una importante riqueza de macromicetos. Sin embargo, se requiere un esfuerzo de muestreo mayor para estimar mejor al total de especies presentes en estas selvas de Veracruz.

Palabras clave: bosques tropicales, riqueza de especies, distribución de especies.

ABSTRACT

For millions of years, fungi have performed deeds that help sustain ecosystems. Fungi create networks with trees, protecting them from threats in exchange for nutrients, degrade organic waste, and are found practically anywhere. However, little is known about the fungi present in Veracruz's tropical forests. Such forests have encountered serious threats in recent years, which means a threat to tropical fungi. We conducted 16 samplings between low deciduous and medium deciduous forests, in Apazapan, Veracruz, from August 2019 to February 2020. We collected 189 specimens of macromycetes, belonging to 55 species and distributed in the following Divisions: Ascomycota (5), Basidiomycota (47), and Myxomycota (3, Kingdom Protista). We provide images of mushrooms in a supplemental section. The distribution of species by type of vegetation is analyzed and described. The number of species registered, in relatively small areas, shows that there is an important richness of macromycetes. However, a greater sampling effort is required to better estimate the total number of species present in these forests of Veracruz.

Keywords: tropical forests, species' richness, species' distribution.

¹ Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91090, Xalapa, Veracruz, México

* Autor para correspondencia: luipacheco@uv.mx

3.1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la biodiversidad de México ha sido considerado por instituciones académicas nacionales y del extranjero como una de las grandes prioridades de la investigación científica. Las razones se basan principalmente en el hecho de que México es uno de los megacentros de la biodiversidad del mundo y también de las regiones geográficas que tiene los índices más altos de transformación en sus ecosistemas. La acelerada deforestación del país ha sido causa de gran preocupación para los investigadores, ya que los ecosistemas están siendo devastados sin haber tenido la oportunidad de estudiarlos. El estudio comparativo de la biodiversidad entre ecosistemas y los resultantes de la perturbación es un tema importante al que no se le ha dado suficiente atención (Gómez-Pompa, 2000).

La diversidad fúngica en México es alta debido a la posición biogeográfica ubicada entre las regiones neártica y la neotropical. Además, su intrincada orografía favorece una gran variedad de climas lo que provoca el complejo mosaico vegetal que cubre el territorio nacional. Según Mittermeier, en 1988, la biodiversidad de México ocupa el quinto lugar a nivel mundial. Guzmán, en 1994, mostró que la vegetación tropical, incluyendo la subtropical, es la más rica en especies fúngicas (citado en Guzmán, 1995).

En México se conoce poco acerca de la diversidad fúngica en contraste con la inmensa riqueza que crece en el país y con el fuerte desarrollo de la micología mexicana (Guzmán, 1998; Aguirre-Acosta *et al.*, 2014). Los macromicetos tropicales mexicanos se conocen menos que los de las regiones templadas, a pesar de que la diversidad es mayor en los trópicos (Hawksworth, 1993; Guzmán *et al.*, 1997; Guzmán, 1998, 2000).

Las selvas tropicales que caracterizan a Veracruz casi han desaparecido, sustituidas en su mayor parte por pastizales. No obstante, aún quedan algunos remanentes de estas comunidades en varios sitios del estado. Tanto la Selva Baja Caducifolia (SBC) como la Cediana SubCaducifolia (SMSC) son las mejor desarrolladas, con elementos viejos que quizás alcancen los 200 años, apreciado en los diámetros de los troncos de varios de los elementos florísticos primarios que la constituyen (Moreno-Casasola, 2006).

En el presente trabajo se discuten los hongos encontrados en la zona de Apazapan, Veracruz, específicamente en sus alrededores, donde se puede encontrar selva baja y media. Estas áreas han sido utilizadas para cultivos agrícolas y para la recreación y se encuentran con algún grado de perturbación. En unos fragmentos de estas selvas, se evaluó la riqueza fúngica identificando los macromicetos que en ellos habitan, siendo de gran importancia, a comparación de los bosques templados; son pocos los estudios que se han realizado en bosques tropicales, a pesar de que se ha sostenido que éstos últimos ecosistemas albergan una gran riqueza de especies fúngicas (Hawksworth, 1993). El

principal objetivo de este trabajo fue conocer la riqueza de macromicetos en la selva baja y mediana.

Importancia biológica de los hongos

Los hongos se consideran “héroes” debido a que desde los inicios de la vida han realizado gestas heroicas que ayudaron a la evolución de las plantas, la alimentación de los animales, el reciclaje de compuestos en diversos ecosistemas y a la prosperidad humana (Cuevas-Moreno, 2016). La diversidad fúngica del planeta se estima en 1.5 millones de especies (Hawksworth, 2004). De esta variedad, se han descrito aproximadamente el 5% (Mueller y Schmit, 2007).

En la actualidad los macromicetos desempeñan un papel importante en el equilibrio ecológico de la naturaleza, pues forman relaciones micorrízicas con algunas especies de árboles, así como se encargan de la descomposición de la materia orgánica en los bosques (Boa, 2005). En el caso de los macromicetos, la mayor parte de las especies identificadas en las micorrizas pertenecen al Phylum Basidiomycota, mientras que en casos más excepcionales se observan integrantes de Ascomycota (Álvarez y Naranjo, 2003).

Importancia de la Selva Baja Caducifolia y Mediana Subcaducifolia en Veracruz

La SBC se localiza principalmente en el centro y norte del estado de Veracruz, principalmente en paisajes con altitudes de 50 a 900 msnm. Fisonómicamente, se caracterizan por tener componentes arbóreos bajos, generalmente de 6-12 m, y por la pérdida del follaje durante la época seca, que puede durar más de 6 meses (Gómez-Pompa, 1977), en contraste con la época lluviosa, cuando se cubre de verde. Está mejor representado en la Sierra de Manuel Díaz (Acosta, 1986), en los alrededores de Jalcomulco (Castillo-Campos, 1995) y en la cuenca media alta del río Actopan. Esta selva es una de las comunidades vegetales más diversas en especies primarias, además de ser más tolerantes a la perturbación y a los cambios ambientales; sin embargo, está altamente amenazado por el cambio de uso del suelo y porque no existen áreas naturales protegidas donde este tipo de vegetación esté representado (CONABIO, 2011).

En Veracruz, la SMSC está caracterizada por un estrato arbóreo cerrado de 12 a 20 m de alto, un estrato arbóreo medio abierto de 6 a 11 m, y uno arbustivo de 1 a 5 m, un estrato herbáceo escaso, y el suelo cubierto de mantillo. En el centro de Veracruz se encuentra en los climas semicálidos húmedos y cálidos subhúmedos. Desde el punto de vista fisonómico, la característica distintiva más importante, es que más de la mitad y, a veces,

tres cuartas partes de los árboles altos de esta selva pierden completamente sus hojas en la época de sequía (Miranda y Hernández, 1963). En áreas más inaccesibles, el bosque tropical subcaducifolio constituye una de las comunidades vegetales mejor conservadas; generalmente presenta un estrato herbáceo poco diverso, dominando el estrato arbóreo y arbustivo (CONABIO, 2011).

Estudios sobre los hongos tropicales

Los macromicetos de la selva baja y mediana de la región capital no han sido estudiados aún. Las contribuciones que se conocen para los casos de estudios en climas tropicales se han realizado más en la zona de Yucatán y Quintana Roo al sur del país. Algunas publicaciones sobre estos han sido las de Guzmán (1983), con 274 especies de la península de Yucatán (70% adscritas a Quintana Roo), Guzmán (1982) y Guzmán-Dávalos y Guzmán (1982), en donde se describieron varias especies de macromicetos en Quintana Roo, así como la contribución de Pompa-González *et al.* (2011), para el mencionado estado en el jardín botánico de ECOSUR, en la que reportó 56 especies. También destacan las contribuciones de Chio y Guzmán (1982) y Pérez-Silva *et al.* (1992) de la península de Yucatán; la primera presentó 74 especies y la segunda alrededor de 90.

Padilla-Velarde *et al.* (2016) estudió los macromicetos en la costa sur de Jalisco y reportó en su trabajo 101 especies. Mientras en la selva baja de Sonora, Esqueda-Valle *et al.* (1999) reportó 59 especies de Macromicetos en la zona de Álamos, Sonora.

En Veracruz, se han efectuado algunos trabajos en la región de los Tuxtlas como el de Frutis y Pinzón-Picaseño (1997) donde registraron 208 especies de Macromicetos y Alatorre (1996) para la zona de la Sierra de Santa Marta reportó 63.

Si bien el estudio de los macromicetos en México se inició hace 60 años, el conocimiento que se tiene sobre estos todavía es escaso, ya que aún hay muchas especies y ecosistemas que no han sido estudiadas.

En contraste con las zonas montañosas, las regiones tropicales y subtropicales han sido las menos atendidas, el conocimiento de la micoflora de estos sitios es insuficiente, y muchos trabajos que abarcan estos hábitats se remontan a la época de 1990, por lo que es importante actualizar la información, así como explorar nuevos sitios.

El cambio de ocupación de suelo de zonas selváticas para uso agrícola y ganadero ha sido un proceso que ha ido en aumento en México en los últimos 50 años; un ejemplo claro es el de los años 1980 y 1990 donde el país ocupó el décimo lugar en deforestación de su territorio conservado. Para el 2005, México ocupaba el quinto lugar con más selvas tropicales a nivel mundial, sin embargo, para ese mismo año, también fue el cuarto lugar en superficie deforestada y tercero entre los países tropicales, siguiendo una tasa de

deforestación constante superior a 1% que podría propiciar la desaparición de la superficie forestal en los siguientes 80 años (Lambin, 1994; Mahar y Schneider, 1994; Velázquez, *et al.*, 2003).

3.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El municipio de Apazapan se encuentra ubicado en la zona centro del estado de Veracruz, recorrido por la barranca de Apazapan, en las coordenadas 19° 19' latitud norte y 96° 43' longitud oeste, a una altura de 300 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Emiliano Zapata, al sur con Puente Nacional y Tlaltetela, al este con Emiliano Zapata y Puente Nacional y al oeste con Jalcomulco. Su clima es cálido-regular con una temperatura promedio de 25.5 °C; su precipitación pluvial media anual es de un 500 mm.

La región está cubierta por selva baja caducifolia y selva media subcaducifolia, en diferentes grados de conservación (INEGI, 2009).

Establecimiento de parcelas y colecta de especímenes

Se establecieron dos parcelas de muestreo representativas, una para cada tipo de vegetación; Zona 1: SBC y Zona 2: SMSC (*Figura 3.1*). La metodología se ha basado en los trabajos de Esqueda-Valle *et al.* (1999) y Bolaños y Cadavid-Flórez (2009).

Ubicadas en puntos de fácil acceso, las cuales fueron elegidas en un recorrido previo a toda la zona de estudio, el tamaño de cada parcela fue de media hectárea, los cuales fueron delimitados por coordenadas de puntos específicos, tomando árboles cercanos como puntos de referencia.

Las colectas se realizaron entre 2019 y 2020 durante la época de lluvias (junio a noviembre) y la época de secas (diciembre a mayo) (Secretaría de Protección Civil, 2020). Para cada sitio se realizaron 8 visitas durante los seis meses en los que se desarrolló el muestreo, sumando 16 visitas en total. En cada visita se tomó como referencia el primer acceso delimitado.

Se iniciaba un recorrido hacia la derecha o izquierda, llegando hasta la mitad del borde en la parcela, para después ir en puntos al azar hacia dentro, hasta recorrer por completo el área de colecta. Se finalizaba al llegar nuevamente al punto de partida; cada colecta se realizaba en un promedio de 5 a 6 horas.

Cada espécimen colectado se depositó en bolsas de papel debidamente marcado con el número de colecta, la zona y las coordenadas del sitio. Se realizaron registros fotográficos de todos los especímenes (*Anexo Capítulo 3*) para futuras referencias.

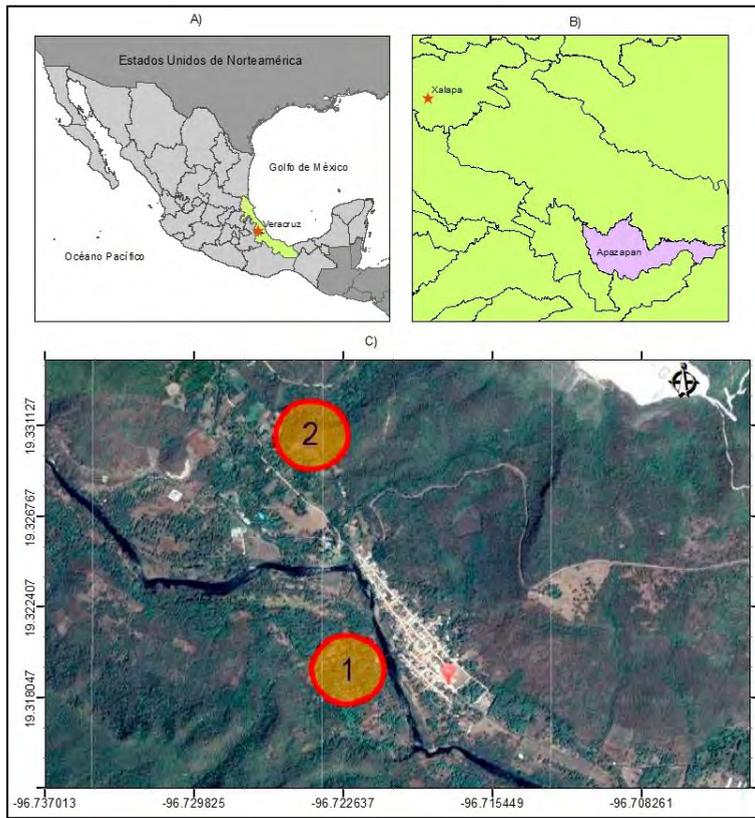


Figura 3.1. A) Ubicación el estado de Veracruz resaltado en color verde dentro de México. B) Municipio de Apazapan resaltado en color lila, al sureste de Xalapa (capital de Veracruz). C) Localización de las dos zonas de muestreo, selva baja caducifolia (1) y selva mediana subcaducifolia (2), aledañas a la localidad de Apazapan (INEGI, 2019).

Fuente: Mapa ITRF2008 elaborado por Estrella Chávez M. del C.

Preparación e identificación de especies

Los especímenes recolectados se trasladaron al herbario XALU de la Facultad de Biología para la descripción macroscópica y el secado de cada individuo en horno a 50-60°C durante 24 horas. Para la identificación, se realizaron descripciones macroscópicas, en las que se observó cada aspecto del espécimen tanto en estado fresco como en seco. Para poder tener una identificación acertada, se observó con sumo detalle cada estructura macroscópica de los especímenes, así como el sustrato en el que se encontró. Para los Basidiomycetes se tomó en cuenta las características del pileo, poros y/o tubos, láminas, estípites, volva y la presencia de anillo en algunos; para los Ascomycetes se tomó en cuenta el ascoma y el estípites.

La determinación taxonómica de las especies requiere tener una buena caracterización morfológica en fresco, ya que pueden existir casos en donde las especies sean muy parecidas, pero que se diferencian por alguna característica macromorfológica. Por ejemplo, la unión de las láminas al estípito, el margen del píleo, ausencia o presencia de velo, entre otros (Arana-Gabriel, 2011). Las colectas se procesaron de acuerdo con los pasos marcados en el manual “Identificación de los Hongos” del Dr. Gastón Guzmán Huerta. La identidad taxonómica (género y especie) de los ejemplares se realizó con la ayuda del biólogo Alonso Cortés Pérez y consultando las claves taxonómicas de Guzmán (1977), Arora (1986) y Krieger (1967). Para la identificación a nivel de familia y orden, se utilizó la base de datos de MycoBank (Robert *et al.* 2005).

Debido a la situación de confinamiento por COVID-19 y el acceso restringido a laboratorios, la observación microscópica de esporas no se llevó a cabo; no obstante, la primera autora conserva los especímenes y éstos podrán transportarse al herbario XALU para conservarlos como respaldos.

Análisis estadísticos

La riqueza específica se obtuvo de forma directa a través de los datos obtenidos en las colectas de ejemplares, mientras que para estimar la representatividad de ésta se utilizó el estimador no paramétrico Chao 2, en el sentido estadístico, ya que no asumen el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajustan a un modelo determinados; se basa más bien en los datos de presencia-ausencia y sigue la siguiente fórmula de acuerdo con Colwell (2009):

$$\text{Chao 2} = S_{\text{obs}} + (m-1/m) (Q_1(Q_1-1) / 2(Q_2+2))$$

Donde:

S_{obs} = Número total de especies observadas

m = Número total de muestreos

Q_1 = Frecuencia de especies únicas en los muestreos

Q_2 = Frecuencia de especies duplicadas en los muestreos

Aunado a esto, se elaboró una curva de acumulación para conocer el número de especies acumuladas en relación con el número de muestreos en el sitio de estudio, lo cual es complementario a lo estimado por Chao 2. La curva fue elaborada en el programa EstimateS 9.1.

Para describir la similitud o disimilitud en los dos tipos de vegetación se utilizó el

coeficiente de similitud de Jaccard, el cual usa información de presencia y ausencia de las especies en dos muestras. El intervalo de valores para este índice va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Magurran, 1988). Así,

$$IJ = c / (a + b - c)$$

donde:

a = número de especies presentes en la estación A (Zona 1)

b = número de especies presentes en la estación B (Zona 2)

c = número de especies presentes en ambas estaciones A y B

Las gráficas para la abundancia por orden, familia y género fueron realizadas con el programa R (R Core Team, 2023). La abundancia relativa para cada orden de macromicetos en cada uno de los tipos de vegetación, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$AR = a / z$$

donde:

a = número total de especies en un orden en un tipo de vegetación

z = número total de especies de todos los órdenes en un tipo de vegetación

Los datos que sustentan los resultados presentados en este trabajo pueden recuperarse en el siguiente enlace doi: [10.6084/m9.figshare.22762496](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.22762496).

3.3. RESULTADOS

Durante los seis meses de muestreo se colectaron un total de 189 macromicetos, los cuales fueron determinados en 55 especies, distribuidas en 44 géneros y 28 familias taxonómicas (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Lista de familias y especies de hongos macromicetos encontrados en selva baja caducifolia (SBC) y selva subcaducifolia (SMSC) y número de observaciones

División, Familia, Especie	SBC	SMSC
Ascomycota		
Sarcoscyphaceae		
<i>Cookeina tricholoma</i> (Mont.) Kuntze	1	3
<i>Phillipsia domingensis</i> Berk.		1
Xylariaceae		
<i>Phylacia poculiformis</i> (Kunze) Mont.	4	
<i>Xylaria phyllocharis</i> Mont.	1	2
<i>Xylaria polymorpha</i> (Pers.) Grev.		1
Basidiomycota		
Agaricaceae		
<i>Agaricus phaeolepidotus</i> (F.H. Møller) F. H. Møller	5	2
<i>Calvatia rugosa</i> (Berk.:Curt.) Reid	2	1
<i>Coprinellus disseminatus</i> (Pers.) J. E. Lange	2	
<i>Coprinus echinosporus</i> Buller	1	
<i>Coprinus lagopus</i> (Fr.) Fr.		1
<i>Coprinellus xanthothrix</i> (Romagn.) Vilgalys, Hoppole & Jacq. Johnson		1
<i>Lepiota rubrotincta</i> Peck	1	
<i>Leucocoprinus birnbaumii</i> (Corda) Singer	3	1
Auriculariaceae		
<i>Auricularia mesenterica</i> (Dicks.) Pers.	1	
<i>Auricularia polytricha</i> (Mont.) Sacc.	1	
Auriscalpiaceae		
<i>Lentinellus ursinus</i> (Fr.) Kühner		1

Tabla 3.1. Continuación

División, Familia, Especie	SBC	SMSC
Crepidotaceae		
<i>Crepidotus uber</i> (Berk. & M.A. Curtis) Sacc.	1	
Dacrymycetaceae		
<i>Dacryopinax elegans</i> (Berk. & M.A. Curtis) G.W. Martin	1	
Fistulinaceae		
<i>Pseudofistulina radicata</i> (Schwein.) Burds.	2	
Ganodermataceae		
<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat.		1
<i>Ganoderma</i> sp.	1	
Hygrophoraceae		
<i>Hygrocybe mexicana</i> Singer	1	
<i>Hygrocybe singeri</i> (A.H. Sm. & Hesler) Singer	2	
Hymenochaetaceae		
<i>Phellinus gilvus</i> (Schwein.) Pat.		2
Irpicaceae		
<i>Hydnopolyporus fimbriatus</i> (Cooke) D.A.Reid	1	
Lentariaceae		
<i>Lentaria surculus</i> (Berkeley) Corner	1	2
Marasmiaceae		
<i>Marasmius cohaerens</i> (Pers.) Cooke & Quél.	1	2
<i>Marasmius haematocephalus</i> (Mont.) Fr.		3
<i>Marasmius siccus</i> (Schwein.) Fr.		1
<i>Marasmius sullivantii</i> Mont.	3	4
Mycenaceae		
<i>Hemimycena cucullata</i> (Pers.) Singer	8	7
<i>Mycena pura</i> (Pers.) P. Kumm.	1	
Nidulariaceae		
<i>Cyathus striatus</i> (Huds.) Willd.		1

Tabla 3.1. Continuación

División, Familia, Especie	SBC	SMSC
Phanerochaetaceae		
<i>Junghuhnia nitida</i> (Pers.) Ryvarden	5	3
Physalacriaceae		
<i>Oudemansiella canarii</i> (Jungh.) Höhn.	2	4
Pleurotaceae		
<i>Pleurotus djamor</i> var. <i>djamor</i> (Rumph.: Fr.)	4	5
Polyporacea		
<i>Fomes fastuosus</i> (Lév.) Cooke	4	5
<i>Fomes rimosus</i> (Berk.) Cooke	1	6
<i>Hexagonia tenuis</i> (Hook.) Fr.	1	4
<i>Lentodium squamulosum</i> Morgan		1
<i>Lenzites striata</i> (Fr.) Fr.	1	
<i>Panus crinitus</i> (L.) Singer	1	1
<i>Pogonomyces hydnoides</i> (Sw.) Murrill	3	5
<i>Polyporus tricholoma</i> Mont.	1	4
<i>Pycnoporus sanguineus</i> (L.) Murrill	2	8
<i>Trametes corrugata</i> (Pers.) Bres.	1	1
<i>Trametes pubescens</i> (Schumach.) Pilát	5	3
<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd	4	1
Psathyrellaceae		
<i>Panaeolus papilionaceus</i> (Bull.) Quél.	2	2
Schizophyllaceae		
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	3	4
Strophariaceae		
<i>Naematoloma aurantiacum</i> (Cooke) Guzmán ex Singer		1
Tremellaceae		
<i>Tremella fusiformis</i> Berk.	1	

Tabla 3.1. Continuación

División, Familia, Especie	SBC	SMSC
Myxomycota ¹		
Arcyriaceae		
<i>Arcyria denudata</i> (L.) Wettst.	1	1
Psysaraceae		
<i>Fuligo septica</i> (L.) F.H. Wigg.	1	
Stemonitidaceae		
<i>Stemonitis fusca</i> Willd.	3	2

Fuente: elaboración propia

¹ A pesar de que la clasificación actual de organismos vivos considera a los Mixomicetos un taxón monofilético, dentro de los Amoebozoa del Reino Protista (Leontyev *et al.*, 2019) se incluyen en esta lista por haberse estudiado a la par de los hongos durante parte de la historia.

Los Basidiomicetos fueron los más dominantes con 168 ejemplares repartidos en nueve órdenes, encontrando el mayor número de especímenes entre los Agaricales (n = 86) y Polyporales (n = 74). De los Ascomicetos se tuvo una incidencia baja con 13 ejemplares de los órdenes Pezizales o Xilariales, distribuidos entre los géneros *Cookeina*, *Phylacia*, *Xylaria* o *Phillipsia*. Los Mixomicetos fueron los menos frecuentes con 8 ejemplares repartidos en los órdenes Stemonitales, Trichiída o Physarales.

La Figura 3.2 muestra la abundancia, n.º de especímenes observados, para cada orden taxonómico.

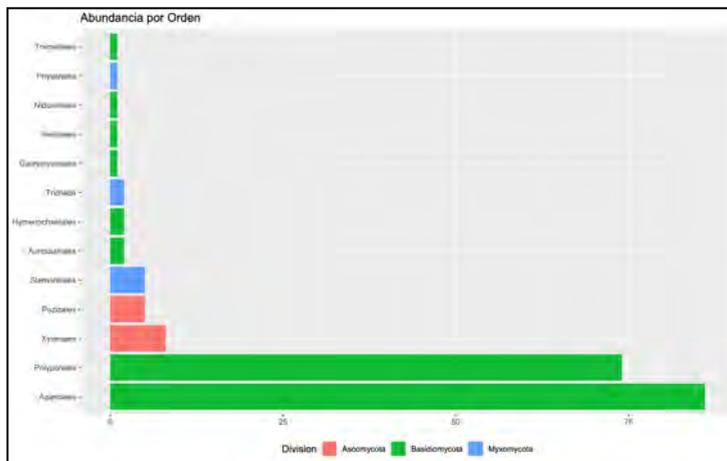


Figura 3.2. Abundancia de especies por Orden y División.

Fuente: Elaboración propia

La representación de la abundancia de hongos por familia (Figura 3.3) y por género (Figura 3.4) es consistente con el patrón de la cantidad de ejemplares observado de los órdenes en cada división: Basidiomycota > Ascomycota > Myxomycota. Entre los basidiomicetos destaca la presencia de hongos de la familia Polyporaceae (Figura 3.3).

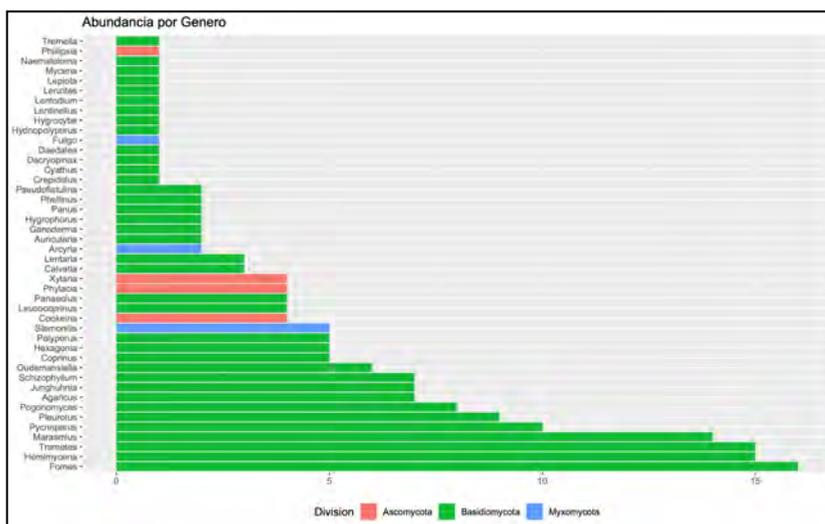


Figura 3.3. Abundancia de especies por Género y División.
Fuente: Elaboración propia

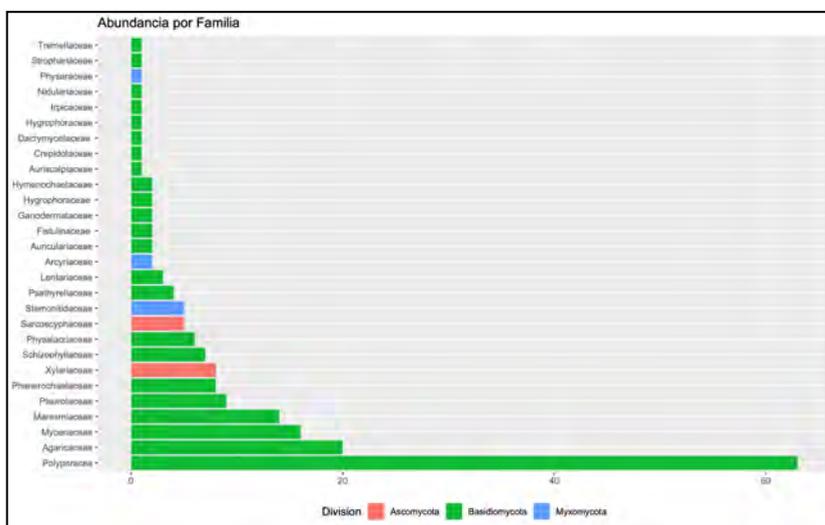


Figura 3.4. Abundancia de especies por Familia y División.
Fuente: Elaboración propia

Dentro de las especies colectadas, las que presentaron nueve o más observaciones,

corresponden a los géneros *Hemimycena*, *Marasmius* o *Pleurotus* dentro de los Agaricales y a los géneros *Fomes*, *Trametes* o *Pycnoporus* dentro de los Polyporales (Figura 3.4).

