

Alsobia magnifica, sp. nov., *Alsobia chiapensis* N. Ver p. 40



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
Y ARTES DE CHIAPAS

Directorio

Mtro. Juan José Solórzano Marcial
Rector

Secretaría General
Dra. Magnolia Solís López

Secretario Académico
Dr. Rafael de Jesús Araujo González

Directora de Investigación y Posgrado
Dra. Carolina Orantes García

Editor responsable
Dr. Carlos Rommel Beutelspacher Baigts

Director General de Extensión Universitaria
Lic. Enrique Pérez López

Comité Editorial
BIOLOGÍA: Dr. Gustavo Rivera Velázquez y Dr. Óscar Farrera Sarmiento
INGENIERÍA AMBIENTAL: Dr. Raúl González Herrera
NUTRICIÓN: Dra. Adriana Caballero Roque

Comité de árbitros

Dr. Adolfo Espejo Serna
Departamento de Biología
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa

Colaboradores

Adriana Caballero Roque, Alan M. Sánchez Domínguez, Alejandro Manuel Álvarez Trujillo, Alma Gabriela Verdugo-Valdez, Anne Gschaedler, Carlos R. Beutelspacher, Carolina Orantes García, César Alfredo Morales albores, Clara Luz Miceli Méndez, Felipe Reyes-Escutia, Francisco Villegas Zurita, Gustavo Rivera Velázquez, José Armando Velasco Herrera, José Manuel Aguilar Ballinas, Manuel Javier Avendaño-Gil, María S. Sánchez Cortes, Miguel Ángel Peralta Meixueiro, Oscar Farrera-Sarmiento, Priscila Magdalena Sarmiento Velasco, Reynol Magdaleno González, Roberto García-Martínez, Tomasa Ortiz Suriano, Vicente Tadeo Ramos Cruz.

Jefe de oficina editorial: Noé Martín Zenteno Ocampo
Diseño y formato: Salvador López Hernández
Diseño de portada: Manuel Cunjamá

El contenido de los textos es responsabilidad de los autores.
Costo \$ 70.00 m.n.

Revista *Lacandonia*, año 16, vol. 16, núm. 1, enero-junio de 2022, es una publicación semestral editada por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas a través de la Dirección de Extensión, edificio de Rectoría. 1a. Sur Poniente núm. 1460, C.P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Tel. 01 (961) 61 7 04 00 extensión 4040, editorial@unicach.mx.

Editor responsable: Dr. Carlos Rommel Beutelspacher Baigts. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2010-120712081500-102, ISSN: 2007-1000. Impresa por MM&R digital S. A. de C. V., Teléfono: (55) 56-88-60-85, Naucalpan de Juárez, Estado de México este número se terminó de imprimir en agosto de 2022 con un tiraje de 100 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

CONTENIDO

¿Qué es Lacandonia? <i>Felipe Reyes-Escutia</i>	9
Revista de Ciencias <i>LACANDONIA</i> de la UNICACH..... <i>Carlos R. Beutelspacher</i>	11
Levaduras presentes en el <i>balché</i> , la bebida secreta de los lacandones <i>Alma G. Verdugo Valdez,</i> <i>Alan M. Sánchez Domínguez,</i> <i>Carolina Orantes García,</i> <i>María S. Sánchez Cortes.</i>	13
Comparación de los parámetros cinéticos de tres especies de levaduras aisladas del proceso fermentativo del mezcal en San Luis Potosí, México <i>Alma Gabriela Verdugo-Valdez,</i> <i>Anne Gschaedler</i>	17
Plantas útiles de Chiapas, México, representadas en colecciones de herbario <i>Oscar Farrera-Sarmiento</i>	23
Una nueva especie de <i>Alsobia</i> (Gesneriaceae) de Chiapas, México <i>Roberto García-Martínez,</i> <i>Carlos R. Beutelspacher</i>	35
Estimación de los índices de vegetación de diferencia normalizada de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, durante el periodo 2000-2020. <i>José Armando Velasco Herrera,</i> <i>Reynol Magdaleno González</i>	43
Experiencia gastronómica y de reproducción del caracol shuti (<i>Pachychilus indorum</i>) <i>Alejandro Manuel Álvarez Trujillo.</i> <i>Manuel Javier Avendaño-Gil,</i> <i>Tomasa Ortiz Suriano,</i> <i>Vicente Tadeo Ramos Cruz,</i> <i>Adriana Caballero Roque</i>	51
Anfípodos: los habitantes secretos de los jardines de Comitán de Domínguez, Chiapas <i>César Alfredo Morales albores,</i> <i>Gustavo Rivera Velázquez,</i> <i>Clara Luz Miceli Méndez,</i> <i>José Manuel Aguilar Ballinas¹</i>	57



Comportamiento, abundancia y distribución espacial de los delfines
Stenella attenuata y *Stenella longirostris*, durante la temporada seca
en la porción central de la costa de Oaxaca, México.....69
Priscila Magdalena Sarmiento Velasco,
Miguel Ángel Peralta Meixueiro,
Francisco Villegas Zurita

Participación de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos
en la Revista *LACANDONIA*, UNICACH81
Adriana Caballero Roque

PRESENTACIÓN



Este año 2022, el Programa Educativo (PE) de Biología, adscrito al Instituto de Ciencias Biológicas (ICBiol) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) cumple 40 años de impartirse ininterrumpidamente. Durante 1981 una de las primeras licenciaturas que se crearon en el entonces ICACH fue la carrera de Biología, la cual inicia sus actividades en septiembre de 1982 como Escuela de Biología, en 2008 adquiere el reconocimiento como Facultad de Ciencias Biológicas y en diciembre de 2013, la modificación del estatuto universitario permitió establecer la nueva estructura universitaria que contempla la creación de los Institutos de Investigación. Lo anterior, permitió la propuesta de modificación de la Facultad de Ciencias Biológicas a Instituto de Ciencias Biológicas (ICBiol), como una nueva Unidad Académica de la UNICACH.

La licenciatura en Biología fue el primer programa educativo acreditado de la UNICACH en el 2008. Para el 2013, fue evaluada nuevamente y obtuvo su reacredi-

tación. En octubre del 2018 se recibió nuevamente una visita de evaluación y en marzo del 2019 se informa a la dirección que el programa había sido nuevamente acreditado.

Este año, nos da gusto dar a conocer que llevamos 56 generaciones que han pasado por las aulas de Biología en los siete planes de estudio que se han ido revisando y actualizando frente a los nuevos retos para la generación del conocimiento, las nuevas tecnologías, los retos sociales y la conservación de nuestro medio ambiente. Más de 1,300 estudiantes, han realizado prácticas de campo y a la vez han caminado por el territorio chiapaneco, generando el conocimiento de las relaciones que existen entre las comunidades humanas y la riqueza natural de nuestro estado.

El trabajo realizado desde el inicio de la carrera de Biología, marcó un parteaguas en la generación del conocimiento de la riqueza natural del estado de Chiapas y se ha ido extendiendo a diversas partes del territorio na-

cional, dados los conocimientos y habilidades adquiridos de nuestros estudiantes que hacen aportes importantes a la ciencia y al desarrollo social.

Una parte importante de la responsabilidad de los científicos y estudiantes, es el dar a conocer sus aportes y resultados a la comunidad, para que con ellos se contribuya a la solución a problemas ambientales, al uso y conocimiento de la riqueza natural, pero también a lograr la conservación de muchas de las especies y de ecosistemas de Chiapas.

Dos son las actividades que han marcado la historia de la carrera de Biología por la duración en su implementación, la primera es la Semana de la Biología que justamente este año estamos realizando la XXXVII y la hemos denominado 40 Años Generando Conocimiento, en estas 36 semanas que se han realizado, se ha logrado la articulación de la docencia, la cultura, el conocimiento y la participación estudiantil con talleres, cursos, salidas al campo, prácticas de laboratorio y con conferencias magistrales impartidas por reconocidos científicos, todo ello enfocadas a la biología.

La segunda acción no menos importante es el esfuerzo de la UNICACH por tener revistas como órganos de divulgación cultural y científico como la revista ICACH publicada en 1959, entre varias revistas, *LACANDONIA*, ha jugado un papel importante en la universidad, ya que desde 2007 se han publicado 24 números, en donde se han escrito 295 artículos enfocados principalmente a temas relacionados con la Naturaleza.

Hoy como director del Instituto de Ciencias Biológicas, es un gusto poder en este número especial de la revista *LACANDONIA*, celebrar de manera conjunta los 40 años del Programa Educativo de Biología, la XXXVII Semana de la Biología y la publicación del número 1, del volumen 16 de *LACANDONIA*.

Es importante reconocer el gran esfuerzo de todos los que han contribuido con su conocimiento, su tiempo en la preparación de los artículos, a los investigadores, estudiantes que sin su compromiso no se podrían tener estos resultados.

Este número especial, se da gracias al compromiso de los autores de los nueve artículos y publicaciones especiales que aquí se presentan, además del apoyo de la Rectoría de la UNICACH por ver en este esfuerzo parte del compromiso de nuestra misión como universidad, en el especial al rector maestro Juan José Solórzano Marcial, porque tiene claro que la educación, la investigación y los aportes al desarrollo social son las tareas sustantivas de la universidad.

Asimismo, quiero reconocer el esfuerzo del comité editorial de *LACANDONIA* en especial a Carlos R. Beutelspacher Baigts como editor y a todo el equipo de la Dirección del Instituto de Ciencias Biológicas, por el tiempo, la dedicación y el gran compromiso por sacar adelante todos los retos que se han presentado, manteniendo los indicadores de desempeño académico de este instituto en años de pandemia provocadas por el COVID 19 y frente a los retos de la impartición de clases de manera virtual.

PERIODO	DIRECTOR	SUBDIRECTOR
Agosto 1982 a 20 de marzo 1983	M. en C. Ramón Pérez Gil Salcido	Biol. Lorena Soto Pinto
22 abril 83 a abril 1984	Biol. María Lorena Soto Pinto	Biol. Olivia Montes de Oca Aguilar
Abril a mayo 1984	Arq. Roque Armando Guillén Albores (encargado)	Biol. Ahmad Soltani Darani
Junio 1984 a febrero 1987	Biol. María de los Ángeles Escobar Pérez	Biol. Elizabeth Cervantes García Biol. Jorge Alberto Lugo de la Fuente
Marzo 1987 a diciembre de 1989	M. en C. Alma Rosa González Esquinca	Biol. Ulises Aguilera Reyes Biol. Eduardo Jorge Naranjo Piñera
Enero a diciembre 1990	Biol. Eduardo Estanislao Espinoza Medinilla	Biol. Carlos López Limón
Enero a diciembre 1991	Biol. Eduardo Jorge Naranjo Piñera	Biol. Fredi Eugenio Penagos García
Enero de 1992 a diciembre 1993	M. en C. Juan Antonio Rodríguez Garza	Biol. Fredi Eugenio Penagos García
Enero de 1993 a diciembre de 1997	Biol. Fredi Eugenio Penagos García	Q.F.B. Lorena Mercedes Luna Cazáres Biol. Felipe de Jesús Reyes Escutia
1997 a 1999	Biol. Susana López de Lara de la Fuente	Biol. Felipe de Jesús Reyes Escutia Biol. Miguel Ángel Pérez Farrera M. en C. Rafael Martínez Castellanos

PERIODO	DIRECTOR	SUBDIRECTOR
Enero 2000 a Noviembre de 2001	Biol. Moisés García Castillo	M. en C. José Adalberto Zúñiga Morales Biol. Nohemí Ávila Hernández
Noviembre 2001 a enero 2002	Dra. Alma Rosa González Esquinca	Biol. Gustavo Rivera Velázquez
Febrero-junio de 2002	M. en C. María Adelina Schlie Guzmán	No hubo Subdirector
Julio-agosto de 2002	Dr. Víctor Manuel Vega Villa	No hubo Subdirector
Septiembre 2002 a julio 2003	Dr. Armando Ulloa García (encargado)	No hubo Subdirector
Agosto-noviembre de 2003	Biol. Fredi Eugenio Penagos García (encargado)	No hubo Subdirector
Noviembre de 2003 a marzo 2005	Dr. Guillermo Laguna Hernández	Coordinadoras de la Lic. en Biología M. en C. Sandra Urania Moreno Andrade Ing. Sandra Aurora González Sánchez
Abril-mayo de 2005	No hubo director	Ing. Sandra Aurora González Sánchez
Junio 2005 a noviembre 2010	Dra. Sandra Urania Moreno Andrade	Ing. Sandra Aurora González Sánchez hasta febrero 2007 Ing. Mario Alberto Salgado Toledo De marzo de 2007 a julio 2008 M. en C. María Guadalupe Ramírez Cedillo De agosto de 2008 a noviembre de 2010
Diciembre de 2010 a marzo de 2015	Dr. Ernesto Velázquez Velázquez	M. en C. María Guadalupe Ramírez Cedillo De diciembre de 2010 a marzo 2011 Dr. Gustavo Rivera Velázquez De marzo 2011 a julio 2012 Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro De agosto 2012 a marzo 2015
18 de Marzo de 2015 al 18 marzo de 2019	Dra. Clara Luz Miceli Méndez	Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro Coordinador de la Lic. en Biología De marzo de 2015 a 15 de agosto de 2015 Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro Primer Secretario Académico 16 de agosto de 2015 al 15 de abril de 2018 M. en C. Reynaldo Moctezuma Román Coordinador de la Lic. en Biología De 16 de agosto de 2015 al 15 de abril de 2018 M. en C. Reynaldo Moctezuma Román Secretario Académico De 16 de abril de 2018 al 18 de marzo de 2019 M. en C. David Alberto Muñoz Zetina Coordinador de la Lic. en Biología De 16 de abril de 2018 al 18 de marzo de 2019

PERIODO	DIRECTOR	SUBDIRECTOR
19 marzo de 2019 a la fecha	Mtro. Ricardo Hernández Sánchez	<p>Dr. Juan Felipe Ruan Soto Secretario Académico 1 de Agosto de 2019 al 31 de julio de 2021</p> <p>M. en C. David Alberto Muñoz Zetina Coordinador de la Lic. en Biología 19 de marzo a 31 de julio de 2019</p> <p>M. en C. Erika Cecilia Pérez Ovando Coordinadora de la Lic. en Biología 1 de Agosto de 2019 al 31 de julio de 2021</p> <p>M. en C. Erika Cecilia Pérez Ovando Secretaria Académica 1 de Agosto de 2021 a la fecha</p> <p>M. en C. Ruth Percino Daniel Coordinadora de la Lic. en Biología 1 de Agosto de 2021 a la fecha</p>

TABLA 1

Directores, subdirectores, secretarios y coordinadores de biología

Ricardo Hernández Sánchez
Director del Instituto de Ciencias Biológicas

¿Qué es Lacandonia?

Felipe Reyes-Escutia

Urge diseñar las complejidades transicionales a las que estamos asistiendo. Un cambio planetario y radical de épocas, de culturas, y de civilizaciones se está desplegando ante nuestros ojos, exigiendo que no sólo seamos espectadores de estos cambios, -si es que en estos tiempos de penuria podemos serlo-, sino que seamos actores. Ser actores de nuestras propias maneras de habitar la tierra, implica un giro ambiental que aún no hemos comenzado a producir, porque implica deshabitar, deshabituarnos, deshabituarse de formas de habitar homogéneas y unificadoras, para poder re-habitar la tierra en la diversidad inconmensurable que somos. Se precisa entonces un giro ambiental que cambie la premisa económica por la ecológica (Noguera, 2020).

La profunda crisis no solo ambiental sino de pensamiento, de civilización, de humanidad y de la vida en la Tierra, evidencian la urgente necesidad de revisar y re-crear los principios, procesos y aspiraciones desde las que se establece el habitar humano en este planeta, de una reflexión profunda de las raíces y horizontes ontológicos, epistémicos, pedagógicos, semióticos, políticos y económicos que dan cuerpo y proceso a esta civilización universalizada, a sus expresiones educativas, sociales, científicas y culturales y a sus sistemas de valoración y convivencia de, en y con los ecosistemas y territorios.

Es paradójica esta crisis, pues nunca hemos generado y tenido disponible tanto conocimiento -especialmente sobre los procesos de la vida y nuestra condición humana- como ahora; nunca hemos producido tanta riqueza como ahora y, sin embargo, nunca hemos devastado la vida y la diversidad cultural en la magnitud local y planetaria como hemos hecho ahora. Estas formas modernas de ser, de estar, de habitar y de conocer no están deteniendo la crisis y deben cambiar. Los paradigmas, modelos y sistemas éticos, estéticos, educativos y de conocimiento, instituidos y universalizados, debe ser transformados.

El conocer, el saber, el desear, el creer y el propio estar, instalados en los sistemas epistémicos, éticos, estéticos, semióticos y ónticos modernos, y expresados a fragmentos en su arquitectura civilizatoria universalizada, nublan nuestra conciencia, enferman nuestros cuerpos, empobrecen nuestro espíritu, apagan nuestro ser creativo y transformador, desintegran nuestro ser humanos, nos alejan de la vida, del deseo de pertenecer a ella y de la conciencia de su naturaleza poética, es decir, compleja, incierta, polícroma, comunitaria, trans-racional y cósmica.

Necesitamos emancipar el vivir y el pensar moderno que ciega, fragmenta, homogeneiza y empobrece espíritu, imaginación, pensamiento, ideas y acciones; necesitamos poetizar, desde sus cimientos, nuestro conocer para comprender y habitar sanamente la comunidad planetaria de la vida.

Urge trascender del conocer fragmentado hacia modelos y sistemas de conocimiento que naturalicen y

se funden en la diversidad, que se cultiven en el diálogo, que fortalezcan y dignifiquen las identidades para dar sustento, vías y horizontes a una comunalidad respetuosa y trans-racional que nos haga humanos en/con conciencia planetaria. Son estos referentes fundacionales para una epistemología enraizada en la diversidad que dialoga; ejes que definan, forjan y den cauce a nuestra comprensión y conciencia de la complejidad de toda expresión de vida, incluida la nuestra; un conocer que forje conciencia intercultural, pluriversal, biocultural, que dignifique la vida y nuestro ser humanos en ella; un conocer en comunidad, no unívoco, de vigencia y pertinencia glocal, identitario, que nos haga humanos y forje una comprensión de lo humano que integre, sin fragmentos, nuestras dimensiones intelectual, espiritual, afectiva, sensorial y comunal.

Aquí emerge Chiapas y su diversidad epistémica pues los márgenes son, por naturaleza, fuente de cambio, de la vital transformación que hace posible la vida, del movimiento real y potencial que alimenta la evolución del todo planetario y de sus manifestaciones locales. La revista *LACANDONIA* es una clara expresión de esto: la planta saprófita *Lacandonia schismatica* cambió nuestro conocimiento sobre la evolución de la flor y el género *Lacandonia*, rompe con el esquema morfológico del resto de las angiospermas en el mundo.

Es urgente no solo comprender lo diferente, marginal y excluido en/por el pensar moderno, sino abrazarlo es para dar cuerpo y espíritu a una conciencia vital, intercultural y biocultural que haga posible superar la grave e inédita crisis que hoy enfrentamos. Sí, la vida es abrazo y poesía trans-racional. Abrazo porque solo es posible en comunidad, molecular o planetaria; fusión de moléculas para formar aire, agua y cuerpos, o complejo trenzado de montañas, bosques, ríos, cielos, mares, con expresiones orgánicas e inorgánicas entretrejidas en el tiempo: plantas, virus, bacterias, animales, hongos; agua, nieve, hielo, humos, viento, polvo, roca, fuego. La vida es poesía en la belleza del fluir sinfónico de la comunidad que le da cuerpo, que funde tiempo, espacio y energía que emerge en color, canto, risa, silencio,

formas, luces, texturas, aromas y música; dolor, nacimiento; conflicto, crisis, emergencia y recreación; poesía que forja, alimenta y recrea la consciencia, el ser y el estar; en la fuerza salvaje, relacional, trans-racional y vital que une agua, aire, fuego y tierra para hacer nacer y renacer, recursivamente, lo vivo, siempre en comunidad, en una temporalidad que contiene y trasciende la escala humana, pues en el andar del tiempo planetario somos roca, río, nube, lluvia, humus, raíz, hoja, flor, fruto, semilla, mujer, hombre. En este fluir-ser-estar-pertenecer se diluye la dualidad vida-muerte para dejarnos comprender que es, en realidad, un vivir y hacer vivir. Necesitamos re-crear nuestra Humanidad para volver a la comunidad planetaria y sagrada que es la vida.

Así, la vida es un pluriverso comunitario y trans-racional, en el sentido que proponen Maturana y Varela (2003); organizado, recursivo, hologramático y dialogante como propone Morín (1994) para los sistemas complejos: se expresa en procesos que integran y confluyen materia, energía y tiempo en cuerpos momentáneos, animados e inanimados que coevolucionan; la vida es unidad compleja, relacional, evolutiva y recursiva que se configura y reconfigura en interacción espacial-temporal-simbólica de materia y energía que se corporizan en diversas entidades orgánicas e inorgánicas, siempre interactuantes, siempre en movimiento y cambiando en sí mismas y en los mundos en los que confluyen; gesta cuerpos identificables en expresiones relativas de tiempo (biológico o ecológico) que no se mantienen *ad infinitum* en la misma forma.