Riqueza de especies por tipo de selva tropical

Para los análisis estadísticos, de acuerdo con el estimador no paramétrico de Chao 2, el número esperado de especies para la SBC fue de 79.5, lo que representa el 52.8 % y para la SMSC fue de 51.3 lo que representa el 74 % de completitud de muestreo que podemos observar en las siguientes gráficas (Figura 3.5 y Figura 3.6).

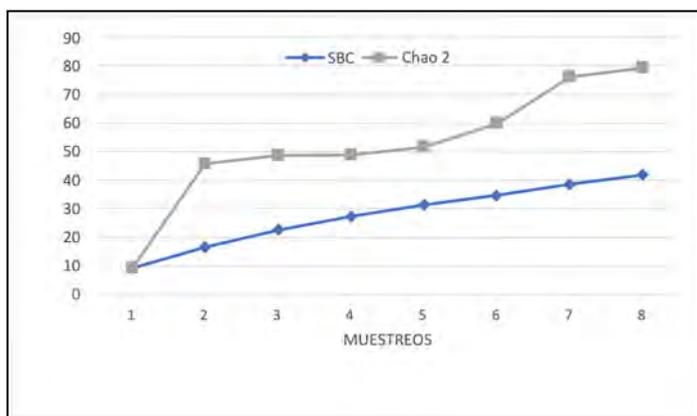


Figura 3.5. Curva de acumulación de especies registradas (línea azul) y esperadas (línea gris) de la SBC.
Fuente: Elaboración propia

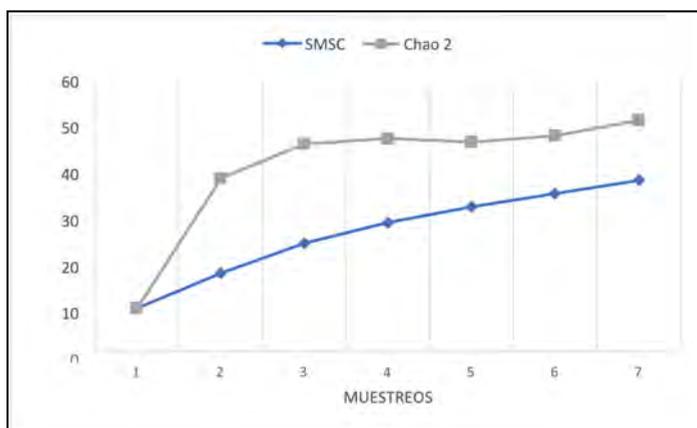


Figura 3.6. Curva de acumulación de especies registradas (línea azul) y esperadas (línea gris) de la SMSC.
Fuente: Elaboración propia

Distribución espacial y temporal de los macromicetos

Para la abundancia por meses, en la siguiente figura (Figura 3.9) se puede observar el número de especímenes colectados por mes en cada zona de muestreo; para la SBC los mejores meses de muestreo son octubre y septiembre; para la SMSC los mejores meses son septiembre y noviembre.

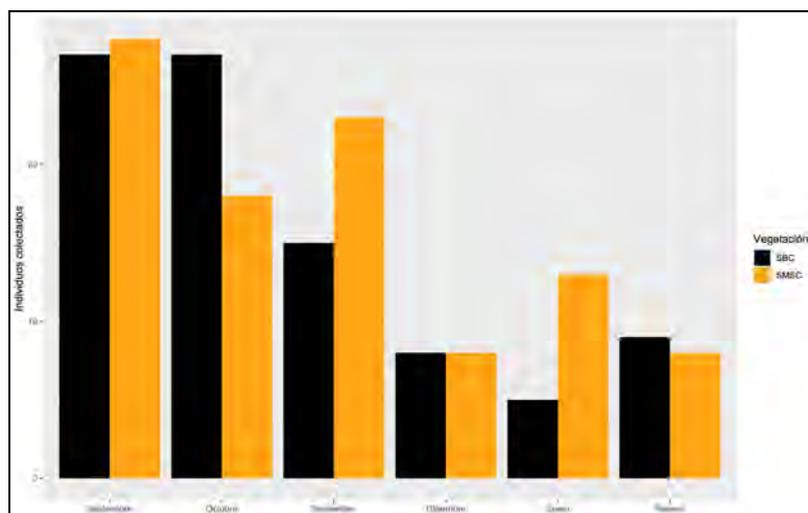


Figura 3.9. Especies únicas en cada tipo de vegetación SBC y SMSC.

Fuente: *Elaboración propia*

En la Figura 3.10 se observa, de manera general, que además de predominar sobre el resto de los órdenes taxonómicos, los Polyporales y Agaricales se encuentran holgadamente distribuidos en ambos tipos de vegetación. Aunque la tendencia indica que la abundancia fue mayor para estos dos órdenes de macrohongos, su ubicación se extendió después de la temporada de lluvias (triángulos grandes alrededor o al interior de cada cúmulo).

En cuanto a los macrohongos que solo se observaron en temporada de lluvias: 1) en la SMSC fructificaron Hericiales, Hymenochaetales, Nidulariales, Trichiida y Xylariales; y 2) en la SBC fructificaron Auriculariales, Dacrymycetales, Physarales, Tremellales y Trichiida. Todos estos casos fueron poco abundantes y su distribución fue restringida (Figura 3.10). Los Pezizales solo se registraron en temporada de secas en la SBC y en temporada de lluvias en la SMSC. Los Xylariales solo ocurrieron en ambas temporadas en la SBC. Salvo las excepciones expuestas, todos los casos registrados en secas (Agaricales, Polyporales, Stemonitales) también se registraron en lluvias en ambos tipos de selvas.

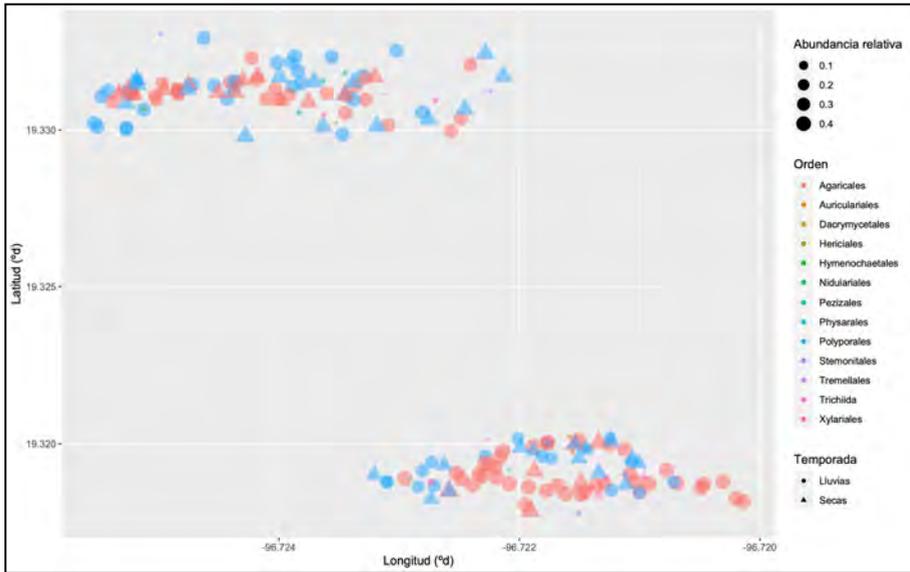


Figura 3.10. Distribución espacial y temporal de macrohongos en dos parcelas de selvas tropicales. Los cúmulos de hongos (puntos) corresponden a la selva baja caducifolia (parte inferior) o a la selva mediana subcaducifolia (parte superior). El tamaño de cada punto es proporcional a la abundancia relativa del espécimen. Cada orden taxonómico se distingue con un color. Los símbolos denotan la temporada en que se realizó cada observación, lluvias (círculos) o secas (triángulos).

Fuente: *Elaboración propia*

3.4. DISCUSIÓN

La mayoría de los macromicetos fructifica en la temporada de lluvia, sin embargo, los cuerpos fructíferos que se endurecen tienden a secarse en lugar de descomponerse y llegan a persistir meses e incluso años (Arora, 1986). Los géneros *Fomes* (n = 16) y *Trametes* (n = 15) fueron los más abundantes, lo que probablemente se debe a que son degradadores de lignina y esto los hace perennes. *Hemimycena* (n = 15) y *Marasmius* (n = 14) también fueron géneros abundantes, lo que probablemente se asocia a su carácter saprobio.

De las 55 especies reportadas para este trabajo, se observaron 26 especies compartidas en ambos ecosistemas, entre las que destacan (abundancia ≥ 4) en ambos tipos de selva: *Fomes fastuosus*, *Hemimycena cucullata* y *Pleurotus djamor* var. *djamor*. Otras especies que destacan en un tipo de selva son: *Agaricus phaeolepidotus*, *Fomes rimosus*, *Junghunia nitida*, *Marasmius sullivantii*, *Oudemansiella canarii*, *Pogonomyces hydroides*, *Polyporus tricholoma*, *Pycnoporus sanguineus*, *Schizophyllum commune*, *Trametes pubescens* y *Trametes versicolor*. En la SBC se encontraron 17 especies exclusivas entre las que destacan (abundancia ≥ 2): *Phylacia poculiformis*, *Coprinellus disseminatus*, *Pseudofistulina radicata* e *Hygrocybe singeri*. Para la SMSC se reportaron 12 especies exclusivas, destacando (abundancia ≥ 2) las especies: *Marasmius haematocephalus* y *Phelinus gilvus*. Los factores biológicos o ambientales asociados con estos patrones pueden ser objeto de futuros estudios ecológicos.

La relación especies : fructificaciones fue mayor en la SBC (43 : 91) que en la SMSC (38 : 98). Es decir, en la SBC hubo un mayor número de especies y menor número de fructificaciones. Lo opuesto sucedió en la SMSC. Por la cercanía entre los sitios de colecta, se esperaba encontrar mayor similitud. Monitoreos sostenidos a lo largo de dos o más años podrían ser, junto con la medición de factores bióticos (interacciones con otros organismos) y abióticos (humedad, pH, temperatura), auxiliares en la confirmación de los patrones observados o en determinación de sus causas.

La *Tabla 3.2* compara las especies que registraron diferentes autores en selvas caducifolias mexicanas. Ahí se observa que *Leucocoprinus birnbaumii* es la única que se presenta en todas las regiones comparadas, denotando con ello su amplia distribución. Otras especies distribuidas en tres de las regiones comparadas son: *Marasmius haematocephalus*, *Pycnoporus sanguineus* y *Schizophyllum commune*.

En el trabajo de Guzmán, Montoya y Bandala (1987), sobre el género *Agaricus* en el estado de Veracruz, también reportaron la especie *Agaricus phaeolepidotus*. Dentro de las especies vistas a lo largo de esta investigación se encontró el registro de la especie *Pseudofistulina radicata*, la que fue descrita por Guzmán en 1987 en el municipio de Emiliano Zapata.

En dicho artículo se menciona que en lugares como Guatemala este hongo es comestible, sin embargo, en México, poco se conoce acerca de los usos de esta especie. El trabajo en colaboración con los usuarios de las selvas caducifolias podría revelar más conocimientos sobre la naturaleza comestible o los usos de los hongos aquí reportados. En dado caso, sería necesario atender a los códigos de ética que permitan reconocer la propiedad intelectual de dichos saberes.

Tabla 3.2. Especies compartidas con tipos de vegetación similares en otras regiones

Presente estudio 55 spp. Apazapan, Veracruz	Esqueda-Valle et al. (1999) 59 spp. Álamos, Sonora	Pompa-González et al. (2001) 56 spp. Jardín Botánico, ECOSUR, Quintana Roo
<i>Arcyria denudata</i>		
<i>Auricularia mesenterica</i>		
<i>Aricularia polytricha</i>	x	x
<i>Calvatia rugosa</i>	x	
<i>Cookeina tricholoma</i>		
<i>Coprinus echinosporus</i>		
<i>Coprinus lagopus</i>		x
<i>Cyathus striatus</i>		
<i>Hexagonia tenuis</i>	x	
<i>Leucocoprinus birnbaumii</i>	x	x
<i>Marasmius haematocephalus</i>	x	
<i>Oudemansiella canarii</i>		
<i>Panus crinitus</i>	x	
<i>Phellinus gilvus</i>		
<i>Phylacia poculiformis</i>		
<i>Pogonomyces hydroides</i>		
<i>Polyporus tricholoma</i>	x	x
<i>Pseudofistulina radicata</i>		
<i>Pycnoporus sanguineus</i>	x	x
<i>Schizophyllum commune</i>	x	x
<i>Xylaria phyllocharis</i>		
<i>Xylaria polymorpha</i>		

Tabla 3.2. Continuación

Presente estudio 55 spp. Apazapan, Veracruz	Guzmán (2003) 140 spp. Reserva El Edén, Quintana Roo	Padilla-Velarde et al. (2012) 101 spp. Costa sur de Jalisco
<i>Arcyria denudata</i>	x	
<i>Auricularia mesenterica</i>	x	
<i>Aricularia polytricha</i>		
<i>Calvatia rugosa</i>		
<i>Cookeina tricholoma</i>		x
<i>Coprinus echinosporus</i>	x	
<i>Coprinus lagopus</i>		
<i>Cyathus striatus</i>		x
<i>Hexagonia tenuis</i>		
<i>Leucocoprinus birnbaumii</i>	x	x
<i>Marasmius haematocephalus</i>	x	x
<i>Oudemansiella canarii</i>		x
<i>Panus crinitus</i>		
<i>Phellinus gilvus</i>		x
<i>Phylacia poculiformis</i>	x	x
<i>Pogonomyces hydnoides</i>	x	
<i>Polyporus tricholoma</i>		
<i>Pseudofistulina radicata</i>		x
<i>Pycnoporus sanguineus</i>		x
<i>Schizophyllum commune</i>		x
<i>Xylaria phyllocharis</i>		
<i>Xylaria polymorpha</i>		x

Fuente: Elaboración propia

3.5. CONCLUSIÓN

Contrario a lo supuesto y a pesar de la cercanía entre la SBC y la SMSC, encontramos diferencias tanto en el número de fructificaciones como en el número de especies de hongos presentes en ambos tipos de vegetación.

Al analizar la riqueza de macromicetos existentes en dos parcelas, una en la SBC y otra en la SMSC, del municipio de Apazapan, encontramos 55 especies. Además, al comparar esta riqueza de especies de la SBC y de la SMSC encontramos que comparten 26 especies, presentando la SBC 17 especies únicas y la SMSC 12 especies únicas.

Al comparar la abundancia de los cuerpos fructíferos a lo largo de seis meses de muestreo, observamos que en septiembre, octubre y noviembre fructificaron un mayor número de macromicetos tropicales.

La riqueza de especies observada en esta investigación da cuenta de la importancia de documentar la diversidad de macromicetos en las selvas del estado de Veracruz. Futuros estudios en zonas de selva podrán añadir registros o analizar los factores que promueven la fructificación y la riqueza.

La inclusión de la guía fotográfica al final de este trabajo funge como una herramienta para el futuro conocimiento de los hongos en las zonas tropicales del estado de Veracruz.

Agradecimientos

Al biólogo Alonso Cortés Pérez por su apoyo en la determinación de especies. A Carlos Absalón y José María Cervantes por su acompañamiento durante el inventariado y muestreo de hongos en las selvas. A Estrella Chávez M. del C. por su apoyo en la georreferenciación de las zonas de muestreo.

3.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre-Acosta, E., Ulloa, M., Aguilar, S., Cifuentes, J. y Valenzuela, R. 2014. Biodiversidad de hongos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, Supplement 1: 76–81. <https://doi.org/10.7550/rmb.33649>.

Acosta, P. R. 1986. La vegetación de la Sierra de Manuel Díaz, Veracruz, México, Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. 97 p.

Alatorre Guzmán, E. 1996. Etnomicología en la Sierra de Santa Marta (No. InfC117; p. 88). CONABIO. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfC117.pdf>.

Álvarez Sánchez, J. y E. Naranjo García. 2003. Ecología del suelo en la selva tropical húmeda de México. Instituto de Biología-UNAM-Inecol, A. C. México, D. F. y Xalapa, Veracruz. 302 p.

Arana-Gabriel, Y. 2011. Inventario de Hongos Comestibles Silvestres en el Parque Nacional Nevado de Toluca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad autónoma del Estado de México.

Arora, D. 1986. *Mushroom Demystified a comprehensive guide to the fleshy fungi*, Berkeley, California.

Boa, E. 2005. Los hongos silvestres comestibles, perspectiva global de su uso e importancia para la población. *Productos Forestales no Maderables* No. 17.

Bolaños, A. y L. Cadavid-Flórez. 2009. Riqueza y abundancia de hongos macromycetes en la reserva natural San Cipriano - Escalerete, Valle del Cauca, Colombia. *CESPEDESIA* 31 (88-89): 79-96.

Castillo-Campos, G. 1995. Ecología del paisaje del municipio de Jalcomulco, Veracruz, Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 192 p.

Chio, R. E. y G. Guzmán. 1982. Los hongos de la Península de Yucatán, I. Las especies de Macromicetos conocidas. *Biotica* 7: 385-400.

Colwell, R. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. EstimateS (Version 9.1.0), Copyright R. K. Colwell: <http://purl.oclc.org/estimates>.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México.

Cuevas-Moreno, J. A. 2016. Los hongos: héroes y villanos de la prosperidad humana. *Revista Digital Universitaria*, Vol. 17, Núm. 9. Disponible en Internet: <http://www.revista.unam.mx/vol.17/num9/art69/index.html> ISSN: 1607-6079.

Esqueda-Valle, M., E. Pérez-Silva, T. Herrera, F. San Martín y R. Santos-Guzmán. 1999. Macromicetos de selva baja caducifolia, I: Álamos, Sonora, México. *Revista Mexicana de Micología* 15: 73-78.

Frutis M., I. y L. M. Pinzón-Picaseño. 1997. Macromicetos. En: González Soriano, E., R. Dirzo y R. C. Vogt. (Eds.) *Historia Natural De Los Tuxtlas* (pp. 202-207). Instituto de Biología, UNAM, CONABIO e Instituto de Ecología, UNAM. México, D. F.

Gómez-Pompa, A. 1977. *Ecología de la Vegetación del Estado de Veracruz*. Editorial Continental, S. A., México.

Gómez-Pompa, A. 2000. El Edén Ecological Reserve home page. <https://maya.ver.eduprill/el-edén/Home.html>.

Guzmán, G. 1977. Identificación de los Hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera. Editorial Limusa, México.

Guzmán, G. 1982. New species of fungi from Yucatan Peninsula, *Mycotaxon* 16: 249-261.

Guzmán, G. 1983. Los hongos de la Península de Yucatán. II. Nuevas exploraciones y adiciones micológicas. *Biotica* 8: 71-100.

Guzmán, G. 1995. La diversidad de hongos en México. *Ciencias* 39 (julio-septiembre): 52-57.

Guzmán, G. 1998. Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad de los hongos en México. (Ensayo sobre el inventario fúngico del país). In: Halffter, G. (ed.). *La Diversidad Biológica de Iberoamérica*, Vol. II, *Acta de Zoológica Mexicana*, nueva serie, Volumen Especial, Xalapa.

Guzmán, G. 2000. Tropical fungi of Mexico. Diversity and distribution. Poster (en color) *Symposium Tropical Mycology*, abril 25-29, Liverpool.

Guzmán, G. 2003. *Los Hongos de El Edén Quintana Roo: Introducción a la micobiota tropical de México*. Instituto de Ecología, México.

Guzmán, G., L. Montoya-Bello y V.M. Bandala-Muñoz. 1987. Nuevos registros de hongos en el estado de Veracruz, II. Algunos agaricales. *Revista Mexicana de Micología*, 2, 73-84.

Guzmán, G., V., Bandala, V. M. y Montoya L. 1997. An overview on the tropical fungi from Mexico. In: Janardhanan, K. K., C Rajendran, K. Natarajan y D. L. Hawksworth (eds.). Tropical mycology. Science Publishers, Enfield (E.U.A).

Guzmán-Dávalos, L. y G. Guzmán. 1982. Contribución al conocimiento de los Lepiotáceos (Fungi, Agaricales) de Quintana Roo. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 17: 43-54.

Hawksworth, D. L. 1993. The tropical fungal biota. Census, pertinence, prophylaxis, and prognosis. En: Isaac, S., J. C. Frankland, T. Watling y A. J. S. Whalley (eds.). Aspects of tropical mycology, British Mycol. Soc & Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Hawksworth, D. L. 2004. Fungal diversity and its implications for genetic resource collections. Studies in Micology 50: 9-18.

INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Apazapan, Veracruz de Ignacio de la Llave. México.

INEGI. 2019. Mapa Digital de México. <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/>.

Krieger, C. C. L. 1967. The Mushroom Hadnbook. Dover publications, Inc. New York.

Lambin, E. F. 1994. Modelling deforestation processes: A review. TREES, Tropical Ecosystem. Environment Observations by satellites. European Space Agency. Luxembourg.

Leontyev, D. V., M. Schnittler, S. L. Stephenson, Y. K. Novozhilov y O. N. Shchepin (2019). Towards a phylogenetic classification of the Myxomycetes. Phytotaxa 399 (3). <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.399.3.5>.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.

Mahar, D. y R. Schneider. 1994. Incentives for tropical deforestation: some examples from Latin America. Brown, K. y D. Pearce (eds). The causes of tropical deforestation. UBC Press, University of British Columbia. Vancouver, Canada.

Miranda, F., y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28: 29-179.

Moreno-Casasola, P. 2006. ¿Son suficientes las Áreas Naturales Protegidas costeras en México? En: Moreno-Casasola, E. Peresbarbosa y A. C. Travieso-Bello (eds.). Estrategias para el manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal. A Instituto de Ecología A. C., CONANP, SEMARNAT, Gobierno del Estado. Xalapa, Veracruz, México. Vol. II pp. 801-828.

Mueller, G. y J. P. Schmit. 2007. Fungal Biodiversity: what do we know? What can we predict? *Biodiversity Conservation*. 16: 1-5.

Padilla-Velarde, E.E., G. Zarco-Velazco, L. Guzmán-Dávalos y R. Cuevas-Guzmán. 2016. Primera contribución al conocimiento de macromicetas de la vertiente norte del cerro El Cívil, en la costa sur de Jalisco. *Acta Botánica Mexicana* 114: 137-167.

Pérez-Silva, E., T. Herrera y R. Valenzuela, 1992. Hongos (Macromicetos) de la península de Yucatán. In: Navarro, D., y E. Suárez (Eds.). *Diversidad biológica en la Reserva de Sian Káan, Quintana Roo II*. CIQRO & SEDESOL, México, D. F.

Pompa-González, A., E. Aguirre-Acosta, A. V. Encalada-Olivas, A. De Anda-Jauregui, J. Cifuentes-Blanco y R. Valenzuela-Garza. 2011. Los Macromicetos del Jardín Botánico de ECOSUR “Dr. Alfredo Barrera Marín” Puerto Morelos, Quintana Roo. *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Series Diálogos*, Núm. 6. México.

R Core Team. 2023. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Robert, V., G. Stegehuis y J. Stalpers. 2005. The MycoBank engine and related databases. <https://www.mycobank.org/>

Secretaría de Protección Civil. 2020. Temporada de lluvias y ciclones tropicales en el estado de Veracruz, Programa específico de “Prevención, alertamiento y respuesta inmediata”. Xalapa, Veracruz.

Velázquez, A. E. Durán, I. Ramírez, J.-F. Mas, G. Bocco, G. Ramírez y J.-L. Palacio. 2003. Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, Mexico. *Global Environment Change*, 13 (3): 175-184. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(03\)00035-9](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(03)00035-9).

Conocimiento de los jóvenes de telesecundaria sobre hongos silvestres comestibles de El Llanillo Redondo, Las Vigas de Ramírez, Veracruz

Iris Vargas Huesca¹ y Luis Pacheco-Cobos^{1}*

RESUMEN

Durante la temporada de lluvias, las personas en El Llanillo Redondo se dedican a recolectar hongos silvestres comestibles en los bosques aledaños. La venta de estos recursos forestales representa una importante fuente de ingreso económico. Procesos demográficos como la migración interfieren con la transmisión del conocimiento ecológico requerido para la correcta recolecta de hongos. Ante la necesidad de promover la soberanía alimentaria local, resulta importante preservar este conocimiento. El objetivo de este trabajo fue analizar el conocimiento sobre los hongos de los jóvenes en la telesecundaria comunitaria. A través de un taller, dialogamos y colaboramos con los alumnos, y, a partir de esta interacción, abordamos temas relacionados con la ecología, ciclo de vida, taxonomía y transmisión de conocimiento sobre hongos silvestres comestibles. Entre los resultados destacados de esta investigación, se encontró: i) el 91% de los jóvenes asignaron que el principal uso de los hongos es como alimento; ii) el conocimiento es adquirido principalmente de padres y abuelos; iii) se enlistaron un total de 32 nombres comunes de hongos comestibles, siendo las mujeres quienes más hongos nombraron (n = 28) a comparación de los hombres (n = 20).

Palabras clave: bosques templados, ecología de hongos, importancia cultural.

ABSTRACT

During the rainy season, people of El Llanillo Redondo gather wild edible mushrooms in their community's surrounding forests. Selling these non-timber forest products represents an important source of economic income. Demographic processes as migration interfere with the transmission of the ecological knowledge required for successfully gathering edible mushrooms. To promote local food sovereignty, it is important to preserve this knowledge. Thus, the objective of this work was to analyze the local knowledge about mushrooms among secondary school teenagers. Through a workshop, we exchanged ideas and collaborated with students. From this interaction we address issues related to edible mushrooms' ecology, life cycle, taxonomy, and transmission of knowledge. Among the outstanding results of this research, we found that: i) 91% of students assigned the food category as the main use; ii) knowledge is acquired mainly from parents and grandparents; iii) 32 edible mushroom common names were listed, with women naming more mushrooms ($n = 28$) than men ($n = 20$).

Keywords: temperate forests, fungi ecology, cultural importance.

¹ Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91090, Xalapa, Veracruz, México

* Autor para correspondencia: luipacheco@uv.mx

4.1. INTRODUCCIÓN

Los organismos del Reino Fungi cumplen importantes funciones en el ecosistema, dado que degradan la materia orgánica, reciclan nutrientes como fósforo y nitrógeno, incrementan la superficie de absorción de agua, sirven de alimento para otros organismos y algunos se asocian con algas y bacterias (líquenes) o con raíces de plantas (micorrizas) de interés forestal o agrícola (Zamora *et al.*, 2000). Por estos motivos, los hongos tienen un gran impacto en el ambiente. La diversidad biológica y funcional de estos organismos favorece su desarrollo en un sinfín de hábitats.

Se considera que los hongos son, solo por detrás de los insectos, el segundo grupo de organismos más diverso de la tierra, estimándose que existen aproximadamente 5.1 millones de especies (Blackwell, 2011). El mundo cuenta con 97961 especies de hongos descritas (Aguirre-Acosta *et al.*, 2014). Para Latinoamérica, Garibay-Orijel *et al.* (2010) reportaron 376 especies de hongos para uso alimentario y medicinal. Para el caso de México, Garibay-Orijel y Ruan-Soto (2014) confirmaron estos y otros usos para 371 especies de hongos silvestres.

La etnomicología tiene por objeto estudiar las relaciones existentes entre el hombre y los hongos desde un punto de vista histórico y sociológico (Illana, 2007). Esta ciencia posiciona a México en primer lugar a nivel mundial, siendo el país que más estudios etnomicológicos emitió entre 1991 y 2019 (da Cunha *et al.*, 2020).

Los conocimientos sobre la naturaleza y su transmisión de generación en generación han sido indispensables para las sociedades humanas. Este conocimiento heredado permite a las personas interactuar con su ecosistema local y aprovechar los recursos ahí presentes. A través del tiempo, esta interacción se ha perfeccionado y mantenido en una memoria biocultural (Toledo y Barrera, 2008). Los hongos silvestres comestibles se han recolectado y consumido como alimento o de manera ritual durante miles de años, pues existen registros arqueológicos que demuestran que los hongos silvestres son utilizados desde la antigüedad, siendo apreciados por personas de altos rangos; tal es el caso de la amanita de los Césares (*Amanita caesarea*) legado de una antigua tradición (Moreno-Fuentes, 2014; Guzmán 2016). Procesos demográficos actuales, como la migración desde áreas rurales hacia zonas industriales o urbanas, en busca de empleos remunerados o educación media y superior, trae consigo la pérdida de conocimiento local relacionado con el aprovechamiento de distintos recursos forestales. Siendo el acceso a alimentos nutritivos un derecho universal, resulta importante documentar el conocimiento local entorno a los hongos silvestres comestibles. Aunado a esto, la identificación de territorios y tiempos en que puede recolectarse alimento en el bosque representa un primer paso hacia el reconocimiento, defensa y planeación del manejo de territorios comunitarios.

El objetivo de este trabajo fue analizar el conocimiento sobre los hongos de los jóvenes en la telesecundaria de El Llanillo Redondo. Así, este capítulo presenta los resultados sobre el estudio del conocimiento de jóvenes de telesecundaria acerca de los hongos silvestres comestibles presentes en las cercanías de su comunidad. Como parte de un taller, solicitamos a los estudiantes que completaran un cuestionario para responder preguntas relacionadas con la biología y ecología de los hongos silvestres comestibles. Entre los métodos que utilizamos están el listado libre y el reconocimiento de imágenes de hongos para que los jóvenes señalaran el nombre común por el cual conocen a cada especie. Parte de la información recopilada se utilizó para determinar y calcular la prominencia cultural de los hongos usados como alimentos en la comunidad.

Los jóvenes de la telesecundaria conocen la importancia que tienen los hongos para el bosque y cuáles son sus funciones ecológicas. El principal uso que le dan a los hongos es alimentario durante la temporada de lluvias (junio-septiembre), tiempo en el que acompañan a sus familiares a recolectar hongos en los bosques aledaños. Observamos diferencias entre la cantidad y tipo de hongos que mujeres y hombres refirieron al momento de compartir los nombres de los hongos comestibles que conocen, lo que indica una posible división del conocimiento o trabajo al momento de recolectarlos.

4.2. MATERIALES Y MÉTODOS

El acercamiento previo para exponer los motivos de la investigación a la comunidad y los profesores permitió colaborar con los jóvenes de la telesecundaria Guadalupe Victoria (clave 30DTV1286R, zona 077C, sector 021) de la comunidad El Llanillo Redondo (19° 34' 14.87" N, 97° 07' 15.49" O, ver Pacheco-Cobos *et al.*, 2019: 112), municipio de Las Vigas de Ramírez, Veracruz, México. Por parte de la Facultad de Biología – Xalapa, estudiantes y profesores prepararon e impartieron el taller *Ecología de Hongos y GPS* a 79 alumnos de los tres grados de la telesecundaria (ver fotografías en *Anexo Capítulo 4*). El taller constó de las fases de diagnóstico, mapeo y seguimiento, realizadas el 11, 18 y 25 de noviembre de 2015, respectivamente.

En la primera fase del taller, los jóvenes respondieron un cuestionario diagnóstico en el que se recopiló tanto información general (edad, sexo, localidad de origen) como relacionada con su percepción sobre los hongos silvestres comestibles (ecología, ciclo de vida, taxonomía y la transmisión del conocimiento). Como parte del cuestionario se solicitó a los estudiantes hacer un listado libre (Bernard, 2006; Newing, 2011) de los hongos que han consumido o que conocen que se consumen en su comunidad. Esto se complementó con un ejercicio de reconocimiento de hongos, donde solicitamos a los colaboradores que indicaran el nombre común del hongo mostrado en cada fotografía. Las 18 especies seleccionadas para mostrar forman parte de la riqueza fúngica reportada para la región del Cofre de Perote en publicaciones (López-Ramírez 2011; Jarvis *et al.*, 2004; Córdova-Chávez *et al.*, 2014a, 2014b) y documentales (Avilafilms Xalapa 2010a, 2010b).

A continuación, los universitarios compartimos, a través de una plática, nuestra percepción académica acerca de qué son los hongos y cuáles son sus funciones ecológicas en el bosque. Al final de esta exposición se entabló un diálogo con los asistentes al taller para conocer sus opiniones al respecto. Para concluir esta fase se mostró y discutió con los jóvenes el funcionamiento del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), explicando que los dispositivos vinculados a dicho sistema permiten la georreferenciación. Se aprovechó esta ocasión, para solicitar de manera anticipada a los estudiantes que instalaran de manera gratuita en sus teléfonos celulares la aplicación Maverick GPS. Ésta les permitiría utilizar sus teléfonos como dispositivos GPS en la siguiente sesión.

La segunda fase del taller consistió en realizar un ejercicio de mapeo participativo, donde el objetivo era identificar espacialmente los lugares en los que crecen los hongos alrededor de su comunidad. Proporcionamos a los jóvenes una cartulina donde, por equipos, ubicaron y nombraron los lugares donde crecen diferentes tipos de hongos, tomando como punto de referencia la telesecundaria. Fotografiamos cada mapa y los devolvimos a los equipos para su uso y consulta en la escuela. Una vez concluido el mapeo, se entregó y

explicó cómo llenar la hoja de registro de ruta para documentar sus encuentros con hongos en el bosque durante una breve excursión (alrededor de 30 min) fuera del salón de clases. Los hongos recolectados fueron determinados a nivel de género y en otros casos sugerimos la especie, advirtiendo sus caracteres macroscópicos distintivos y consultando publicaciones de la región.

La tercera fase del taller consistió en retribuir a los participantes el análisis descriptivo de los resultados de las fases primera (cuestionario, listado y reconocimiento de hongos por colaborador/a) y segunda (mapeos y registros de rutas de búsqueda por equipo). Al final, se mostró y discutió una trayectoria de búsqueda de hongos silvestres comestibles, en términos de las distancias recorridas, velocidades de movimiento y hongos recolectados.

Cabe señalar que, aunque son relevantes en términos de manejo del territorio e integración local de los ejercicios realizados, los resultados de la segunda y tercera fases del taller están, respectivamente, planeadas para presentarse en futuras publicaciones.

Manejo de datos

Codificamos las respuestas a las preguntas del cuestionario en un archivo con valores separados por comas. Para el análisis estadístico y la representación gráfica de la información utilizamos R (R Core Team, 2018). Las preguntas sin respuestas se codificaron como valores no disponibles (NA). La información que se empleó para describir el conocimiento de los jóvenes de telesecundaria proviene de la fase diagnóstico del taller, en particular del cuestionario aplicado. Las preguntas del cuestionario se agruparon en cuatro secciones de acuerdo con el tema tratado: *Ecología* (Preguntas 2, 5, 9 y 11: ¿Para qué sirven los hongos?; ¿Dónde crecen los hongos que se comen?; ¿Hay hongos que causen daño a la salud de los humanos?; ¿Cuáles?; y ¿Qué necesitan hacer las personas para que siempre haya hongos comestibles en el bosque?); *Ciclo de vida* (Preguntas 6 y 8: ¿En qué época crecen los hongos que se comen?; ¿Qué les pasa a los hongos comestibles cuando no llueve?); *Taxonomía* (Preguntas 1, 3 y 4: ¿Qué son los hongos?; Enlista los nombres de los hongos que has comido o sabes que se consumen en tu comunidad; Mira con atención las fotos proyectadas y escribe los nombres de los hongos que reconozcas); *Transmisión del conocimiento* (Pregunta 7: ¿Sabes cómo y dónde buscar los hongos que se comen?; ¿Quién te enseñó?). La pregunta 10: ¿Conoces qué es o has escuchado sobre el GPS? no fue analizada para este trabajo.

Uniformizamos los nombres comunes de los hongos silvestres comestibles, identificando y sustituyendo los sinónimos por el nombre común correspondiente más mencionado. Para el reconocimiento de hongos mediante fotografías, en algunos casos ajustamos la posición de los nombres pues era evidente, por la secuencia, que los jóvenes habían omitido dejar los espacios que correspondían a los hongos que no reconocieron.

En determinadas preguntas engrosamos las respuestas siguiendo un criterio. Por ejemplo, para las preguntas 5-9 y 11, agrupamos en una sola categoría de respuesta los casos en que los jóvenes eligieron más de una opción o aquellas que tenían poca variación. Esto facilitó el manejo de datos y la interpretación de los resultados.

Elaboramos gráficas de frecuencias de mención y, posteriormente, llevamos a cabo una prueba de chi cuadrada. Para el reconocimiento de hongos mediante fotografías proyectadas, calculamos el porcentaje de reconocimiento para cada hongo y reportamos los valores en una tabla. A partir del listado libre de hongos elaboramos una tabla del total de menciones para cada hongo por mujeres y hombres, y contrastamos los valores con una prueba de t-student. Por último, elaboramos gráficas de la prominencia cultural de los hongos.

Para realizar las gráficas de la prominencia cultural de los hongos silvestres comestibles a partir del listado libre, calculamos la frecuencia de mención promedio (total de menciones de un ítem / total de informantes) y el rango promedio (Σ rangos ítem / total de informantes que lo mencionaron). El rango de un ítem (hongo) es el lugar del listado libre en el que el entrevistado lo mencionó (Newing, 2011). Estos valores permiten reconocer qué tan frecuentemente los jóvenes mencionan un hongo y en qué lugares de la lista los posicionan.

4.3. RESULTADOS

En total fueron 79 jóvenes quienes colaboraron respondiendo al cuestionario de la primera fase del taller. Las mujeres (n = 44) y los hombres (n = 32) presentaron edades promedio (\pm desviación estándar) similares, oscilando alrededor de los 13 ± 1 años. Tres jóvenes no indicaron su nombre, sexo o edad. Las mujeres compartieron 87.5% (n = 28) de los nombres de hongos, mientras que los hombres solo enlistaron 62.5% (n = 20) del total de nombres de hongos.

Ecología

Como se puede observar en la *Figura 4.1*, el 91% de los jóvenes de la telesecundaria respondieron que el principal uso que le dan a los hongos es como alimento, existiendo una diferencia significativa ($X^2 = 250.05$, $gl = 4$, $p < 0.01$). El 7% señaló que los hongos son descomponedores de materia orgánica y ayudan a los árboles mediante la relación que crea el micelio con las raíces (micorrizas). A pesar de que las opciones no incluían la venta de hongos, un estudiante escribió como respuesta “para venderlos”. Cabe destacar que nadie señaló que los hongos no sirven para nada.

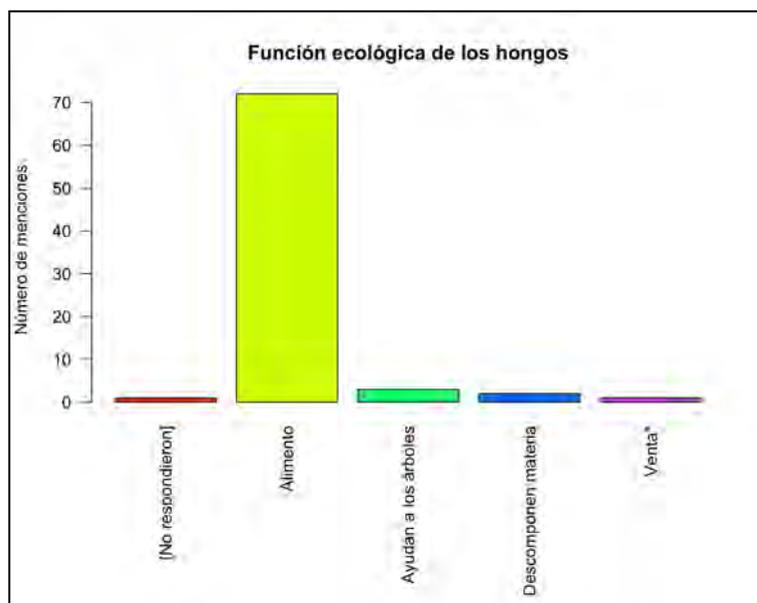


Figura 4.1. Utilidad ecológica de los hongos silvestres, frecuencia de respuesta.

Fuente: Elaboración propia

A lo largo de los años, con base en la experiencia, las personas han descubierto que existen tanto hongos comestibles como venenosos, tóxicos y alucinógenos. El principal hongo (62% de las respuestas) que los alumnos reconocen como dañino para la salud de los humanos fue *Amanita muscaria* (tecomate de mosca), con una diferencia significativa (Figura 2, $X^2= 91.57$, $gl = 4$, $p < 0.01$), seguido por los hongos locos o alucinógenos (con un 18%). En algunos casos mencionaron la panza llanera, trompa roja, trompa gris y ojo de venado como dañinos, junto con el tecomate de mosca (6%) y por último el tecomate de mosca junto con los hongos locos (4%). El 10% restante de alumnos no respondió a esta pregunta.

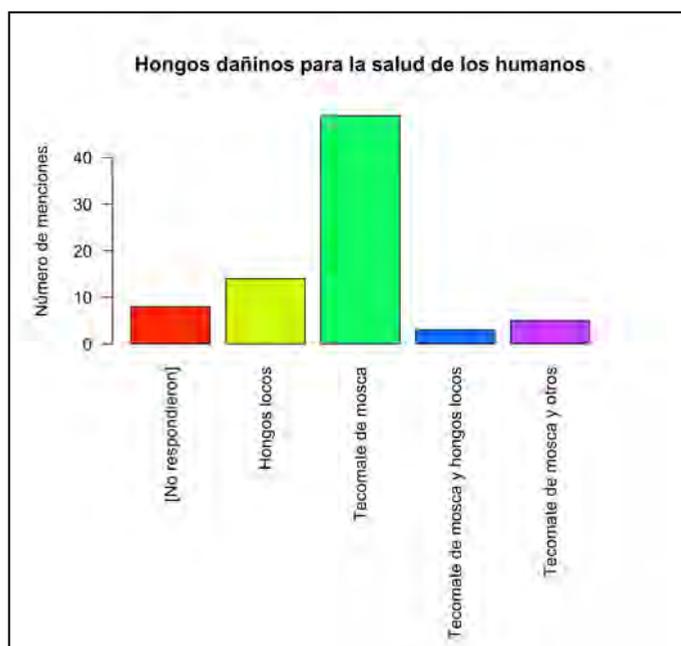


Figura 4.2. Hongos dañinos para la salud, frecuencia de respuestas. El término “hongos locos” puede referirse a hongos tóxicos o psicoactivos. En la respuesta “otros” se incluyó a los hongos trompa roja, trompa gris, panza llanera y ojo de venado.

Fuente: *Elaboración propia*

Respecto al sitio donde crecen los hongos silvestres comestibles, la mayoría de los alumnos de la telesecundaria señalaron que crecen en el monte (73%), con una frecuencia significativamente mayor al resto de los sitios sugeridos (Figura 4.3, $X^2= 100.7$, $gl = 3$, $p < 0.01$). Algunos alumnos optaron por seleccionar más de una respuesta: monte, llano y troncos (13%), monte y llano (11%), y monte, llano y potreros (3%).

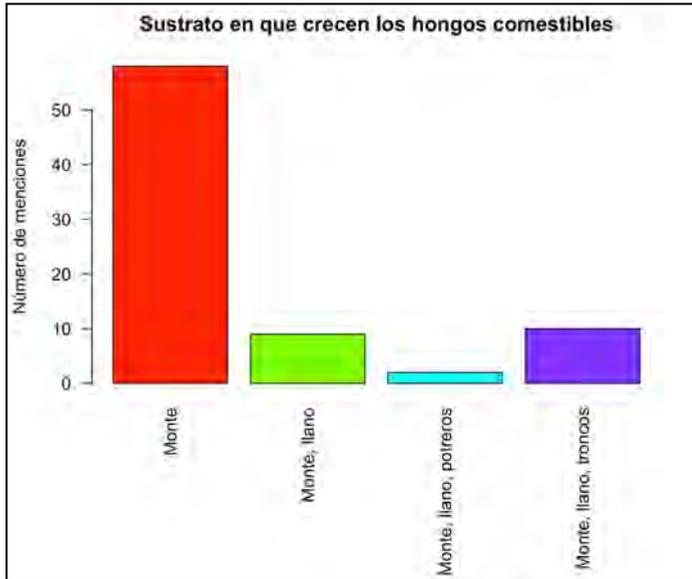


Figura 4.3. Lugares o sustratos en que crecen los hongos silvestres comestibles, frecuencia de respuestas.

Fuente: Elaboración propia

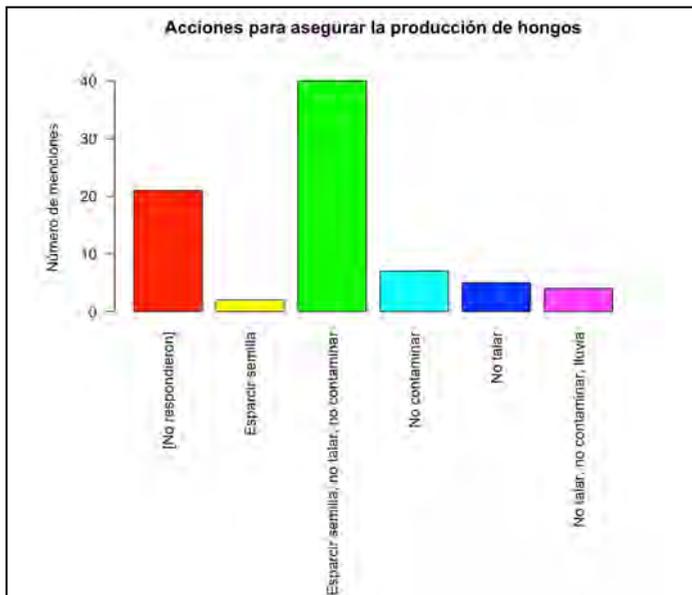


Figura 4.4. Acciones para asegurar la producción de hongos comestibles en el bosque, frecuencia de respuestas. Agrupamos respuestas cuando los jóvenes respondían con más de una acción.

Fuente: Elaboración propia

La mitad de los jóvenes (51%, *Figura 4.4*) señaló que es necesario esparcir la semilla, no talar árboles y no contaminar el bosque, para que exista una buena producción de hongos, esto con una diferencia significativa ($X^2 = 83.15$, $gl = 5$, $p < 0.01$). Otros colaboradores indicaron que para mantener los hongos en el bosque no se debe contaminar (9%), no hay que talar los árboles (6%) y que se debe esparcir la semilla al momento de recolectar los hongos (2%). Un pequeño grupo (5%) respondió de manera compuesta, indicando que es necesario evitar talar árboles y contaminar, además de que llueva, a pesar de que ésta última es una acción que las personas no pueden controlar. El resto, 27% de los alumnos, no respondieron a esta pregunta.

Ciclo de vida

El 92% de los participantes señalaron que los hongos silvestres comestibles crecen de junio a septiembre, durante el periodo de lluvias (*Figura 4.5*, $X^2 = 191.43$, $gl = 3$, $p < 0.01$). El 3% señaló que se pueden recolectar de junio a diciembre, debido a que en los últimos meses del año aún se logran apreciar algunos hongos. Si la temporada de lluvia fue abundante durante el año y no caen heladas, otro 3% respondió que salen todo el año. Un 2% no respondió.

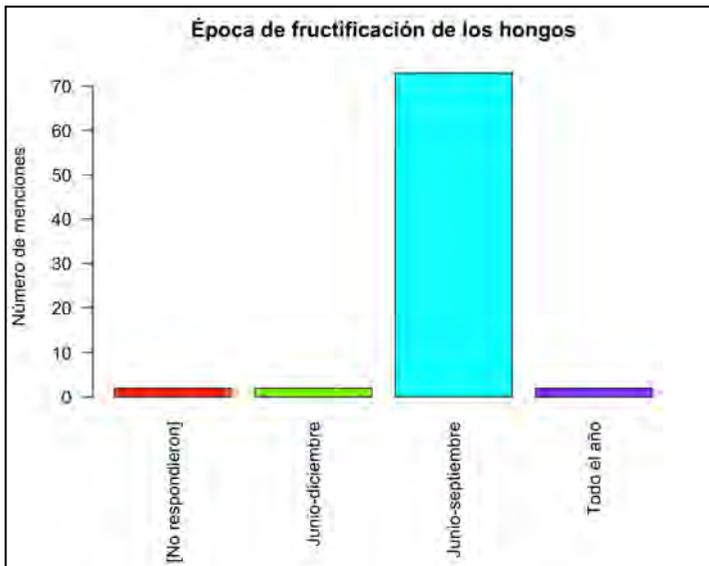


Figura 4.5. Época de fructificación de los hongos silvestres comestibles, frecuencia de respuestas.

Fuente: *Elaboración propia*

En la Figura 4.6 se observa que la mayoría (92%) de los alumnos sabe que los hongos del bosque dejan de salir cuando no llueve ($X^2 = 259.04$, $gl = 4$, $p < 0.01$). El 4% de los alumnos respondió que los hongos “mueren” por falta de agua y dejan de salir, mientras que el 1% señaló que se quedan debajo del suelo y el resto no sabe lo que sucede con los hongos cuando no llueve.

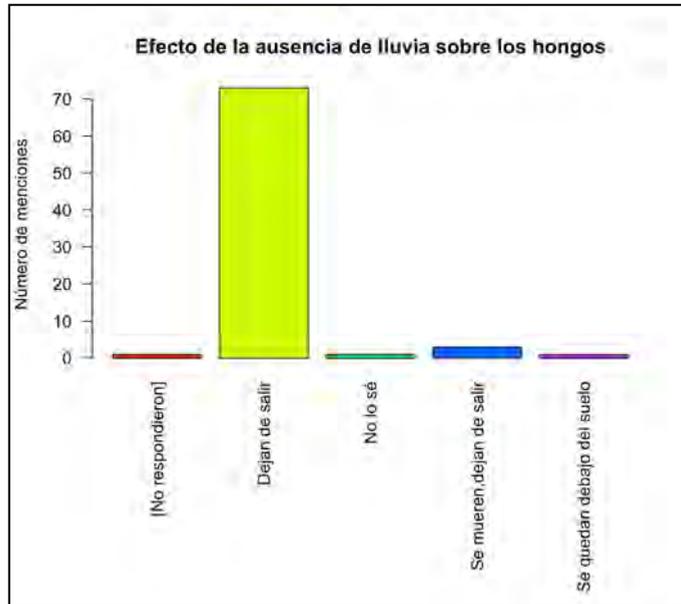


Figura 4.6. Efecto de la ausencia de lluvia sobre los hongos silvestres comestibles, frecuencia de respuestas.

Fuente: Elaboración propia

Taxonomía

En cuanto al grupo taxonómico al que pertenecen los hongos, la mayoría de los encuestados (87%) respondió que los hongos son plantas (Figura 4.7, $X^2 = 104.38$, $gl = 2$, $p < 0.01$). Un 3% señaló que los hongos son bacterias y un 10% respondió descartó que los hongos sean plantas, animales o bacterias.

La Tabla 4.1 se muestra los nombres mencionados por mujeres y hombres para cada hongo. Se realizó una prueba de t-student para contrastar las menciones de cada sexo. En promedio, las mujeres mencionan un número significativamente mayor de hongos que los hombres ($t = 2.1$, $gl = 72$, $p = 0.04$, 95% IC: 0.05 – 2.33). El hongo más frecuentemente mencionado en el listado libre fue el tecomate (*Amanita basii*); los siguientes tres hongos más mencionados fueron panza (*Boletus spp.*), mantecado (*Amanita rubescens*) y censo (*Clitocybe clavipes*).

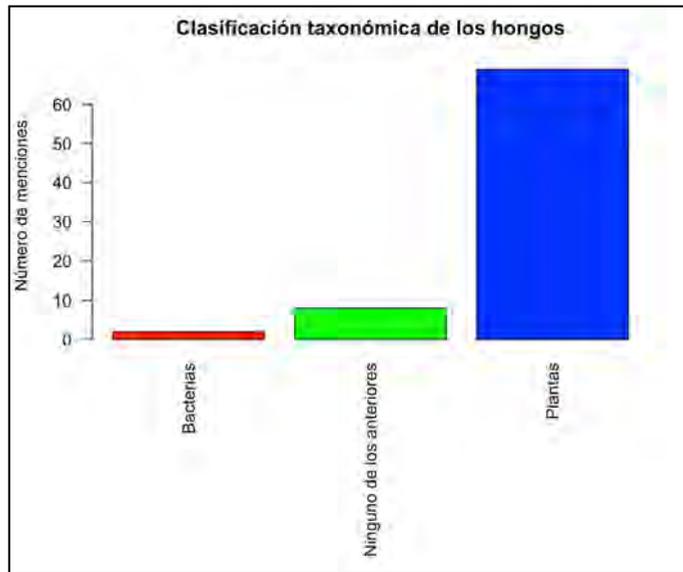


Figura 4.7. Clasificación taxonómica de los hongos, frecuencia de respuestas.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.1. Menciones de nombres comunes de hongos silvestres comestibles por mujeres y hombres, y total de menciones para cada hongo

Nombre común	Mujeres	Hombres	Total
Alachos	3	1	4
Amrillo	25	11	36
Cabeza de censo	4	0	4
Cabeza de negro	2	0	2
Censo	39	30	69
Censo de agua	3	5	8
Champiñón	1	1	2
Chile seco	0	1	1
Corneta	7	5	12
Enchilado	29	12	41
Escobeta	37	29	66
Escobeta morada	2	0	2
Hongo	0	1	1
Hongo de palo	0	1	1

Tabla 4.1. Continuación

Nombre común	Mujeres	Hombres	Total
Hongo loco	1	0	1
Mantecado	41	31	72
Ojo de venado	10	9	19
Oreja	8	2	10
Oreja morada	1	0	1
Oreja negra	3	0	3
Palomos	3	0	3
Panza	43	32	75
Panza llanera	6	0	6
Panza morada	1	0	1
Pinillo	4	0	4
San juan	0	2	2
Takechi	29	13	42
Tecomate	43	30	73

Fuente: Elaboración propia

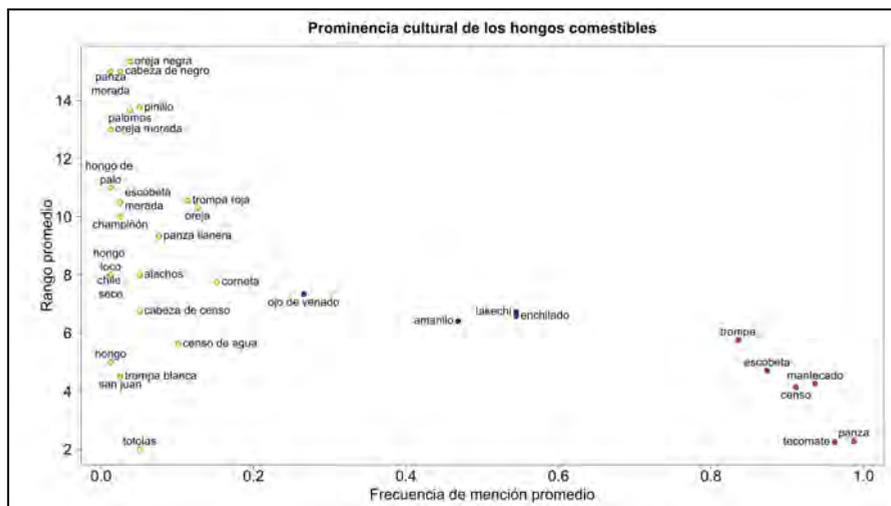


Figura 4.8. Prominencia cultural de los hongos silvestres comestibles. Los nombres de los hongos que se encuentran en la parte inferior derecha de la gráfica fueron los más mencionados y ubicados en los primeros lugares de la lista. Los de la parte superior izquierda fueron los menos mencionados y ubicados en los últimos lugares de la lista. Las categorías de colores para los puntos representan número de menciones: rojos (≥ 60), azules (20–59) y amarillos (< 20).