Así, en la temporalidad planetaria, el agua transmuta múltiple, colectiva y simultáneamente entre nube, lluvia, río, suelo, savia, fruto, sangre, sudor, vapor, nube sin un sentido único. Así en la vida, una roca se torna suelo, tallo, fruto, semilla, piel, neurona, lágrima, sedimento o mineral en savia o sangre. En el mismo tejido, el aire expresa electricidad, pensamiento, palabra, canto, oxígeno en río y peces, o nitrógeno en proteínas, o receptores en enzimas, ozono estratosférico, o volumen en nuestros pulmones.

La vida como pluriverso es también proceso que teje certeza e incertidumbre: no es la misma de un instante a otro, pero es continua en cada instante; es océano en cambio constante pero siempre océano, océano que forja, alimenta y cobija a los seres que la expresamos. Ergo, la vida es poesía, comprensiva, incierta, interplanetaria -estrellas, sol, luna, Tierra-, sagrada y ajena a la definición moderna de capital natural. En ella, fuera de la mediación de la razón capitalista que cosifica, individualiza y rentabiliza, los humanos somos vida. En la escala del tiempo planetario, hemos sido, somos y seremos nube, flor, semilla, mar, suelo, polvo, nieve, raíz o canto en el fluir espacial-temporal-relacional planetario. Germinar un transitar humano y civilizatorio que nos

comunidad comprensiva, comunal y trans-racional, en un estar respetuoso y dialogante que comprenda y honre la sacralidad de la comunidad planetaria, es la vía para configurar una conciencia y un habitar pluri-versal para regresarnos al identitario tejido de la vida.

Entonces, para este retorno esencial y urgente hemos de recuperar una comunalidad no sólo humana sino planetaria. Al respecto, los pueblos tropicales de América no germinados en la estacionalidad del norte y sí en el trópico colorido, diverso, complejo y vivo, han cultivado una comprensión de sí mismos, de la vida y de lo que existe, libre de las cuadraturas occidentales, en un pensar-ser-vivir-convivir inaccesible para el pensar-vivir moderno. Ser Humanidad dialogante, crítica y consciente de su ser en la planetariedad no solo es posible, es real, sucede en los márgenes y fuera de lo moderno.

Navegando este pluriverso vital, la revista **LACANDONIA. Revista de Ciencias de la Unicach es, hoy, margen, sur y trópico**, en el vasto mundo académico moderno instituido. Esa es su naturaleza, esa es su identidad, en ello radica su potencia para hacer emerger un conocer y comunicar un conocimiento civilizatorio que surja del vivir y desde ahí, nos haga humanos, nos dignifique y restaure los ecosistemas que son nuestro hogar, nuestro alimento, nuestra poesía, colocando en su corazón, en su concepto, proceso y aspiración el sentir-conocer-comprender la vida, sin fragmentos, para dignificar nuestros ser y estar en la conciencia y ejercicio de pertenecer a la comunidad y al tejido planetario que hace posible nuestro existir. La revista **LACANDONIA** tiene la potencia germinal de ser, hoy, inicio de un conocer civilizatorio y vital.

Hagamos de este nuevo tiempo para **LACANDONIA**, esta Revista Sur nuestra, espacio de encuentro y diálogo epistémico y humano, en la diversidad del conocer, hogar para el abrazo, la escucha, el diálogo y la conciencia planetaria que conduzcan a una existencia y un tránsito civilizatorio que dignifique, honre y poetice nuestro ser y estar humano. La vida es el principio; dialogar, abrazar y amar es el método, y ser Humanidad poética es el objetivo.

REFERENCIAS

- Maturana, H y Varela, F. (2003). *El árbol del conocimiento: las bases biológicas del entendimiento humano*. Buenos Aires: Lumen,
- Morin, E. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- Noguera-de Echeverri, P. (Ed.). (2020). *Polifonías geográfico-poéticas del habitar-sur*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.

Revista de Ciencias *LACANDONIA* de la UNICACH

Constituye un honor y una gran satisfacción, la publicación del número 01, del volumen 16 de *LACANDONIA*, en el cual nos congratulamos por festejar el 40 aniversario del establecimiento de la carrera de Biología, en esta Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. *LACANDONIA* es una revista inicialmente multidisciplinaria de Ciencias, a donde se plasma la pluralidad de ideas, proyectos de investigación y docencia, entre las distintas áreas que conforman la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Sin embargo, a partir del 2018, en una reunión del Consejo Editorial de UNICACH, se decidió, que *LACANDONIA* publicaría solamente artículos relacionados con la Naturaleza, la conservación de la misma, así como temas relacionados con estos temas.

El nombre *LACANDONIA*, obedece a que quisimos significar con él, una región que identifica Chiapas dentro del contexto internacional, y al igual que la Selva Lacandona, implica una gran riqueza tanto de su Flora, Fauna, medio ambiente y seres humanos, entrelazados inexorablemente, al igual que una pequeña planta descrita hace tan solo algunos años y que vino a constituir todo un paradigma en la taxonomía botánica, me refiero a *Lacandonia schismatica*, por supuesto, oriunda de dicha región de nuestro estado. Como podrán haber escuchado, *LACANDONIA* es pluralidad de ideas, personas, corrientes ideológicas y temas al igual que Chiapas. También es un foro, un medio para que el Personal Académico se exprese o comunique el resultado de su labor en el campo de la investigación, así como el planteamiento de diversos ensayos en las diversas áreas, producto de profundas discusiones filosóficas dentro de la UNICACH.

La iniciativa para la creación de *LACANDONIA*, fue del doctor Jesús Morales Bermudez, rector de la UNICACH, quien en el 2007, me encomendó la elaboración de un proyecto para la publicación de una revista de Ciencias, misma que se echó a andar con el número 02, de diciembre de ese mismo año, y que hemos sostenido desde entonces a la fecha

RESUMEN. En los 24 números publicados de *LACANDONIA* de diciembre del 2007 a junio del 2022, se han descrito 12 especies de plantas nuevas para la Ciencia, dos nuevas especies de insectos del Orden Coleóptera, 235 artículos científicos, 39 artículos técnicos, 19 ensayos y 2 reseñas de libros. Lo que hace un total de 295 artículos publicados en estos 24 números.

Como sucedió -y esperamos que siga sucediendo-, en *LACANDONIA*, se presenta una muestra de la pluralidad del quehacer en la investigación que se realiza dentro de la Universidad de Ciencias y Artes.

Volumen	Número	Art. científicos	Art. técnicos	Ensayos	Notas
01	01	6	4	5	1
02	01	5	4	4	1
02	02	4	2	2	0
03	01	6	4	2	0
03	02	5	3	1	0
04	01	7	2	0	0
04	02	3	9	0	0
05	01	6	7	1	0
05	02	8	4	1	0
06	01	13	3	0	0
06	02	10	3	0	0
07	01	11	2	0	0
07	02	14	0	0	0
08	01	15	0	0	0
08	02	10	0	0	0
09	01	11	0	0	0
09	02	09	3	0	0
10	01	06	0	1	0
10	02	19	0	0	0

Volumen	Número	Art. científicos	Art. técnicos	Ensayos	Notas
11	01	17	0	0	0
11	02	04	0	0	0
12	01	09	0	0	0
12	02	08	0	0	0
13	01	04	0	0	0
14	01-02	07	0	0	0
15	01	04	0	0	0
15	02	05	0	0	0
16	01	09	0	04	0
Total:		235	50	21	2

Repartidos en estos veinticuatro números de *LACANDONIA*, se han descrito 12 especies nuevas de plantas para la ciencia, 2 nuevas especies de fauna, 12 nuevos registros de plantas para la flora de Chiapas; a la vez, se han publicado estudios regionales de flora y fauna, pero de igual manera, se incluyen listados regionales o estatales, tanto de Flora como de Fauna; monografías de géneros de plantas y familias botánicas o zoológicas; estudios sobre metabolitos secundarios, sobre técnicas de construcción y deficiencias en las mismas; artículos sobre sismicidad; conservación; políticas de género; historia; agua; contaminación; mejoramiento de alimentos; manejo forestal; temas psicológicos como drogadicción y conductas sexuales en adolescentes; plantas medicinales; etnobotánica; comportamiento animal; artículos paleontológicos; docencia; regeneración de suelos; semillas utilizadas en artesanías; incendios; germinación de semillas; diversas tecnologías aplicadas, como el biogás y secadores y destiladores solares; tratamientos dentarios; calidad del aire y temas educativos diversos.

A principio de 2011, se nos otorgó el registro ISSN, con lo cual *LACANDONIA*, alcanza un nuevo reconocimiento, y en breve comenzaremos a integrar miembros externos al Comité Editorial de la misma, a fin de tener una mejor evaluación de los artículos.

Por otra parte, a partir del 2018, se han estado enviando artículos a árbitros externos, lo que está contribuyendo a elevar el nivel de los propios artículos.

En este número especial, se incluyen 4 textos conmemorativos a esta fecha, y los siguientes artículos: “Comparación de los parámetros cinéticos de tres especies de levaduras aisladas del proceso fermentativo del mezcal en San Luis Potosí, México”, de Alma Gabroña Verdugo Valdez y Anne Gschaedler; “Levaduras presen-

tes en el balché, la bebida secreta de los lacandones”, de Alan M. Sánchez Domínguez, Alma G. Verdugo Valdez, Carolina Orantes García y María S. Sánchez Cortes; “Experiencia gastronómica y de reproducción del *caracol shuti (Pachychilus indiorum)*”, de Alejandro Manuel Álvarez Trujillo, Manuel Javier Avendaño-Gil, Tomasa Ortiz Suriano, Vicente Tadeo Ramos Cruz y Adriana Caballero Roque; “Anfipodos: los habitantes secretos de los jardines de Comitán de Domínguez, Chiapas”, de César Alfredo Morales albores, Gustavo Rivera Velázquez, Clara Luz Miceli Méndez y José Manuel Aguilar Ballinas; “Ocurrencia del “pez diablo” (*Pterygoplichthys disjunctivus*) (Siluriformes: Loricariidae), en el Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México”, de Ernesto Velázquez-Velázquez, Manuel de Jesús Anzueto-Calvo, Sara E. Domínguez-Cisneros, Esteban Pineda diez de Bonilla e Irma de Jesús Serrano Sánchez; “Comportamiento, abundancia y distribución espacial de los delfines *Stenella attenuata* Y *Stenella longirostris*, durante la temporada seca en la porción central de la costa de Oaxaca, México”, de Priscila Magdalena Sarmiento Velasco, Francisco Villegas Zurita y Miguel Ángel Peralta Meixueiro, “Estimación de los Índices de Vegetación de diferencia normalizada de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, durante el período 2000-2020”, de José Armando Velasco Herrera y Reynol Magdaleno González; “Una nueva especie de *Alsobia* (Gesneriaceae) de Chiapas, México”, de Roberto García-Martínez y Carlos R. Beutelspacher; finalmente se incluye “Plantas útiles de Chiapas, México, representadas en colecciones de herbario” de Óscar Farrera Sarmiento.

Exhorto de nuevo a todos los miembros de la Comunidad Unicachense, y universitaria en general, a continuar participando activamente enviando el resultado de sus investigaciones a este foro plural, y a la vez felicito y agradezco a los miembros del Comité Editorial por su valiosa participación y a todos quienes colaboran para llevar a buen puerto la edición de *LACANDONIA*, desde luego, al gran equipo de diseñadores y funcionarios, así como al maestro Juan José Solórzano Marcial, rector de la UNICACH, al maestro Ricardo Hernández Sánchez y al equipo de la Dirección del Instituto de Ciencias Biológicas, por su decidido apoyo y haber logrado la edición de este número especial. Esperamos que la publicación continúe editándose por tiempo indefinido.

Carlos R. Beutelspacher Baigts
Editor

Levaduras presentes en el *balché*, la bebida secreta de los lacandones

Alma G. Verdugo Valdez¹, Alan M. Sánchez Domínguez¹,
Carolina Orantes García¹, María S. Sánchez Cortes¹.

¹ Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente núm. 1150, colonia Lajas Maciel, Código Postal 29032, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. alma.verdugo@unicach.mx

RESUMEN

En este trabajo se analizó balché preparado el 15 de septiembre del 2018 de manera tradicional con una ceremonia dirigida por don Antonio, líder espiritual de la comunidad de Nahá, Ocosingo, Chiapas. Se identificaron las levaduras que participaron en la fermentación de la bebida utilizando un análisis molecular PCR-RFLP de la región ITS-5.8S del ADNr utilizando las enzimas de restricción HhaI, HaeIII, HinfI, donde se encontró que *Saccharomyces cerevisiae* participa en todo el proceso de fermentación del balché.

Palabras clave: balché, fermentación, PCR-RFLP.

ABSTRACT

In this work, balché prepared on September 15, 2018 in a traditional way with a ceremony directed by Don Antonio, spiritual leader of the community of Nahá, Ocosingo, Chiapas, was analyzed; The yeasts that participated in the fermentation of the beverage were identified using a PCR-RFLP molecular analysis of the ITS-5.8S region of the rDNA using the restriction enzymes HhaI, HaeIII, HinfI, where it was found that *Saccharomyces cerevisiae* participates in the entire process balché fermentation.

Keywords: balché, fermentación, PCR-RFLP.

INTRODUCCIÓN

En el sureste de México, sobre la porción noroeste de la Selva Lacandona del estado de Chiapas, la comunidad de Nahá es el refugio de una de las minorías étnicas más pequeñas de México y del mundo. Los lacandones son un grupo indígena maya; los últimos sobrevivientes de la extinta civilización maya constructora de los grandes centros ceremoniales así como los últimos sustentadores de una religión libre de toda influencia europea.

Una de las ceremonias más importantes es la elaboración del *balché* que es una bebida exclusiva de la cultura maya, de color blanco amarillento pálido, moderadamente turbio y con una efervescencia discreta, es elaborada a base de la corteza de un árbol nativo de América *Lonchocarpus longistylus* que también es llamado *balché* y es por el cual lleva el nombre la bebida, otro ingrediente es la miel de abeja o azúcar y agua, todos los ingredientes se exponen a una fermentación natural por varios días. La palabra “balché” deriva de su origen etimológico: *Baalche*’ es el árbol oculto o secreto, o que rodea o esconde algo, de baal, escondido,

esconder, cubrir, ocultar; y che’, árbol, ya que algunas plantas con propiedades narcóticas o embriagantes llevan nombres que significan oculto, enterrado, secreto (Godoy *et al.*, 2003).

Los trabajos realizados para conocer la microbiota asociada a bebidas tradicionales con procesos de fermentación espontánea en el estado de Chiapas son escasos. La presente investigación se enfocó en el aislamiento e identificación de las levaduras asociadas a un proceso de biotecnología ancestral; para contribuir a la generación de conocimiento que oriente a la conservación de un importante recurso natural y con relevancia antropológica, como el balché.

Descripción del área de estudio

Nahá se encuentra ubicada en la porción noroeste de la Selva Lacandona del estado de Chiapas. Ocupa una superficie de 3,847-41-59.5 ha. El 23 de septiembre de 1998 se declara área natural protegida con el carácter de área de protección de flora y fauna por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2006). Con sólo 0.16 % de la superficie del país, se considera que esta región cuenta con más que 20 % del total de las especies

existentes en México. En menos de cinco décadas la cobertura selvática de esta región ha disminuido en más del 50 %, como consecuencia de un fuerte proceso de colonización (Durán-Fernández *et al.*, 2016).

METODOLOGÍA

Se realizaron entrevistas no estructuradas a don Antonio Martínez, y caminatas por el interior del Área Natural Protegida de Nahá.; estableciendo una relación de intimidad, sintonía y armonía, basado en lo propuesto por Taylor y Bogdan (1987) posteriormente, don Antonio nos guio por los rituales para preparar el balché, se participó de manera activa en el proceso de elaboración de la bebida, durante el cual, se realizaron preguntas de contraste.

Se tomaron muestras de la bebida en diferentes tiempos determinados por el líder. En cada muestreo se tomaron 100 μL de balché y se disolvieron con 900 μL de agua estéril en un tubo eppendorf estéril. Se realizaron diluciones seriadas en las placas con agar nutritivo Wallerstein (WL), adicionado con 0.05% de cloranfenicol. Se inocularon 100 μL y se distribuyeron por dispersión en toda la superficie de la caja. Para la identificación de las colonias aisladas, se preparó una reacción con 12.5 μL de Go Taq® Green Master Mix de Promega Corporation (Taq polimerasa, dNTP, MgCl_2 y tampones de reacción para una amplificación eficiente de las plantillas de ADN mediante PCR), 1 μL de ITS 1 (5'- TCC GTA GGT GAA CCT GCG G- 3'), 1 μL de ITS 4 (5- TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC- 3') y 10.5 μL de agua destilada estéril; posteriormente, se inoculó la biomasa de la colonia deseada; dicho inóculo se tomó por picadura única de colonias frescas (Valdivieso, 2017).

Las muestras se amplificaron por PCR directa (Verdugo-Valdez *et al.* 2011), cada muestra de ADN amplificada se dividió en 6 μL que se mezclaron con 19 μL de una solución madre a base de 2.0 μL de buffer 10X 0.2 μL del

Act. BSA, y 16.3 μL de agua destilada estéril y 0.5 μL de la enzima de restricción correspondiente (HhaI, HaeIII y HinfI de Promega Corporation).

La digestión se llevó a cabo en un termociclador (T-100 BIO-RAD) durante 2 horas a 37 °C. Los fragmentos de restricción fueron analizados mediante corrimiento en gel de agarosa al 3% durante 1 hora a 100 Volts; en cada pozo se depositarán 10 μL de muestra digerida mezclada con 2 μL de buffer 10X y 3 μL del marcador de peso molecular de 100 pb de Promega Corporation en cada extremo. El corrimiento de las muestras se realizó con buffer TAE 1X (Tris base, 40 mM; Ácido acético glacial, 20 mM y EDTA al 0.5 M a pH 8, 1mM). Para la tinción y observación de los patrones de digestión se replicó el mismo procedimiento que para la visualización de los amplicones.

IDENTIFICACIÓN

Los patrones de bandas obtenidos por la digestión de cada enzima de restricción se analizaron con el programa Quantity One y se compararon con los perfiles descritos en la bibliografía especializada.

RESULTADOS

Se desarrollaron dos colonias con diferentes morfologías que se clasificaron como L-1 y L-2.

L-1 presentó colonias circulares, cremosas, de color blanco mate con borde liso blanco y con superficie elevada y las células presentaron una morfología ovoide al ser observadas al microscopio óptico (figura 1).

L-2 presentó colonias ameboideas, cremosas, de color verde en el centro y blanco mate en el borde con forma lisa, la elevación umbeliforme, con un anillo interno de color verde, las células observadas al microscopio se observaron con forma ovoide y algunas esféricas (figura 2).

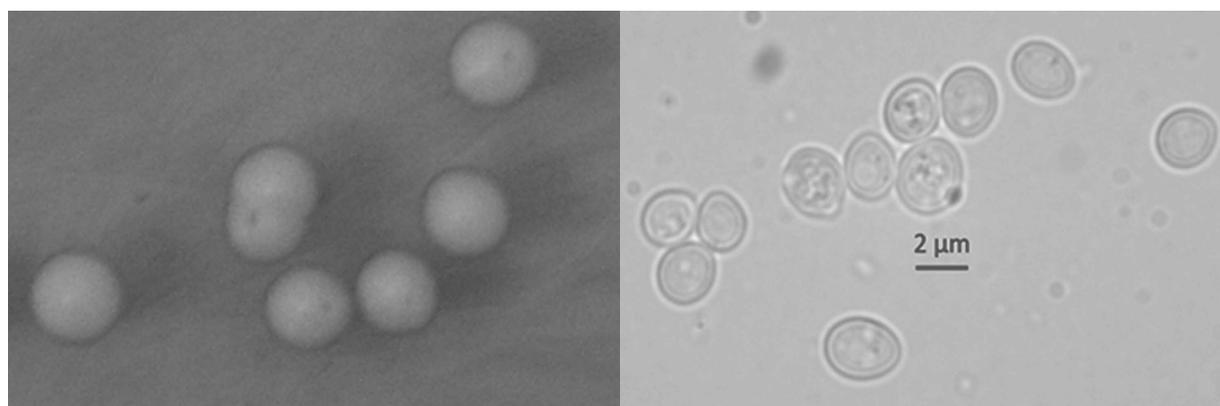


FIGURA 1

Aspecto macroscópico de las colonias L-1, aisladas en medio LW durante la elaboración del balché en la comunidad de Nahá, Ocosingo, Chiapas (izquierda). Células de la colonia L1 observadas al microscopio óptico con el objetivo de 100X (derecha).

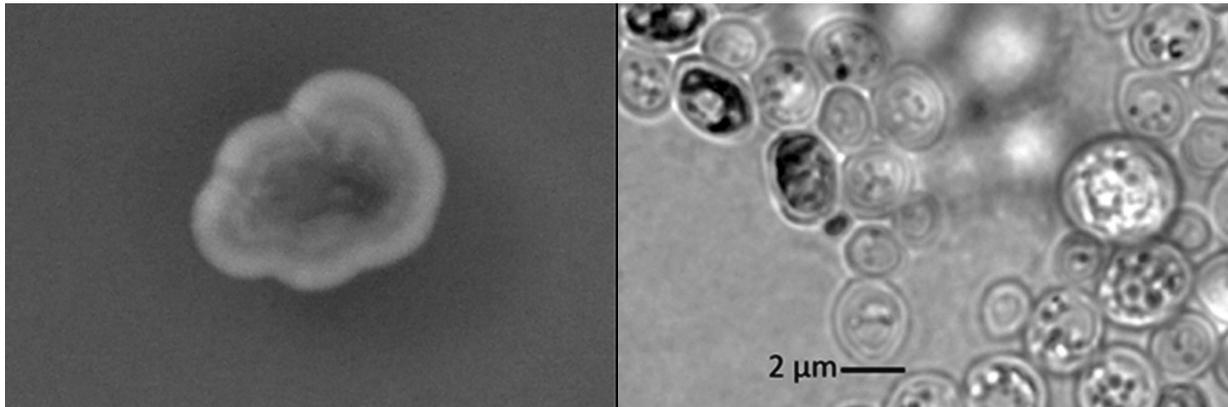


FIGURA 1

Aspecto macroscópico de las colonias L-2, aisladas en medio LW durante la elaboración del balché en la comunidad de Nahá, Ocosingo, Chiapas (izquierda). Células de la colonia L2 observadas al microscopio óptico con el objetivo de 100X (derecha).

El análisis molecular de las dos diferentes colonias que se aislaron en este estudio, dio como resultado los perfiles que se describen en el cuadro 1.

Colonia	Especie	Fragmentos de restricción			Autor de Referencia
		HhaI	HaeIII	HinfI	
L1	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	378-335-132	325-226-170-131	381-123	Santiago-Urbina <i>et al.</i> 2014
L2	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	355-308-128	315-230-156-132	323-119	Santiago-Urbina <i>et al.</i> 2014

CUADRO 1

Levaduras identificadas y longitud en pares de bases de la región ITS-5.8S amplificada por PCR y de los fragmentos obtenidos después de la digestión con las endonucleasas de restricción HhaI, HaeIII e HinfI

DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo refuerzan lo reportado por Godoy *et al.* (2003), quienes mencionan únicamente levaduras de la especie *Saccharomyces cerevisiae* en los recipientes usados para la elaboración de la bebida, esto mismo lo reportaron recientemente Ojeda-Linares *et al.* (2021), quienes señalan a *S. cerevisiae* como único microorganismo aislado del balché. El hecho de que se haya recuperado solamente esta especie de levadura puede deberse a la composición química del sustrato que se usa para la fermentación, ya que se ha documentado que *L. longistylus* es un árbol cuya corteza contiene una serie de metabolitos secundarios (alcaloides, triterpenos-esteroides, taninos y grupos fenólicos) con propiedades insecticidas y antimicrobianas (Litzinger, 1983; Godoy *et al.*, 2003; Avilés-Peraza, 2015).

CONCLUSIÓN

Hasta esta fecha, el único microorganismo reportado que se ha aislado del balché; es la levadura es *Saccharomyces cerevisiae*, lo que abre la posibilidad de aplicar métodos no convencionales de microbiología y biología molecular enfocados en la identificación de la microbiota no recuperable a través de cultivos microbiológicos.

A pesar de haber numerosos estudios acerca del balché; éstos se han enfocado en su importancia antropológica, debido a su asociación con la cultura maya, posiblemente debido a que es difícil tener acceso a su preparación por tratarse de una bebida ceremonial.

LITERATURA CITADA

- Avilés-Peraza G., 2015.** *Desde el Herbario CICY 7: 46–48 (19/Marzo/2015)* Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
- CONANP, 2006.** *Programa de Conservación y Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Nahá.* Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Mexico D.F.
- Durán-Fernández, A., J.R. Aguirre-Rivera, J. García-Pérez, S. Levy-Tacher Y J.A. de Nova-Vázquez, 2016.** Inventario florístico de la comunidad lacandona de Nahá, Chiapas, México. *Botanical Sciences.* 94:157-184.
- Godoy, A., T. Herrera Y M. Ulloa, 2003.** *Más allá del pulque y el tepache. Las bebidas alcohólicas no destiladas indígenas de México.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Litzinger, W., 1983.** *The ethnobiology of alcoholic beverage production by the lacandon, taramara and other aboriginal me-soamerican peoples.* Tesis de doctorado. Universidad de Colorado. Estados Unidos de América.
- Ojeda-Linares, C., G. D. Álvarez-Ríos, C. J. Figueredo-Urbina, L. A. islas, P. Lappe-Oliveras, G. P. Nabhan, I. Torres-García, M. Vallejo & A. Casas, 2021.** Traditional Fermented Beverages of Mexico: A Biocultural Unseen Foodscape. *Foods.* 10. 2390. <https://doi.org/10.3390/foods10102390>.
- Taylor, S. J. Y R. Bogdan, 1987.** *Introducción a los métodos cualitativos en investigación.* Ediciones Paidós Ibérica. Barcelona, España.
- Valdivieso-Solís, D.G. 2017.** *Análisis de la capacidad fermentativa de levaduras asociadas a dos bebidas fermentadas tradicionales.* Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, México.
- Verdugo-Valdez, A., L. Segura García, M. Kirchmayr, P. Ramírez-Rodríguez, A. González-Esquinca, R. Coria & A. Gschaedler-Mathis, 2011.** Yeast communities associated with artisanal process of mezcal from *Agave salmiana*. *J. of Microbiol. Antonie Van Leeuwenhoek.* 100:497–506.

Comparación de los parámetros cinéticos de tres especies de levaduras aisladas del proceso fermentativo del mezcal en San Luis Potosí, México

Alma Gabriela Verdugo-Valdez¹,
Anne Gschaedler²

¹ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Instituto de Ciencias Biológicas, Libramiento Norte 1570, Colonia Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Teléfono y fax: 961 617 04 40, e-mail: alma.verdugo@unicach.mx | ² Biotecnología Industrial, CIATEJ A. C., Unidad Zapopan, Camino Arenero 1227, El Bajío, C.P. 45019, Zapopan, Jalisco, México. Teléfono: (33) 33455200 Ext. 1310, e-mail: agschaedler@ciatej.mx

RESUMEN

Se compararon los parámetros cinéticos de las cepas 2114 y 902 de *Saccharomyces cerevisiae*; 608 y 1424 de *Kluyveromyces marxianus* y; 620 y 1423 de *Torulaspora delbrueckii*, provenientes del consorcio identificado en un estudio previo durante todo el proceso fermentativo para la producción de mezcal en la fábrica Laguna Seca en San Luis Potosí, México; bajo condiciones controladas de laboratorio, encontrándose que no hubo diferencia significativa en la velocidad específica máxima de crecimiento (μ_{max}), velocidad específica máxima de consumo de sustrato ($q_{s,max}$) y rendimiento de producto con base al sustrato ($Y_{p/s}$). Aunque *K. marxianus* produjo más acetato de etilo que *S. cerevisiae*, mientras que *T. delbrueckii* presentó el más alto valor de rendimiento de biomasa con base en sustrato ($Y_{x/s}$) (0.63 y 0.41, cepas 620 y 1423 respectivamente). Se determinó también la producción de los compuestos volátiles mayoritarios, entre los que se encontraron diferencias significativas entre las cepas de las tres especies respecto a la concentración final de etanol, alcoholes superiores, acetato de etilo y acetaldehído.

Palabras clave: levaduras, parámetros cinéticos, mezcal.

SUMMARY

The kinetic parameters of *Saccharomyces cerevisiae* strains 2114 and 902; 608 and 1424 of *Kluyveromyces marxianus* and; 620 and 1423 of *Torulaspora delbrueckii* were compared, from the consortium identified in a previous study throughout the fermentation process for the production of mezcal at the Laguna Seca factory in San Luis Potosí, Mexico; under controlled laboratory conditions, finding that there was no significant difference in the maximum specific growth rate (μ_{max}), maximum specific rate of substrate consumption ($q_{s,max}$) and product yield based on the substrate ($Y_{p/s}$). Although *K. marxianus* produced more ethyl acetate than *S. cerevisiae*, while *T. delbrueckii* presented the highest biomass yield value based on substrate ($Y_{x/s}$) (0.63 and 0.41, strains 620 and 1423, respectively). The production of the main volatile compounds was also determined, among which significant differences were found between the strains of the three species regarding the final concentration of ethanol, higher alcohols, ethyl acetate and acetaldehyde.

Keywords: yeasts, kinetics parameters, mezcal.

INTRODUCCIÓN

Las propiedades organolépticas y el bouquet de las bebidas alcohólicas, como es el caso del mezcal, están determinadas por una mezcla de alcoholes, ésteres y otros compuestos como lo mencionan De León Rodríguez *et al.* (2006) y Escalante-Minakata *et al.* (2006); dichos compuestos son responsables del aroma y son generados por los microorganismos durante el proceso fermentativo.

Debido a que el mezcal es una bebida tradicional, obtenida de diferentes especies de agave, sus características organolépticas varían dependiendo de esto y también dependiendo de la fábrica que lo elabore, ya que a la

fecha, la mayoría de los productores fabrican la bebida de forma artesanal. La microbiota que se desarrolla en este tipo de fermentaciones es muy variada, y proviene tanto del ambiente, como de las instalaciones de la fábrica, de los operadores o productores, así como de insectos que muchas veces tienen contacto con los recipientes en donde se hace la fermentación. Es así que en estas fermentaciones espontáneas se han aislado especies pertenecientes a géneros *Saccharomyces* y no-*Saccharomyces* (Escalante-Minakata *et al.* 2006; Verdugo-Valdez *et al.* 2011). Es común también que durante la fermentación, algunas especies de levaduras se comporten como dominantes, de manera que después de su establecimiento en el proceso,

sus productos metabólicos determinen las características fisicoquímicas y organolépticas del producto final.

En el estado de San Luís Potosí, particularmente en la mezcalera Laguna Seca, se encontró la presencia de un consorcio que permanece durante todo el proceso fermentativo, formado por *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces marxianus* y *Torulaspota delbrueckii* (Verdugo-Valdez *et al.* 2011). El objetivo de este estudio fue comparar los parámetros cinéticos y la producción de compuestos volátiles mayoritarios de dos cepas de cada especie del consorcio, en condiciones controladas de laboratorio, para mostrar la importancia de las levaduras no-*Saccharomyces* en este proceso fermentativo con respecto a la generación de compuestos volátiles deseables y que además presentan capacidad similar a *S. cerevisiae* para la producción de etanol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cepas de levaduras

Las cepas de levaduras se obtuvieron de dos procesos fermentativos muestreados en la mezcalera Laguna Seca, localizada en el municipio de Charcas del estado de San Luís Potosí, México cuyas coordenadas geográficas son 23° 08' LN, 101° 07' LO y altitud de 2010 m. Se colectaron muestras de dos procesos fermentativos y se cultivaron en placas con medio de cultivo Wallerstein agar (Fluka), de las que se seleccionaron las cepas 2114 y 902 de *Saccharomyces cerevisiae*; 608 y 1424 de *Kluyveromyces marxianus* y 620 y 1423 de *Torulaspota delbrueckii* que fueron aisladas durante todo el proceso de fermentación.

Reactivación de las levaduras para la obtención del inóculo

Se reactivaron las células de levadura a partir de un cultivo conservado en glicerol a -80 °C, inoculándolo en 50 mL de caldo YPD (extracto de levadura, 10 g/L; peptona, 20 g/L; dextrosa, 20 g/L) y se incubó toda la noche a 30 °C a 250 rpm. Se realizó un conteo directo con una cámara de Neubauer para conocer la población presente en el medio de cultivo.

Se desarrolló un preinoculo transfiriendo 1 X 10⁶ cel/mL del cultivo anterior a un medio fresco para la determinación de la cinética de crecimiento; tomando muestras del cultivo cada 2 h, hasta las 8 h de desarrollo y luego cada cuatro h hasta completar 24 h de fermentación. Una vez determinada la cinética de crecimiento, se transfirieron una vez más 1 X 10⁶ cel/mL a 50 mL de medio YPD fresco para obtener el inóculo en la fase exponencial.

Fermentaciones controladas en matraz

Se inocularon 1 X 10⁶ cel/mL de cada una de las cepas en 100 mL de jugo de agave (*A. salmiana*) suplementado con 1 g/L de (NH₄)₂PO₄, a pH 4.5. Se incubó a 30 °C con agitación de 50 rpm y se tomaron muestras cada tres horas desde el tiempo cero hasta las 12 horas, posteriormente cada seis horas, hasta completar un total de 24 horas de fermentación; tomando cada vez 5 mL para realizar el conteo directo y los métodos analíticos.

MÉTODOS ANALÍTICOS

Las muestras se centrifugaron y el sobrenadante se distribuyó según el método: 1 mL para la determinación de azúcares reductores totales, 2 mL para la determinación de etanol por el método enzimático y 1 mL para la determinación de compuestos volátiles mayoritarios.

Determinación de azúcares reductores directos

La concentración de los azúcares reductores directos se determinó por el método del ácido di nitro-salicílico (DNS) (Miller, 1959) usando fructosa como estándar.

Determinación enzimática de etanol

Se recolectó un mL de sobrenadante de la muestra tomada en cada punto de la fermentación y se diluyó hasta obtener un máximo de 3 g/L de etanol y la determinación se realizó mediante un sistema enzimático, utilizando el equipo YSI (Yellow Spring Instrument) modelo 2700 Select, para lo que se empleó una solución buffer YSI 2787, diluido en 450 mL de agua destilada, además de una solución patrón de etanol a 3 g/L.

Determinación de compuestos volátiles mayoritarios

Las muestras se analizaron en un cromatógrafo de gases Hewlett Packard Head-space HP 7694E, conectado a un detector de ionización de flama (FID) Hewlett-Packard 6890, y con una columna capilar HP-Innowax de 60 m X 320 mm X 0.25 mm con las siguientes condiciones: 45°C por 7 min, incrementándose 10°C por min hasta alcanzar los 160°C, 20°C por min, hasta 220°C, y manteniéndose a esta temperatura durante 8 min; se utilizó Helio como gas acarreador a una velocidad de flujo de 1.8 mL/min, y 250°C de temperatura del inyector y del detector.

Determinación de parámetros cinéticos

Después de obtenidos los resultados de los métodos analíticos y del conteo directo de los cultivos, se calcularon los siguientes parámetros: velocidad específica máxima de

crecimiento para cada levadura (m_{\max}); tasa de consumo específico máximo de sustrato ($q_{s_{\max}}$); tasa específica máxima de generación de producto ($q_{p_{\max}}$); rendimiento de biomasa con base en el consumo de sustrato ($Y_{x/s}$), y rendimientos de producto con base en el consumo de sustrato ($Y_{p/s}$).

Análisis estadístico

Se hizo un diseño con un solo factor completamente aleatorizado, con tres repeticiones. El factor que se probó fue la levadura, con seis niveles; correspondientes a las cepas en estudio (*K. marxianus*, 0608, *K. marxianus*, 1424; *S. cerevisiae*, 2114, *S. cerevisiae*, 0902; *T. delbrueckii*, 0620 y *T. delbrueckii*, 1423). Las variables de respuesta fueron los parámetros cinéticos determinados y la cantidad de compuestos volátiles mayoritarios generados (alcoholes superiores, acetato de etilo y acetaldehído) y se compararon usando un análisis de varianza (ANOVA) con el paquete estadístico Statgraphics plus versión 5.1.

RESULTADOS

Cinética de crecimiento de las levaduras y producción de etanol

Según los datos obtenidos, hubo diferencia entre las levaduras estudiadas respecto a la síntesis de etanol ($q_{p_{\max}}$) y la utilización de los azúcares para la generación de biomasa ($Y_{x/s}$). Estos resultados fueron confirmados por un ANOVA (95% de confianza) con el que se encontraron diferencias significativas en los parámetros de $Y_{x/s}$ ($p=0.0173$) y $q_{p_{\max}}$ ($p=0.0002$), y después de la aplicación de la prueba de rangos múltiples con el método LSD, se encontró que el $Y_{x/s}$ de *T. delbrueckii* 620 fue mayor que el de *S. cerevisiae* 902. Para el caso de $q_{p_{\max}}$, la mayor diferencia se encontró entre las cepas *T. delbrueckii* 620 y *S. cerevisiae* 2114, y entre las cepas de *S. cerevisiae* (cuadro 1).

cepas	mmax	qsmax	qpmax	Yp/s (g/g)	Yx/s (g/g)
<i>S. cerevisiae</i> 2114	0.53	5.52	0.72	0.34	0.30
<i>S. cerevisiae</i> 902	0.39	3.96	0.38	0.25	0.16
<i>K. marxianus</i> 608	0.54	1.44	0.21	0.35	0.28
<i>K. marxianus</i> 1424	0.39	2.56	0.25	0.30	0.23
<i>T. delbrueckii</i> 620	0.32	1.66	0.10	0.35	0.63
<i>T. delbrueckii</i> 1423	0.47	2.11	0.13	0.29	0.41

CUADRO 1

Parámetros cinéticos del consorcio de levaduras aisladas del mezcal. Abreviaturas: mmax, velocidad específica máxima de crecimiento; qsmax, tasa de consumo específico máximo de sustrato; qpmax, tasa específica máxima de generación de producto; Yp/s, rendimiento de producto con base en el sustrato y Yx/s, rendimiento de biomasa con base en el sustrato.

Las cepas estudiadas exhibieron un comportamiento similar (estadísticamente no significativo) en cuanto a su velocidad máxima de crecimiento, velocidad específica de consumo de sustrato y rendimiento de producto con base en el consumo de sustrato.

Generación de compuestos volátiles mayoritarios

Las levaduras evaluadas generaron los mismos compuestos volátiles entre sí, como mencionaron Gschaedler *et al.* (2004) aunque en cantidades significativamente dife-

rentes. De manera particular, las cepas que exhibieron la mayor producción de los tres alcoholes superiores fueron las de *K. marxianus*, contrariamente a *T. delbrueckii* entre éstas, la cepa 620 fue la que produjo menor concentración de cada uno de los compuestos (figura 1); cabe señalar también que en todos los casos, la presencia de isobutanol se hizo más evidente a partir de las 12 horas de cultivo.

Con respecto de la producción de ésteres, las dos cepas de *K. marxianus* produjeron tres veces más acetato de etilo en el que el resto de las cepas (figura 2B).

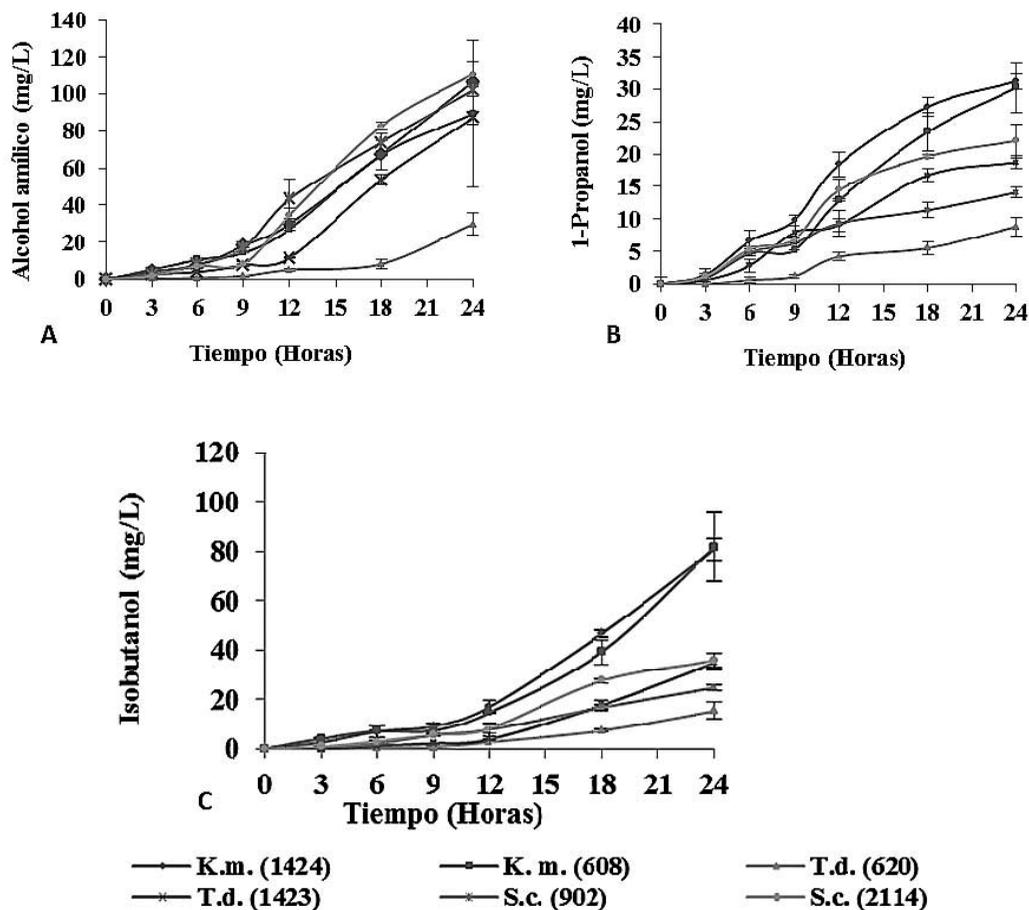


FIGURA 1

Producción de alcoholes superiores en medio de jugo de *Agave salmiana* suplementado con 1g/L de $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$, a pH 4.5 a 30°C y 50 rpm. **A)** Alcohól amílico, **B)** 1-Propanol, **C)** Isobutanol.