Fuente: Elaboración propia

Los hongos con mayor prominencia cultural para todos los encuestados son la panza y el tocomate; a estos le siguen mantecado, censo, escobeta y trompa (Figura 4.8).

Las mujeres enlistaron 28 nombres comunes de hongos silvestres comestibles (Figura 4.9) que se consumen y venden en su comunidad, lo que representa el 87.5% del total de hongos mencionados por ambos sexos. Los hombres enlistaron 20 nombres de hongos, el 62.5% del total mencionado, y confirieron una prominencia cultural (Figura 4.10) distinta a la observada en mujeres. Aunque para ambos sexos el tocomate y la panza destacan, ubicándose en la esquina inferior derecha (Figuras 4.9 y 4.10) entre los más prominentes culturalmente. Sin embargo, hongos como el amarillo, el enchilado y el takechi aparecen con una frecuencia de mención promedio mayor entre las mujeres que entre los hombres.

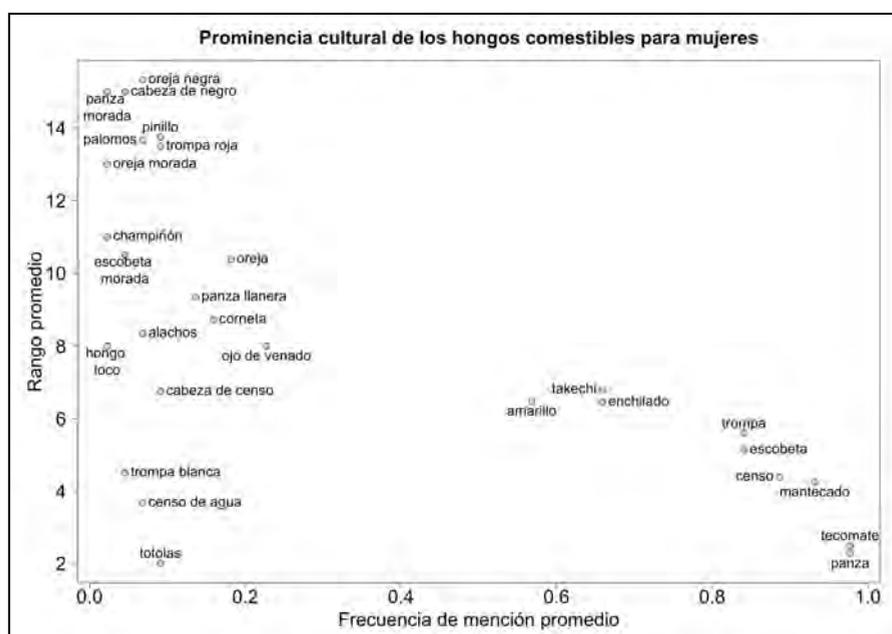


Figura 4.9. Prominencia cultural de los hongos silvestres comestibles entre las mujeres.

Fuente: Elaboración propia

Para la identificación de los hongos comestibles mediante imágenes proyectadas, gran parte de los jóvenes reconocieron la mayoría de los hongos mostrados e indicaron el nombre común por el cual los conocían. Para los hongos mantecado, escobeta, tocomate, panza, trompa amarillo y censo, hubo del 94% al 96% de reconocimiento. Solo para tres hongos: cabeza de negro, calaveritos y palomos, hubo un bajo reconocimiento: 32%, 14% y 13% respectivamente (Tabla 4.2).

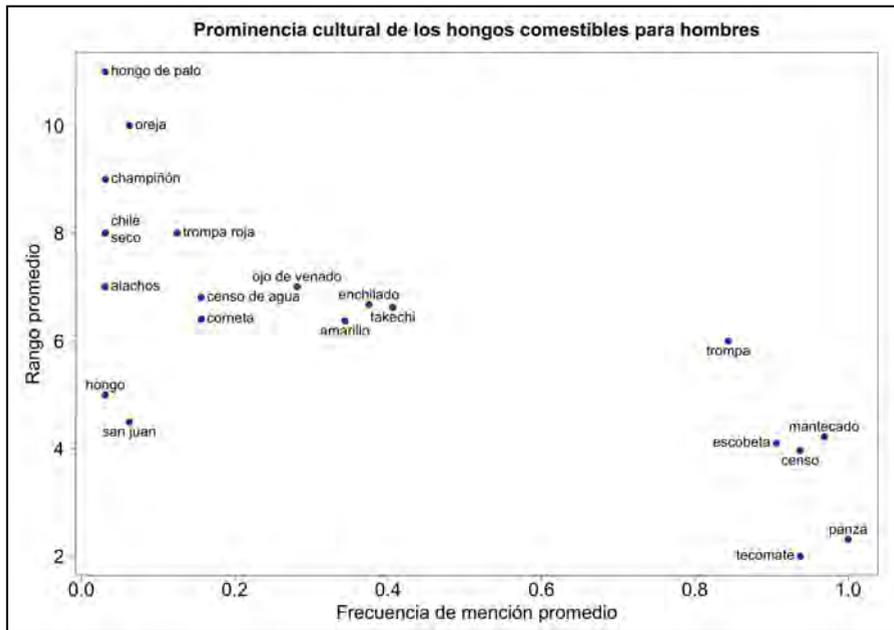


Figura 4.10. Prominencia cultural de los hongos silvestres comestibles entre los hombres.

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 4.2. Reconocimiento por nombre común de 18 especies de hongos silvestres comestibles mostradas mediante imágenes a los jóvenes de telesecundaria

Nombre común (sinónimo)	Confusión con otros hongos	Nombre científico	Reconocimiento
Mantecado (amantecado, mantequilla)		<i>Amanita rubescens</i> (Pers., 1797)	96%
Takechi (hongo blanco, hongo perfumado, matsutake)		<i>Tricholoma colopsii</i> (Ayala Vásquez, Martínez-Reyes, de la Fuente, Martínez González, Flores Armas, Hernández-Santiago & Pérez-Moreno, 2017)	96%
Escobeta (pechuga)		<i>Ramaria</i> spp. (Holmsk, 1790)	96%
Tecomate (yema)		<i>Amanita basii</i> (Guzmán y Ram. Guill., 2001)	95%
Panza		<i>Boletus</i> spp. (Bull)	95%
Trompa		<i>Russula brevipes</i> (Peck, 1890)	95%
Amarillo (amarillito, súchil)	Enchilado	<i>Cantharellus</i> aff. <i>cibarius</i> (Fr., 1821)	94%
Censo (censo de agua)		<i>Clitocybe clavipes</i> (Pers.) P. Kumm, 1871	94%
Oreja negra		<i>Helvella lacunosa</i> (Afzel, 1783)	94%
Oreja	Enchilado	<i>Helvella crispa</i> (Scop.) Fr.	91%
Ojo de venado	Totolas	<i>Agaricus</i> aff. <i>sylvaticus</i> (Schaeff, 1774)	89%
Trompa roja (enchilado)	Enchilado negro, hongo rojo	<i>Hypomyces lactifluorum</i> (Schwein) Tul y C. Tul, 1860	89%
Enchilado	Oreja, amarillo	<i>Lactarius salmonicolor</i> (L.) Gray	85%
Corneta (trompeta)	Oreja, trompa, enchilado	<i>Clitocybe gibba</i> (Pers.) P. Kumm, 1872	72%
Pinillo (espinillo, pinito, chipotle)		<i>Morchella elata</i> (Fr.)	71%
Cabeza de negro (cabeza morada, cabeza)	Escobeta, escobeta morada, escobeta negra, escobeta de palo, cabeza de censo	<i>Sparassis crispa</i> (Wulfen) Fr., 1821	32%
Calaveritos (cabeza de vaca, cabeza hueca, chene)	Censo de agua, champiñón, panza llanera y panza morada	<i>Sarcosphaera crassa</i> (Santi) Pouzar. 1972	14%
Palomos	Pedo de coyote, san juan, oreja, takechi	<i>Hygrophorus chrysodon</i> (Batsch) Fr.	13%

Fuente: Elaboración propia

Transmisión del conocimiento

El 96% de los alumnos respondieron que tienen el conocimiento de cómo y cuándo recolectar los hongos silvestres comestibles; el resto respondió que no saben recolectar hongos debido a que nadie les enseñó o que no tienen el interés por esta actividad. Los jóvenes (>50%) señalaron haber adquirido este conocimiento de sus padres y abuelos (Figura 4.II, $X^2 = 64.98$, $gl = 6$, $p < 0.01$). Menos del 40% de los alumnos señalan que han aprendido de otros familiares como tíos, primos o amigos.

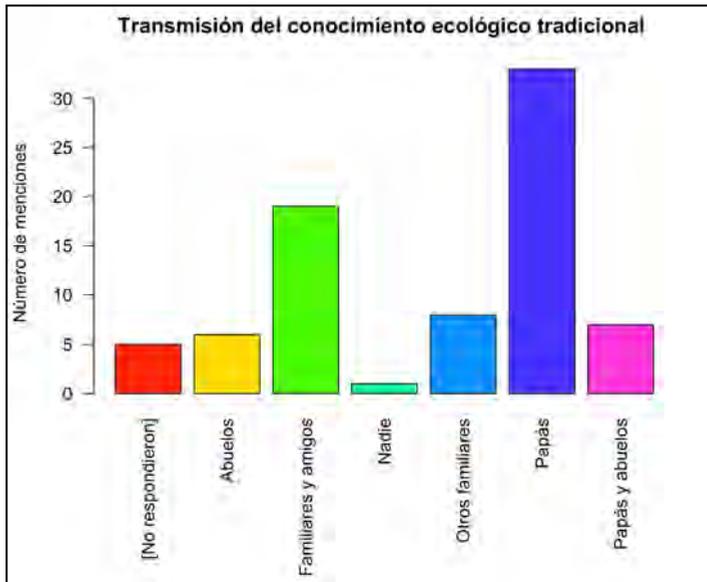


Figura 4.II. Transmisión del conocimiento ecológico tradicional, frecuencia de respuestas.

Fuente: Elaboración propia

4.4. DISCUSIÓN

Ecología, ciclo de vida y “hongos locos”

Aunque hubo quienes indicaron entre las funciones ecológicas de los hongos su asociación con raíces de árboles y sus hábitos saprobios (descomponedores de materia orgánica), la principal función que los jóvenes destacaron para los hongos estuvo asociada al uso como alimento (*Figura 4.1*) que le dan en la localidad. Esto es consistente con lo observado en localidades de La Malinche, Tlaxcala (Montoya *et al.*, 2002), los Altos de Chiapas (Ruan-Soto *et al.*, 2009), el Estado de México (Burrola-Aguilar *et al.*, 2012), Oaxaca (Garibay-Orijel *et al.*, 2007) y Michoacán (Zamora-Equihua *et al.*, 2007; Farfán-Heredia *et al.*, 2018). En el futuro, sin embargo, será oportuno indagar acerca de otro tipo de usos, como el medicinal, decorativo o lúdico observado en comunidades de Chiapas (Ruan-Soto *et al.*, 2009).

La consciencia de los jóvenes sobre la temporalidad y los factores que favorecen la producción de hongos en el bosque (*Figuras 4.4 y 4.6*), refleja el conocimiento empírico que tienen sobre los ciclos biológicos del Reino Fungi. Los estudiantes identificaron que los hongos crecen en el suelo del bosque (monte, *Figura 4.3*), lo que es consistente con el principal sustrato en el bosque templado.

Con relación a los hongos que son dañinos (*Figura 4.2*), registramos un hongo tóxico que fue nombrado (tecomate de mosca) y una categoría genérica (hongos locos) que podría comprender diferentes especies. Ambos casos son importantes de estudiar, dado que parte del conocimiento local para identificar los hongos comestibles puede estar complementado con lo que se conoce acerca de los casos que no se nombran o se catalogan como “hongos locos”. En este sentido el trabajo de Ramírez-Terrazo *et al.* (2021) ofrece conceptos y técnicas apropiadas para abordar el estudio del conocimiento local e importancia cultural acerca de los hongos no-comestibles.

Conocimiento local y prominencia cultural

Aunque académicamente podría considerarse erróneo clasificar a los hongos como plantas (*Figura 4.1*), es cierto que así lo consideraron los naturalistas como Aristóteles (ca. 350 a.C.) hasta antes de Whittaker (1969). La pregunta *¿Qué son los hongos?* debería ser abierta, para invitar al diálogo y profundizar en la concepción de los colaboradores sobre estos organismos. Hunn *et al.* (2015) aprendieron en Chiapas que los mixteco-zapotecos asignan nombres binominales a los hongos y los relacionan más con los animales que con las plantas (e.g. *x-cach-mdzin* ‘astas de venado’ (*Xylaria hypoxylon*) o *mey-mdzm* ‘hongo venado’ (*Tricholoma magnivelare*). Reyes-López *et al.* (2020) ofrecen una útil perspectiva biológico-

cultural para definir el concepto de hongo y su clasificación local.

Las imágenes de hongos proyectadas estimularon la memoria de los colaboradores, quienes nombraron el 70% de los casos, confirmando que saben más nombres de hongos de los que recuerdan en un ejercicio de listado libre. Los nombres comunes evocados para los hongos comestibles en El Llanillo Redondo pueden referir a formas (panza), colores (amarillo), animales (ojo de venado) o partes del cuerpo (oreja). Un análisis lingüístico podría revelar más acerca de la interacción que se presenta entre hongueros y hongos en esta localidad. En el interesante caso del *takechi*, el vocablo está relacionado con una historia y proceso de comercialización masiva (Pacheco-Cobos *et al.*, 2019).

Las mujeres mencionaron significativamente más nombres de hongos que los hombres, quizás por estar en constante contacto con este recurso. Hallazgos previos coinciden con esta observación, pues, durante la recolecta, las mujeres cosechan una mayor riqueza de hongos (Pacheco-Cobos *et al.* 2010) y han sido reconocidas como las principales portadoras y cuidadoras del conocimiento local relacionado con los hongos silvestres comestibles (Garibay-Orijel *et al.* 2012).

El valor comercial varía entre tipos de hongos. Por ejemplo, en 2015 (15.5 MXN – 1 USD), el costo del tocomate y la panza era de \$50/kg, mientras que el mantecado y el censo se vendían en \$25/kg y el precio del resto de las especies oscilaba entre \$20-25/kg. Los hongos con mayor prominencia cultural (panza y tocomate, en Figuras 4.8 y 4.10) son los que tienen un valor comercial alto. Un estudio ecológico que estime la disponibilidad (abundancia y frecuencia) temporal y espacial del recurso, aunado a un estudio sobre la demanda (local, regional o internacional) y los criterios de calidad de los hongos, ofrecería una perspectiva sistémica sobre la importancia cultural de los hongos silvestres comestibles.

El *takechi* es el hongo más cotizado y cuenta con tres categorías de calidad, según su tamaño y condición. Así, el precio del *takechi* oscila entre \$600-800/kg (primera), \$300-600/kg (segunda) y \$150/kg (tercera). Resultó interesante observar que el *takechi* fue más prominente entre las mujeres que entre los hombres, a pesar de que, etnográficamente, hemos observado que son los hombres y no las mujeres quienes se especializan en su recolección dentro de la comunidad. Quizás las mujeres se encargan de la limpieza y venta de los hongos de manera más directa y por ello son más prominentes entre ellas los nombres de hongos.

Aunque registramos que el conocimiento que tienen los jóvenes sobre los nombres y características para reconocer los hongos silvestres comestibles proviene de lo que sus padres y abuelos les han transmitido durante su infancia, vale la pena explorar a través del análisis de redes sociales cómo se distribuye y transmite el conocimiento local y regionalmente. Tanto los factores demográficos como geográficos juegan un papel

importante en el conocimiento y aprovechamiento de los recursos forestales no-maderables como los hongos (Montoya *et al.*, 2012; Ruán-Soto, 2018), por este motivo es importante ampliar la región de estudio e incorporar los saberes de las personas en otras localidades del Cofre de Perote.

4.5. CONCLUSIONES

Los jóvenes colaboradores conocen de manera empírica la temporada y las condiciones que favorecen el crecimiento de los hongos en el bosque, en el entendido de que cuando no llueve los hongos no se mueren (simplemente dejan de salir).

Es pertinente establecer un diálogo más abierto sobre qué son los hongos para evitar interpretar desde la taxonomía cómo se clasifican los organismos localmente.

Reportamos 32 nombres comunes de hongos silvestres comestibles, asociados a 15 géneros taxonómicos. Los nombres comunes para los hongos comestibles aluden a formas, colores, animales o partes del cuerpo. Reportamos un nombre común específico para un hongo tóxico y la categoría “hongos locos” para incluir los hongos no-comestibles.

Las mujeres compartieron un número significativamente mayor de nombres de hongos que los hombres.

Continuar el análisis y discusión de los resultados de la fase dos (mapeo participativo y registro de rutas), puede aportar importantes conocimientos sobre la relación de los jóvenes hongueros con los hongos y los paisajes en que crecen.

Agradecimientos

A las Autoridades locales, de la Telesecundaria en El Llanillo Redondo y en la Facultad de Biología-Xalapa, por el apoyo logístico brindado. A los estudiantes que participaron en el diseño y ejecución del Curso-Taller Ecología de Hongos y Rastreo de Rutas con GPS (SIVU - Sistema de Información para la Vinculación Universitaria, <https://dsia.uv.mx/sivu/>): Deneb Díaz Cano, Frida Shaori García Vivas, José Félix Kubota Hernández, Karem Margarita Ramírez Solano, Marco Antonio Flores García. A Diego Domínguez Hernández del Departamento de Vinculación Comunitaria.

4.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre-Acosta, E., M. Ulloa, S. Aguilar, J. Cifuentes y R. Valenzuela. 2014. Biodiversidad de hongos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 76-81.

Avilafilms Xalapa (Director). 2010a. Documental hongos silvestres de Perote Veracruz Parte 1. <https://youtu.be/T8fRnyI3obg> consultado en 2014

Avilafilms Xalapa (Director). 2010b. Documental hongos silvestres de Perote Veracruz Parte 2. <https://youtu.be/wyy8p7rMdTQ> consultado en 2014

Ayala-Vásquez, O., M. Martínez-Reyes, J. I. de la Fuente, C. R. Martínez-González, L. Flores Armas, F. Hernández-Santiago y J. Perez-Moreno. 2022. *Tricholoma colposii* (Tricholomataceae, Basidiomycota), a new edible species of matsutake fungi from Eastern Mexico with economic and biocultural importance. *Phytotaxa* 542 (1): 24-34.

Bernard, H. R. 2006. *Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches*. 4th ed. Altamira Prees. New York, 803 p.

Blackwell, M. 2011. The Fungi: 1, 2, 3 ... 5. 1 million species?. *American Journal of Botany* 98 (3): 426-438.

Burrola-Aguilar, C., O. Montiel, R. Garibay-Orijel y L. Zizumbo-Villarreal. 2012. Conocimiento tradicional y aprovechamiento de los hongos comestibles silvestres en la región de Amanalco, Estado de México. *Revista Mexicana de Micología* 35: 1-16.

Córdova-Chávez, O., R. Medel, G. Mata, R. Castillo y J. Vázquez-Ramírez. 2014a. Evaluación de hongos ectomicorrícicos del grupo de los basidiomicetos en la zona del Cofre de Perote, Veracruz. *Madera y Bosques* 20: 97-106.

Córdova-Chávez, O., R. Medel y G. Mata. 2014b. Adiciones al conocimiento de los hongos del Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Micología* 42 (diciembre): 25-32.

da Cunha, E. L., L. Leonardo, L. Dall'Ara Guimarães y S. X. dos Santos. 2020. Scientometrics of Global Scientific Production About Ethnomycology. *Etnobiología* 18 (3): 3-23.

Farfán-Heredia, B., A. Casas, A. I. Moreno-Calles, E. García-Frapolli y A. Castilleja. 2018. Ethnoecology of the interchange of wild and weedy plants and mushrooms in Purépecha markets of Mexico: economic motives of biotic resources management. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 14 (1): 5.

Garibay-Orijel, R. y F. Ruán-Soto. 2014. Listado de los hongos silvestres consumidos como alimento tradicional en México. En: Moreno-Fuentes, Á. y R. Garibay-Orijel (eds.). *La etnomicología en México: estado del arte*. (pp. 99–120). Red de Etnoecología y Patrimonio Biocultural, Asociación Etnobiológica Mexicana, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Universidad Nacional Autónoma de México. D. F., México.

Garibay-Orijel, R., A. Ramírez-Terrazo y M. Ordaz-Velázquez. 2012. Women care about local knowledge, experiences from ethnomycology. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 8 (1): 25.

Garibay-Orijel, R., Ruán-Soto, F., & Estrada-Martínez, E. 2010. El conocimiento micológico tradicional, motor para el desarrollo del aprovechamiento de los hongos comestibles y medicinales. En: Martínez-Carrera, D., N. Curvetto, M. Sobal, P. Morales, & V. Mora (Eds.). *Hacia un Desarrollo Sostenible del Sistema de Producción-Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el Siglo XXI* (pp. 243–270). Red Latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales–COLPOS-UNS-CONACYT-UAEM-UPAEP-IMINAP. México.

Garibay-Orijel, R., J. Caballero, A. Estrada-Torres y J. Cifuentes. 2007. Understanding cultural significance, the edible mushrooms case. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 3 (1): 4.

Guzmán, G. 2016. Las relaciones de los hongos sagrados con el hombre a través del tiempo. *Anales de Antropología* 50 (1): 134-147.

Hunn, E. S., Y. V. Ramírez y M. A. V. Dávila. 2015. Where Do Fungi Fit? The Fungal Domain In Mixtepec Zapotec. *Journal of Ethnobiology* 35 (2): 286–313.

Illana, E. C. 2007. Robert Gordon Wasson: un pionero de la etnomicología. *Boletín Sociedad Micológica de Madrid* 31: 273-277.

Jarvis, M., A. Miller, J. Sheahan, K. Ploetz, J. Ploetz, R. Watson, M. Ruiz, C. Pascario Villapan, J. I. Alvarado, A. Ramírez y B. Orr. 2004. Edible wild mushrooms of the Cofre de Perote region, Veracruz, Mexico: An ethnomycological study of common names and uses. *Economic Botany* 58: S111-S115.

López-Ramírez, M. A. 2011. Los hongos: recurso natural forestal y su aprovechamiento sustentable. Editorial Académica Española. 95 p.

Montoya, A., A. Estrada-Torres y J. Caballero. 2002. Comparative ethnomycological survey of three localities from La Malinche Volcano, Mexico. *Journal of Ethnobiology* 22 (1): 103-131.

Montoya, A., E. A. Torres-García, A. Kong, A. Estrada-Torres y J. Caballero. 2012. Gender differences and regionalization of the cultural significance of wild mushrooms around La Malinche volcano, Tlaxcala, Mexico. *Mycologia* 104 (4): 826–834. <https://doi.org/10.3852/11-347>.

Moreno-Fuentes, Á. 2014. Un recurso alimentario de los grupos originarios y mestizos de México: los hongos silvestres. *Anales de Antropología* 48 (1): 241-272.

Newing, H. 2011. *Conducting research in conservation: a social science perspective*. Routledge, England. 376 p.

Pacheco-Cobos, L., A. Cortes-Sol, E. Morgado Viveros y J. C. Martínez Córdova. 2019. Takechi: El hongo cometa. *Ciencias (UNAM)* 131–132 (enero-junio): 118–121.

Pacheco-Cobos, L., M. A. Flores García y E. Morgado Viveros. 2019. Experiencias de vinculación para monitorear hongos silvestres comestibles en el Cofre de Perote, México. En: P. Linares-Márquez, A. I. Suárez-Guerrero, L. Pacheco-Cobos, C. C. Acosta-Hernández, A. Cortés-Sol y M. A. Cárdenas-Torres (Eds.). *Biología y sociedad: Vínculos entre gestión, educación y manejo. Experiencias en México*. Vol. XIV (pp. 109–134). Monografías de la Asociación Chelonia. Madrid, España.

Pacheco-Cobos, L., M. Rosetti, C. Cuatianquiz y R. Hudson. 2010. Sex differences in mushroom gathering: Men expend more energy to obtain equivalent benefits. *Evolution and Human Behavior* 31 (4): 289–297.

R Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>. Noviembre 2018.

Ramírez-Terrazo, A., Adriana Montoya, E., Garibay-Orijel, R., Caballero-Nieto, J., Kong-Luz, A., & Méndez-Espinoza, C. 2021. Breaking the paradigms of residual categories and neglectable importance of non-used resources: The “vital” traditional knowledge of non-edible mushrooms and their substantive cultural significance. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 17 (1): 28.

Reyes-López, R. C., A. Montoya, A. Kong, E. A. Cruz-Campuzano y J. Caballero-Nieto. 2020. Folk classification of wild mushrooms from San Isidro Buensuceso, Tlaxcala, Central Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 16 (1): 53.

Ruan-Soto, F. 2018. Sociodemographic differences in the cultural significance of edible and toxic mushrooms among Tsotsil towns in the Highlands of Chiapas, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 14 (1): 32.

Ruan-Soto, F., J. Cifuentes, R. Mariaca, F. Limón, L. Pérez-Ramírez y S. Sierra. 2009. Uso y manejo de hongos silvestres en dos comunidades de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Micología* 29: 61-72.

Ruan-Soto, F., R. Garibay-Orijel y J. Cifuentes. 2004. Conocimiento micológico tradicional en la planicie costera del Golfo de México. *Revista Mexicana de Micología* 19: 57-70.

Toledo, V. y N. Barrera. 2008. La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Icaria, Barcelona. 230 p.

Whittaker, R. H. 1969. New Concepts of Kingdoms of Organisms. *Science* 163 (3863): 150.

Zamora-Equihua, V., M. Gómez-Peralta, G. Vázquez-Marrufo y M. Del P. Angón-Torres. 2007. Conocimiento etnomicológico de hongos silvestres comestibles registrados para la zona de Tancítaro, Michoacán. *Biológicas* 9: 41-46.

Zamora, M., G. Alvarado y J. Domínguez. 2000. Hongos silvestres comestibles de Tlaxcala. Parte 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. [Folleto informativo].

5. CAPÍTULO 5

Uso de especies forestales del bosque mesófilo de montaña en el municipio de Xico, Veracruz, México

Karina de Jesús Alemán Fonseca¹, Claudia Álvarez Aquino^{1*} y Celia Cecilia Acosta Hernández²

RESUMEN

El conocimiento del uso y demanda de las especies arbóreas del bosque mesófilo de montaña (BMM) por los pobladores de las comunidades aledañas a este ecosistema permite identificar el riesgo potencial en el que se encuentran estas especies y generar posibles soluciones. Con el objetivo de comparar el uso y preferencia por las especies arbóreas presentes en fragmentos de BMM entre comunidades rurales (Coatitlán, Micoxtla, Buena Vista y Matlalapa) y una urbana (Úrsulo Galván) en el municipio de Xico, Veracruz, se aplicaron 64 encuestas semiestructuradas a los pobladores de estas comunidades. Asimismo, se registraron anécdotas o información no especificada en la encuesta. Conforme a los resultados, las comunidades rurales y urbana utilizan 36 y 33 especies respectivamente, principalmente para madera, leña, postes y uso medicinal. *Quercus corrugata* y *Quercus laurina* son las dos especies de mayor uso en cada tipo de comunidad. En las rurales destaca el uso de la madera para la construcción de casas. En las comunidades no existe un interés generalizado por reforestar o participar en actividades de conservación de los fragmentos del BMM, pero la baja disponibilidad de leña y madera puede ser un incentivo para promover prácticas adecuadas de manejo y conservación.