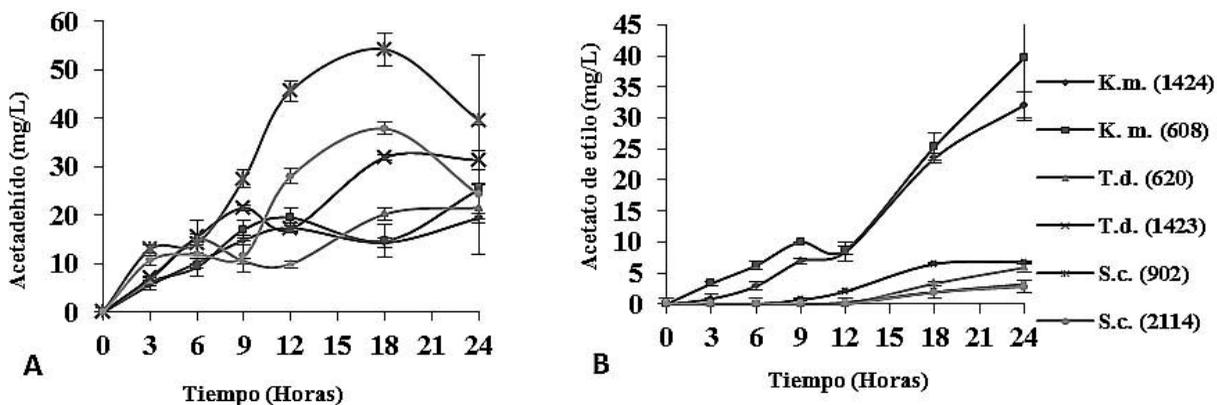


FIGURA 2

Producción de acetaldehído (A) y acetato de etilo (B) por las diferentes cepas de levadura, desarrolladas en medio de jugo de *Agave salmiana* suplementado con 1g/L de $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$, a pH 4.5 a 30°C y 50 rpm.

DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos, el comportamiento de las levaduras no-*Saccharomyces* confirmó la importancia de estas especies en las fermentaciones nativas para la producción del mezcal en la región estudiada, dado que se encontró que las cepas de *K. marxianus* produjeron cantidades similares de etanol que las cepas de *S. cerevisiae* (cuadro 1). Las dos cepas de *K. marxianus* generaron más alcoholes superiores, sobre todo isobutanol, en comparación con *S. cerevisiae* y *T. delbrueckii* (figura 1) así como también produjeron mayor cantidad de acetato de etilo y la cepa 1424 fue la que generó más acetaldehído que el resto (figura 2). La generación de estos compuestos, como lo manifiestan De León Rodríguez *et al.* (2006) y Escalante-Minakata *et al.* (2006), es conveniente en las bebidas derivadas de agave, ya que confieren al producto características organolépticas deseables, particularmente, notas frutales; y además son datos indicativos del metabolismo de las células, como señalan Dickinson (2004) y Fugelsang y Edwards (2007); lo anterior concuerda también con Lachenheimer *et al.* (2006), quienes mencionan que las cepas de levadura responsables del proceso fermentativo son el factor más importante en la producción de etanol y alcoholes superiores tales como alcohol amílico e isobutanol, compuestos que generan en mayor cantidad las levaduras aisladas de fermentaciones espontáneas que aquellas utilizadas en la panificación; como es el caso de las levaduras probadas aquí, en particular *K. marxianus*.

Con respecto a *T. delbrueckii*, como puede notarse en el cuadro 1, los valores de rendimiento de biomasa con base en el consumo de sustrato son los más altos de las

tres especies; lo cual puede ser importante para la interacción microbiana, tal como lo es para otros productos fermentados (Deak, 2009).

Por otra parte, es interesante señalar las diferencias entre los parámetros cinéticos de las cepas *S. cerevisiae* (cuadro 1); reiterándose una vez más que cada cepa de levadura posee características genotípicas particulares.

Por lo anterior, como coinciden también Oliva *et al.* (2006), es importante caracterizar las levaduras nativas y el papel que juegan durante la fermentación, para que sea posible la optimización del proceso de producción de estas bebidas.

CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos al desarrollar las cepas bajo condiciones controladas de laboratorio, es posible concluir que *K. marxianus* produce más alcoholes superiores y ésteres que *S. cerevisiae*; lo cual confirma la importancia de las levaduras no-*Saccharomyces* en estos procesos; y en el caso de *T. delbrueckii*, es importante señalar el hecho de que su rendimiento de biomasa con base en la asimilación de sustrato fue el mayor de todas las cepas, lo cual hace a esta especie interesante para estudios posteriores sobre interacciones microbianas; así mismo el hecho de que las cepas de *S. cerevisiae* resultaran ser fisiológicamente diferentes abre un panorama sobre la necesidad de profundizar en este tipo de análisis, así como sobre la exploración de la variabilidad genética entre dichas cepas y cómo afecta este parámetro a la generación de compuestos de interés, en estos y otros productos derivados de procesos fermentativos tradicionales, de los muchos que se producen en México.

LITERATURA CITADA

- De León-Rodríguez, A., L. González-Hernández, A.P. Barba de la Rosa, P. Escalante-Minakata & M.G. López, 2006. Characterization of Volatile Compounds of Mezcal, an Ethnic Alcoholic Beverage Obtained from *Agave salmiana*. *J. Agric. Food Chem.* 54: 1337-1341.
- Deak T., 2009. Ecology and Biodiversity of Yeasts with Potential Value in Biotechnology. *En Yeast Biotechnology: Diversity and Applications*. T. Satyanarayana y Gotthard Kunze (Eds). Springer.
- Dickinson J.R., 2004. Life cycle and morphogenesis. *The Metabolism and Molecular Physiology of Saccharomyces cerevisiae*. Editado por J. Richard Dickinson y Michael Schweizer. 2a edición CRC PRESS.
- Escalante-Minakata, P., L. González-Hernández, A.P. Barba de la Rosa Y A. de León-Rodríguez, 2006. El mezcal, una mezcla natural de alcoholes y feromonas. *Bebidas Mexicanas* 15: 10-18.

- Fugelsang K.C. & C.G. Edwards, 2007.** Microbial ecology during vinification. Publicado en el libro *Wine Microbiology: Practical Applications and Procedures*. Second edition. Springer.
- Gschaedler A., J. Ramírez-Córdova, D. Díaz-Montaño, E. Herrera-López, M. Arellano-Plaza, J. Arrizon-Gaviño Y L. Pinal-Zuazo, 2004.** Fermentación: etapa clave en la elaboración del tequila. Publicado en el libro “*Ciencia y Tecnología del Tequila- Avances y Perspectivas*”, editado por CIATEJ A.C.
- Lachenmeier D., E.M. Sohnus, A. Rainer & M.G. Loópez, 2006.** Quantification of Selected Volatile Constituents and Anions in Mexican Agave Spirits (Tequila, Mezcal, Sotol, Bacanora). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 3911-3915.
- Miller, G.L., 1959.** Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry* 31, 426-428.
- Oliva A.A., A.M. Sifuentes R., V. Bocanegra, C.P. Larralde y H.C. Jacques, 2006.** Diversidad genética de levaduras alcohol-fermentativas nativas del mezcal de Tamaulipas. V Encuentro Nacional de Biotecnología del IPN. 28 Nov.al 1 Dic. México, D.F. *Red de Biotecnología del IPN*. pp. s.p.
- Verdugo-Valdez, A., L. Segura García, M. Kirchmayr, P. Ramírez-Rodríguez, A. González-Esquinca, R. Coria & A. Gschaedler-Mathis, 2011.** Yeast communities associated with artisanal process of mezcal from *Agave salmiana*. *J. of Microbiol. Antonie Van Leeuwenhoek*. 100:497-506

Plantas útiles de Chiapas, México, representadas en colecciones de herbario

Oscar Farrera-Sarmiento^{1, 2}

¹ Jardín Botánico Dr. Faustino Miranda, SEMAHN, calzada de los Hombres Ilustres, Parque Madero Edificio Museo Botánico S/N Colonia Centro, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. tel. (01961) 5438890, ext. 147, ofarrerasarmiento@gmail.com; | ² Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas Libramiento Norte Poniente Col. Lajas Maciel No. 1150. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, oscar.farrera@unicach.mx

RESUMEN

Se estudiaron las plantas usadas por los habitantes de Chiapas representadas en colecciones del herbario CHIP. Se registraron cerca de 7,700 ejemplares de 2,340 especies útiles para 23 categorías de uso, siendo los principales el uso medicinal (con 1,643 especies), comestible (429), ornamental (260), para la construcción (203), leña (135), forrajes (113), ceremonial (109) y sombra (99). La hoja, la planta completa, el tallo, los frutos, la corteza y las flores son las estructuras más utilizadas. Las familias botánicas más importantes fueron Asteraceae (con 317 especies útiles), Fabaceae (254), Poaceae (82), Solanaceae (76), Lamiaceae con (72) y Euphorbiaceae (70). Cerca de cien especies de plantas útiles poseen una categoría de riesgo para la conservación.

Palabras clave: etnobotánica, colecciones de herbario, Chiapas, México.

ABSTRACT

The plants used by the inhabitants of Chiapas were studied, they are represented in collections of the Chip herbarium. According to the research about 7,700 specimens were registered, of which 2,340 species are useful divided in 23 categories of use, the main ones being medicinal use (with 1,643 species), food (429), ornamental (260), for construction (203), firewood (135), fodder (113), ceremonial (109) and shade (99). The leaf, the whole plant, the stem, the fruits, the bark and the flowers are the most used structures. The most important botanical families were Asteraceae (with 317 useful species), Fabaceae (254), Poaceae (82), Solanaceae (76), Lamiaceae (72), and Euphorbiaceae (70). Nearly one hundred useful plant species have a conservation risk category.

Keywords: ethnobotany, herbarium collections, Chiapas, Mexico.

INTRODUCCIÓN

La etnobotánica es un campo interdisciplinario que comprende el estudio e interpretación del conocimiento, significación cultural, manejo y usos de la flora a través del tiempo por un grupo humano (Barrera, 1980, Martínez, 1982, Vázquez, 1982).

Bajo este contexto nuestro país es una región muy favorable para la realización de estudios etnobotánicos, porque posee una amplia diversidad vegetal alrededor de 30,000 especies de plantas; además cuenta con una enorme riqueza cultural representada de 60 grupos étnicos y campesinos distribuidos en diferentes ambientes naturales. Se denomina plantas útiles a aquellas que se utilizan para satisfacer sus necesidades cotidianas como la salud, la alimentación, la construcción, el combustible, para decorar con fines ornamentales, efectuar ceremonias, artesanías, entre otras más aplicaciones (Toledo, 1988, 1995).

Así también Chiapas es uno de los estados de la República mexicana con mayor diversidad florística y étnica; prueba de ello son los 19 tipos de vegetación con los que cuenta (8,248 especies vasculares (Breedlove, 1986), así como los 12 grupos indígenas que habitan en el estado (tojolabales, tzeltales, lacandones, zoques, tzotziles, choles, mames, mochos o motozintlecos y chujes) (Orozco, 1999; Navarrete, 2008).

Para Toledo (2005), el conocimiento tradicional es el producto de una red de relaciones y prácticas que milenariamente han desarrollado las comunidades tradicionales y está “conformado por las creencias (cosmos), el sistema de conocimientos (corpus) y el conjunto de prácticas productivas (praxis) que hacen posible comprender cabalmente las relaciones que se establecen en el uso o manejo de la naturaleza por parte de las comunidades campesinas en sus procesos de producción agropecuaria desde los cuales se configuran sus territorios”.

De acuerdo con lo anterior, el conocimiento tradicional tiene su origen en la forma como las comunidades campesinas o tradicionales han generado procesos milenarios de apropiación de la naturaleza de los cuales han derivado los saberes que han acumulado de su medio; estos saberes, casi todos presentes en la memoria colectiva y oral de agricultores, (pastores, pescadores, ganaderos, cazadores, recolectores) van más allá de la agricultura, tienen que ver también con el uso y cuidado del bosque, del agua, de las plantas medicinales y de los animales silvestres, han sido desarrollados a partir de múltiples conocimientos y habilidades que se han dado bajo las más diversas condiciones ecosistémicas, sociales y culturales (Cárdenas, 2010; Hernández X. *et. al.*, 1990).

Las formas tradicionales de transmisión de los conocimientos están íntimamente vinculadas a los conocimientos propiamente dichos. Mientras que la lengua vernácula es un vector de transmisión de los conocimientos tradicionales dentro de una determinada comunidad lingüística, una lengua de comunicación más extendida -que puede ser un idioma nacional u oficial- permite un aprovechamiento compartido de los conocimientos con otros grupos culturales. La consulta y el diálogo mutuos entre los poseedores y los “no poseedores” de conocimientos tradicionales, recurriendo tanto a las lenguas vernáculas como a las locales, es una condición imprescindible para promover y preservar los conocimientos tradicionales y locales (UNESCO, 2006).

ANTECEDENTES

Miranda (2015), en el año de 1949, el gobierno del estado de Chiapas, funda el Instituto Botánico encabezado por el ilustre doctor Faustino Miranda, integrado por el herbario, museo, y jardín botánico como producto de las diversas exploraciones a las diferentes regiones de Chiapas además de fundar estas importantes áreas también publica dos tomos del libro la vegetación de Chiapas, obra en la describe la vegetación de las dos grandes regiones de clima cálido y templado, las cuales subdivide en 12 tipos de vegetación, asimismo describe 734 especies de plantas con algún uso nombres comunes algunos de ellos muy regionales.

En el estado, generalmente se han realizado estudios acerca de la medicina tradicional con grupos indígenas zoques. Dentro de estos trabajos se encuentran el realizado por Pimentel (1988), en su libro Plantas de uso medicinal entre los zoques de Tecpatán, reporta 106 especies de uso medicinal, las enfermedades en las que son empleadas, la estructura utilizada, así como la forma

de preparación y aplicación. En este estudio no se llevó a cabo la identificación botánica de las especies.

Isidro (1997), en su libro Etnobotánica de los zoques de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Registra 357 especies de plantas útiles de tres comunidades de este municipio: Copoya, El Jobo y San José Terán, se menciona la forma de uso, e Isidro *et al.* (2006), hacen un análisis de las plantas útiles de los zoques del centro de Chiapas, principalmente de nueve comunidades de cinco municipios de los cuales se registra 660 especies útiles.

Farrera (1997), en la tesis titulada Plantas útiles en el ejido Quintana Roo, Jiquipilas, Chiapas, reporta 385 especies útiles, de las cuales 114 especies presentan uso medicinal, 109 ornamental, 101 especies son comestibles y 76 especies presentan algún uso para la construcción. También existen los trabajos de Soto (1990), donde da a conocer las plantas útiles de cuatro comunidades de Chiapas; Soto y Farrera (1996), donde dan a conocer las especies de árboles y arbustos útiles de los valles centrales de Chiapas con potencial para agroforestería.

Acero (2000), en su estudio de tesis Flora medicinal empleada para el tratamiento de enfermedades respiratorias y gastrointestinales en comunidades zoques de Chiapas. Registra un listado de 56 especies de plantas medicinales, de las cuales 18 presentan un nombre zoque. En el trabajo se menciona la parte usada, las formas de preparación y administración.

Díaz (2001), en su estudio Flora silvestre medicinal de la localidad zoque de Rayón, Chiapas registra 61 especies medicinales, de ellas 38 son especies silvestres, 19 se encuentran tanto en forma silvestre como en los huertos familiares y cuatro son introducidas naturalizadas. Las especies listadas se encontraron principalmente en acahuals de la Selva Siempre Verde y en el Bosque Deciduo. Este estudio aportó 12 especies de plantas medicinales silvestres que no habían sido mencionadas en la literatura mexicana.

Díaz (2010), en su estudio etnobotánico de los principales mercados de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas registra las especies útiles comercializadas en los mercados, hace un análisis de las categorías de uso y la procedencia del recurso.

Gutiérrez (2006), en su trabajo documental Plantas comestibles y medicinales de una comunidad zoque de Copainalá. Chiapas enlista 132 especies vegetales donde 88 especies presentan un uso medicinal y 65 son comestibles. Se registra 61 especies cultivadas, 58 silvestres y 8 en ambos sistemas de manejo. La mayor cantidad de especies provienen de huertos familiares y cafetales.

Se han realizado otros estudios etnobotánicos enfocados a grupos indígenas de origen mame, tzeltal y

tzotzil, como el realizado por Berlín *et al.* (1990), en el ensayo preliminar La herbolaria **médica** tzeltal-tzotzil en los Altos de Chiapas Reportan 70 especies botánicas que presentan un uso frecuente. Señalan las enfermedades en que se emplean, la estructura vegetal utilizada, la forma de preparación y aplicación.

Ventura (2000), en el documento de tesis Evaluación del uso de flora y fauna silvestres en tres comunidades de la Reserva de la Biosfera el Triunfo, Chiapas, México, registra 76 especies florísticas, de las cuales, los pobladores locales reconocen 9 tipos de uso y 127 formas susceptibles de aprovecharse. Entre los usos destacan especies combustibles, maderables y medicinales.

Quiroga (2002), en su estudio sobre Etnobotánica de los árboles y arbustos en Santa Martha, Chenalhó, Chiapas, registra 115 especies botánicas útiles y 70 usos agrupados en 10 categorías.

Sánchez (2005), en su estudio de tesis Plantas medicinales de la cabecera municipal de la Concordia, Chiapas, registra un total de 63 especies medicinales. De estas, 30 son silvestres, 28 cultivadas en huertos familiares y parques, cinco se encuentran de forma silvestre y cultivadas. Se menciona en el estudio la forma de preparación, administración y dosificación, así como proporciona información sobre el conocimiento y uso de la biodiversidad presente en los huertos familiares y los ecosistemas que rodean a la comunidad.

Ríos (2006), en la tesis titulada “Plantas Medicinales del Ejido Monterrey, Municipio de Villa Corzo, Chiapas, México”, registra 105 especies medicinales, de las cuales el 52% son silvestres, el 28% del total de plantas registra un uso para tratar padecimientos del sistema digestivo y en un 13% para tratar padecimientos del sistema respiratorio.

Otro estudio fue el realizado en la Ciudad de Comitán, Chiapas por Castellanos (1997), en su trabajo de Tesis titulado Estudio Etnobotánico de la Central de Abasto 28 de agosto de Comitán, Chiapas, en la época primavera-verano. Registra 42 especies procedentes de 12 poblaciones rurales localizadas dentro del municipio siendo los usos más comunes el comestible con 13 especies y el ornamental con 11 especies.

Los objetivos de este trabajo fueron, describir y analizar los datos de las plantas útiles de Chiapas depositadas en las colecciones del herbario CHIP para ello se consideró sus respectivos usos y nombres comunes, se conoció el grado de manejo, las estructuras botánicas más usadas, los tipos de vegetación de procedencia y especies de usos múltiples en el área de estudio y se realizó un listado de las plantas útiles que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La importancia de esta investigación surgió de la necesidad de sistematizar conocimientos tradicionales heredados de generación en generación acerca del uso de las plantas de Chiapas.

METODOLOGÍA

En el área de estudios se consideraron todas las plantas del estado de Chiapas representadas en las colecciones del herbario CHP, el cual se ubica geográficamente en la Calzada de las Personas Ilustres (antes Hombres Ilustres) de la colonia Centro de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (figura 1).



FIGURA 1

Ubicación del herbario CHP en edificio del Museo Botánico.

El trabajo se subdividió en los siguientes pasos:

a. Revisión y análisis de las bases de datos del herbario CHIP

Se realizaron filtros sobre filtros de las bases de datos del herbario hasta obtener la información deseada para su posterior análisis e interpretación.

b. Revisión bibliográfica.

Se llevó a cabo la consulta de documentos diversos para profundizar sobre los estudios etnobotánicos en general e información del área de estudio como el tipo de vegetación, clima, las características geográficas, geológicas, hidrológicas, socioeconómicas y culturales. Se realizó una revisión a la NOM-059-SEMARNAT-2010 para identificar las plantas útiles que se encuentran en alguna categoría (Farrera, 2013).

c. Análisis de la información de las plantas útiles.

Se elaboró una base de datos con la información obtenida en el programa Excel de Microsoft Office 2010. Dicha información sirvió para el análisis y la discusión de resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

De las colecciones del herbario CHP se filtraron de los 53,000 registros generales, los que provienen del estado de Chiapas, posteriormente se filtraron los que poseen datos de uso, para ello se registraron cerca de 7,700 ejemplares de 2,340 especies útiles, comprendidas en 940 **géneros** y 198 familias de plantas vasculares.

Las plantas útiles se agruparon en 23 categorías de uso, 1,643 especies (70.2%) son medicinales, 429 (18.3%) comestibles, 260 (11.1%) ornamentales, 203 (8.7%) para la construcción, 109 (4.6%) ceremoniales, 135 (5.8%) leña, 113 (4.8%) forraje, 99 (4.2%) para sombra, 66 (2.8%) artesanal, 48 (2.0%) para cerco vivo, 20 (0.8%) para herramientas agropecuarias, 19 utensilios domésticos, 17 tóxicas o venenos, 11 para envoltura de alimentos, nueve melíferas, ocho mejoradoras y conservadoras de suelos, siete de uso veterinario, siete son fibras, seis son juguetes, cinco tintes, cinco adhesivo, cinco curtiente de pieles, cuatro de uso industrial, dos de uso como ceras y aceites (Figura 2).

Cerca del 70% de las especies comparten más de un uso por ejemplo: el cuchunuc (*Gliricidia sepium*) se usa como comestible, tóxico, cerca viva, leña y construcción. La palma real (*Sabal mexicana*), se ubica en la categoría de ornamentales, pero también es utilizada para ceremonias religiosas, para la construcción de techos de viviendas y para hacer cuerdas (uso doméstico). El ciprés blanco (*Juniperus comitana*) se ubica en la categoría de ceremoniales usado principalmente en fiestas decembrinas, pero también se reporta como combustible y maderable.

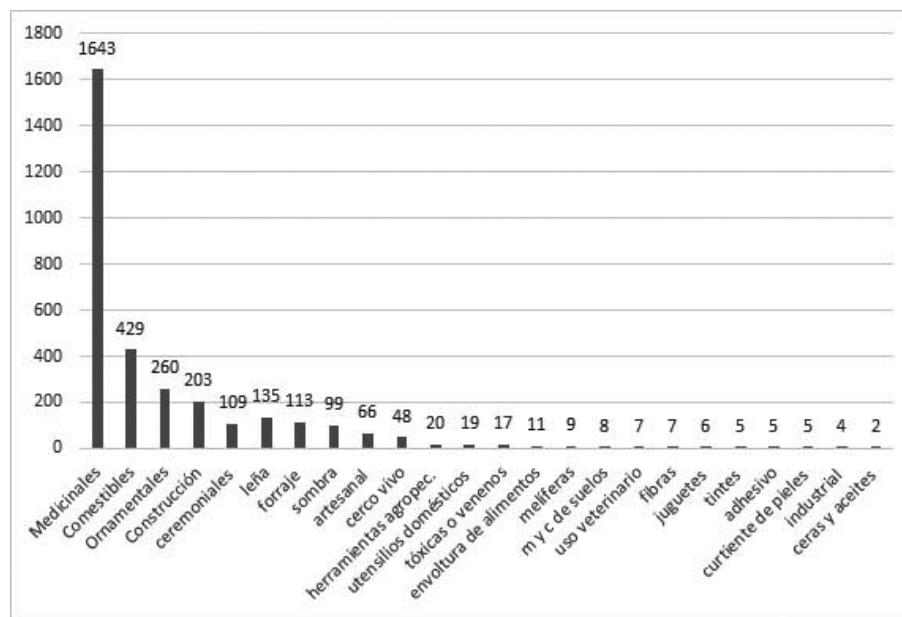


FIGURA 2 Número de especies por categorías de uso, de las plantas útiles de Chiapas.

La familia botánica más representativa fue Asteraceae, con 317 especies útiles, seguida por la Fabaceae, con 254 especies y la Poaceae, con 82 especies (cuadro 1 y figura 3). La procedencia del recurso de las especies útiles es principalmente de recolección en el sistema forestal, seguido de los sistemas de producción huerto familiar, cafetales y milpas.

Familia	Número de especies	Porcentaje de especies ÚTILES (%)
Asteraceae	317	13.5
Fabaceae	254	10.8
Poaceae	82	3.5
Solanaceae	76	3.2
Lamiaceae	72	3.1
Euphorbiaceae	70	2.2

CUADRO 1

Principales familias registradas de las plantas útiles de Chiapas representadas en el herbario CHIP

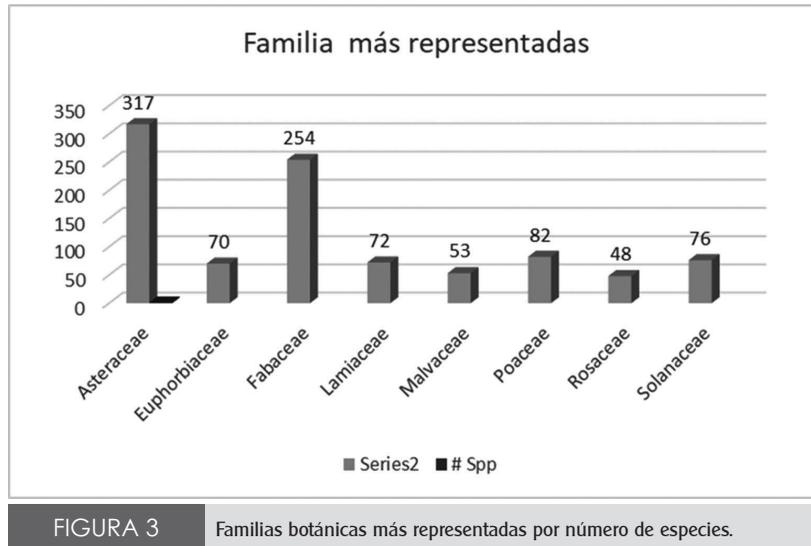


FIGURA 3 Familias botánicas más representadas por número de especies.

Se identificaron siete tipos de vegetación de donde provienen el mayor número de plantas útiles presentes fueron el bosque de coníferas, los bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios, el tropical perennifolio, el bosque de *Quercus*, las vegetaciones acuáticas y subacuáticas y el Bosque mesófilo de montaña (Cuadro 2) (Rzedowski, 2006). El grado de manejo nos refleja que existe una proporción equilibrada entre las plantas silvestres útiles y las plantas que se cultivan.

Tipo de vegetación	No. De ejemplares de herbario
Bosque de coníferas	4066
Bosque subtropical caducifolio	3669
Bosque tropical caducifolio	3462
Bosque tropical perennifolio	2726
Bosque de <i>Quercus</i>	0975
Vegetación Acuática y subacuática	0510
Bosque mesófilo de montaña	0268

CUADRO 2

Tipos de vegetación de las plantas útiles de Chiapas

La forma biológica que mayor uso presenta es la herbácea en segundo lugar se encuentran los árboles y arbustos y en menor número se registraron los bejuco, cabe señalar que los bejuco no entran en la clasificación como forma biológica, se incluyó para una mejor interpretación de los resultados.

Las fracciones de las plantas usadas, son muy variadas (desde las hojas hasta la corteza). La planta completa es la más utilizada seguida de las hojas, flores frutos, tallo y raíces. El 30% del total de las plantas útiles presentó diferentes partes vegetales involucradas en su manejo, mientras que para el 70% se empleó solamente una parte o toda la planta.

En muchas ocasiones una misma planta participa en diferentes necesidades ya sean alimenticias, medicinales, ornamentales, de construcción, etc.

Al analizar las formas biológicas y grados de manejo por categorías de uso se observa que las plantas medicinales la mayor parte son hierbas, seguida por arbustos y árboles, en cuanto al grado de manejo la mayor parte de las especies son extraídas del medio silvestre y otra parte son cultivadas que se encuentran dentro de las milpas, huertos familiares y potreros como toleradas o fomentadas, en posibles procesos de domesticación.

En relación con los sistemas de producción por categorías de uso observamos que de las plantas medicinales se encuentran en el huerto familiar, en el sistema de recolección forestal, en el sistema anual de temporal, el resto en el sistema de cosecha múltiple. Para la categoría de uso comestible, ornamental y ceremonial el sistema de producción dominante es el huerto familiar, seguido por el de recolección forestal, caso contrario, en el uso para la construcción en donde en su mayoría se encuentra en el sistema de recolección forestal.

El 70% de las especies reportadas son especies multiusos las cuales presentan tres o más usos para el hombre, estas se aprecian en el cuadro 3.

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Usos
Anacardiaceae	<i>Rhus schiedeana Schlttdl</i>	Pajulul	4,6,7
Annonaceae	<i>Annona purpurea</i>	Chincuya	3,4,5
Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i>	Palma real	2,4,5,6,9
Asparagaceae	<i>Yucca gigantea</i>	Cojiol	3,9
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Maatlisguate	1,2,4,5,11
Boraginaceae	<i>Varronia curassavica</i>	Sangre de toro	3,5,9
	<i>Cordia dentata</i>	Gulaber	3,4,5,15
Burseraceae	<i>Bursera bipinnata</i>	Copal	1,4,6
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín	4,7,18
Cupressaceae	<i>Cupressus benthamii var. Lindleyi Klostch</i>	Ciprés	6,4,7,5
Cupressaceae	<i>Juniperus comitana Martínez</i>	Ciprés blanco	6,4,7,5
Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i>	Yuca	3,6,15
Fabaceae	<i>Vachelia farnesiana</i>	Huisache	1,7,9
	<i>Diphysa americana</i>	Guachipilín	1,4,5,7
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	4,5,14
	<i>Gliricidia sepium</i>	Cuchunuc	1,3,4,9,14
	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Brasil	4, 7,17
	<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	3,4,7
	<i>Inga vera spuria</i>	Cuajinicuil	3,4,7
	<i>Leucaena shannoni</i>	Guaje	4,7,9
	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Tepezcohuite	1,4,7,9
	<i>Pithecellobium lanceolata</i>	Patzagua	1,3,4,7,9,12
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	Chiquinib	4,8,7
	<i>Quercus peduncularis</i>	Roble	4,7,12
	<i>Q. rubramenta</i>	Encino	1,4,7,12
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>	Albahaca	1,2,6
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate	1,3,10
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	1,3,4,7,9,12
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Tulipán	1,2,6
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cuaultote negro	1,4,7
Menispermaceae	<i>Hyperbaena mexicana</i>	Duraznillo	3,4,5,6
Moraceae	<i>Chlorophora tinctoria</i>	Mora	1,3,4,5,9
Musaceae	<i>Musa x sapientum</i>	Guineo	1,3,13
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcencis</i>	Cincone-gritos	3,4,5
	<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	3,4,7,9,12
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii var vellerea</i>	Palo pinto	4,5,7
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	1,4,5,6,7

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Usos
	<i>Pinus pseudostrabus var opulcensis</i>	Juncia	1,6,7,5
Poaceae	<i>Zea mays</i>	Maíz	1,3,6,9
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Canelo	4,5,7
	<i>Genipa americana</i>	Maluco	1,3,4
Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i>	Limón	1,3,10
Salicaceae	<i>Salix bomplandiana</i>	Sauz	4,5,6
Sapotaceae	<i>Manilkara achras</i>	Chicozapote	3,4,5
	<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	4,5,6
Styracaceae	<i>Styrax argentum</i>	Chucamay	4,5,7

FIGURA 3

Algunas especies de usos múltiples de Chiapas. 1.Medicinal, 2. Ornato, 3. Comestible, 4. Construcción, 5. Artesanal, 6. Ceremonial, 7- Leña, 8. Forraje, 9. Servicios, 10. Condimento, 11.Sombra, 12. Tanino, 13. Otros Usos, 14. Veneno, 15. Adhesivo, 16. Fibra, 17. Tinte, 18. Repelente.

Se revisó la NOM-059-SEMARNAT-2010 para detectar las plantas útiles que se encuentran en alguna categoría de riesgo localizando cerca de 100 especies en las diferentes categorías como en peligro de extinción, amenazadas y con protección especial (cuadro 4). Las es-

pecies en peligro de extinción *Litsea glaucescens* y *Lycaste skinneri* presentan serios problemas para su conservación debido al nivel de extracción para cubrir su demanda alimenticia, medicinal, ceremonial en el caso de la primera y como elemento de ornato en la segunda.

Familia	Especie	Nombre común	Categoría
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo, jocotillo	Amenazada
Arecaceae	<i>Chamaedorea arenbergiana</i>	Pacayita	Amenazada
Arecaceae	<i>Chamaedorea ernesti-augustii</i>	Pata de vaca, Cola de pescado	Amenazada
Arecaceae	<i>Chamaedorea glaucifolia</i>	Quiba	En peligro de extinción
Arecaceae	<i>Chamaedorea graminifolia</i>	Coyolillo	Amenazada
Bromeliaceae	<i>Catopsis berteroniana</i>	Pata de gallo	Protección especial
Bromeliaceae	<i>Tillandsia ponderosa</i>	E'k	Amenazada
Cactaceae	<i>Melocactus curvispinus</i>	biznaga	En peligro de extinción
Chrysobalanaceae	<i>Licania arborea</i>	Totoposte	Amenazada
Euphorbiaceae	<i>Croton guatemalensis</i>	Copalchí	Protección especial
Euphorbiaceae	<i>Sapium macrocarpum</i>	Chileamate	Amenazada
Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i>	Laurel	En peligro de extinción P
Orchidaceae	<i>Barkeria skinneri</i>	Tanal	Pr
Orchidaceae	<i>Guarianthe skinneri</i>	Candelaria	Amenazada
Orchidaceae	<i>Laelia superbiens</i>	Tanalito	Amenazada
Orchidaceae	<i>Lycaste skinneri</i>	Monjita	En peligro de extinción P
Orchidaceae	<i>Oncidium leucochilum</i>	Chololita	Amenazada
Magnoliaceae	<i>Magnolia perez-farrerae</i>	Flor de corazón	Amenazada

Familia	Especie	Nombre común	Categoría
Malvaceae	<i>Mortoni dendron guatemalensis</i>	Jicalpeste	En peligro de extinción
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Protección especial
Poaceae	<i>Olmeca reflexa</i>	Otatillo	En peligro de extinción
Polypodiaceae	<i>Goniophlebium triseriale</i>	Calaguala	Amenazada
Sapotaceae	<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	Amenazada
Zamiaceae	<i>Ceratozamia robusta</i>	Almendú	En peligro de extinción
Zamiaceae	<i>Dioon merolae</i>	Espadaña	En peligro de extinción

FIGURA 4

Algunas especies que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, P: Peligro de extinción, A: Amenazada, Pr: Protección especial.

En Chiapas generalmente se han realizado estudios acerca de plantas medicinales con diversos grupos indígenas como son los zoques, tzotziles y tzeltales. Los trabajos sobre el conocimiento y uso tradicional de plantas de los grupos étnicos, son muy pocos, por lo que, los resultados obtenidos en la presente investigación (2,340 especies de plantas útiles), nos permite conocer la forma en que han utilizado las plantas para satisfacer sus necesidades básicas y nos permite también compararlos con otras investigaciones.

Las familias mejor representadas en esta investigación fueron las Asteráceas con 317 especies, las fabáceas con 254 especies, las poáceas o gramíneas con 82 especies y las solanáceas con 76 especies, al hacer un comparativo con otros trabajos de los trópicos vemos que existe una similitud en los resultados.

Las categorías más importantes en cuanto a número de especies presentes son medicinal con 1,643 especies útiles, comestible con 429 especies y ornamental con 260 especies, lo que concuerda con el estudio de Castellanos (1997) donde reporta como categorías principales: medicinal con 19 especies, comestible con 13 especies y ornamental con 11 especies; cabe mencionar que dicho estudio solo abarcó la época de primavera-verano por lo que sería interesante realizar un estudio que abarque todo el año para tener una apreciación más completa. En el estudio de Farrera (1997, 2019) también reportó como categorías principales la medicinal con 114 y 167 especies, la ornamental con 109 y 95 especies y la comestible con 101 y 157 especies.

Por otra parte, el uso ceremonial de las plantas en esta investigación estuvo relacionado principalmente con festividades religiosas; de las 109 especies ceremoniales registradas las familias más representadas correspondieron a las familias de las Bromeliáceas y Orquidáceas aunque muchas de estas especies se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Como ejemplo podemos citar las festividades católicas que se llevan a cabo en el Estado en honor a la Santa Cruz (tres de mayo), Día de la Candelaria (2 de febrero), Semana Santa, San Juan (24 de junio), San Pedro (28 de junio), Santo Domingo (4 de agosto), de la Merced (24 de septiembre), San Francisco (4 de octubre) Día de Muertos, Guadalupe (12 de diciembre) y Navidad en las que son extraídas del sistema forestal próximo a las comunidades, sorprende también que varias de las plantas colectadas por los campesinos provengan de sitios alejados esto debido a la extracción continua durante años de estos recursos lo que ha ocasionado que sus poblaciones ahora sean escasas o hayan desaparecido de los lugares cercanos. Esta situación se agrava porque no existe un control para realizar la extracción del recurso ni tampoco un plan para su manejo.

Una de las categorías de mayor importancia por los beneficios que se obtienen al utilizarlos son los cercos vivos en el presente trabajo se registraron un total de 48 especies, como el *cuchumuc* (*Gliricidia sepium*), el *palo mulato* (*Bursera simaruba*), el *piñón* (*Jatropha curcas*), el *eucalipto* (*Eucalyptus globulus*) y el *alcanfor* (*Eucalyptus rudis*), la *chaya* (*Cnidioscolus aconitifolius*), el *pajulul* (*Rhus schiedeana*), *cojiol* (*Yucca gigantea*) y el *nance* (*Byrsonima crassifolia*), muchas de ellas consideradas como especies de usos múltiples porque además brindan otros beneficios como combustible (leña), frutos comestibles o medicina, etc. Una de las principales ventajas que presentan estas especies nativas son que permiten la conservación de especies, disminuye la degradación de los suelos y permiten la conservación de nichos ecológicos (Kellison, 2002). Otro de los aportes importantes son los datos sobre forraje muchos son de animales silvestres y es información muy útil para la administración de las unidades de manejo ambiental (UMA) para su producción de alimentos de la fauna silvestre o bien para ser consideradas en los

programas de restauración forestal para mantener el equilibrio entre la fauna y flora nativa (Farrera, 2019). Con respecto a la conservación y mejoramiento de suelos, diversas especies de plantas se usan para evitar la erosión del suelo o para mejorar su fertilidad con el mayor aporte de materia orgánica o la fijación de nitrógeno.

Por último, es necesario mencionar que la creciente demanda de bienes y servicios como alimentos, medicina, madera, postes, leña, agua y recreación que se requiere para el desarrollo ha derivado en un deterioro de los ecosistemas, y se manifiesta de diferentes formas, como: la pérdida de la vegetación que conlleva la disminución de la cubierta arbolada y la diversidad biológica, así como la acelerada degradación del suelo por erosión. La situación anterior ha contribuido también a que poblaciones de especies forestales valiosas desde el punto de vista comercial o biológico, se estén reduciendo drásticamente como es el caso del ciprés blanco (*Juniperus comitana* Martínez) especie endémica nativa de la región Altos de Chiapas, la espadaña (*Dioon merolae*), el almendú (*Ceratozamia robusta*), biznaga (*Melocactus curvispinus*) endémicos de la depresión Central de Chiapas (Farrera, 2019). Por tal motivo es necesario utilizar especies multipropósitos como las registradas en el presente estudio que con un buen manejo ayudaran a la regulación del clima, captación de carbono, la retención y purificación del agua.

CONCLUSIONES

- La diversidad de plantas útiles en Chiapas corresponde a 2,340 especies vegetales agrupadas en 198 familias botánicas. La familia más representativa es la Asteraceae con el 13.5%, las siguientes familias son Fabaceae (10.8%); Poaceae (3.5%); Solanaceae (3.2%); Lamiaceae (3.1%); y Euphorbiaceae (2.2%).

- Se estableció 23 categorías de uso. La categoría medicinal es la más representativa con el 70.2%, la comestible (18.3%), ornamental (11.1%), construcción (8.7%), combustible (5.8%), forraje (4.8%), ceremonial (4.6%), sombra (4.2%), entre otros más.
- Se identificaron siete tipos de vegetación siendo los más importantes en cuanto al número de plantas útiles presentes en el bosque de coníferas con 4,066 registros de ejemplares, y el bosque de tropical subcaducifolio con 3,669, el bosque tropical caducifolio con 3,462 y el bosque tropical perennifolio con 2,726 registros de ejemplares de herbarios de plantas útiles de Chiapas.
- El sistema de producción más importante fue el de recolección en el sistema forestal seguido por el de huerto familiar y cafetales.
- Existe una proporción equilibrada en el manejo del recurso de las plantas silvestres útiles y las plantas que son cultivadas.
- La forma biológica que mayor uso presento fue la herbácea seguida de los arbustos y árboles. Las partes de las plantas más utilizadas fue la planta completa, seguida de las hojas, flores, frutos, el tallo y las raíces.
- La categoría de uso medicinal fue la más frecuente, siendo las enfermedades relacionadas con el aparato digestivo, respiratorio y sistema tegumentario las más dominantes.
- Se registraron cerca de cien especies útiles en alguna categoría de riesgo citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

AGRADECIMIENTO

Se agradece el apoyo brindado por el personal de los herbarios CHIP, HEM y MEXU; a Rubí Farrera Pimentel por la traducción del resumen al inglés.

LITERATURA CITADA

- ACERO A.T., 2000.** Flora medicinal empleada para el tratamiento de enfermedades respiratorias y gastrointestinales en dos comunidades Zoques de Chiapas. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez. 94 pp.
- BARRERA, M.A., 1980.** Sobre la Unidad de habitación tradicional campesina y el manejo de recursos Bióticos en el Área Maya Yucateca: Árboles y arbustos de las huertas familiares. *Biótica* 5 (3):115-129.
- BERLÍN, B., E. BERLÍN A., D.E. BREEDLOVE, V.M. JARA A., M. LOAGHLIN, R. Y T. VELASCO C., 1990.** La herbolaria médica tzeltal-tzotzil en los Altos de Chiapas: un ensayo preliminar sobre las cincuenta especies botánicas de uso más frecuente. Programa de colaboración sobre Medicina Tradicional y Herbolaria (PROCOMITH). Gobierno del estado de Chiapas. Instituto Chiapaneco de Cultura. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 213 pp.