Palabras clave: fragmentos de bosque, *Quercus*, uso rural y urbano.

ABSTRACT

The knowledge of the use and demand of the tree species of cloud forest (CF) by the people of the communities surrounding this ecosystem allows to identify the potential risk in which these species are found and to generate possible solutions. In order to compare the use and preference for the tree species present in CF fragments among rural (Coatitlán, Micoxtla, Buena Vista and Matlalapa) and urban communities (Úrsulo Galván) in the municipality of Xico, Veracruz, 64 semi-structured surveys were applied to the inhabitants of these communities. Anecdotes or information not specified in the survey were also recorded. According to the results, the rural and urban communities use 36 and 33 species, respectively, mainly for wood, firewood, poles and medicine. *Quercus corrugata* and *Quercus laurina* are the two most widely used species in each type of community. In rural communities, the use of wood for the construction of houses stands out. In all the communities there is no general interest in reforestation or participating in conservation activities of the CF fragments; however, the low firewood and wood availability can be an incentive to promote appropriate management and conservation practices.

Keywords: forest fragments, *Quercus*, rural and urban use.

¹Instituto de Investigaciones Forestales. Universidad Veracruzana (UV). Parque Ecológico "El Haya", Carretera Antigua a Coatepec, 91070, Xalapa, Veracruz, México.

²Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91090, Xalapa, Veracruz, México. ceacosthdez@yahoo.com.mx

* Autor para correspondencia: clalvarez@uv.mx

5.1. INTRODUCCIÓN

En México, de acuerdo con la CONABIO (2010), el bosque mesófilo de montaña (BMM) ocupa el 1% (8809 km²) del territorio nacional, distribuido en pequeños fragmentos en altitudes entre los 600 y 3100 msnm. Este ecosistema alberga la mayor diversidad de especies de flora y fauna en relación con su área. Respecto a la flora, se calcula que alrededor de 2500 a 3000 especies de plantas vasculares habitan en estos bosques, no obstante, este tipo de ecosistema y su biodiversidad son muy sensibles a cambios (Challenger, 1998).

En nuestro país, el BMM ha desaparecido por múltiples causas como lo son la fragmentación, deforestación, el uso excesivo de los recursos y el crecimiento urbano, lo que ha llevado a su pérdida en más del 50% (Challenger, 1998). Para el estado de Veracruz, en la región de Xalapa, se reporta que el 90% del bosque mesófilo ha sido destruido y el resto está en peligro de desaparecer (Williams-Linera *et al.*, 2002). Particularmente, los asentamientos humanos aledaños a los fragmentos de BMM, ya sean rurales o urbanos, ejercen presión sobre numerosas especies arbóreas que conforman estos bosques, principalmente sobre aquellas que son utilizadas como fuente de energía (leña y carbón), con repercusiones en su densidad, modificando la estructura y composición florística del bosque (Haeckel, 2006; Santos-González *et al.*, 2012). De acuerdo con Caballero (2010), en las comunidades rurales de México, el uso informal de la madera en el 2009 representó el 66% (28.35 millones de m³) de la cosecha maderable nacional (42.98 millones de m³), y fue principalmente para el autoconsumo, con fines energéticos (leña y carbón), domésticos (construcciones y utensilios rurales) y elaboración de artesanías.

El estado de Veracruz es considerado uno de los tres estados más críticos, con el 32.6% de su área con "muy baja disponibilidad de leña". Por este motivo, está clasificado como una de las cuatro entidades "hot spots" debido a una densidad mayor al 0.6 de usuarios de leña por hectárea, que cubren el 18.4% de la superficie de la entidad, distribuidos en 60 municipios. De éstos, 56 cuentan con un porcentaje de usuarios de leña superior al 52%, por lo que están catalogados como alta prioridad; un ejemplo son las comunidades de Papantla y Magdalena, en las cuales se estima un consumo anual de leña, procedente de áreas forestales, de entre las 83.151 y 1.312 ton/año, respectivamente (Maser *et al.*, 2005).

Particularmente, en las comunidades rurales aledañas al BMM de la zona centro de Veracruz, se reporta un consumo per cápita diario de leña de 1.71±0.18 kg, usada principalmente por la mayoría de las mujeres de la zona, aun cuando tengan estufas de gas, en la preparación de tortillas, para consumo propio y venta (Haeckel, 2006). Para la zona norte de este estado, se tiene el inventario de 218 especies presentes en cercas vivas, de las cuales las de mayor demanda son las utilizadas como comestibles (62 spp), seguidas

por las aprovechadas como combustible (36 spp), en construcciones rurales (27 spp) y para uso maderable (22 spp); las de menor demanda son las melíferas (6 spp) (Avendaño-Reyes y Acosta-Rosado, 2000).

La alta demanda de fuentes de energía y la escasez de algunas especies utilizadas como leña y carbón, en varias comunidades del país, llevó a la implementación de proyectos que impulsaron el uso de estufas ahorradoras, por ejemplo, en Cuzalapa, Jalisco (Figueroa *et al.*, 2003), Micoxtla, Veracruz (Albalat, 2006) y Chenalhó, Chiapas (Ramírez-López *et al.*, 2012). También el reemplazo de algunas especies, como ocurrió en un BMM de Chiapas, donde *Quercus* spp. fue sustituido por *Myrica cerifera* (Burgos-Lugo *et al.*, 2009). Asimismo, se promovió el establecimiento de plantaciones con especies dendroenergéticas. No obstante, estos esfuerzos han sido casos aislados, sujetos a las políticas públicas del sector forestal (Caballero, 2010).

El aprovechamiento de las especies forestales, ya sea para autoconsumo o para venta, y el impacto que este produce sobre sus poblaciones depende de la cantidad de recurso utilizado, el tipo de uso, la demanda y la zona donde se realice (Avendaño-Reyes y Acosta-Rosado, 2000). Por lo anteriormente expuesto, tener un diagnóstico del estado de los bosques, de las especies forestales que están siendo más usadas y con qué fin, permite identificar aquéllas que podrían ser más afectadas por su demanda. Bajo este argumento se planteó determinar el uso de las especies arbóreas del BMM en cuatro comunidades rurales y una urbana del municipio de Xico, Veracruz, así como conocer la percepción que estas comunidades tienen sobre la abundancia o escasez de las especies arbóreas y los recursos dendroenergéticos más usados.

5.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este estudio se desarrolló en las comunidades rurales denominadas Buena Vista, Coatitlán, Matlalapa y Micóxtla y una urbana llamada Úrsulo Galván, ubicadas en el municipio de Xico en el estado de Veracruz, entre los 19° 22' y 19° 33' de latitud N y 96° 54' y 97° 09' de longitud O, a una altitud entre 700 y 4200 msnm (Figura 5.1). En los alrededores de estas poblaciones se encuentran remanentes de BMM junto con áreas destinadas a la agricultura, así como pastizales y bosques de galería. En las comunidades rurales la densidad poblacional va de 91 a 344 habitantes, mientras que en la urbana rebasa los 1500. En todos los sitios, la principal actividad es la agricultura; en la urbana también se realiza la venta de servicios (Sendas, 2015).

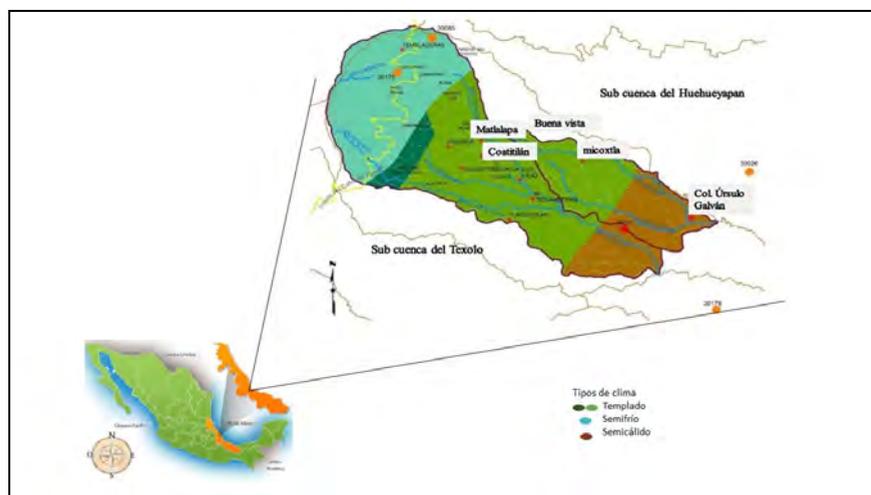


Figura 5.1. Localización de las comunidades de estudio: Buena vista, Coatitlán, Matlalapa, Micóxtla (comunidades rurales ubicadas en la zona templada) y Úrsulo Galván (comunidad urbana ubicada en la zona semi cálida).

Fuente: Adaptado de Sendas (2015)

Aplicación de Encuestas

Se aplicaron un total de 64 encuestas semiestructuradas, tanto a hombres como a mujeres, en las cuatro comunidades rurales (Coatitlán, Matlalapa, Micóxtla, Buena Vista) y en la urbana (Úrsulo Galván). Las entrevistas se aplicaron de manera individual, excepto en Buena Vista donde fue de forma grupal a 6 mujeres. Mediante las encuestas, se recabó

información referente al bosque y sus características, percepción de aumento o disminución en su área, variación de régimen de lluvias en la región, uso de especies arbóreas, e información más específica sobre el consumo de leña, especies más usadas, cantidades requeridas y métodos de recolecta.

Con esta información se generó un listado, con el nombre común y científico de las especies utilizadas por las comunidades. Se determinaron las especies con mayor uso y también aquellas que presentaron una notable disminución en sus poblaciones, según la percepción de los encuestados. Para la identificación de las especies mencionadas se realizaron recorridos, acompañados por personas de la comunidad, a los sitios donde las recolectan. Se tomaron muestras de los especímenes y fotografías de estas (Figura 5.2). Posteriormente, fueron identificadas con base en listados florísticos de la zona, comparación con especímenes de herbario y consulta a expertos. Se realizó un análisis descriptivo de los datos, comparando los patrones de uso y preferencia de especies entre las comunidades rurales y la urbana.



Figura 5.2. Aplicación de encuestas semiestructuradas en comunidades (rural / urbana) y recolecta de las especies mencionadas por los encuestados, para su posterior identificación.

5.3. RESULTADOS

Situación de los bosques

En la zona rural, la tenencia de la tierra se distribuye en propiedad privada (47%), parcelas ejidales (46%) y parcelas de uso común (7%) (Figura 5.3). En ella, predomina la vegetación secundaria seguida por fragmentos de BMM. Los últimos 30 años se ha observado una disminución en la superficie del bosque; el 50 % de las áreas desmontadas son destinadas a la construcción de casas y extracción de madera y/o leña, mientras un 36% se utiliza para cultivos de maíz y frijol, y el 14 % se usa para potrero.

En la zona urbana, la tenencia de la tierra es mayormente como parcelas ejidales (87%), y el resto es propiedad privada (13%). También predomina la vegetación secundaria, seguida por las plantaciones de café y algunos fragmentos de BMM. En las encuestas, los habitantes de todas las comunidades mencionaron variaciones en la cantidad de lluvias en los últimos 10 años y una disminución de agua en los ríos y arroyos.

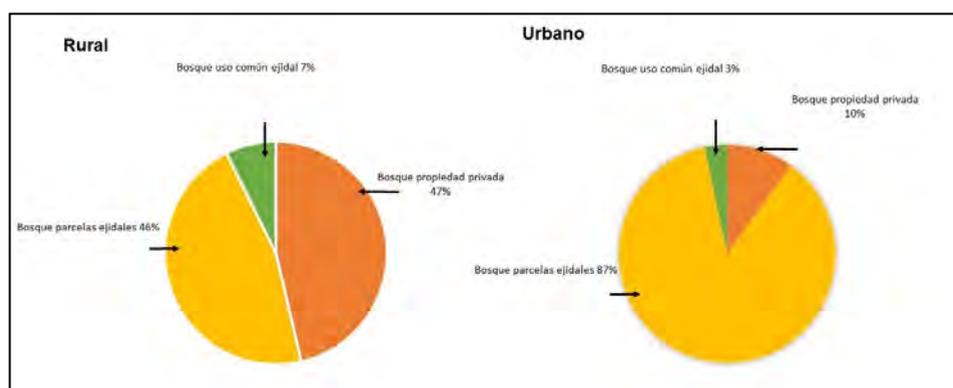


Figura 5.3. Tipo de propiedad en los bosques de las comunidades rurales de Buena vista, Coatitlán, Matlalapa y Micoxtla y en la comunidad urbana de Úrsulo Galván.

Fuente: *Elaboración propia*

El desmonte es una actividad frecuente que no siempre está permitida a menos que se realicen en propiedades privadas y el dueño destine esa área para la agricultura o como potrero. El 50 % de las áreas desmontadas, generalmente, son destinadas a la construcción de casas, extracción de madera y leña, o para cultivos de maíz y frijol (36%). Solo el 14 % del área desmontada se usa para potrero y siembra de árboles frutales (Figura 5.4).

Usos

El número de especies utilizadas reportado, tanto en las comunidades rurales como la urbana, fue de 33 y 36 especies, respectivamente. De estas especies, cinco son comunes en ambas comunidades y tienen usos diversos, mientras que cuatro de ellas son de uso exclusivo en las comunidades rurales y ocho en las comunidades urbanas (Tabla 5.1).

Los usos más frecuentes que dan a estas especies son para madera y leña. Los encinos, *Quercus corrugata* y *Q. laurina*, son las especies mencionadas con mayor frecuencia por los encuestados. En general, las especies más usadas en las comunidades rurales y urbanas (Figura 5.5) corresponden a las especies más escasas.

Tabla 5.1. Especies mencionadas con mayor frecuencia y que son usadas para madera, leña o postes por las comunidades rural y urbana del municipio de Xico, Veracruz

Nombre científico	Nombre común	Usos	
		Rural	Urbano
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidámbar	L, P, Me	M, P
<i>Pinus spp.</i>	Pino	M, L, P	M
<i>Quercus corrugata</i>	Encino /Roble	M, L, P, Me	M, P
<i>Alnus acuminata</i>	Ilite	M, L, P, Me	NR
<i>Clethra macrophylla</i>	Marangola	L, P	NR
<i>Cupressus spp</i>	Ciprés	M	NR
<i>Oreomunnea mexicana</i> , subsp. <i>Mexicana</i>	Zopilote	M	NR
<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	P, Me	Me
<i>Helecho arborescente</i>	Maquique	A	A
<i>Acacia pennatula</i>	Huizache	NR	P
<i>Dendropanax arboreus</i>	Palo blanco	NR	L
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Jonote	NR	L
<i>Inga vera / Inga laurina</i>	Chalahuite	NR	L
<i>Miconia glaberrima</i>	Duraznillo	NR	P
<i>Quercus laurina</i>	Encino /Duela	NR	M
<i>Trema micrantha</i>	Capulín (Izpepe)	NR	M, L
<i>Vismia mexicana</i>	Cafecillo	NR	P

Fuente: Elaboración propia

Usos: M = madera; L = leña; P = postes y Me = medicinal ;y A = artesanía. NR = No se reporta uso.

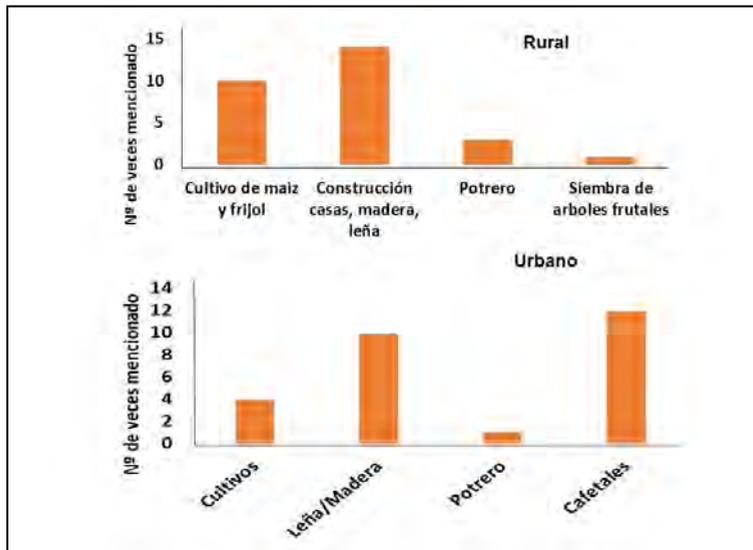


Figura 5.4. Usos que generalmente se les da a las áreas desmontadas en las comunidades rurales de Buena vista, Coatitlán, Matlapala y Micoxtla y urbana de Úrsulo Galván.

Fuente: Elaboración propia

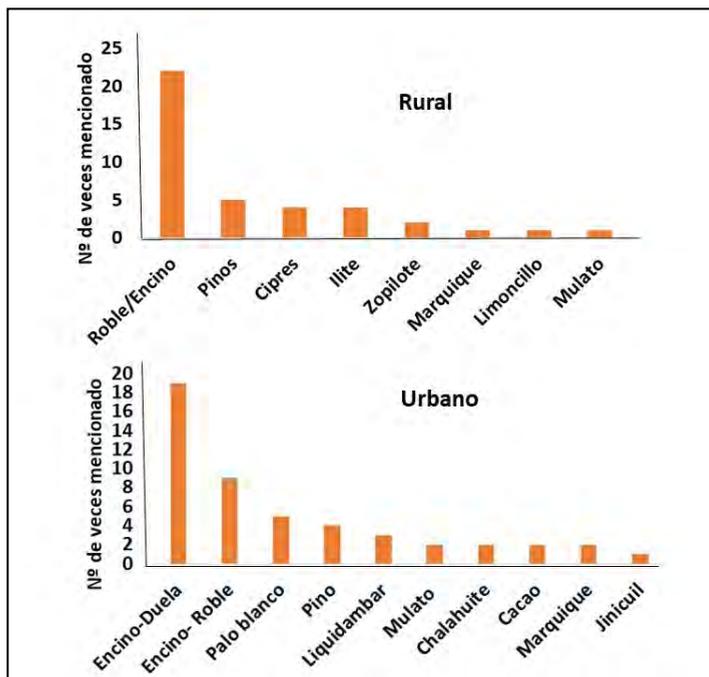


Figura 5.5. Especies forestales más usadas en las comunidades rural y urbana.

Fuente: Elaboración propia

Leña

En las comunidades rurales todos los encuestados utilizan la leña; el 28 % la prefieren porque no cuentan con una estufa de gas o bien porque el suministro de gas no es constante en la región. El 8 % mencionaron que usaban ambas alternativas (gas y leña); en el caso del gas, la ventaja que indican es su rapidez para calentar, pero no siempre cuentan con el dinero para llenar los depósitos; y en tiempo de frío no sirve para calentar la casa.

En cambio, la leña es más barata, pueden calentar varios alimentos al mismo tiempo y da calefacción a las casas en temporadas de frío. Sin embargo, las desventajas son el humo dentro de las viviendas, y, en ocasiones, el acarreo de leña, ya que les toma todo el día o tienen que comprarla y el precio está aumentando de manera constante. El 51% dice utilizar una carga por semana, el 43% entre dos a tres cargas y el 6% ocupa más de tres cargas (Figura 5.6).

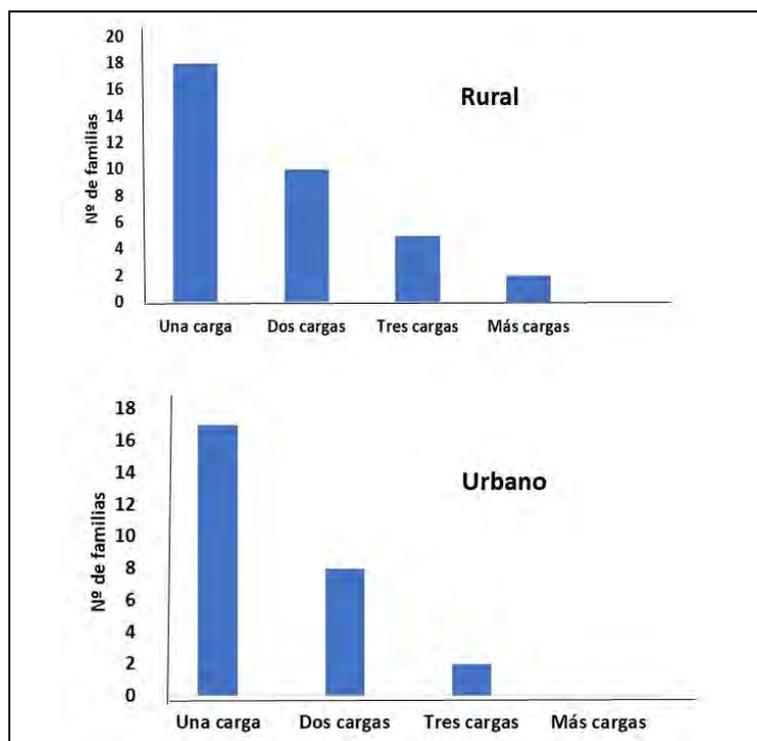


Figura 5.6. Número de cargas a la semana de leña que se consumen en las comunidades rurales de Buena vista, Coatitlán, Matlalapa y Micoxtla y en la urbana de Úrsulo Galván.

Fuente: Elaboración propia

El precio de la leña en las comunidades rurales se estima en \$100 la carga (aproximadamente 100 piezas) y, en la comunidad urbana, el precio es más elevado, entre \$100 y \$120 (Figura 5.7). En ambas comunidades mencionaron que el costo de la leña se ha incrementado debido a su escasez y lo difícil que se ha vuelto conseguirla. Esto ha llevado a un aumento en el uso de estufas ahorradoras en las comunidades rurales, donde se han construido con lámina o material más resistente como ladrillo o cemento (Figura 5.8).

En cuanto al uso de carbón, no es común en la región, aun cuando tiene la ventaja de que es más fácil de transportar en animales de carga que la leña, pero es más caro (de \$120 - \$150 por costal). No obstante, es elaborado por algunos de los pobladores de Buena Vista para su venta en la población de Xico, donde tiene mayor demanda.

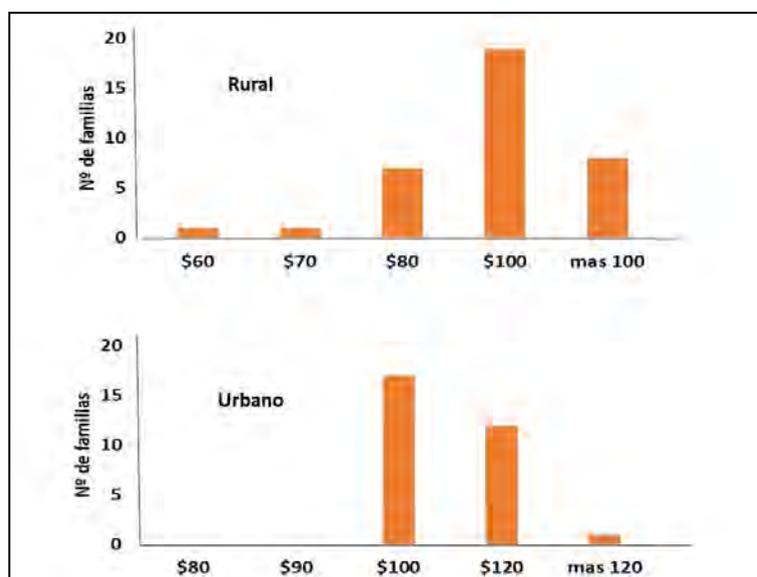


Figura 5.7. Precio de las cargas de leña en Buena Vista, Coatitlán, Matlalapa y Micoxtla y en Úrsulo Galván.

Fuente: Elaboración propia

En la comunidad urbana, el uso de leña es compartido con el uso de gas LP. El 47% prefiere la leña por el precio y por el sabor que da a los alimentos. Entre los que usan leña, el 53% requiere de una carga por semana, el número de cargas aumenta en proporción a los habitantes de la casa. El uso del carbón no es común, y en caso de necesitarlo por algún evento especial, lo compran en las tiendas.

En ninguna de las comunidades se reportan plantaciones con las especies arbóreas de mayor demanda. En las comunidades rurales, se han realizado reforestaciones a través de

los programas oficiales, plantando la mayoría de veces pinos y cipreses, los cuales no son nativos del BMM. El establecimiento de árboles nativos se ha realizado en menor proporción; la gente prefiere los encinos, pero no les agrada esperar tanto tiempo para ver resultados, ya que estos tienen una tasa baja de crecimiento. Se detectó desinterés en la población por plantar árboles, aun cuando la comunidad cuenta con un vivero que está propagando especies nativas de BMM. La mayoría de los encuestados prefieren árboles frutales o que proporcionen algún otro beneficio, ya sea monetario (madera o leña) o para sombra de los cafetales.

En las comunidades rurales se observó un mayor interés en la conservación de sus bosques, en contraste con la zona urbana. Lo anterior quedó demostrado en experiencias anteriores relatadas por los encuestados, quienes mencionaron que “se les ha dado el apoyo económico para plantar, sin embargo, no les han dado el seguimiento a las plantaciones, dejando que estas muchas veces se pierdan”.



Figura 5.8. Estufas, construidas de lámina y de ladrillo con cemento utilizadas en las comunidades de Buena vista, Coatitlán, Matlalapa y Micoxtla.

Fuente: *Elaboración propia*

5.4. DISCUSIÓN

Situación del bosque

En la zona urbana los terrenos con bosque son propiedades ejidales, mientras que en la zona rural es más común la propiedad privada, lo cual representa una ventaja porque los dueños pueden decidir conservar parte de éste. De hecho, según las encuestas, algunos ya lo hacen de esta manera, como es el caso de la mayoría de los propietarios que cuentan con áreas extensas de tierras o con más de una parcela, por lo que destinan áreas para cada actividad, como lo es la siembra, pastoreo y zonas de conservación. Sin embargo, los que cuentan con extensiones más pequeñas de tierra no tienen esta opción y generalmente todo el terreno lo destinan a la agricultura.

Disminución del área de vegetación

La gran mayoría de los encuestados mencionan una disminución en el área de los bosques. Gerez-Fernández y Pineda-López (2011) señalan una serie de procesos que mantienen a los bosques y selvas en diversos grados de deterioro, y por lo menos tres de éstos se ven reflejados en la zona de estudio, impactando los fragmentos de bosque. El primero es el uso de ciertas especies como combustible doméstico y comercial (leña y carbón), hecho que se observa en las cinco poblaciones incluidas en este estudio, en las cuales se hace uso de la leña, que es recolectada para consumo propio y/o venta. Asimismo, se registró la extracción de madera para la construcción de casas en zonas rurales donde se tienen menos recursos. El segundo es la escasa capacitación de los dueños de bosques para llevar a cabo un buen manejo de éste, ya que la mayoría no tienen el interés o los medios. Y el tercero es la conversión de los bosques a otros usos del suelo debido al crecimiento urbano. Esto último se puede observar en el alto crecimiento poblacional, siendo más notorio en la zona urbana, ya que, debido a la cercanía de la cabecera municipal, en los últimos años se están eligiendo estas áreas para residencias permanentes.

La vegetación alrededor de la comunidad de Úrsulo Galván son cafetales y vegetación secundaria, y, como resultado de las actividades humanas en la región, la vegetación secundaria, tanto en la zona rural como urbana, ha aumentado. Es decir, el área del acahual o vegetación secundaria se percibe mayor que los bosques conservados. Este patrón es similar en otras zonas de BMM en el estado, como ocurre en la región de Xalapa, en donde se reporta una alta perturbación con una pérdida del 90% y con el resto del bosque en peligro de desaparecer (Williams *et al.*, 2002).

En cuanto a las lluvias y agua en los ríos, los encuestados manifestaron que en los últimos 10 años han percibido variaciones en la cantidad de lluvias y disminución en el caudal de

ríos y arroyos. La disminución en la cobertura forestal probablemente sea la causa de la disminución de agua en ríos; se ha reportado que en el BMM la eliminación de árboles y plantas epifitas evita que se intercepte la niebla, se condense el agua y se infiltre en el suelo formando arroyos superficiales o manantiales (Williams-Linera, 2007).