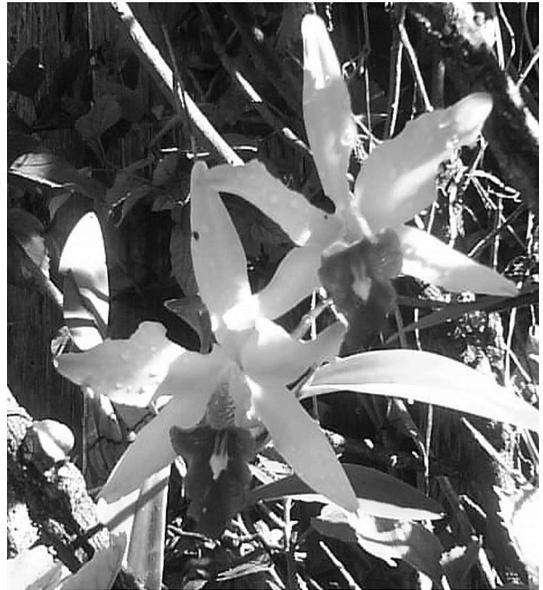
- BREEDLOVE, D.E., 1986.** Flora de Chiapas. Listados florísticos de México. IV. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 246 pp.
- CASTELLANOS R.N., 1997.** Estudio Etnobotánico de la Central de Abastos 28 de agosto en Comitán, Chiapas; en la época Primavera-Verano. Monografía, Instituto Tecnológico de Comitán. Comitán de Domínguez, Chiapas, México. 183 pp.
- CARDENAS G.G. 2010.** El concepto tradicional y el concepto de territorio. Centro de Estudios, Investigación y Proyecto de Reforma Agraria. Fac. Ciencias y Tecnología. UNESP. (Univ. Estatal Paulista).
- DÍAZ M., M.G., 2010.** Estudio etnobotánico de los principales mercados de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 138 pp.
- DÍAZ, P.C., 2001.** Flora Silvestre Medicinal de la Localidad Zoque de Rayón, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 91 pp.
- FARRERA S.O., 1997.** Plantas Útiles en el Ejido Quintana Roo, Jiquipilas, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 88 pp.
- FARRERA, S. O., 2013.** Plantas de Chiapas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial. *LACANDONIA* rev. Ciencias UNICACH año: 7 (1): 19-29.
- FARRERA S.O., 2019.** Conservación y manejo sustentable de las plantas Útiles en comunidades zoques del Occidente de Chiapas, México. Tesis de doctorado. Facultad de Ingeniería. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 138 pp.
- GUTIÉRREZ, M., MDE J., 2006.** Plantas comestibles y medicinales de una comunidad zoque de Copainalá, Chiapas. Trabajo Documental del Curso de Titulación Biología Hoy. Escuela de Biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 100 pp.
- HERNÁNDEZ, X.E., J. CUEVAS Y E. ESTRADA, 1990.** Etnobotánica. Notas del curso. UACH, Chapingo México 300 p. Hernández X., E., A. Vargas N., T. Gómez H., J. Montes M., G. Brauer F. 1983. Consideraciones Etnobotánicas de los Mercados de México. Revista de Geografía Agrícola. UACH, Chapingo, México, 4: 13 – 28.
- ISIDRO V., M.A., 1997.** Etnobotánica de los zoques de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Instituto de Historia Natural. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 125 pp.
- ISIDRO, V. M.A., M.N. MORENO, G. Y O. FARRERA S., 2006.** Plantas Útiles de los Zoques del Centro de Chiapas. IN: Aramoni C. A; T. A. Lee W; M. Lisbona G. 2006. Presencia Zoque, Una Aproximación Multidisciplinaria. Unicach, Unach, Cocytch, UNAM. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 369 – 389 pp.
- MARTÍNEZ, A. M. A., 1982.** Importancia de la etnobotánica en México **In** Memorias del simposio de etnobotánica. INAH (Ed.) México D.F. 273 pp.
- MIRANDA F., 2015.** La vegetación de Chiapas. 4ª edición. UNICACH. Cd. México. 2 vls.
- NAVARRETE L.F., 2008.** Los Pueblos Indígenas de México. PNUD Mx, <http://www.cdi.gob.mx>

- OROZCO Z., M.A., 1999.** Geohistoria de Chiapas. 2da. Edición. Ediciones y Sistemas Especiales. Chiapas, México. 129 pp.
- PIMENTEL, J.A., 1988.** Plantas de uso Medicinal entre los Zoques de Tecpatán. Instituto Chiapaneco de Cultura. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 7- 49 pp.
- QUIROGA C. A. 2002.** Etnobotánica de los árboles y arbustos en Santa Marta, Municipio de Chenalhó, Chiapas, México. Tesis de lic. En biología, UNICACH, Tuxtla Gutiérrez.
- RÍOS, A.A., 2006.** Plantas medicinales del ejido Monterrey, municipio de Villa Corzo, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 95 pp.
- RZEDOWSKI J. 2006.** Vegetación de México. Editorial LIMUSA. 283-291 pp.
- SÁNCHEZ DE LA T., A.A., 2005.** Plantas Medicinales de la Cabecera Municipal de la Concordia, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 76 pp.
- SEMARNAT. 2010. NOM-059-SEMARNAT,** Protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestre, categorías de riesgo para su conservación.
- SOTO, P.M.L., 1990.** Plantas útiles de cuatro comunidades de Chiapas. Perspectivas en el uso sostenible de la tierra. *Fitotecnica Mexicana* (13):149-168.
- SOTO, P.M.L. Y O. FARRERA S. 1996.** Árboles y arbustos útiles de los valles centrales de Chiapas con potencial para agroforestería. In V Reunión Nal. sobre Invest. Etnobotánicas en la selva baja caducifolia de México Edit. IHNUNICACH Tuxtla Gutiérrez Chiapas Méx. P. 36.
- TOLEDO, V.M., 1988.** La diversidad biológica de México. Ciencia y Desarrollo, Méx. D.F. 14 (18): 17-30.
- TOLEDO, V., 1995.** México: Diversidad de culturas. Cemex, México. 19-47 Pp.
- TOLEDO, V.M., 2005.** La Memoria Tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales. *LEISA*, Revista de Agroecología: Ecoagricultura cultivando con la naturaleza. 20 (4): 16-19.
- UNESCO 2006.** Convención para la salvaguardia del patrimonio cultural e inmaterial. <https://news.un.org/es/story/2006/06/1082081>
- VÁZQUEZ, T.E., 1982.** Opciones acerca de algunos campos en los que se debe fomentar la investigación etnobotánica en México. In Memoria del simposio de etnobotánica INAH (Ed.) México, D.F. p. 280-290.
- VENTURA, C.M., 2000.** Evaluación del uso de Flora y Fauna Silvestres en tres Comunidades de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 122 pp.

ANEXO 1. Fotografías de algunas especies citadas en la NOM-059-SEMARNAT.2010.



Monjita (*Lycaste skinneri*)
Foto: Rocío Karina Velasco A.



Tanal (*Barkeria skinneri*)
Foto: Rocío Karina Velasco A.



Tanalito (*Laelia superbiens*)
Foto: Rocío Karina Velasco A.



Laurel (*Litsea glaucescens*)
Foto: Rocío Karina Velasco A.

Una nueva especie de *Alsobia* (Gesneriaceae) de Chiapas, México

Roberto García-Martínez^{1,2}
Carlos R. Beutelspacher¹

¹ Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente 1150, col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. | ² Autor para correspondencia: al064111078@unicach.mx

RESUMEN

Alsobia magnifica se describe e ilustra como una nueva especie de Chiapas, México. La nueva especie se conoce de colectas provenientes de los acantilados kársticos del Parque Nacional Cañón del Sumidero, y al igual que *Alsobia chiapensis*, representa un endemismo de la cuenca del río Grijalva en el estado. Se diferencia de la especie anterior entre otras características por el mayor tamaño de las flores, coloración y tamaño de los lóbulos de la corola, la morfología del follaje así como el período de floración.

Palabras clave: bosque tropical caducifolio, Cañón del Sumidero, Gesneriaceae, río Grijalva.

ABSTRACT

Alsobia magnifica is described and illustrated as a new species from Chiapas, Mexico. The new species is known from collections from the karstic cliffs of the Parque Nacional Cañón del Sumidero, and like *Alsobia chiapensis*, is an endemism of the Grijalva River basin in the state. It differs with the last one species among other characters, by the larger size of the flowers, coloration and size of the corolla lobes, the shape of the leaves as well as the blooming time.

Key words: tropical deciduous forest, Cañón del Sumidero, Gesneriaceae, Grijalva river.

INTRODUCCIÓN

Con la reciente descripción en el año 2018 de *Alsobia baroniae* L. E. Skog & Barrie, el género *Alsobia* (Gesneriaceae: Episcieae) se circunscribe como un pequeño grupo de plantas de afinidad neotropical cuya distribución comprende desde el centro de México hasta Centroamérica (Belice, Costa Rica, Guatemala) (Wiehler, 1978); de las cuatro especies descritas, *Alsobia dianthiflora* (H. E. Moore & R. G. Wilson) y *Alsobia punctata* (Lindl.) Hanst. son plantas estoloníferas que ocurren en ecosistemas de montaña, normalmente como epífitas en bosque de *Quercus* spp., mientras que *Alsobia baroniae* y *Alsobia chiapensis* han adoptado el hábito estrictamente rupícola en sistemas kársticos de bosque tropical caducifolio, en sitios donde hay una marcada estacionalidad seca, lo que conlleva a que sean especies de follaje deciduo y tallos suculentos (Barrie *et al.*, 2018).

En excursiones realizadas desde el año 2017 en las márgenes del río Grijalva dentro del Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, se fotografiaron y re-

colectaron plantas de una especie de *Alsobia* de flores blancas, en un inicio asignadas como *Alsobia chiapensis* N. Martínez-Meléndez, L. E. Skog & Pérez-Farrera. Sin embargo, después de visitar la zona donde se describió la citada especie, los autores encontraron que las plantas del Cañón del Sumidero presentaban diferencias morfológicas significativas con respecto a las descritas por Martínez-Meléndez *et al.* (2014). Una vez obtenidas plantas de ambas localidades para estudiar material fresco, se llegó a la conclusión de que se trata de dos entidades distintas, por lo que a la especie de flores blancas de mayor tamaño, se le propone como nueva especie.

Alsobia magnifica García-Martínez & Beutelspacher, sp. nov. (figura 1)

Rupicolous herb, erect stems, stoloniferous, similar to Alsobia chiapensis N. Martínez-Meléndez, L. E. Skog & Pérez-Farrera, but differs on having lanceolate to elliptic leaves, 2.5-15.6 cm long x 0.9-6.9 cm wide (vs ovate-lanceolate leaves), white flowers with the margin of lateral lobes erose (vs pale green flowers with margin of lobes fimbriate), the (2.3-) 3.2-6.2 cm long.

Hierba rupícola de 12-38 cm de alto, con un estolón por nudo; tallos erectos, cilíndricos, estrigoso-hirsutos a glabros, lisos o un poco ásperos, ligeramente brillosos, grisáceos, marcadamente estriados longitudinalmente, con cicatrices foliares, con diminutas hojas vestigiales en aquellas más próximas al ápice. **Hojas** caducas, apicales, lanceoladas a elípticas, verde pálido; láminas de 2.5-15.6 cm de largo por 0.9-6.9 cm de ancho, estrigoso-hirsutas, flexuosas, cartáceas cuando se deshidratan, base atenuada, en ocasiones asimétrica, ápice redondeado a brevemente agudo, mucronado, margen brevemente crenulado a entero, ornamentado con pelos hasta de 0.1 cm de largo, el envés de color más pálido que el haz, nervación eucamptódroma, subasal, imperfecta, vena media y primarios conspicuos en ambos lados, nervios primarios 6-7 (8); peciolos ligeramente acanalados, 2-6.4 cm de largo x 0.2-0.3 cm de largo, irregularmente pubescentes. **Flores** solitarias, axilares, infundibuliformes, estrigoso-hirsutas, de (2.3-) 3.2-6.2 cm de largo; pedicelos verde claro, de 0.5-1.2 cm de largo por 0.2 cm de ancho, irregularmente pubescente; cáliz verde, con 5 (6) lóbulos, de la misma longitud, dos de ellos más angostos que los demás, de 1.6-2 cm de largo por 0.3-0.4 cm, lóbulos linear lanceolados, estrigoso-hirsutos, margen entero, ápice acuminado; corola blanca, recta, gibosa en la mitad distal, de 0.6-2.4 cm de diámetro; limbo oblicuo en el caliz, con o sin máculas púrpura, con 5 lóbulos, ovados, el margen de los lobulos laterales es eroso a subfimbriado, de 0.5-0.7 cm; el lóbulo medio inferior más grande, densamente fimbriado, de 1.3 cm de circunferencia; cilios de 0.4-1.2 cm de largo; androceo de 4 filamentos epipetalos, de 1.5-1.8 cm de largo; anteras de 0.2 cm de largo por 0.1 cm de ancho, bilobadas; gineceo con ovario súpero, hirsuto, de 2.4 cm de largo, estilo glabro, 2.1-2.4 cm de largo por 0.1 cm de ancho; disco con un nectario dorsal. **Fruto** una cápsula bivalvada, de 0.8 cm de diámetro, ovoide, hirsuta; semilla oblonga, de 0.2 cm de largo, estriada, negra a parda.

Holotipo: MÉXICO. Chiapas. Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Parque Nacional Cañón del Sumidero, Selva Baja Caducifolia, 16°49'9.23"N, 93° 3'55.81"O, 513 m snm, 26 Abril 2022, R. García-Martínez 168 (HEM). (Isotipo CHIP.)

Paratipos: MÉXICO. Chiapas: municipio San Fernando, cañada Muñiz, paredes a orilla del río Grijalva, 432 m, 21 febrero 2008, J.A. Espinosa-Jiménez 656 (HEM!); municipio de Chiapa de Corzo, ribera del Cañón del Sumidero, 16°49'09.26"N, 93°03' 47.15" O, 465 m. s.n.m., 5 junio 2017, C. R. Beutelspacher 3924 (HEM!).

Etimología

Del latín *magnificum*, el epíteto hace referencia al espléndido porte de sus flores blancas, de las más grandes de todas las especies de *Alsobia*, lo cual la convierte en una de las más hermosas plantas nativas del Cañón del Sumidero, Chiapas, México.

Fenología

Esta especie florece casi todo el año, exceptuando la estación de secas (marzo-Junio), y el pico de floración se alcanza durante la estación de lluvias, desde el mes de junio hasta octubre, observándose algunas plantas con flores tardías a finales del mes de noviembre (Naturalista: 4973050,5874069). La fructificación comienza desde septiembre y continúa hasta finales de año. En condiciones óptimas de cultivo, la floración es continua y numerosa durante todo el año.

Distribución geográfica y estado de conservación

Alsobia magnifica se conoce de los acantilados kársticos del Cañón del Sumidero, en la región media de la cuenca del río Grijalva, en la Depresión Central de Chiapas, donde ocurre junto a otras especies de hierbas rupícolas típicas de bosque tropical caducifolio: *Acalypha* sp. nov., *Achimenes cettoana* H.E. Moore, *Agave garciamartinezii* Beutelspacher & García-Martínez, *Agave kewensis* Jacobi, *Catopsis* sp. nov., *Anthurium schlehtendallii* Kunth, *Encyclia cordigera* (Kunth) Dressler, *Matudina corvi* (McVaugh) R.M. King & H. Rob., *Hechtia ghiesbreghtii* Lem., *Peperomia heterodoxa* Standl. & Steyerl., *Tillandsia juerg-rutschmanii* Rauh, *Tillandsia socialis* L.B. Sm., *Tillandsia vanhyningii* (M.B. Foster) Beutelspacher & García-Martínez. No existen registros de la especie en otras localidades cuyas condiciones microambientales son parecidas, como el cañón del río Suchiapa o los acantilados de la presa La Angostura, por lo que hace falta mayor esfuerzo de muestreo en dichos sitios para determinar si su distribución es más amplia. De acuerdo a los datos de distribución geográfica que se conocen hasta el momento (un área de 9.6 km²) y a la continua amenaza que tiene el hábitat de la especie por la fragmentación antrópica derivada de la roza, tumba y quema del suelo, se sugieren realizar trabajos para contabilizar a corto plazo las poblaciones de *Alsobia magnifica* dentro del Cañón del Sumidero, y categorizarla como una especie vulnerable o en peligro de extinción, de acuerdo a los parámetros de la IUCN (2021).

Discusión

Alsobia magnifica es la tercera especie del género cuyo hábitat se caracteriza por encontrarse en cañadas y acantilados kársticos cercanos a cuerpos de agua dulce, y la

segunda especie descrita como endémica del estado de Chiapas (después de *A. chiapensis*). En estado vegetativo es fácilmente distinguible de *Alsobia chiapensis* (cuadro 1, figura 2) principalmente por tener hojas por lo regular largamente pecioladas con láminas lanceoladas a elípticas, con el margen entero o brevemente crenulado y el ápice redondeado a brevemente agudo; comparte con *Alsobia baroniae*, *A. dianthiflora* y *A. punctata* el tener flores blancas densamente hirsutas con lóbulos de la corola extendidos que pueden tener o no máculas color púrpura, vs flores verde pálido con lóbulos laterales reflexos en *A. chiapensis*.

Alsobia chiapensis y *A. magnifica* son endémicas de la cuenca del río Grijalva (figura 3), más la distribución de

la primera especie se restringe a la región nororiental de Chiapas, en la vertiente del río La Venta, mientras que *A. magnifica* se distribuye hacia el sur, donde las subpoblaciones conocidas se distribuyen en por lo menos cinco municipios (Chiapa de Corzo, Chicoasén, Osumacinta, San Fernando, Tuxtla Gutiérrez) dentro del parque nacional Cañón del Sumidero (figura 4). En este sentido, la revisión de ejemplares de herbarios chiapanecos (CHIP, HEM) arrojó que una de las colecciones asignadas a *A. chiapensis* (*J. A. Espinosa-Jiménez 656 (HEM!)*), recolectada en Cañada Muñiz, San Fernando, Chiapas, en realidad pertenece a *A. magnifica*; la confusión se puede atribuir en principio a la similitud de ambas especies en estado herborizado y a la falta de revisión de ejemplares vivos de la última especie.

Característica	<i>Alsobia chiapensis</i> N. Martínez-Meléndez, L. E. Skog & Pérez-Farrera	<i>Alsobia magnifica</i> García-Martínez & Beutelspacher
Forma y largo de las hojas (cm).	Ovado-lanceoladas, 4-13.5	Lanceoladas a elípticas, 2.5-15.6
Color y textura de las hojas	Verde oscuro, subcoriáceas	Verde pálido, flexuosas
Longitud (cm) y arreglo de los pelos en las hojas y el cáliz	< 0.1, adpresos a la superficie	0.1, esparcidos irregularmente en la superficie
Largo del peciolo (cm) y tamaño con respecto de la hoja	1.6-3.4, no más largo que 1/3 de la longitud de la lámina	2-6.4, a menudo más largo que 2/3 de la longitud de la lámina
Forma y largo (cm) de los lóbulos del caliz.	Iguales, linear lanceolados, 0.8-1.6	Iguales, linear lanceolados, en ocasiones super numerarios (6), 1.6-2
Color y largo (cm) de la corola	Verde pálido, a menudo con máculas púrpura, (2.3) 3.2-4.2	Blanca, a menudo con máculas púrpura, 1.8-5.1
Margen de los lóbulos	Fimbriado	Eroso a subfimbriado en los laterales, fimbriado en el medio inferior
Forma de los lóbulos de la corola	Ovados, los laterales reflexos, del mismo tamaño	Ovados, extendidos, el medio inferior de mayor tamaño que los demás
Hábitat	Bosque tropical caducifolio	Bosque tropical caducifolio
Distribución	México (Chiapas)	México (Chiapas)

CUADRO 1

Comparación de las características morfológicas de *Alsobia chiapensis* y *A. magnifica*

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecemos profundamente a las siguientes personas que nos acompañaron en los recorridos por el río Grijalva: licenciada Eugenia Gutiérrez, doctor Óscar Alfaro, ingeniero Walter S. Beutelspacher y biólogo Luis Humberto Vicente, así como al personal de la Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas que hicieron posible las excursiones: ingeniero Roberto

Escalante, bióloga Irma Serrano y señor Marco Antonio Hernández. De igual manera agradecemos al biólogo Francisco Najarro, de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, por facilitar el acceso al herbario CHIP de la institución, y a los revisores anónimos por sus valiosos comentarios al manuscrito.

LITERATURA CITADA

- BARRIE, F.R., L.E. SKOG & J.L. CLARK, 2018.** A New Species of *Alsobia* (Gesneriaceae) from Belize, with a Synopsis of the Genus. *Novon: A Journal for Botanical Nomenclature*, 26 (1): 1-8.
- IUCN. 2021.** *The IUCN Red List of Threatened Species*. Versión 2021-3. <https://www.iucnredlist.org>. Accessed on 27 March 2022.
- MARTÍNEZ-MELÉNDEZ, N., R. MARTÍNEZ-CAMILO, M.A. PÉREZ-FARRERA, L.E. SKOG & F. BARRIE, 2014.** Una especie nueva de *Alsobia* (Gesneriaceae) de Chiapas, México. *Revista mexicana de Biodiversidad*, 85 (2): 343-348.
- NATURALISTA, CONABIO.** <https://www.naturalista.mx/observations/4973050>, descarga 27 de marzo de 2022. Observación de Belén Jiménez (belenjd_tutor), México.
- NATURALISTA, CONABIO.** <https://www.naturalista.mx/observations/5874069>, descarga 27 de marzo de 2022. Observación de betogama (Roberto García), México.
- WIEHLER, H., 1978.** The genera *Episcia*, *Alsobia*, *Nautilocalyx*, and *Paradrymonia* (Gesneriaceae). *Selbyana*, 5 (1): 11-60.