Usos de las especies

El uso que se les dan a las especies arbóreas en las diferentes localidades del estado es variable. De acuerdo con Avendaño-Reyes y Acosta-Rosado (2000), en el estado de Veracruz, se reportan 35 spp. para uso de combustible (leña o carbón), 27 spp. para construcciones rurales y 22 spp. maderables. Entre las maderables, los autores reportan a *Alnus acuminata*, *Quercus corrugata*, *Quercus laurina* y *Pinus pseudostrobus*. En el presente estudio, los encuestados mencionan a *Alnus acuminata* y *Quercus corrugata* como las especies usadas para construcciones rurales, leña, postes y hasta medicinal. Particularmente, en la zona de estudio no existe una explotación comercial de madera, como sucede en otras regiones de México; no obstante, el encino es una de las especies usada con mayor frecuencia en las construcciones rurales o como leña en la zona urbana debido a la calidad de su madera, lo cual ha impactado en su densidad, siendo hoy una especie escasa en el BMM, según reportan los encuestados.

En las zonas rurales, los pobladores no siempre cuentan con los medios necesarios para la construcción de casas de cemento, por lo que se opta por la construcción de casas de madera y láminas. Al respecto, los encuestados mencionaron que es difícil encontrar árboles grandes y resistentes, lo cual indica un deterioro en la estructura y composición florística de los bosques cercanos a las comunidades (Jardel, 1998; Ramírez-Bamonde, 1996; Haeckel, 2006). En un estudio para BMM, Ortega y Castillo (1996) reportan que las especies más usadas en la construcción de viviendas rurales tradicionales son: *Rapanea myricoides*, *Clethra mexicana*, *Oreopanax xalapensis*, *Acacia* spp., *Perrottetia ovata*, *Leucaena* spp., *Caesalpinia* spp. En la zona de estudio solo coincide el uso de *Clethra macrophylla*, siendo más común usar *Quercus* spp., *Liquidambar styraciflua*, *Alnus acuminata* y *Trema micrantha*.

En las zonas rurales también *Oreomunnea mexicana* es utilizada por la calidad de su madera, ya que es muy resistente, no obstante, es una especie amenazada según la NOM-059 (SEMARNAT, 2010) (González-Espinosa *et al.*, 2011) y su uso está regulado. De igual forma, los encuestados mencionaron la presencia de *Magnolia grandiflora*, que no está registrada bajo alguna categoría de riesgo, pero es confundida con *Talauma mexicana* que sí está en la NOM-059; por lo anterior, la comunidad dejó de usar esta especie como madera o leña. Actualmente, solo se usa con fines medicinales, utilizando la flor en té, tanto en la zona rural como urbana.

SENDAS (2015) reporta el uso de *Pinus pseudostrobus* y *Pinus ayacahuite*, dos especies sujetas

a protección por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), que no son nativas del BMM, pero están presentes en la misma cuenca donde se localizan las comunidades del presente estudio. Son un ejemplo de especies protegidas que son utilizadas, cuyas poblaciones se han visto disminuidas, como es el caso de *Ocotea disjuncta*, en peligro y que sigue siendo utilizada para madera en la zona rural. Otra es el helecho arborecente conocido como Maquique, cuyo uso ha disminuido debido a que se sabe que está protegido y prohibida su corta. Anteriormente, sus raíces se utilizaban para la elaboración de macetas y se creía que favorecían el cultivo de bromelias y orquídeas (Palacios- Ríos, 2007). Otra especie que se ha dejado de usar, no por su prohibición sino porque ya no es común en la zona, es la *Tapirira mexicana*, que en la región se le conoce como árbol de cacao; a pesar de que no corresponde al BMM, sino a selvas medianas perennifolias, los encuestados mencionaron que antes era fácil de encontrar; aunque el fruto es comestible su principal uso es maderable (Gutiérrez y Dorantes, 2004). Los cambios en la disponibilidad de algunas especies se dan cuando la capacidad de regeneración es menor a la tasa de extracción. Un ejemplo es lo reportado en un estudio en la cuenca del río Pixquic, en el centro de Veracruz, por Fuentes- Pangtay (2013) que observó que el volumen de madera extraído por los “burreros” sobrepasa al volumen en pie y a la capacidad anual de crecimiento de algunas especies, lo cual sugiere que los bosques se verán afectados por la extracción no controlada.

Leña

Uno de los usos más frecuentes e importantes de la madera es como combustible (García *et al.*, 1990). En la zona rural, el 100% de los encuestados utiliza leña, mientras que en la urbana el 90% utiliza leña y en ocasiones gas. Lo anterior es común en otras comunidades semi-urbanas (Contreras-Hinojosa *et al.*, 2003), donde sí se tiene acceso al gas, pero prefieren la leña por el costo y por el sabor que les da a los alimentos. La recolecta de leña se realiza en sitios cercanos a las comunidades, en las rurales se va a los fragmentos de bosque, mientras que en la urbana se busca la leña en los cafetales. Algo similar indica Figueroa *et al.* (2003) en Jalisco, quienes señalan que la recolecta de leña se realiza en fragmentos de bosque (cuando es zona rural), potreros, desmontes y en lugares cercanos a la comunidad, en donde se deposita la madera muerta. En el sitio de estudio, las especies con una mayor demanda para su uso como leña son: roble (*Quercus corrugata*), duela (*Quercus laurina*), ilite (*Alnus acuminata*) y marangola (*Clethra macrophylla*). En un estudio realizado en la comunidad de Micoxtla, en el 2006 por Albalat, reporta usos parecidos de las especies y resalta que éstos se han mantenido. Especies del género *Quercus* tuvieron un uso generalizado para leña tanto en las comunidades rurales como en la urbana. Otros estudios también reportan que los encinos son una fuente importante de leña (Ortega y Castillo, 1996; Figueroa *et al.*, 2003; Albalat, 2006; Haeckel, 2006). En la comunidad urbana se mencionan especies comunes en cafetales como Inga spp., ya que es lo que está

disponible.

La recolección de leña produce un impacto en el BMM; en estos fragmentos de bosques la tasa de crecimiento lenta de algunas especies produce una madera más densa con un gran valor de combustión, por lo que la gente prefiere su uso. La recolección de una pequeña cantidad de leña podría ser sustentable, sin embargo, en muchos casos, la recolección puede ser destructiva, ya que, al no haber control, se hace excesiva y, en ocasiones, de especies raras o amenazadas (Bubb *et al.*, 2004). Se han hecho estudios para estimar el efecto de la recolecta de leña en las especies más usadas (Jardel, 1998; Ramírez-Bamonde, 1996; Haeckel, 2006; Ramírez-López *et al.*, 2012) y se comprobó que hay una disminución de sus poblaciones debido a la sobreexplotación, afectando a su vez la estructura y composición florística del bosque.

En el presente estudio se encontró que más del 50% de los encuestados usa mínimo una carga de leña a la semana, lo que coincide con lo reportado por Contreras-Hinojosa y colaboradores (2003) en Oaxaca (1.18 carga/semana por familia). Haeckel (2006) reporta un consumo diario de 1.7 kg, el cual se considera alto, pero se explica porque en la zona de ese estudio, Tlalnehuayocan, Veracruz, la leña no es para autoconsumo, sino para preparar tortillas que se venden en la ciudad más cercana. En ocasiones, cuando las especies más demandadas escasean, se cambian por especies que sean más fáciles de encontrar o de rápido crecimiento, por ejemplo, *Acacia retinodes* en Oaxaca (Contreras-Hinojosa *et al.*, 2003), o en Chiapas, donde ha reemplazado el uso de madera de encino (*Quercus* spp.) por el satín (*Myrica cerifera*) y el meste (*Baccharis vaccinioides*) (Burgos-Lugo *et al.*, 2009).

La alta demanda y escasez de leña que tienen los poblados provoca que su precio se incremente de manera constante, los encuestados mencionan que hace algunos años la carga de leña se encontraba en \$60 o menos, pero, actualmente, se ha incrementado un 50% y pueden llegar a comprarla hasta en \$120. Los pobladores rurales que acarrean su propia leña mencionan que, muchas veces, hay que caminar más de una hora para conseguirla; otros dicen que tienen que dedicar un día a la semana para el acarreo de ésta. En cuanto a la zona urbana, el precio es más elevado, dado que las personas que se dedican a su venta tienen que caminar con los animales de carga varios kilómetros para poder vender su mercancía. Ramírez-López *et al.* (2012) estimaron un aproximado de inversión de \$1631 pesos al año en comunidades de Chiapas, dado que, muchas veces, la recolecta de leña no es suficiente y se ven en la necesidad de comprarla.

Debido a la creciente escasez de la leña, una alternativa ha sido las estufas ahorradoras (de material o de metal), por lo que su uso se ha incrementado (Figueroa *et al.*, 2003). En la comunidad de Micoxtla en el 2006, Albalat introdujo el uso de las estufas ahorradoras. Las amas de casa reportan un ahorro considerable de leña y mencionan que estas estufas se han elaborado por iniciativa propia como resultado del trabajo de este autor, reduciendo así el problema de abasto de leña en la localidad, además de contribuir a aminorar el deterioro ambiental. Con base en los resultados obtenidos en el trabajo de Albalat, el uso de las estufas ahorradoras ha sido replicado a otras comunidades en la región. Otra alternativa ante el aumento en el déficit de leña, lo cual se puede agudizar por el incremento en la densidad poblacional, es la reforestación de áreas degradadas, siendo una opción que contrarrestaría la continua deforestación y empobrecimiento florístico de los fragmentos forestales (Ramírez-López *et al.*, 2012). Gran parte de la superficie del área de estudio está representada por vegetación secundaria, por lo que se podría intervenir mediante la reforestación, procurando un enriquecimiento de especies para acelerar el proceso de sucesión y la recuperación de los bosques en la zona.

5.5. CONCLUSIÓN

De manera general, las comunidades rurales muestran un alto consumo de algunas especies, mientras que, en la zona urbana, el número de especies usadas es mayor, pero en menor cantidad. Los principales usos de especies forestales del BMM en las comunidades estudiadas son para madera, leña, postes y medicinales. Particularmente, el encino o roble (*Quercus corrugata*) es una especie con diferentes usos, tanto en las comunidades rurales como en la urbana. Consecuentemente, su alta demanda ha llevado a una notable disminución en sus poblaciones naturales. Otras especies de mayor uso son el Ilite (*Alnus acuminata*), Liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), Izpepe (*Trema micrantha*) y Jonote (*Heliocarpus appendiculatus*).

De los usos reportados en las cinco comunidades, el más relevante es la leña, ya que representa una fuente de energía más accesible. En las zonas rurales la madera es utilizada para la elaboración de casas, algo que no ocurre en la población urbana en donde las casas son de material y la madera la utilizan para muebles, herramientas o para cambiar vigas viejas.

La percepción de los encuestados de todas las comunidades es el deterioro continuo de los recursos del bosque, así como del caudal de los ríos. Y manifiestan que estos cambios representan una desventaja por la disminución del número de especies dendroenergéticas que utilizan, y de los caudales de los ríos o la sequía de los arroyos, lo cual está afectando el riego de sus cultivos. También han notado cambios en el inicio y duración de las estaciones; a veces las lluvias se atrasan, se adelantan o caen con más fuerza que antes, lo cual provoca daños a sus siembras.

En las comunidades rurales se observó un mayor interés en la conservación de sus bosques, en contraste con la comunidad urbana; no obstante, se detectó un bajo interés por la plantación de especies que puedan ayudar a repoblar los remanentes de BMM de la zona. El contar con un vivero en la región donde se propaguen especies nativas (El Pedregal en Úrsulo Galván) es una ventaja, ya que se contaría con la planta necesaria en caso de organizarse alguna campaña de reforestación, pero se considera que el establecimiento de las plantaciones con fines dendroenergéticos solo será viable cuando las mismas comunidades reconozcan la importancia de la conservación. Debido a que las especies del género *Quercus* son las más usadas y preferidas para leña, se sugiere un estudio de campo con el fin de evaluar su densidad y la viabilidad de sus poblaciones.

Agradecimientos

A las comunidades de Coatitlán, Micoxtla, Buena Vista, Matlalapa, Úrsulo Galván y a todos aquellos colaboradores sin los cuales este trabajo no hubiese sido posible.

5.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albalat, B. A. 2006. Estufas ahorradoras de leña, una propuesta para la conservación del Bosque Mesófilo de Montaña, en la comunidad de Micoxtla, municipio de Xico, Ver., México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Xalapa. Universidad Veracruzana. 50 p.

Avendaño-Reyes, S. e I. Acosta- Rosado. 2000. Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. *Madera y Bosques* 6 (1): 55-71.

Bubb, P., I. May, L. Miles y J. Sayer. 2004. *Cloud forest agenda*. UNEP-WCMC, Cambridge, UK. Fecha de consulta: junio 2020. En línea: [Cloud forest agenda | UNEP - UN Environment Programme](#).

Burgos-Lugo D. E., Soto-Pinto M.L., Bello-Baltazar E. y J. Castellanos-Albores. 2009. Consumo de leña y su impacto ambiental y en la salud en una comunidad del norte de Chiapas. Presentada en: X Simposio Internacional y V Nacional de Agricultura Sostenible.

Caballero, D. M. 2010. La verdadera cosecha maderable en México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 1 (1): 6-16.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2010. El bosque mesófilo de montaña en México: Amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. México, D. F., México. 16 p.

Contreras-Hinojosa, J., V. Volke-Haller, J. Oropeza-Mota, C. Rodríguez-Franco, T. Martínez-Saldaña y A. Martínez-Garza. 2003. Disponibilidad y uso de leña en el municipio de Yanhuitlán, Oaxaca. *Terra Latinoamericana* 21 (3): 437-445.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO-UNAM. Pp. 443-452. Agrupación Sierra Madre, S. C. México, D. F.

Figueroa, P., G. Cruz, V. Villalvazo y P. R. Gerritsen. 2003. Tecnología apropiada para el desarrollo endógeno: La experiencia de la estufa Lorena y el ahorro de leña en la comunidad indígena de Cuzalapa. Reunión Nacional de Educación y Capacitación Forestal. Guadalajara, México. Fecha de consulta: mayo 2020. Online at: <https://docplayer.es/23486833-Tecnologia-apropiada-para-el-desarrollo-endogeno-la-experiencia-de-la-estufa-lorena-y-el-ahorro-de-lena-en-la-comunidad-indigena-de-cuzalapa-1.html>

Fuentes-Pangtay, T. 2013. Usos tradicionales de la madera del bosque mesófilo de montaña en la subcuenca del río Pixquiatic (Tesis de Maestría). Universidad Veracruzana. Xalapa. 145 p.

García, M., J. M. Chávez, E. Fuentes, I. García, E. González y A. Martínez. 1990. La leña como fuente de energía. *Elementos* 15 (2): 73-78.

Gerez-Fernández, P. y M. Pineda-López. 2011. Los bosques de Veracruz en el contexto de una estrategia estatal REDD+. *Madera y Bosque* 17 (3): 7-27.

González-Espinoza, M., J. A. Meave, F. G. Lorea-Hernández, G. Ibarra-Manrique y A. C. Newton. 2011. *The Red List of Mexican Cloud Forest trees*. Cambridge: Flora & Fauna International. 149 p.

Gutiérrez, C. L. y L. J. Dorantes. 2004. Especies forestales de uso tradicional del estado de Veracruz. Potencialidades de especies con uso tradicional del estado de Veracruz, como opción para establecer Plantaciones Forestales Comerciales. Conafor-Conacyt-UV: Veracruz. 369 p.

Haeckel, I. 2006. Firewood use, supply, and harvesting impact in cloud forest of central Veracruz, Mexico (M. Sc. Thesis). Columbia University. New York. 60 p.

Jardel, E. J. 1998. Efectos ecológicos y sociales de la explotación maderera de los bosques de la Sierra de Manantlán. En: Ávila, R., J. P. Emphoux, L. G. Gastélum, S. Ramírez, O. Masera, A. Velázquez, M. Ordoñez, R. Drigo y M. A. Trossero. 2005. Fuel Wood “hot spots” in Mexico. A Case Study Using WISDOM–Woodfuel Integrated Supply-Demand Overview Mapping. First edition. Rome: FAO. 99 p.

Ortega, E. F. y G. Castillo C. 1996. El bosque mesófilo de montaña y su importancia forestal. *Ciencias* 43: 32–39.

Palacios-Ríos, M. 2007. Los helechos arborescentes y el “maquique”. En: Williams – Linera, G. *El Bosque de Niebla del centro de Veracruz: Ecología, Historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático*. 204 p. Instituto de Ecología, A. C. – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Xalapa, Veracruz, México.

Ramírez-Bamonde, E. S. 1996. Los árboles y arbustos utilizados para leña en la comunidad de Pinoltepec, Municipio de Emiliano Zapata, Veracruz (Tesis de Licenciatura). Universidad Veracruzana. Xalapa. 48 p.

Ramírez-López, J., N. Ramírez-Marcial, H. Cortina-Villar y M. Castillo-Santiago. 2012. Déficit de leña en comunidades cafetaleras de Chenalhó, Chiapas. *Ra Ximhai* 8 (3): 27-39.

Santos-González, A., E. Estrada L. y G. Rivas L. 2012. Uso de la leña y conservación del bosque en el volcán Huitepec, Chiapas, México. *LiminaR. Estudios Sociales y Humanísticos* 10 (1): 138-158.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010. Fecha de consulta: junio 2020. En línea: https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091.

Senderos y Encuentros para un Desarrollo Autónomo y Sustentable (SENDAS). 2015. Diagnóstico Socioambiental y Zonas de Atención Prioritarias en las subcuencas Texolo y Huehueyapan, municipio de Xico, Veracruz. Informe Sendas. Xalapa, Veracruz. 89 p.

Williams-Linera, G., R. H. Manson y E. Isunza Vera. 2002. La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y bosques* 8 (1): 73-89.

Williams-Linera G. 2007. El bosque de niebla del centro de Veracruz: Ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. Xalapa: CONABIO - Instituto de Ecología, A. C. 208 p.

Riqueza de vertebrados silvestres en temporada de lluvia en El Platanillo, Coatepec, Veracruz

Emilio A. Suárez-Domínguez¹; Perla V. Guerra-Ramírez¹; Andrea González-Licca¹; Amelly H. Ramos Díaz¹; Ibiza Martínez-Serrano¹; Rodolfo Martínez-Mota²; Angelina Ruíz-Sánchez¹; Pascual Linares-Márquez¹; Yusef E. Chamlaty-Fayad¹; Luis A. Delgado-Vázquez¹; Julliana Barretto¹ y Eliezer Cocoltzi-Vázquez¹

RESUMEN

Veracruz cuenta con una vasta biodiversidad como consecuencia de su variedad de climas y tipos de vegetación. Entre estos se puede encontrar el Bosque Mesófilo de Montaña, el cual cuenta con características especiales que brindan hábitats óptimos para el mantenimiento de la fauna. Sin embargo, ha sufrido una drástica fragmentación por actividades humanas, con efectos negativos en diversas especies de vertebrados. Por ello, se torna necesario realizar investigaciones donde se implementen estrategias de conservación para protegerlo y, con ello, asegurar el hábitat de infinidad de ejemplares silvestres. El objetivo de este estudio fue analizar la riqueza de vertebrados silvestres, mostrando las especies que se encuentran en riesgo y, además, su distribución espacio-temporal en el Platanillo, Coatepec, Veracruz. Lo anterior se obtuvo utilizando las diferentes técnicas de campo para el registro de la fauna durante la temporada de lluvias. Se obtuvo un total de 62 especies (cinco anfibios, cuatro reptiles, 45 aves y ocho mamíferos). Se detectaron especies en riesgo, principalmente en la categoría de «sujeta a protección especial». La riqueza obtenida nos indicó una baja representatividad en todos los grupos, excepto para el caso de las aves. En la distribución de las especies se logra percibir que los organismos se encuentran mayormente concentrados en las zonas más alejadas a actividades humanas.

Palabras clave: conservación, especies, medio ambiente, actividades humanas.

ABSTRACT

The high biodiversity that occurs in Veracruz is mainly due to the variety of climates and types of vegetation. Among them, the cloud forest has special conditions for the conservation of wildlife, offering optimal habitats. However, deforestation and fragmentation due to human activities have caused negative effects on various species of vertebrates. Therefore, it becomes necessary to carry out investigations where conservation strategies are implemented to protect and secure the habitat of countless wild specimens. The aim of this study was to analyze the richness of terrestrial vertebrates (amphibians, reptiles, birds and mammals), showing the species that are considered in danger and their spatio-temporal distribution in the Platanillo, Coatepec, Veracruz. This was obtained using different field techniques for recording fauna during the rainy season. A total of 62 specimens (five amphibians, four reptiles, 45 birds, and eight mammals) were registered. Species in danger were detected, mainly in the category of animals that need «special protection». The richness obtained show us low representativeness in all groups, except in the case of birds. In the distribution of the species it can be noted that the organisms are mainly concentrated in the areas furthest from human activities.

Keywords: Conservation, species, environment, human activities.

¹ Facultad de Biología-Xalapa, Universidad Veracruzana, Circuito Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91090, Xalapa, Veracruz, México.

² Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana, José María Morelos 44, Zona Centro, C.P. 91000, Xalapa, Veracruz, México .

* Autor para correspondencia: emisuarz@uv.mx

6.1. INTRODUCCIÓN

México destaca mundialmente por su patrimonio natural, posicionándose como la cuarta nación en cuanto a riqueza de especies silvestres, lo cual es resultado de la evolución de su geología, fisiografía, climas, ecosistemas, entre otros (CONABIO, 1998; Sarukhán *et al.*, 2009). En el contexto nacional, Veracruz es reconocido como el tercer estado con mayor riqueza biológica después de Chiapas y Oaxaca (Vázquez *et al.*, 2010); lo anterior, debido a su diversidad de climas, suelos y una enorme red hidrográfica, que han favorecido la presencia de múltiples condiciones ecológicas (CONABIO, 2013). Estas condiciones (bióticas y abióticas) permiten albergar diversos vertebrados; por ejemplo, para el caso de los anfibios, se tienen registradas 96 especies (Parra-Olea *et al.*, 2014); en cuanto al grupo de los reptiles, 200 especies (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014); las aves representan 719 especies (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014) y para el caso de los mamíferos, 195 especies aproximadamente (González-Christen y Delfín-Alfonso, 2016).

El territorio veracruzano cuenta con distintos tipos de vegetación tales como pastizales, selvas y bosques; dentro de este último tipo, se puede identificar al Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), el cual se caracteriza por encontrarse a una elevación de 500-2800 msnm, presentar precipitaciones de alrededor de 1000 a 3000 mm/año y una temperatura entre los 12 y 23 °C (Rzedowski, 1996). Alberga una alta riqueza de flora y fauna, y ofrece una amplia cantidad de servicios ambientales a las poblaciones humanas (Williams-Linera *et al.*, 2002); sin embargo, actividades desmedidas como la tala clandestina y la sustitución de la vegetación original por tierras para cultivo y ganadería, han ocasionado una transformación de este sistema hasta en un 90% (Cervantes-Pérez *et al.*, 2001; Challenger y Soberón, 2008).

La pérdida del hábitat, generalmente, repercute de manera negativa en las poblaciones de vertebrados silvestres y trae como consecuencia la reducción en cuanto a número de individuos, en algunos casos, poniendo a las especies en alguna categoría de riesgo o incluso provocando su desaparición (NOM-059-SEMARNAT-2010). Indiscutiblemente, para tratar de frenar esta situación, se torna necesario realizar estudios base sobre la riqueza de especies que habitan o se distribuyen en el BMM, además, de la interacción que tienen éstas con el ambiente.

En los últimos años, cerca de nuestra zona de estudio, se han realizado investigaciones en ambientes donde impera el BMM o en donde éste se encuentra colindando con otro tipo de vegetación, que sirven de hábitats para los distintos vertebrados silvestres; incluso se le ha dado importancia a sitios registrados como Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter estatal y privado (Tabla 6.1).

Tabla 6.1. Riqueza de vertebrados silvestres en Coatepec y municipios cercanos a El Platanillo, Coatepec, Veracruz

Municipio	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos
Coatepec				
Cerro de las culebras	3 ⁹	9 ⁹	—	—
Las Magnolias	4 ¹¹	3 ¹¹	24 ¹¹	5 ¹¹
Quetzalpapalotl	5 ¹¹	3 ¹¹	27 ¹¹	6 ¹¹
S.A. Tlalnehuayocan				
Duendes	7 ¹¹	4 ¹¹	43 ¹¹	9 ¹¹
Xalapa				
Cerro de Macuiltépetl	—	—	242 ⁷	5 ¹
Parque Clavijero	10 ⁵	14 ⁵	—	—
Tejar Garnica	10 ⁴	13 ⁴	98 ⁶	—
El CBTis 13	4 ¹¹	2 ¹¹	37 ¹¹	1 ¹¹
Banderilla				
La Martinica	15 ³	17 ³	37 ³	7 ²
Teocelo				
Barranca Matlacobatl	11 ¹⁰	17 ¹⁰	96 ¹⁰	31 ¹⁰
Ahimsa	9 ¹²	8 ¹²	—	21 ¹³
Xico				
Xico	24 ⁸	54 ⁸	—	—

Fuente: ¹ Aguilar, 1995; ² Gutiérrez-López, 2005; ³ CGMA, 2006; ⁴ Corona-López, 2006; ⁵ Enríquez-Roa, 2006; ⁶ García-Ramírez, 2006; ⁷ Ruelas y Aguilar, 2010; ⁸ Baltazares-López, 2010; ⁹ Díaz, 2012; ¹⁰ Morales-Mávil et al., 2015; ¹¹ Ramos-Díaz, 2016; ¹² Ocaña-Díaz, 2019; ¹³ Vivanco, 2019.

Los resultados obtenidos en este proyecto de investigación ampliarán información sobre las especies de vertebrados que habitan y se distribuyen en ambientes prioritarios para el territorio veracruzano, registrando especies clave que se encuentren en alguna categoría de riesgo, que permita el establecimiento e incremento de más áreas protegidas; por lo tanto, el objetivo general será analizar la riqueza de vertebrados silvestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), registrando las especies que se encuentren documentadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como mostrar su distribución espacio-temporal en el Platanillo, Coatepec, Veracruz.

6.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El municipio de Coatepec se localiza en la porción montañosa del centro del Estado de Veracruz, en las estribaciones orientales del Cofre de Perote (SPP, 1991). Cuenta con una superficie de 255.810 km² y se encuentra localizado en las coordenadas 19°27' latitud norte, 96°58' longitud oeste, a una altura media de 1200 msnm. Al norte colinda con los municipios de Xalapa y Tlalnelhuayocan, al sur con Teocelo y Jacomulco, al este con Emiliano Zapata y al oeste con Xico y Teocelo (GEV, 1998; INEGI, 2007). Básicamente, llueve todo el año; sin embargo, los meses de julio a enero son considerados dentro de la temporada de lluvia y el resto de los meses como temporada de seca (Weatherspark, 2020). La zona de El Platanillo, Coatepec, está representada por 28-75-00 hectáreas; sin embargo, la investigación se realizó específicamente en la sección noroeste tomando en cuenta una superficie de 10 hectáreas. Esta área se encuentra inmersa en una porción de BMM fragmentado y limitado por un camino de terracería en la parte norte y una carretera municipal en la parte oeste (Figura 6.1).

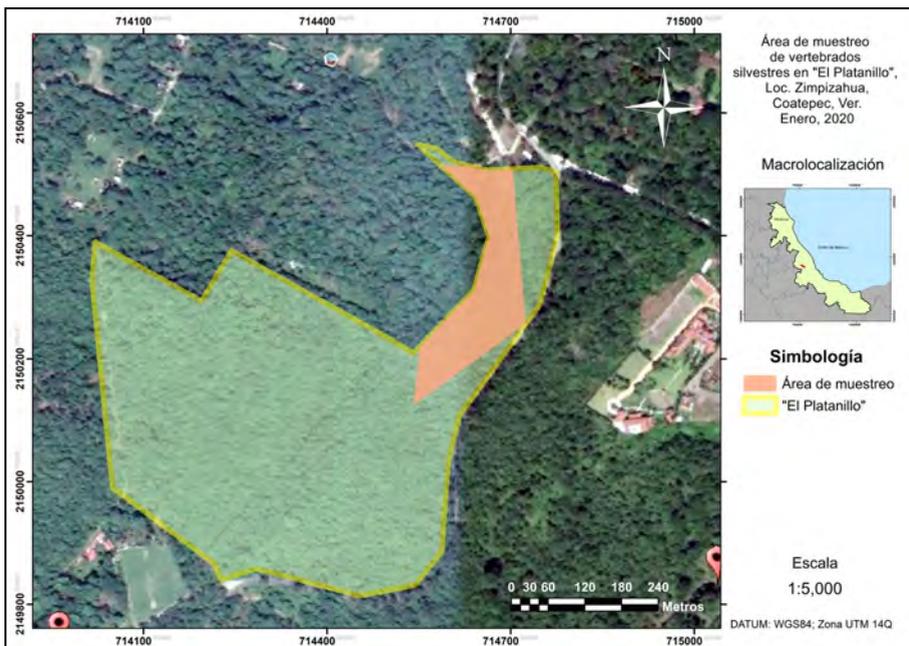


Figura 6.1. Área de muestreo dentro de la zona de estudio denominada El Platanillo, Coatepec, Veracruz.

Fuente: Elaboración propia

Trabajo de campo

Inicialmente se realizó una reunión con los habitantes del sitio, aledaños al lugar y autoridades municipales para informar sobre las actividades a realizar, explicando los beneficios del proyecto y las estrategias en campo para la obtención de la información (Figura 2). Posteriormente se realizó un recorrido prospectivo por la zona de estudio para analizar las zonas de monitoreo. Después se continuó con los registros en campo de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos llevándose a cabo una salida semanal de dos días cada una durante los meses de septiembre a diciembre de 2019 y enero de 2020.



Figura 6.2. Reunión con autoridades del municipio de Coatepec, para crear estrategia de trabajo en la zona de El Platanillo.

Fuente: *Elaboración propia*

Anfibios y reptiles

Se realizó la búsqueda de este grupo de vertebrados a través de recorridos en zigzag o lineales, dependiendo de las condiciones del terreno. Los organismos se buscaron a través de la revisión de troncos, en las bases de los árboles, en oquedades, en el envés de las hojas, en arbustos, a orilla de cuerpos de agua, bromelias u otras plantas epifitas (Díaz, 2012). La identificación de los anfibios y reptiles se llevó a cabo durante el periodo diurno y nocturno, momento en el que se presenta el mayor pico de actividad (Corona-López, 2006). Una vez avistado un organismo se identificó a través de la experiencia personal del grupo de trabajo o mediante el uso de las siguientes claves y guías: Casas-Andreu y McCoy, 1979; Flores-Villela *et al.*, 1995; Guzmán-Guzmán, 2011; Ramírez-Bautista *et al.*, 2014; en caso de haber requerido manipulación de los especímenes, ésta se realizó por medio de la captura manual o con la ayuda de ganchos herpetológicos (Figura 6.3).



Figura 6.3. A) Búsqueda de ejemplares en plantas epífitas. B) Manipulación de lagartija para identificación.

Aves

Éstas se registraron con binoculares a través de puntos de conteo; en este método, el observador permaneció en un punto fijo durante 10 minutos y tomó nota de todos los ejemplares avistados. La distancia entre cada punto de observación fue de 250 metros (Ralph *et al.*, 1996). También se realizaron transectos lineales, donde se llevaron a cabo recorridos de 100 metros y se registraron las especies que se fueron observando (Ralph *et al.*, 1996; Gregory *et al.*, 2003). El periodo de muestreo se realizó durante el amanecer y antes de oscurecer (Figura 6.4). La identificación de especies se realizó apoyándose en las guías de Howell y Webb (1995).



Figura 6.4. Búsqueda de aves con apoyo de binoculares.

Mamíferos

Para el registro de mamíferos pequeños se utilizaron trampas Sherman cebadas con semillas de girasol y crema de cacahuete con avena, las cuales se colocaron en transectos a una distancia entre cada trampa de 10 metros aproximadamente, utilizando 10 trampas por transecto. La colocación de estos dispositivos se llevó a cabo antes de oscurecer y se revisaron al amanecer del día siguiente (Romero-Almaraz *et al.*, 2007). Para el registro de mamíferos medianos se utilizaron tres cámaras trampa (Gonthier y Castañeda, 2013) colocadas a una distancia de 50 metros entre ellas; éstas se dejaron colocadas antes del anochecer y se revisaron al día siguiente en el transcurso de la mañana. Para el caso de los mamíferos voladores, se emplearon dos redes de niebla colocadas a 20 metros de distancia entre cada una; esta actividad se realizó antes del anochecer y se trabajó por un periodo de tres horas (Figura 6.5) (Oporto *et al.*, 2014). La identificación de los organismos se llevó a cabo con la ayuda de guías bibliográficas de Ceballos y Oliva (2005), Medellín *et al.* (2008) y Aranda (2012).



Figura 6.5. A) Colocación de trampas Sherman para la captura de roedores. B) Colocación de cámara trampa para el registro de mamíferos medianos. C) Colocación de red de niebla para la captura de mamíferos voladores.

Riqueza de vertebrados silvestres

La riqueza específica se obtuvo con el número total de especies registradas en campo; para la estimación de la representatividad y para la obtención de la curva de acumulación de especies, se utilizó el índice de Chao2 a través del programa EstimateS 9.1, debido a que es un estimador no paramétrico, lo cual es útil para poblaciones pequeñas y se basa en los datos de presencia-ausencia de las especies en cada una de las unidades de muestreos; es decir, solo considera a las especies “raras” dentro del análisis, tomando aquellas que solo se han encontrado únicamente en una o dos de las unidades de muestreo siguiendo la fórmula (Escalante-Espinosa, 2003; Colwell, 2009):

$$S + \frac{(M - 1)}{M} \frac{Q_1(Q_1 - 1)}{2(Q_2 + 2)}$$

Donde:

S = Número de especies

M = Total de muestreos

Q1 = Especie que se presenta una sola vez en el muestreo

Q2= Especie que se presenta dos veces en el muestreo

Finalmente, para evaluar la eficiencia del muestreo se divide el valor de las especies registradas en campo (datos observados), entre el valor obtenido del índice de Chao2 (datos esperados) y se multiplica por 100.

Registro de las especies bajo alguna categoría de riesgo

La determinación de las especies amenazadas se realizó consultando la Norma Oficial Mexicana de especies en peligro (NOM-059-SEMARNAT-2010). En este documento se encuentran listadas especies según su categoría de riesgo, las cuales son: sujeta a protección especial (Pr), amenazada (A), en peligro de extinción (P) y probablemente extinta en el medio silvestre (E) (SEMARNAT, 2010).

Distribución espacio-temporal de los vertebrados

Cuando se registró a un individuo, se tomaron coordenadas geográficas mediante GPS, que fueron almacenadas en una base de datos en Excel y, posteriormente, analizadas en el software ArcMap para obtener los mapas de distribución de cada uno de los vertebrados silvestres.

6.3. RESULTADOS

Riqueza de vertebrados

Durante los meses de septiembre a diciembre de 2019 y enero de 2020, se registraron 62 especies de vertebrados silvestres: cinco anfibios pertenecientes a cuatro géneros y cuatro familias; cuatro reptiles representados por dos géneros y dos familias; 45 aves con 40 géneros y 25 familias; y ocho especies de mamíferos distribuidos en siete géneros y cinco familias (*Anexo Capítulo 6*).

Anfibios

Se observaron cinco especies de anfibios; sin embargo, de acuerdo con el estimador de Chao2, el número de especies esperado fue de 9.8; con estos resultados se obtuvo una representatividad de 51.02 % (*Figura 6.6*).



Figura 6.6. Curva de acumulación de especies de anfibios donde se aprecia el número de especies registradas y las del estimador Chao2.

Fuente: *Elaboración propia*

Reptiles

Para el caso de los reptiles, se registraron cuatro especies en campo; el estimador Chao2 arrojó un resultado de 6.4 especies; derivado de esto se obtuvo una representatividad de 62.5 % (*Figura 6.7*).



Figura 6.7. Curva de acumulación de especies de reptiles donde se aprecia el número de especies registradas y las del estimador Chao2.

Fuente: Elaboración propia

Aves

Se registraron 45 especies de aves durante el periodo de muestreo, mientras que el número de especies arrojado a través del estimador Chao2, fue de 50.65, obteniendo, por lo tanto, una representatividad de 88.84 % (Figura 6.8).

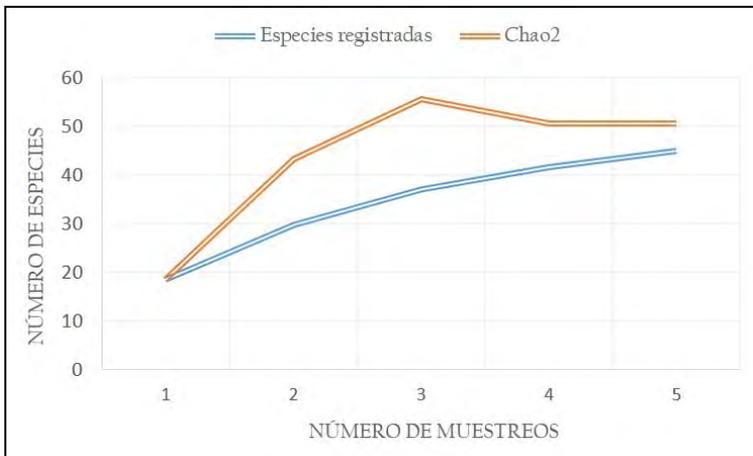


Figura 6.8. Curva de acumulación de especies de aves donde se aprecia el número de especies registradas y las del estimador Chao2.

Fuente: Elaboración propia

Mamíferos

Se observaron ocho especies de mamíferos, mientras que el estimador Chao2 mostró 12.08, obteniéndose una representatividad de 66.2 % (Figura 6.9).



Figura 6.9. Curva de acumulación de especies de mamíferos donde se aprecia el número de especies registradas y las del estimador Chao2.

Fuente: Elaboración propia

Especies bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010

Se registraron 10 especies de vertebrados bajo alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Los anfibios y los reptiles presentaron una especie cada uno. Para el caso de las aves, se reportaron ocho especies. Los mamíferos no presentaron ninguna especie en riesgo (Tabla 6.2, Anexo 6.1).

Tabla 6.2. Vertebrados silvestres considerados bajo algún estatus de riesgo, registrados en El Platanillo, Coatepec.

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	NOM-059
Amphibia	Anura	Ranidae	<i>Lithobates</i>	<i>L. berlandieri</i> (Cope, 1859)	Pr
Reptilia	Squamata	Scincidae	<i>Anolis</i>	<i>A. schiedei</i> (Wiegmann, 1834)	Pr

Fuente: elaboración propia

En peligro de extinción (P). Amenazada (A). Sujeta a protección especial (Pr). Probablemente extinta en el medio silvestre (E)

Tabla 6.2. Continuación

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	NOM-059
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo</i>	<i>V. solitarius</i> (Wilson, 1810)	Pr
		Icteridae	<i>Psarocolius</i>	<i>P. montezuma</i> (Lesson, 1830)	Pr
		Paserellidae	<i>Arremon</i>	<i>A. brunneinucha</i> (Lafresnaye, 1839)	A
	Piciformes	Picidae	<i>Campephilus</i>	<i>C. guatemalensis</i>	Pr
		Ramphastidae	<i>Ramphastus</i>	<i>R. sulfuratus</i> (Lesson, 1830)	A
	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona</i>	<i>A. albifrons</i> (Sparman, 1788)	Pr
	Falconiformes	Falconidae	<i>Micrastur</i>	<i>M. semitorquatus</i> (Vieillot, 1817)	Pr
	Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila</i>	<i>L. verreauxi</i> (Bonaparte, 1885)	Pr

Fuente: elaboración propia

En peligro de extinción (P). Amenazada (A). Sujeta a protección especial (Pr). Probablemente extinta en el medio silvestre (E)

Distribución espacio-temporal de los vertebrados

La mayoría de los vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) muestran una distribución más concentrada en la zona más conservada, y, en menor proporción, en la zona norte y oeste, donde se encuentran las vialidades de terracería y carretera municipal (Figura 6.1, 6.10, 6.11 y 6.12).

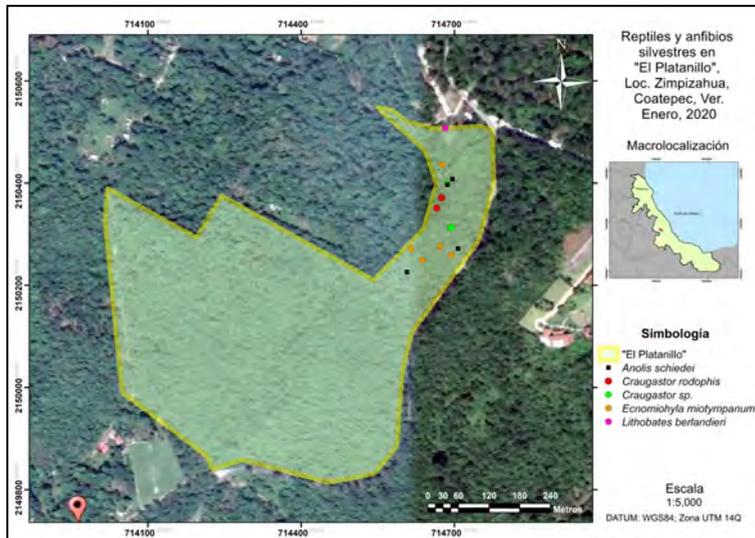


Figura 6.10. Representación de la distribución herpetofaunística en El Platanillo, Veracruz.

Fuente: Elaboración propia

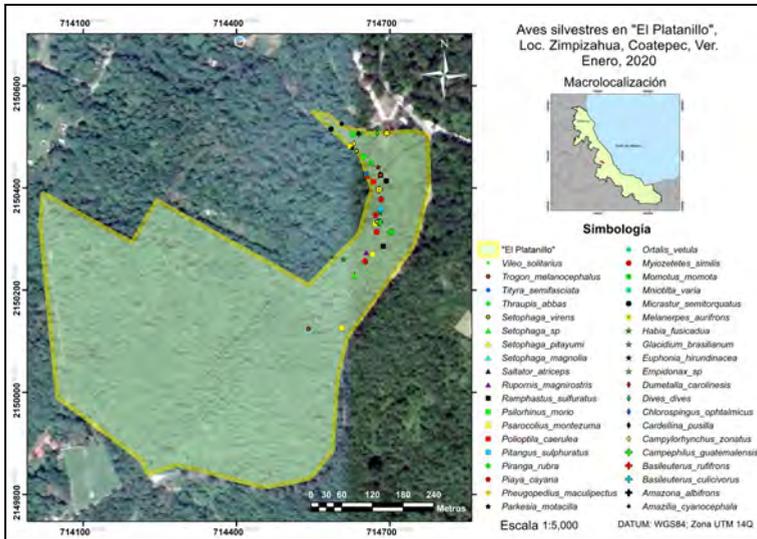


Figura 6.11. Representación de la distribución de la avifauna en El Platanillo, Veracruz.

Fuente: Elaboración propia

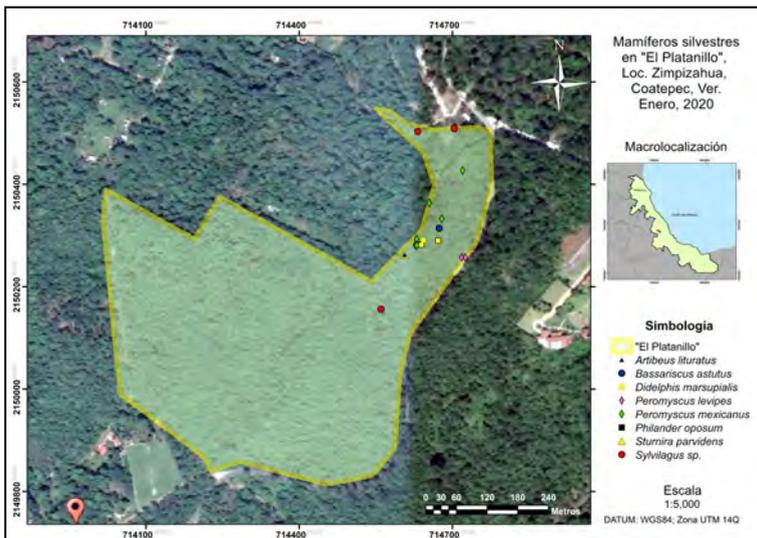


Figura 6.12. Representación de la distribución mastofaunística en El Platanillo, Veracruz.

Fuente: Elaboración propia

6.4. DISCUSIÓN

Durante los meses de muestreo se obtuvo una riqueza de cinco anfibios, lo que representa el 5.37% de las especies registradas para Veracruz (Parra-Olea *et al.*, 2014); cuatro de reptiles, alcanzando el 2% de representatividad para el estado (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014); 45 especies de aves, mostrando el 6.27% (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014); y ocho de mamíferos, representando el 4.10% del total de especies que habitan el territorio veracruzano.

El porcentaje de vertebrados silvestres en nuestra zona de estudio podría denotar un porcentaje relativamente bajo en relación a la riqueza que posee nuestro estado; sin embargo, el estudio se realizó en una superficie de ocho hectáreas aproximadamente, donde predomina el BMM y este tipo de vegetación ha sufrido una drástica disminución (90 %) como consecuencia de las actividades humanas, básicamente por la tala ilegal y la sustitución de tierras para cultivo (Challenger y Soberón, 2008); además, su ecología única y su ubicación en las laderas de las montañas los hacen particularmente susceptibles a la fragmentación del hábitat y especialmente al cambio climático (Bubb *et al.*, 2004). Estas condiciones ocasionan que diversos organismos se vean limitados en conseguir recursos adecuados como alimentación, sitios de descanso, anidación, agua, refugio, entre otros (Bojorges-Baños, 2009), lo que posiblemente podría estar presentándose con la fauna en la zona de El Platanillo.

La riqueza herpetofaunística en el área de estudio fue baja en comparación con otras investigaciones similares realizadas en el mismo municipio, por ejemplo en El Cerro de las Culebras, una zona que está decretada como Área Natural Protegida (ANP) en la categoría de Reserva Ecológica; debido a esto, existe una protección formal de la biodiversidad (Vázquez-Torres *et al.*, 2010). Además, cuenta con una superficie aproximada de 40 hectáreas, lo que, aparentemente, la convierte en un lugar idóneo para albergar animales silvestres. Otros dos sitios muestreados, Las Magnolias y Quetzalpapalotl, presentaron una riqueza herpetofaunística similar a la de El Platanillo, pero un menor número de especies en cuanto a aves y mamíferos. Estos lugares también están considerados como ANP, pero bajo la categoría de Área Privada para la Conservación (APC). Las Magnolias cuenta con una superficie de 0-32-83 hectáreas, es relativamente pequeña y homogénea y colinda con casas-habitación y con lugares para ganadería y cultivos de café. Por otro lado, Quetzalpapalotl posee una extensión de 3-32-96 hectáreas, se encuentra rodeada por cultivos y en el borde pasa el afluente de un río y una vía de tránsito de automóviles.

Esta variación de registro de especies, en relación a nuestra zona de estudio, puede deberse a la superficie de cada sitio, a la protección de los recursos por tener la

clasificación de ANP o incluso las condiciones colindantes, pues El Platanillo también está delimitado por una carretera municipal y un camino de terracería. En este último aspecto, los lugares que se encuentran limitados debido a las actividades humanas, dificultan principalmente el desplazamiento de los mamíferos, problema que enfrentan diversos sitios destinados a la conservación.

Otra situación importante a considerar, que se ha venido presentando en las últimas décadas y que merman considerablemente el número de vertebrados silvestres, es la presencia de perros y gatos; básicamente, estos animales tienden a depredar diversas especies de reptiles (lagartijas y serpientes), aves (nidos y ejemplares de talla pequeña) y mamíferos (roedores) (Konecny, 1987; Campos *et al.*, 2007).

Respecto a la comparación de la riqueza de nuestra investigación con la de municipios aledaños, tales como Tlalnehuayocan, Xalapa, Banderilla, Xico y Teocelo, éstos cuentan con un registro de especies mayor. Posiblemente, se debe a que también se encuentran registradas como ANP y están inmersas en un continuo de vegetación que beneficie a especies de amplia distribución como aves y mamíferos. Particularmente en el APC Los Duendes, perteneciente a Tlalnehuayocan, que ocupa una superficie de 4-91-46.33 hectáreas, se registró la presencia de tigrillo (*Leopardus wiedii*), categorizado por las leyes mexicanas como organismo en peligro de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2010). El lugar, a pesar de contar con una superficie relativamente pequeña, forma parte del Archipiélago de Bosques y Selvas de la región capital del estado de Veracruz, área protegida que cuenta con una superficie de 1439 hectáreas con BMM en buen estado de conservación, características óptimas para este tipo de felinos que requieren territorios amplios para su supervivencia (Simonetti y Acosta, 2002).

Por otro lado, en el municipio de Teocelo, particularmente en la Barranca de Matlacobat, se reportó como un sitio relevante y representativo de la diversidad de fauna debido a las condiciones contrastantes conservadas de BMM, y por colindar con zonas de cultivo de café, agro-sistema que en algunos casos ha sido reportado como ambiente para el mantenimiento de los vertebrados (Gallina *et al.*, 1996). En este estudio en particular, también se destaca la presencia del tigrillo (*Leopardus wiedii*), la rana calate (*Charadrayla taeniopus*) y el tucán (*Ramphastus sulfuratus*) como especies indicadoras de buena calidad de hábitat; este último ejemplar, fue registrado en nuestros muestreos, lo que podría estar indicando que, a pesar de presentar en los alrededores actividades humanas, muestra condiciones ideales para albergar ciertas especies silvestres que están aprovechando los recursos ahí existentes. Además, se incluye la presencia de diversas especies de aves conocidas como semilleritos, murciélagos y roedores que tienen una función ecológica fundamental, ya que son considerados dispersores y controladores de plagas (Dirzo y Miranda, 1991; Medellín *et al.*, 2000).

De acuerdo con el estimador Chao2, el estudio mostró un 51.02 % para el caso de los

anfibios, 62.5 % en los reptiles, 88.84% en las aves y 66.2 % para los mamíferos. En este sentido, solo el grupo de las aves alcanzó una óptima representatividad, ya que, para obtenerla, se requiere más del 80 % (Tobler *et al.*, 2008). Una de las causas por las cuales se presentaron estos resultados podría estar relacionada con el periodo de muestreo, el cual estuvo sujeto principalmente al periodo de lluvias; en otros estudios se ha reportado que en esta época es cuando los anfibios encuentran mayor cantidad de refugios y en diferentes estratos, lo que hace difícil su detección (Morales-Mávila *et al.*, 2015). Dentro de este grupo, se logró avistar con mayor frecuencia a la rana *Ecnomiohylla miotypanum*, ya que el sitio cuenta con un cuerpo de agua y este ejemplar se encuentra básicamente asociado a este ambiente para su reproducción y desarrollo (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014). Para el caso de los reptiles, no se reportaron serpientes; esto podría deberse al tránsito constante de personas en los caminos que limitan la zona, las cuales podrían estar eliminándolas por temor a ser atacados y por la falsa creencia de que todos estos ejemplares son venenosos. Además, se detectó a la lagartija *Sceloporus variabilis*, considerada indicadora de perturbación, ya que se aclimata con relativa facilidad a diferentes ambientes (Cruz-Elizalde y Ramírez-Bautista, 2012).

Otro de los posibles factores de esta baja representatividad herpetofaunística, y también para el caso de los mamíferos, podría relacionarse con los escasos muestreos que se realizaron en horarios nocturnos debido a cuestiones de inseguridad en la zona; se sabe que estos grupos de vertebrados tienen una mayor actividad durante la noche, que es cuando biológicamente presentan sus picos más altos de actividad, sobre todo para conseguir alimento. Un punto importante a considerar es que la zona muestreada es la que se encuentra más cerca de actividades humanas, y, por lo tanto, se esperaría que la riqueza y la distribución de los ejemplares se encuentre más concentrada y con un número mayor de especies en la zona noreste y sureste, donde se puede apreciar una vegetación más abundante y conservada.

Se obtuvo un registro del 16% de especies en categoría de riesgo (ocho sujetas a protección especial y dos amenazadas). Es importante mencionar que, a pesar de ser de las categorías menos drásticas de acuerdo a las leyes mexicanas, no deja de ser un foco rojo, si no se toman medidas de conservación. Aparentemente, este porcentaje podría variar si se realizan registros en toda la superficie de la zona, ya que, como se mencionó anteriormente, la parte restante presenta menor impacto humano. Es por ello, que en este documento se mencionan las siguientes medidas, similares a las que han propuesto otros autores (con la intención de evitar poner a más especies en riesgo o, las que ya se encuentran en tal estado, agraven su situación pasando a ser consideradas como especies en peligro de extinción o extintas del medio): inicialmente realizar un estudio donde se incluya toda la superficie del terreno y donde se analicen estos parámetros biológicos en temporada de seca para tener datos más representativos; realizar talleres de educación ambiental donde se incluya a niños, jóvenes y adultos; involucrar a las autoridades

municipales para que promuevan la conservación de los recursos, abarcando puntos importantes como la disminución de cambio de uso de suelo y la generación de campañas de esterilización de animales domésticos, y promover el establecimiento de la zona como un Área Natural Protegida bajo la categoría de Área Privada para la Conservación.

6.5. CONCLUSIÓN

En la zona de estudio se obtuvo una baja representatividad de anfibios, reptiles y mamíferos, mientras que se registró una alta representatividad para el grupo de las aves.

Las aves fueron el grupo con mayor número de especies registradas en categoría de riesgo, de acuerdo con la Norma NOM-059-SEMARNAT-2010.

La mayoría de los vertebrados se encontraron distribuidos en zonas conservadas.

Agradecimientos

Agradecidos por el apoyo otorgado por PRODEP 2019 para el fortalecimiento de los cuerpos académicos.

6.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, S. H. 1995. Diagnóstico y propuestas para la gestión y manejo del Parque Ecológico Macuiltépetl. México: Pronatura Veracruz. 259 p.

Aranda, M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 255 p.

Baltazares-López, L. K. 2010. Distribución altitudinal y por tipos de vegetación de la herpetofauna de Xico, Veracruz, México. (Trabajo de pregrado, Licenciatura en Biología). Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. 62 p.

Bojorges-Baños, J. C. 2009. Amenazando la biodiversidad: Urbanización y sus efectos en la avifauna. *Revista Ciencia y Mar* (39): 61-65.

Bubb, P., I. May, L. Miles y J. Sayer. 2004. *Cloud forest agenda*. UNEP-WCMC, Cambridge, UK. Recuperado el 25 de junio, 2018 de [Cloud forest agenda | UNEP - UN Environment Programme](#).

Campos, C. B., C. F. Esteves, K. Ferraz, P. G. Crawshaw y L. M. Verdade. 2007. Diet of free-ranging cats and dogs in a suburban and rural environment, south-eastern Brazil. *Journal of Zoology* 273: 14-20.

Casas-Andreu, G. y McCoy, C. 1979. Anfibios y reptiles de México, claves ilustradas para su identificación. México: Limusa. 87 p.

Ceballos-González, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. México: Fondo de Cultura Económica. 986 p.

Cervantes-Pérez, J., V. L. Barradas-Miranda, A. Tejeda-Martínez y D. Pereyra-Díaz. 2001. Clima urbano, bioclima humano, hidrología y evaluación de riesgos por hidrometeoros. En: Capitanachi, C., E. Utrera y C. B. Smith (Eds.). *Unidades Ambientales Urbanas: Bases Metodológicas para la Comprensión Integrada del Espacio Urbano* (pp 1-57). Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. Sistema de Investigación del Golfo de México (CONACyT). Xalapa. México.