APÉNDICE

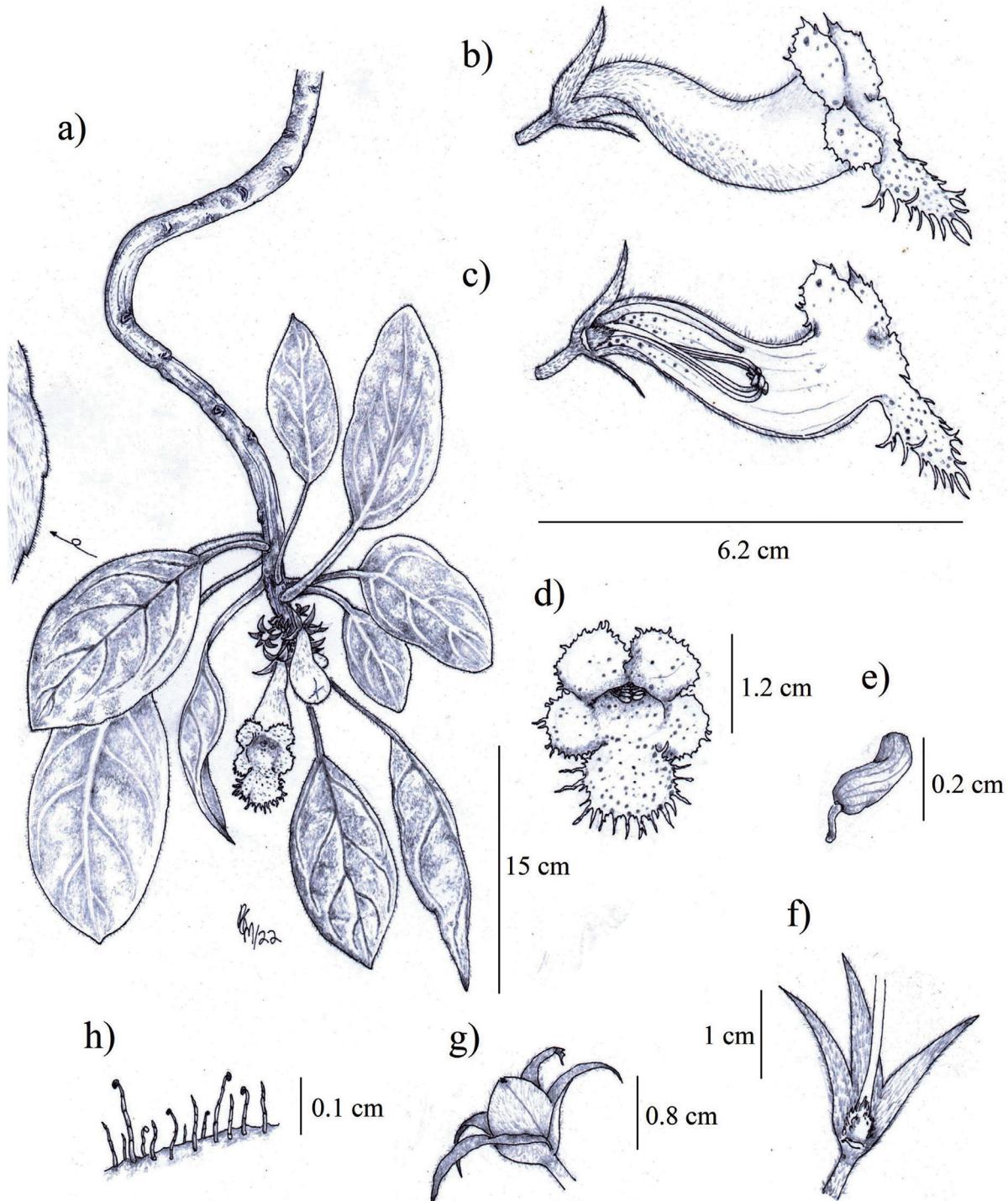


FIGURA 1

Alsobia magnifica, sp. nov. a) Hábito de la planta, b) vista lateral de la flor, c) corte longitudinal que permite ver el gineceo y androceo, d) vista frontal de la corola, e) semilla, f) caliz de la flor, g) cápsula, h) acercamiento de la pubescencia del margen de la hoja.

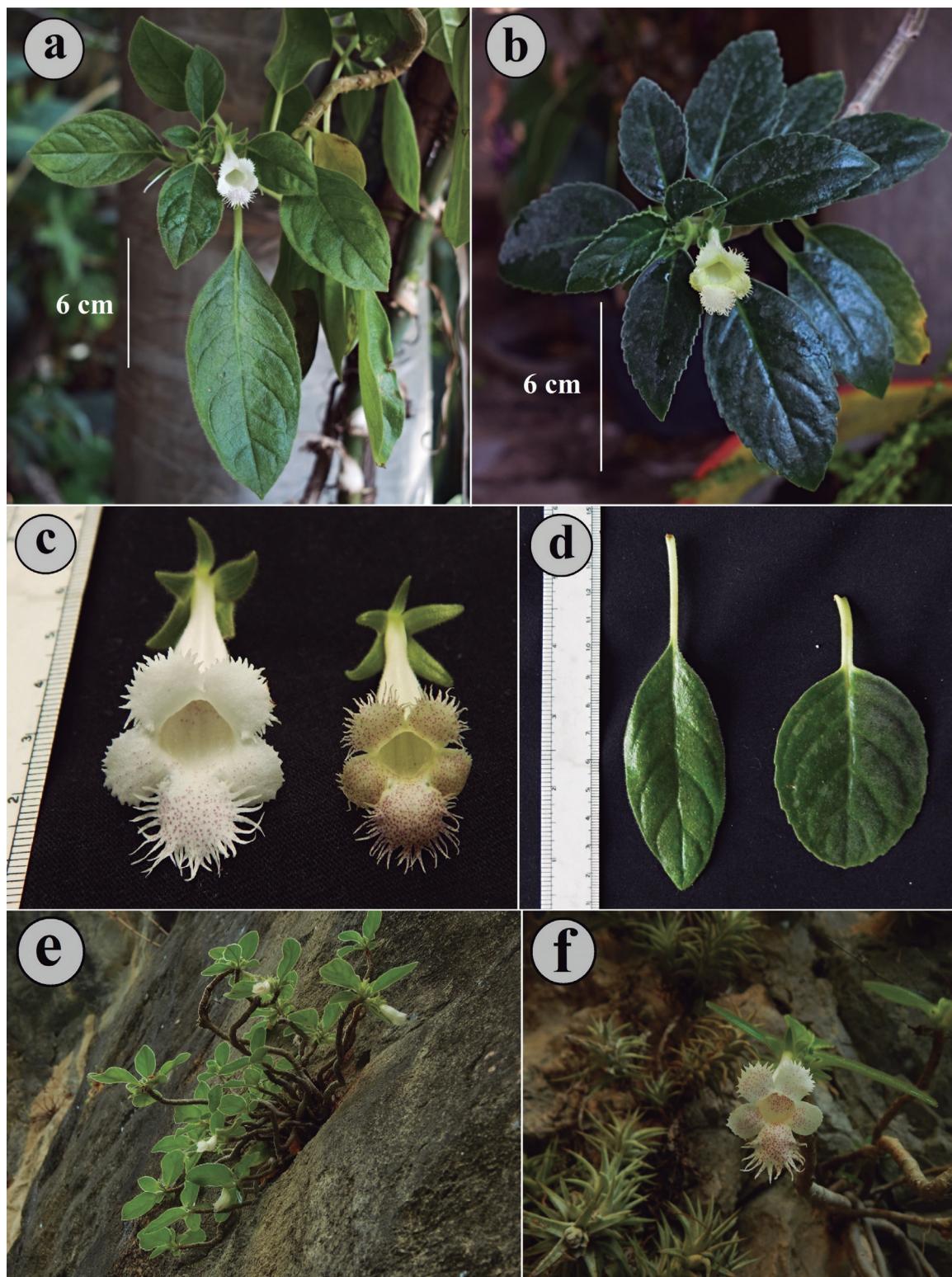


FIGURA 2

a) *Alsobia magnifica*, sp. nov., b) *Alsobia chiapensis* N. Martínez-Meléndez, L. E. Skog & Pérez-Farrera, c) comparación entre las flores de ambas especies, izquierda *A. magnifica*, derecha *A. chiapensis*, d) comparación entre las hojas de ambas especies, izquierda *A. magnifica*, derecha *A. chiapensis*.

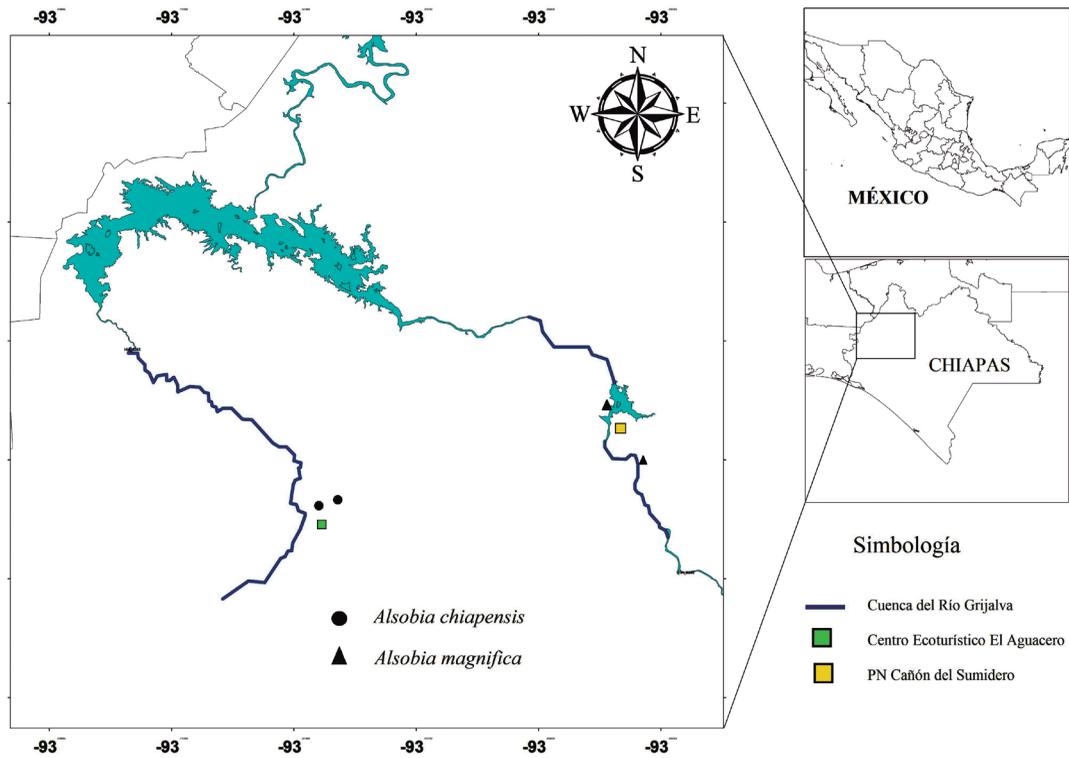


FIGURA 3 Mapa de distribución de *Alsobia magnifica* sp. nov.

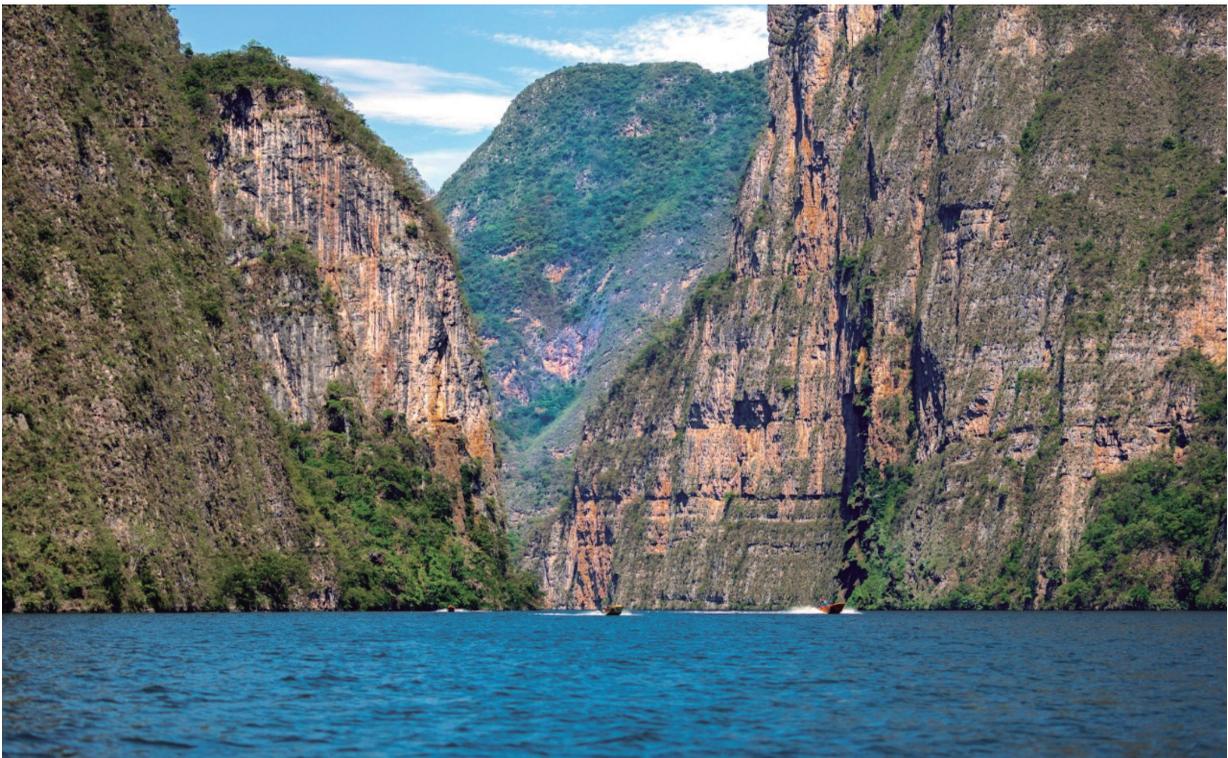


FIGURA 4 Paredes kársticas del Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas.

Estimación de los índices de vegetación de diferencia normalizada de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, durante el periodo 2000-2020.

José Armando Velasco Herrera¹
Reynol Magdaleno González²

¹profesor investigador de tiempo completo, adscrito a la facultad de ingeniería de la UNICACH. Jose.velasco@unicach.mx | ²profesor de asignatura, adscrito a la facultad de ingeniería de la UNICACH, Reynol.magdaleno@unicach.mx

RESUMEN

En este proyecto se determina y evalúan los cambios ocurridos en la cobertura vegetal de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote (REBISO), durante un periodo de veinte años, se aplicó el índice de vegetación de diferencia normalizada. Se realizaron correcciones para la restauración de píxeles perdidos en imágenes Landsat. Se determinó que la reserva El Ocote presenta disminución de superficie *sin vegetación*, inicialmente en el año 2000 tenía 16,328.84 hectáreas y 113.31 hectáreas en 2020. En el año 2000 la *vegetación débil*, tenía una superficie de 12,291.80 hectáreas y 914 hectáreas en 2020. con relación a la *vegetación densa*, en el año 2000, tenía 71,644.72 hectáreas y 92,921.64 hectáreas en 2020. Finalmente, la *vegetación vigorosa*, en el año 2000 se estimó una superficie de 1,022.76 hectáreas, superficie que en los siguientes diez años experimentó crecimientos positivos, sin embargo, en el periodo de 2015-2020 sufrió un descenso llegando a las 7,338.87 hectáreas.

Palabras clave: Teledetección, NDVI, SIG, Reserva, Píxeles, Landsat.

ABSTRACT

This project determines and evaluates the changes that occurred in the vegetation cover of the Selva El Ocote Biosphere Reserve (REBISO), during a period of twenty years. Corrections were made to restore missing pixels by Landsat images. It was determined that the El Ocote reserve shows a decrease in their *without vegetation* area, initially in the 2000 year it had 16,328.84 hectares and 113.31 hectares in 2020. In the year 2000 the *weak vegetation* area had 12,291.80 hectares and 914 hectares in 2020. In relation to *dense vegetation* area, in the year 2000 it had 71,644.72 hectares and 92,921.64 hectares in 2020. Finally, the *vigorous vegetation* area in the year 2000 was estimated to have 1,022.76 hectares, an area that in the following ten years experienced positive growth; however, in the 2015-2020 period it suffered a decrease reaching to 7,338.87 hectares.

Keywords: Remote Sensing, NDVI, GIS, Reserve, Pixels, Landsat.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se desarrolló teniendo como área de estudio la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, con el objetivo de establecer un diagnóstico de la evolución de su cobertura vegetal a partir del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Este trabajo se realizó aplicando técnicas geomáticas y tecnologías de análisis geoespaciales. La aparición de las plataformas satelitales y el desarrollo de técnicas de tratamiento digital de imágenes revolucionan el control y aprovechamiento de los recursos forestales, dando inicio a una nueva etapa en la ejecución de diversos proyectos encaminados a la determinación del estado de conservación que guarda la vegetación, basadas en las propiedades reflectivas, principalmente caracterizada

por su índice foliar, orientación de las hojas, distribución y tamaño; así como propiedades ópticas de los elementos reflectantes de tallos, hojas, flores, frutos y la geometría de observación determinada por la orientación relativa entre el sol, la superficie y la ubicación del sensor montada en la plataforma satelital.

METODOLOGÍA

La reserva de la biosfera selva El Ocote, se ubica en el occidente del estado de Chiapas, dentro de la región socioeconómica centro; en los municipios de Ocozacoatlán de Espinosa, Cintalapa de Figueroa, Tecpatán de Mezcalapa y Jiquipilas, entre los paralelos 16°45'42" y 17°09'00" latitud norte y los meridianos 93°54'19" y 93°21'20" longitud Oeste (SEMARNAT 2001), figura 1.

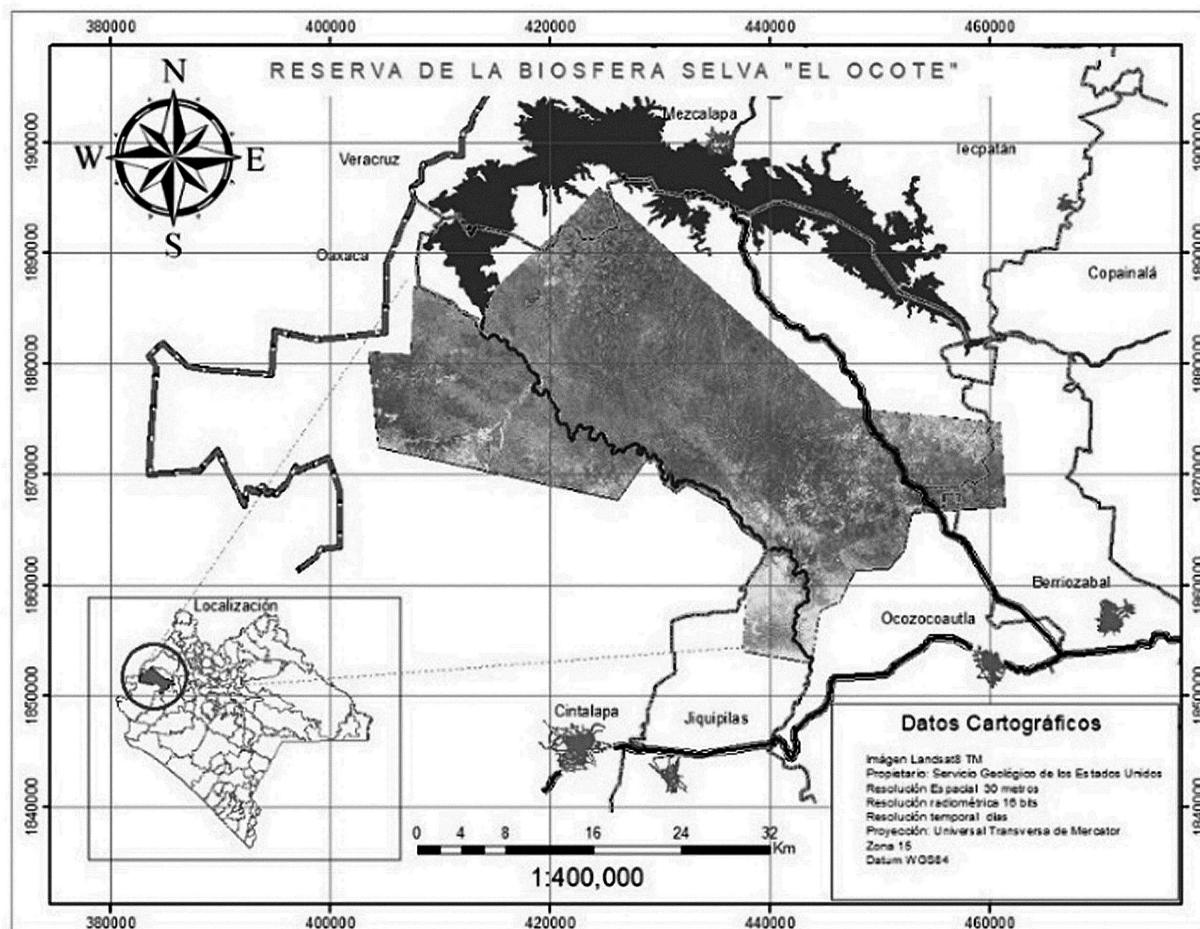


FIGURA 1 Localización geográfica de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote.