CGMA (Coordinación General del Medio Ambiente). 2006. Programa de manejo del Área Natural La Martinica Banderilla, Veracruz. Secretaría de Desarrollo Social y Medio Ambiente (SEDESMA). Gobierno del Estado de Veracruz. 62 p.

Challenger, A. y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres. En: Soberón, J.G. Halffter y J. Llorente-Bousquets (Eds.). *Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad* (pp 87-108). CONABIO, México.

Colwell, R. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. Recuperado en febrero 2019 en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de país. México: CONABIO. 293 p.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2013. Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Veracruz. México: CONABIO. 138 p.

Corona-López, C. R. 2006. Diversidad y distribución de la herpetofauna en el Área Natural Protegida El Tejar-Garnica, Xalapa, Veracruz, México. (Trabajo de pregrado, Licenciatura en Biología). Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. 74 p.

Cruz-Elizalde, R. y A. Ramírez-Bautista. 2012. Diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación del estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 458-567.

Díaz, F. V. U. 2012. Anfibios y Reptiles de la Reserva Ecológica Cerro de Las Culebras, Coatepec, Veracruz. (Trabajo de pregrado, Licenciatura en Biología). Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. 60 p.

Dirzo, R. y A. Miranda. 1991. Altered patterns of herbivory and diversity in forest: A case of study of the possible contemporary defaunation. . In: Price, P.W., Lewinsohn T.M., Fernandes G.W. y Benson W.W. (Eds.). *Evolutionary ecology in tropical and temperate regions* (pp. 273-291). New York, USA.

Enríquez-Roa, J. 2006. Diversidad y distribución de anfibios y reptiles en el Parque Ecológico "Francisco Javier Clavijero", Xalapa, Veracruz, México. (Trabajo de pregrado, Licenciatura en Biología). Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. 51 p.

Escalante-Espinosa, T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: Ciencia y Cultura* 52: 53-56.

Flores-Villela, O., F. Mendoza-Quijano y G. Gonzáles-Porter. 1995. Recopilación de claves para la identificación de anfibios y reptiles de México. *Publ. Esp. Mus. Zool., México* 10: 1-285.

Flores-Villela. O.A. y U.O. García-Vásquez. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 467-475.

Gallina S., S. Mandujano y A. González-Romero. 1996. Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantations of Central Veracruz, Mexico. *Agroforestry Systems* 33: 13-27.

García-Ramírez, A. E. 2006. Análisis de una comunidad de aves y su relación con el medio en el parque Tejar Garnica, Xalapa, Veracruz. (Trabajo de pregrado, Licenciatura en Biología). Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. 83 p.

GEV. 1998. Gobierno del Estado de Veracruz. Coatepec. Enciclopedia Municipal Veracruzana. México. <https://www.worldcat.org/es/title/enciclopedia-municipal-veracruzana/oclc/45505095>

Gonthier, D. J. y F. E. Castañeda. 2013. Large and medium sized mammal survey using camera traps in the Sikre River in the Río Plátano Biosphere Reserve, Honduras. *Tropical Conservation Science* 6 (4): 584-591.

González-Christen, A. y C. A. Delfín-Alfonso. 2016. Los mamíferos terrestres de Veracruz, México y su protección. En: Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J. E. Sosa-Escalante (eds.). Riqueza y conservación de los mamíferos en México a nivel estatal. Instituto de Biología (pp. 499-534). Universidad Nacional Autónoma de México. Asociación Mexicana de Mastozoología A.C., Ciudad de México, México.

Gregory, R.D., D. Noble, R. Field, J. Marchant, M. Raven y D.W. Gibbons. 2003. Using birds as indicators of biodiversity. *Ornis Hungarica* 12-13: 11-24

Gutiérrez-López, A. 2005. La diversidad alfa de mamíferos en La Martinica, municipio de Banderilla, Veracruz y la importancia del área para su conservación. (Trabajo de pregrado, Licenciatura en Biología). Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. 41 p.

Guzmán-Guzmán, S. 2011. Anfibios y Reptiles de Veracruz Guía Ilustrada. Xalapa: Consejo Veracruzano de la Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. Veracruz, México 231 p.

Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. New York: Oxford University Press. 851 p.

INEGI 2007. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario Estadístico. México. http://centro.paot.org.mx/documentos/inegi/anuario_estadistico_eum_2007.pdf.

Konecny, M. J. 1987. Food Habits and Energetics of Feral House Cats in the Galapagos Islands. *Oikos* 50 (1): 24-32.

Medellín, R., H.T. Arita y O.H. Sánchez. 2008. Identificación de los murciélagos de México. Clave de campo. Segunda edición. México: Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Medellín, R. A., M. Equihua y M. A. Amín. 2000. Bat diversity and abundance as indicator of disturbance in neotropical rainforest. *Conservation Biology* 14: 1666-1675.

Morales-Mávil, J. E., A. González-Christen, E. A. Suárez-Domínguez, J. A. Gómez-Ortega, E. A. Bello-Sánchez, H. H. Barradas-García, J. Enriquez-Roa y R. Arboleda-Sánchez. 2015. Vertebrados Silvestres de la Barranca MatlacobatI, Municipio de Teocelo, Veracruz. En: Pineda-Campos, D., L. R. Sánchez-Velásquez, A. C. Travieso-Bello, R. Valencia-Castillo, L. A. Vázquez-Honorato y C. Welsh-Rodríguez (eds.). *Teocelo y su Compromiso con la Sustentabilidad: Bases de un Modelo entre Sociedad, Gobierno Municipal y Universidad* (pp. 189-203). Universidad Veracruzana. México.

Navarro-Sigüenza, A. G., M.F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, T. A. Peterson, H. Berlanga-García y L. A. Sánchez-González. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S476-S495.

Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010). 2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial*. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>.

Ocaña-Díaz, A. 2019. Diversidad herpetofaunística del Área de conservación privada Ahimsa, municipio de Teocelo, Veracruz, México. (Trabajo de pregrado, Licenciatura en Biología). Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. 94 p.

Oporto S., S. L. Arriaga-Weiss y A. A. Castro-Luna. 2014. Diversidad y composición de murciélagos frugívoros en bosques secundarios de Tabasco México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86: 431-439.

Parra-Olea, G., O. Flores-Villela y C. Mendoza-Armella. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 460-466.

Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, D.F. DeSante y B. Milá. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Estados Unidos de América: Department of Agriculture. 43 p.

Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, R. Cruz-Elizalde, C. Berriozabal-Islas, D. Lara-Tufiño, I. Goyenechea y J. Castillo-Cerón. 2014. *Los anfibios y reptiles de Hidalgo, México: diversidad, biogeografía y conservación*. Pachuca: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y Sociedad Herpetológica Mexicana. 385 p.

Ramos-Díaz, A. 2016. Riqueza de Vertebrados terrestres en Áreas de Conservación Privada del Centro de Veracruz, México. (Trabajo de pregrado, Licenciatura en Biología). Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. 77 p.

Romero-Almaraz, M.L., C. Sánchez-Hernández, C. García-Estrada y R.D. Owen. 2007. Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. México: Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad Autónoma del Estado de México. 201 p.

Ruelas, I. E. y R.S.H. Aguilar. 2010. La avifauna urbana del Parque Ecológico Macuiltépetl en Xalapa, Veracruz Mexico. *Ornitología Neotropical* (21):87-103.

Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* (35):25-44.

Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente-Bousquets, G. Halfter, R. González, I. March, A. Mohar, S. Anta y J. De la Maza. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 621 p.

Simonetti, J. y G. Acosta. 2002. Conservando biodiversidad en tierras privadas: el ejemplo de los carnívoros. *Revista Ambiente y Desarrollo* 18:51-59.

SPP. 1991. Secretaría de Programación y Presupuesto. Croquis municipal del municipio de Coatepec. Esc. 1:50,000. Veracruz, México, D. F.

Tobler, M., S. Carrillo-Percegui, R. Leite, R. Mares y G. Powell. 2008. An evaluation of camera traps for inventorying large and medium-sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation* (11):169-178.

Vázquez, M., C. Carvajal, y M. Aquino. 2010. Áreas Naturales Protegidas (149 p). En: G. Benítez y C. Welsh. (Eds.). Atlas del Patrimonio Natural, Histórico y Cultural de Veracruz. Tomo I Patrimonio Natural. Primera Edición. México.

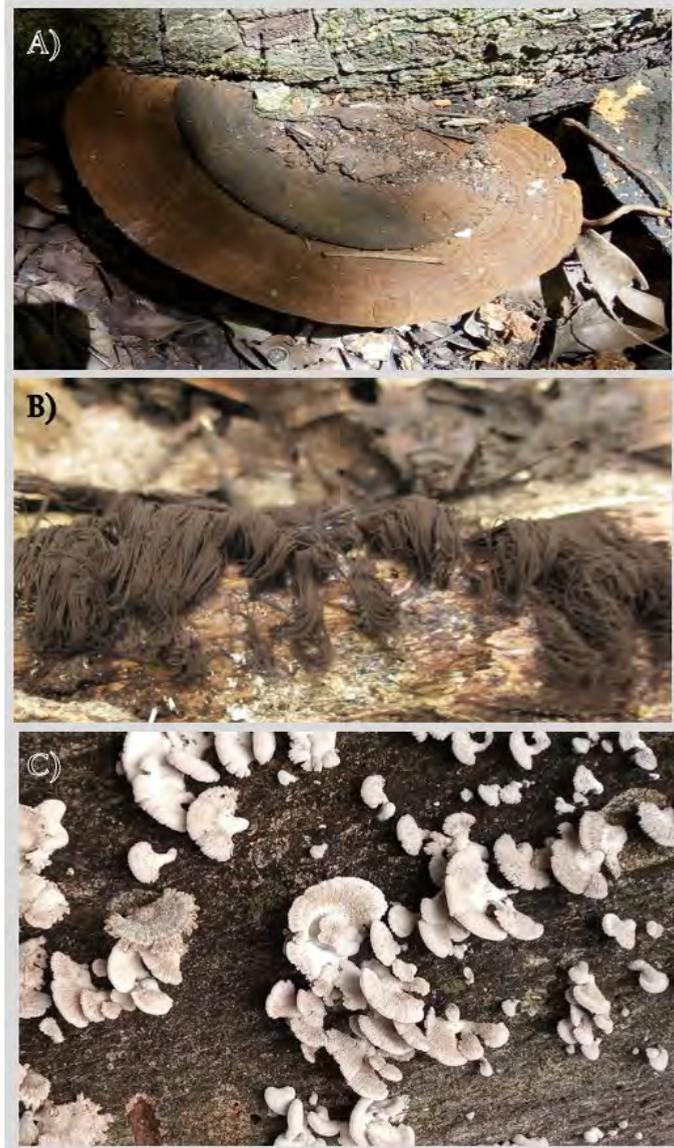
Vázquez-Torres, S.M., C.I. Carvajal-Hernández y A.A. Aquino-Zapata. 2010. Áreas Naturales Protegidas. (pp. 249-274). En: Benítez-Badillo, G. y C. Welsh-Rodríguez (Eds.). Atlas del Patrimonio Natural, Histórico y Cultural de Veracruz. Tomo I Patrimonio Natural. Primera Edición. México.

Vivanco, A. 2019. Diversidad de mamíferos silvestres del Área de Conservación Privada Ahimsa, municipio de Teocelo, Veracruz, México. (Trabajo de pregrado, Licenciatura en Biología). Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. 90 p.

Weather Spark. 2019. Clima y temperatura promedio anual en Coatepec, Veracruz. weatherspark.com/y/8696/Average-Weather-in-Coatepec-Mexico-Year-Round.

Williams-Linera, G., G. R. H. Manson y E. Isunza- Vera. 2002. La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques* 8 (1): 73-89.

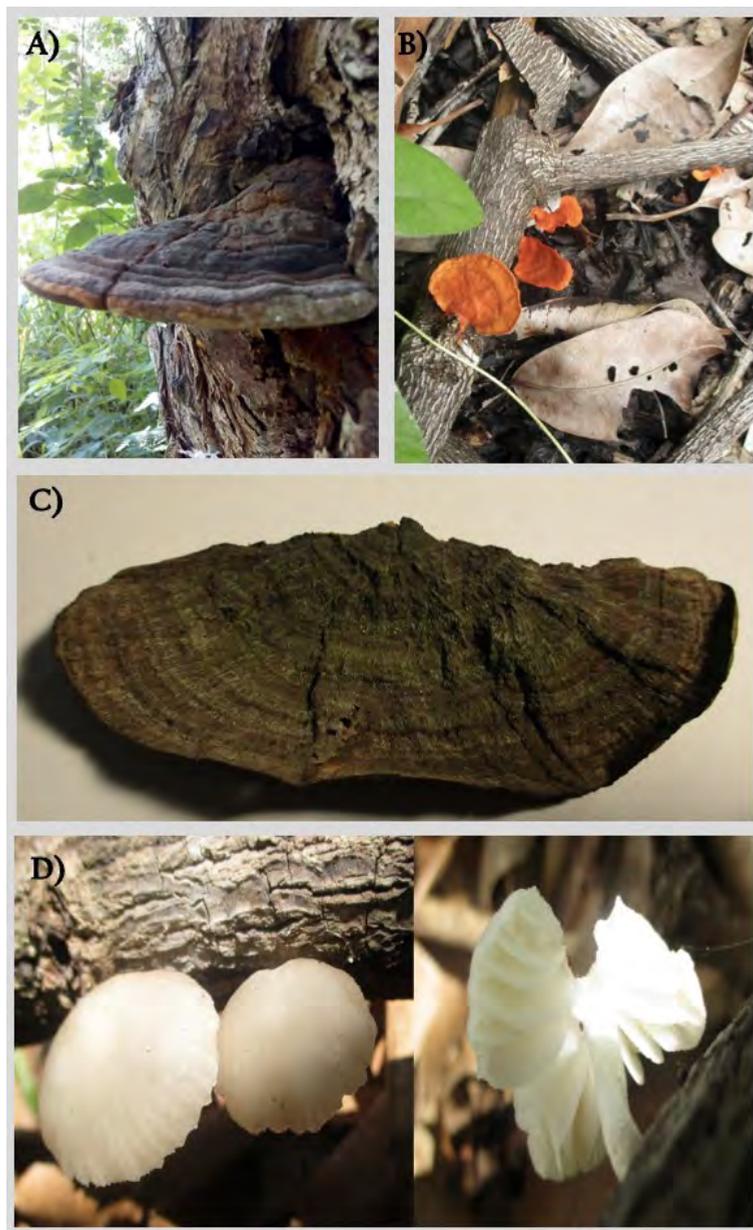
ANEXO CAPÍTULO 3



Anexo 3. Figura 3.1

A) *Phellinus gilvus*. B) *Stemonitis fusca*. C) *Schizophyllum commune*.

Fuente: Carlos Absalón (A y C) y Elideth Díaz (C)



Anexo 3. Figura 3.2

A) *Ganoderma applanatum*. B) *Pycnoporus sanguineus*. C) *Trametes versicolor*. D) *Oudemansiella canarii* planos cenit y nadir.

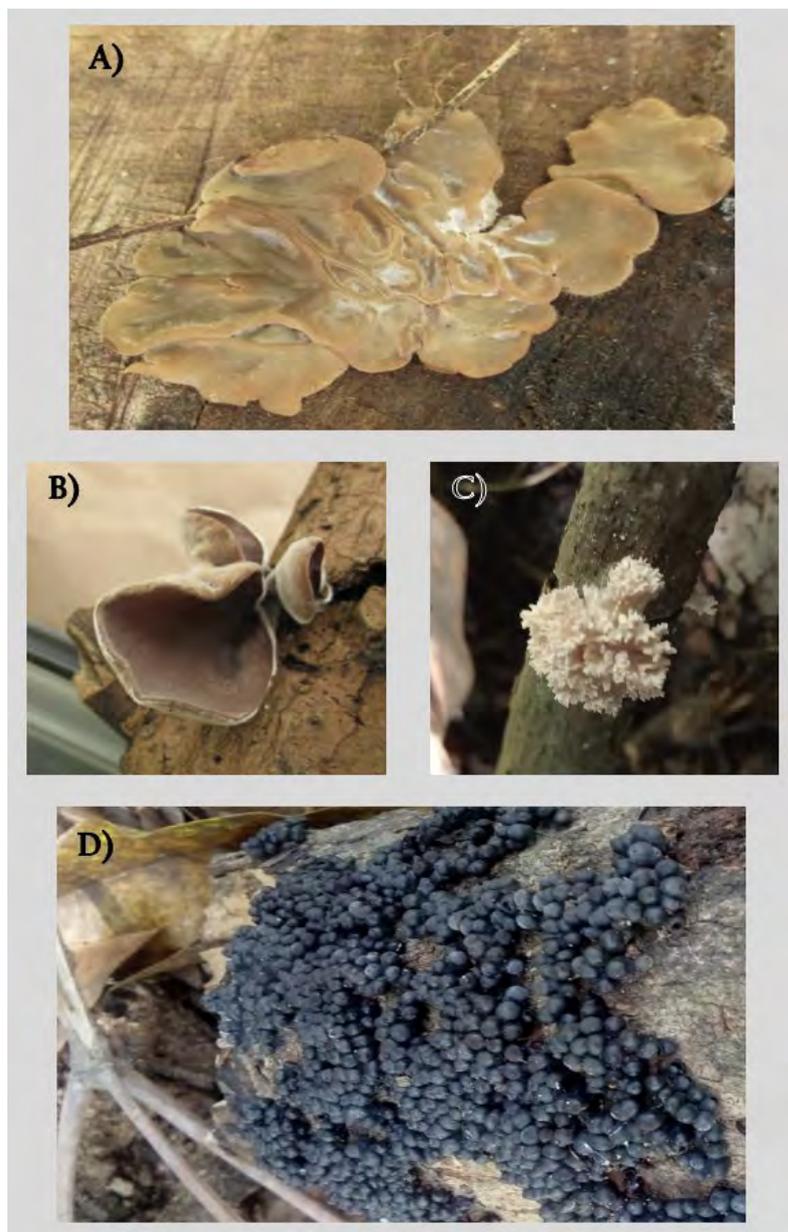
Fuente: Elideth Díaz (A-C) y Carlos Absalón (D).



Anexo 3. Figura 3.3

A) *Arcyria denudata*. B) *Cookeina tricholoma*. C) *Dacryopinax elegans*. D) *Junghuhnia nitida*.
E) *Pogonomyces hydnooides*.

Fuente: Elideth Díaz (A-D) y Carlos Absalón (E).



Anexo 3. Figura 3.4

A) *Auricularia mesenterica* B) *Auricularia polytricha*. C) *Hydnopolyporus fimbriatus*. D) *Phylacia poculiformis*.

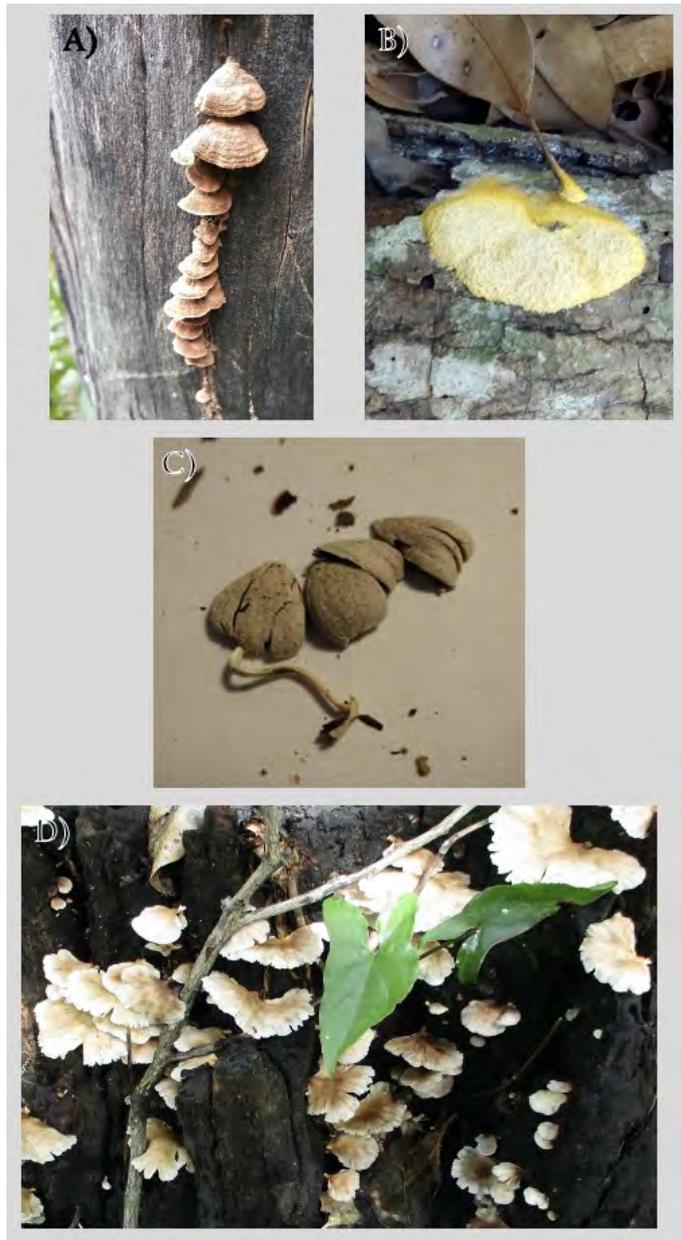
Fuente: Elideth Díaz



Anexo 3. Figura 3.5

- A) *Trametes corrugata*. B) *Fomes fastuosus*. C) *Fomes rimosus*.
D) *Trametes pubescens*.

Fuente: Elideth Díaz (A, B y D) y Carlos Absalón (C).



Anexo 3. Figura 3.6

- A) *Lenzites striata*. B) *Fuligo septica*. C) *Coprinellus xanthothrix*.
D) *Lentinellus ursinus*.

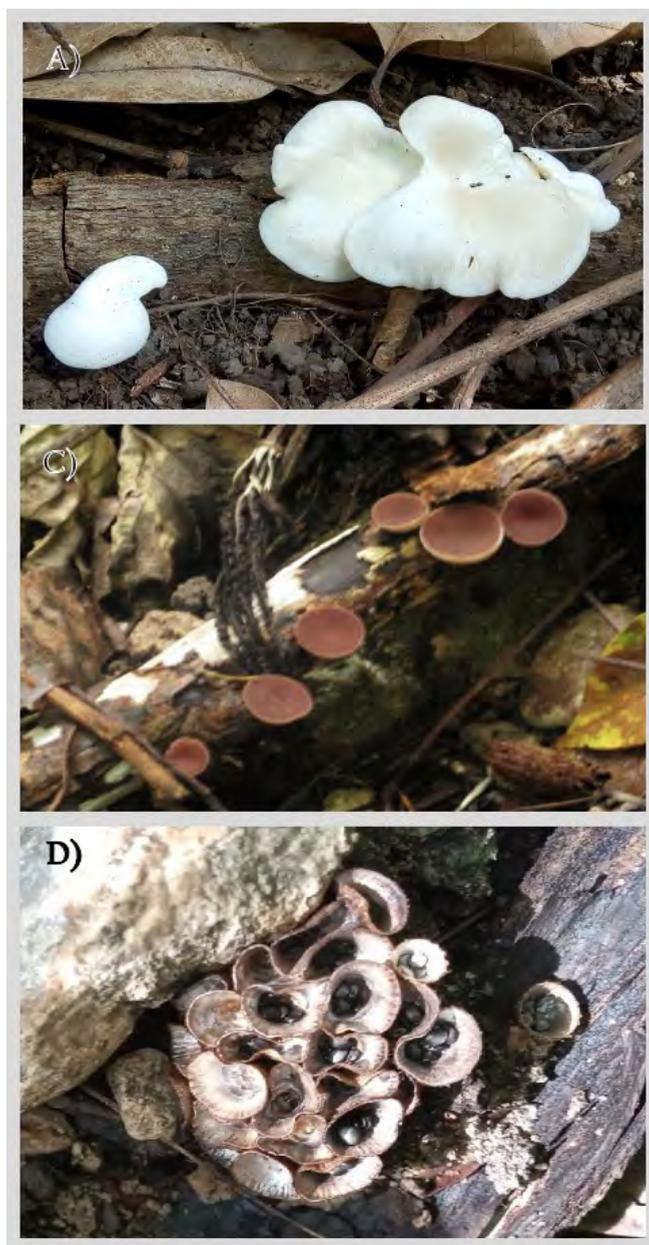
Fuente: Elideth Díaz



Anexo 3. Figura 3.7

A) *Marasmius cohaerens*. B) *Coprinellus disseminatus*. C) *Hexagonia tenuis*. D) *Hygrocybe mexicana*.

Fuente: Carlos Absalón (A) y Elideth Díaz (B-D)



Anexo 3. Figura 3.8

A) *Plurotus djamor* var. *djamor*. B) *Phillipsia domingensis*. C) *Cyathus striatus*.

Fuente: Elideth Díaz



Anexo 3. Figura 3.9

- A) *Panus crinitus*. B) *Mycena pura*. C) *Xylaria phyllocharis*. D) *Naematoloma aurantiaca*.
E) *Lepiota rubrotincta*. F) *Agaricus phaelepidotus*. G) *Marasmius haematocephalus*.
H) *Marasmius siccus*. I) *Marasmius sullivantii*.

Fuente: Elideth Diaz



Anexo 3. Figura 3.10

- A) *Coprinus echinosporus*. B) *Xylaria polymorpha*.
C) *Lentaria surculus*.

Fuente: Elideth Díaz



Anexo 3. Figura 3.II

A) *Polyporus tricholoma*. B) *Crepidotus uber*. C) *Hemimycena cucullata*.

Fuente: Elideth Díaz (A-B) y Carlos Absalón (C).



Anexo 3. Figura 3.12

A) *Pseudofistulina radicata*. B) *Hygrocybe singeri*. C) *Calvatia rugosa*.

Fuente: Elideth Diaz,



Anexo 3. Figura 3.13

A) *Coprinus lagopus*. B) *Leucocoprinus birnbaumii*. C) *Panaeolus pabilonaceus*. D) *Lentinus squamulosum*. E) *Tremella fusiformis*.

Fuente: Elideth Díaz (A, C-E) y José Cervantes (B).

ANEXO CAPÍTULO 4



Anexo 4. Figura 4.1. Imágenes del taller realizado con jóvenes



Anexo 4. Figura 4.2. Imágenes del taller realizado y salida para localización de hongos y mapeo participativo



Veracruz es un estado caracterizado por su biodiversidad, gran cantidad de recursos naturales y su amplia variedad cultural. Gracias a su ubicación geográfica, sus características orográficas y a su riqueza de ecosistemas, en este estado se han desarrollado una amplia gama de actividades socioeconómicas que han propiciado el crecimiento y desarrollo de sus sociedades.

Sin embargo, este crecimiento y desarrollo se ha producido de una manera acelerada y ha traído consigo una demanda cada vez mayor de recursos naturales, lo cual ha desencadenado un desequilibrio ecológico y un aumento exponencial en la degradación de los ecosistemas y su biodiversidad. Situación que, junto con otros factores como el crecimiento irregular en las ciudades y la fragmentación de los diversos hábitats, afecta la calidad y disponibilidad de los bienes y servicios ambientales que la naturaleza provee a los seres vivos.

Conscientes de esta problemática y con el fin de contrarrestar el deterioro ambiental, conservar el delicado equilibrio ecológico y garantizar la perpetuidad del entorno en el que vivimos se han desarrollado diversos trabajos con el objetivo de incrementar el conocimiento y crear conciencia en los individuos y las comunidades acerca de la necesidad de conservar los ecosistemas y las diversas especies que los habitan. Se espera que, además de fomentar la reflexión, la presente recopilación de investigaciones motive a los ciudadanos de Veracruz y del mundo a impulsar en mayor medida acciones que mejoren las condiciones ambientales y a proteger y conservar la biodiversidad del planeta que compartimos.