Los sistemas de información geográfica (SIG) y percepción remota (PR) también llamada Teledetección, permiten la implementación de metodologías para monitorear y evaluar el estado de la vegetación a diferentes escalas. Los sistemas de información geográfica, permiten realizar la construcción de modelos basados en conceptos espaciales, localización, distribución, asociación, interacción y evolución (Buzai, 2013). Con los SIG se realizan desde consultas sencillas hasta la elaboración de modelos complejos sobre la componente geoespacial de los datos, permitiendo la generación de mapas, informes y gráficos, el empleo de los SIG en la evaluación y manejo de los recursos naturales se logra precisión, rapidez, y menor costo (Caciano *et al.*, 2013). En tanto la percepción remota o teledetección, dirigida al estudio de recursos naturales se apoya en el espectro

electromagnético, generando ventajas al discriminar tipos de cubiertas vegetales, este sistema de captura de información a partir de la radiación electromagnética captada por un sensor, provee información de un objeto sin estar en contacto directo con este para su posterior tratamiento e interpretación (Chuvieco y Hantson, 2010).

La evaluación directa de los recursos naturales implica mucho tiempo ya que es necesario cubrir superficies extensas, por lo mismo los tiempos de muestreo son largos lo que hace de esta actividad costosa (Keane *et al.*, 2001). A partir de los primeros trabajos realizados por Kourtz, (1977) encaminados a técnicas de clasificación digital, buscando disminuir los tiempos de muestreo y costos se han diseñado diversas estrategias para llevarla a cabo, dando como surgimiento las bases teóricas y prácticas que permiten la determinación de los índices

de vegetación en imágenes satelitales (Miller *et al.*, 1986; Burgan *et al.*, 1998; Wijaya *et al.*, 2010), o clasificaciones no supervisadas en imágenes Landsat (Rabii, 1979; Crist y Cicone, 1984), uso de información auxiliar, utilizando datos vectoriales (Root *et al.*, 1986), información de altura, pendiente, iluminación, textura (Salas y Chuvieco, 1995), redes neuronales (Vasconcelos *et al.*, 1998; Matthew *et al.*, 2004); y a través de procesos de estimaciones de la biomasa, basadas en la lecturas de radar y tecnología Lidar (Riaño *et al.*, 2004; Lu, 2005; Sales *et al.*, 2007).

Actualmente se han explorado diversos algoritmos de índices de vegetación para el análisis de masas vegetales, basados en la pendiente, en la distancia y en transformaciones ortogonales. Los índices basados en la pendiente, son combinaciones aritméticas que se enfocan en la respuesta espectral de la vegetación de las porciones del rojo (visible) y del infrarrojo del espectro electromagnético, el más utilizado es el Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), este minimiza efectos topográficos y produce escala lineal de medición, desde -1 hasta +1 con el valor cero representando el valor aproximado donde empieza la ausencia de vegetación y valores negativos representan superficies sin vegetación (Rouse *et al.*, 1974).

MATERIALES

Se utilizaron imágenes satelitales del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) por sus siglas en inglés (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), imágenes Landsat 7 ETM+ de fecha 25 de marzo del año 2000, 26 de mayo de 2005, 25 de abril de 2011, 20 de abril de 2015 y una imagen landsat 8 del día 25 de abril del año 2020.

modelos digitales de elevación (MDE), correspondientes a la zona E15C37, E15C38, E15C39, E15C47, E15C48, E15C49, E15C57, E15C58, E15C59, obtenidas a partir de las curvas de nivel de cartas topográficas escala 1:50,000.

La geocodificación, orto rectificación de las imágenes landsat 7,8, y el proceso de unión de los MDE se realizó en ErMapper versión 6.4. En ArcGis 10.5 se ejecutó el script denominado “corrige imagen Landsat 7 ETM”, utilizado para la restauración de los pixeles perdidos en las imágenes landsat 7, script desarrollado por el ing. Reynol Magdaleno González, profesor de la facultad de ingeniería de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), de igual modo en ArcGis 10.5 se ejecutaron todos los procesos para la determinación del NDVI y su reclasificación.

Las imágenes procesadas para restaurar los pixeles perdidos corresponden a los años 2005, 2011 y 2015, esto

porque el 31 de mayo de 2003 el sensor Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) presentó fallas, por la cual se comenzaron a generar imágenes satelitales con pérdida de datos de al menos 22% (Zhang *et al.*, 2007). Imagen 2, 3.

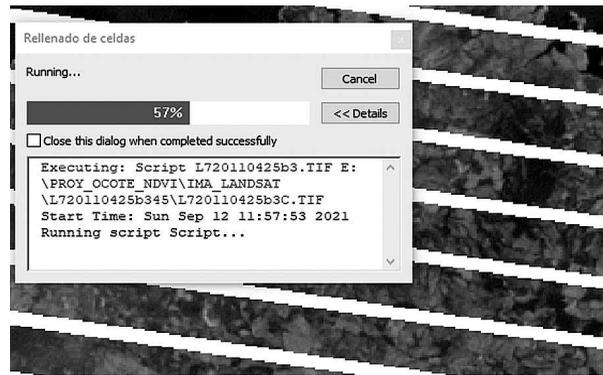


FIGURA 2 Landsat 7 sin corregir

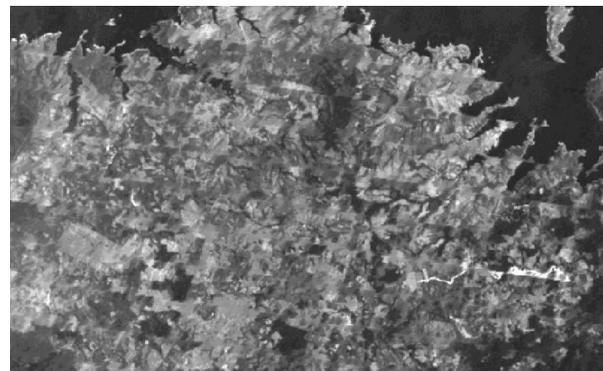


FIGURA 3 Landsat corregida con el script "corrige imagen Landsat 7 ETM"

Se realizaron operaciones entre bandas espectrales, aplicando la formula $NDVI = (IRCercano - Rojo) / (IRCercano + Rojo)$, considerando las bandas 4,3 para imágenes Landsat 7, y bandas 5, 4 para imágenes Landsat 8.

Derivado de las diferentes resoluciones espectrales correspondiente a las imágenes Landsat 7 y 8 se tiene:

$$NDVI(\text{landsat } 7) = (IRCercano - Rojo) / (IRCercano + Rojo)$$

Sustituyendo el IRC por la banda 4 y el Visible (rojo) por la banda 3 obtenemos la ecuación

$$NDVI = (\text{banda } 4 - \text{Banda } 3) / (\text{Banda } 4 + \text{Banda } 3) \text{ --Ecuación 1.}$$

$$NDVI(\text{landsat } 8) = (IRCercano - Rojo) / (IRCercano + Rojo)$$

Sustituyendo el IRC por la banda 5 y el Visible (rojo) por la banda 4 obtenemos la ecuación $NDVI = (\text{banda } 5 - \text{Banda } 4) / (\text{Banda } 5 + \text{Banda } 4)$ --Ecuación 2.

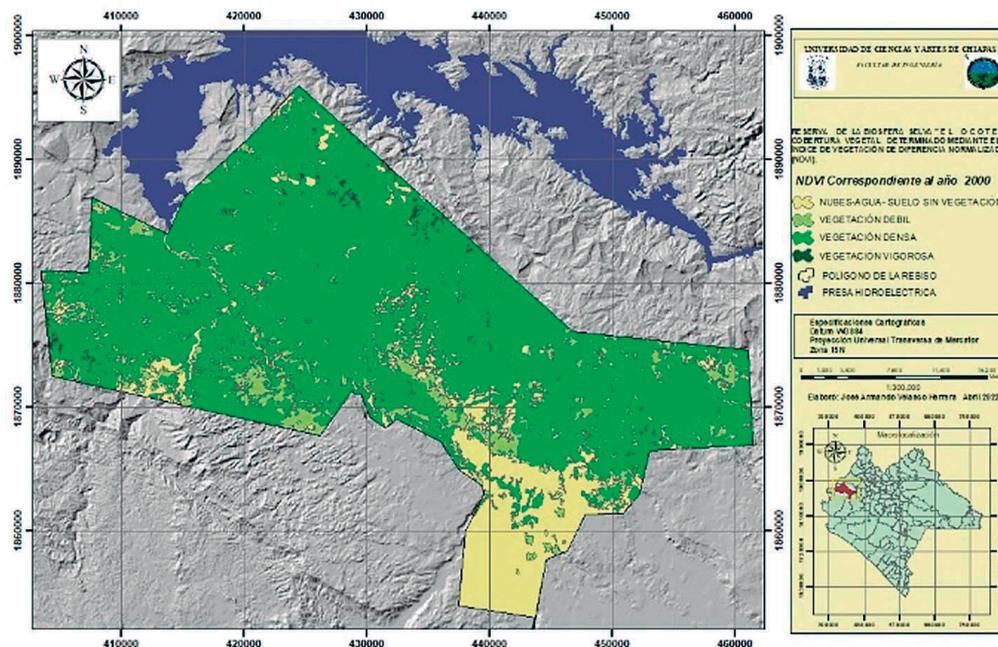
Valores de referencia	Estado de la vegetación
-1 a 0.1	Nubes-agua-Suelo sin vegetación
0.10 a 0.2	Vegetación débil
0.20 a 0.40	Vegetación densa
0.4 a 1	Vegetación vigorosa

CUADRO 1 Valores de referencia de NDVI propuestos por Merg *et al.* (2011)

RESULTADOS

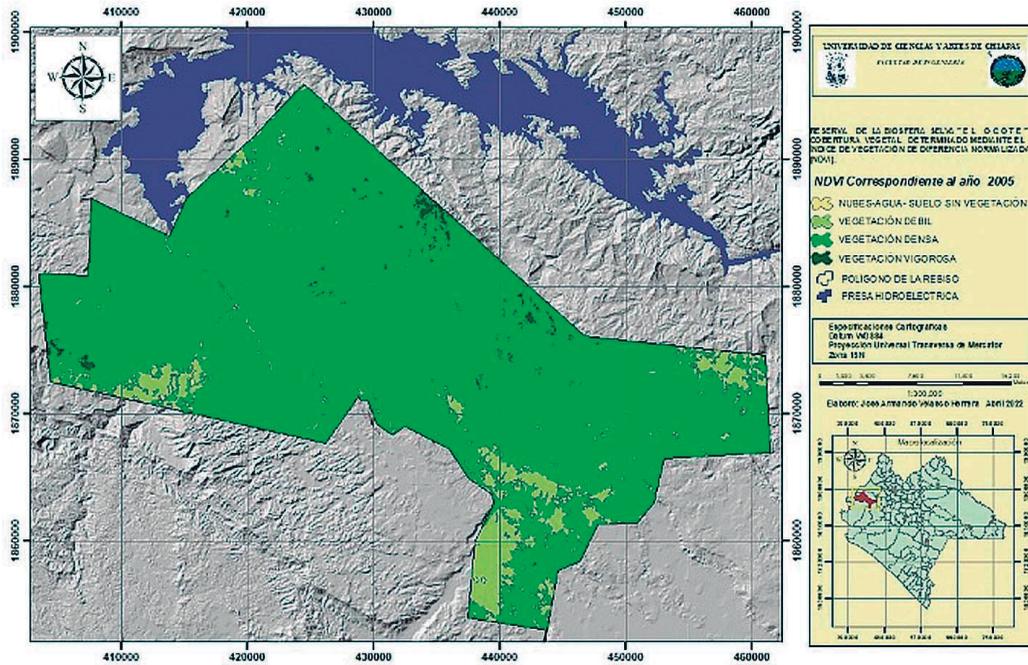
Estado de la vegetación	Superficie Hectáreas año 2000 25 marzo	Superficie Hectáreas año 2005 26 mayo	Superficie Hectáreas año 2011 25 abril	Superficie Hectáreas año 2015 20 abril	Superficie Hectáreas año 2020 25 abril
Sin vegetación	16328.84	214.25	121.28	126.05	113.31
Vegetación débil	12291.80	8981.59	4675.85	5928.12	914.64
Vegetación densa	71644.72	90920.09	79679.88	56455.97	92921.64
Vegetación vigorosa	1022.76	1172.90	16811.19	38778.31	7338.87
Sumas	101288.12	101288.83	101288.2	101288.45	101288.46

CUADRO 2 Superficie de cobertura vegetal obtenidos, ver mapas de la REBISO 1,2,3,4,5.

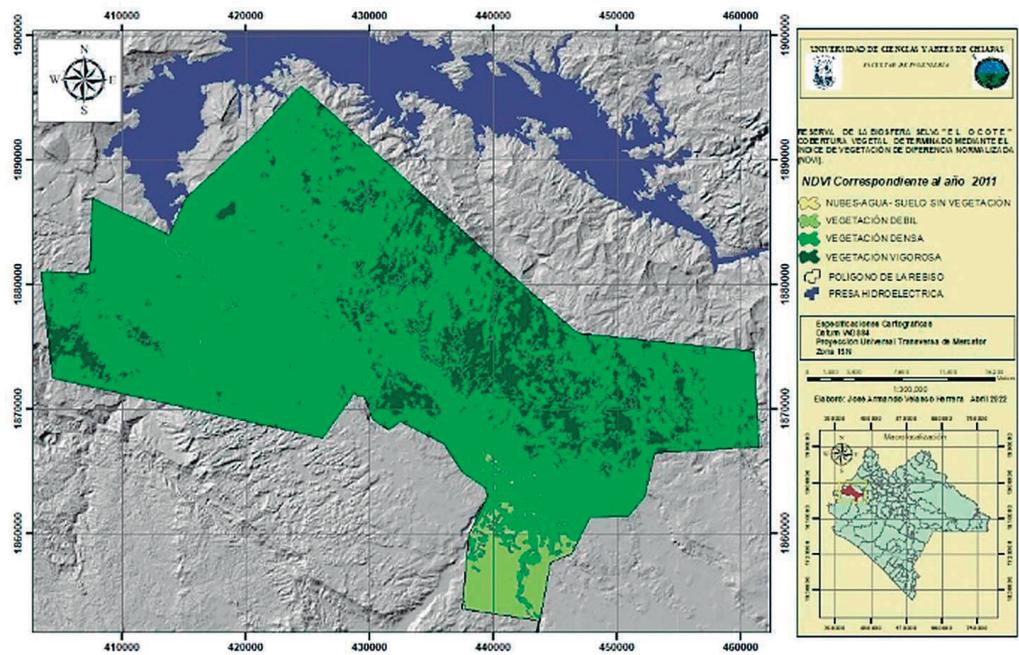


MAPA 1

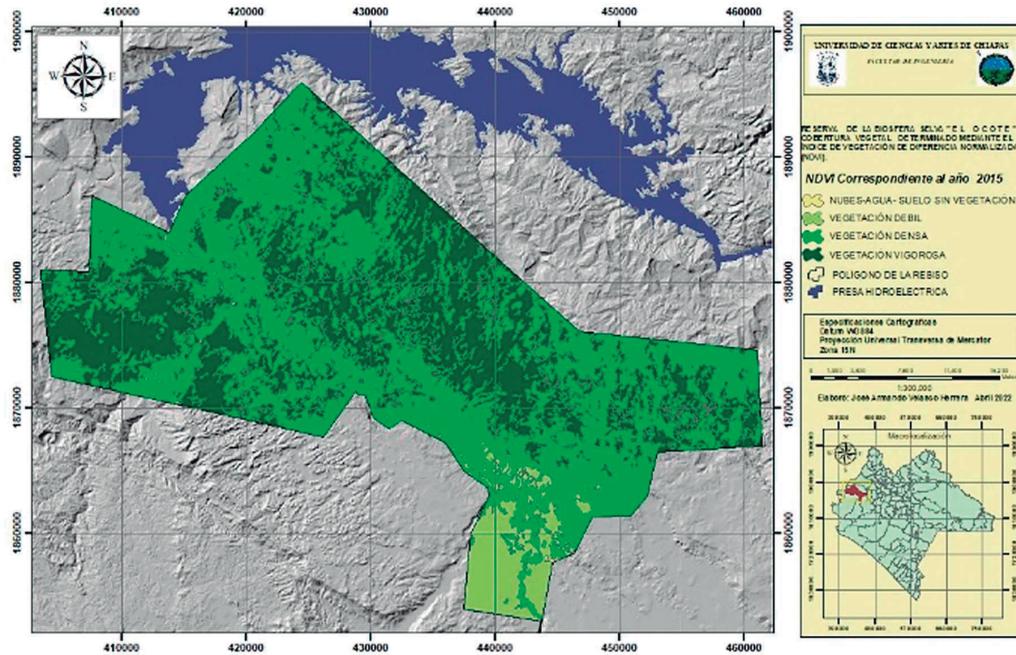
Cobertura vegetal correspondiente al 25 de marzo del 2000.



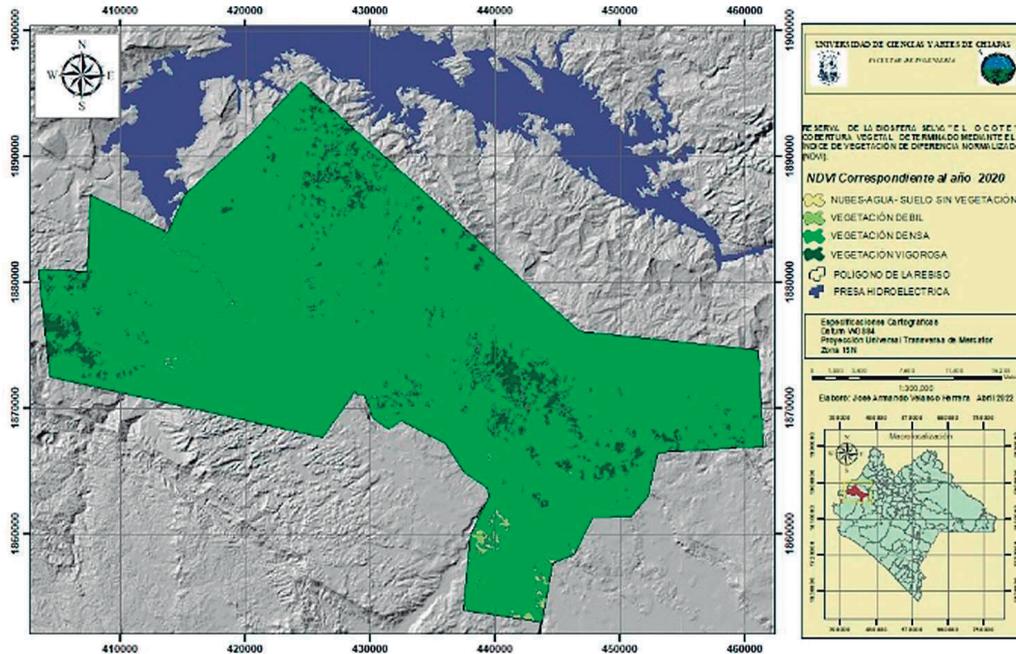
MAPA 2 Cobertura vegetal correspondiente al 26 de mayo del 2005.



MAPA 3 Cobertura vegetal correspondiente al 25 de abril de 2011.



MAPA 4 Cobertura vegetal de correspondiente al 20 de abril de 2015.



MAPA 5 Cobertura vegetal correspondiente al 25 de abril de 2020.

Se determinó que la cobertura vegetal de la reserva sin vegetación, durante el periodo 2000-2005 disminuyó de 16,328.84 hectáreas en el año 2000 a 214.25 hectáreas en 2005, en 2011 esta superficie era de 121.28 hectáreas, pasando a 126.05 hectáreas en 2015 y finalmente en 2020 se estimó en 113.31 hectáreas, lo que significa un avance importante en la conservación de la REBISO.

En cuanto a la cobertura con vegetación débil, se encontró que durante el año 2000 existían 12,291.80 hectáreas, disminuyendo a 8,981.59 hectáreas en 2005, esta cifra continuó a la baja en 2011 llegando a 4,675.85 hectáreas, sin embargo, en 2015 tuvo un incremento pasando a 5,928.12 hectáreas, finalmente en 2020 se registró una superficie de 914 hectáreas, lo que indica un índice positivo en la conservación de la REBISO.

En relación a la vegetación densa, es decir aquellas zonas con gran variedad de plantas y árboles, los resultados indicaron que en el año 2000 se tenía una superficie de 71,644.72 hectáreas, incrementándose a 90,920.09 hectáreas en 2005, en 2011 esta superficie disminuyó a 79,679.88 hectáreas, continuando en esta línea decreciente para el año 2015 se tenían 56,455.97 hectáreas, finalmente en el año 2020 se observa una recuperación llegando a 92,921.64 hectáreas, lo cual es un indicador positivo para la REBISO.

Finalmente la vegetación vigorosa, aquella que por sus características se consideran áreas libres de plagas y otros factores que ponen en riesgo su conservación, inicialmente en el año 2000 se determinó una superficie de 1,022.76 hectáreas, en los próximos cinco años esta cifra experimentó un crecimiento pasando a 1,172.90 hectáreas, en 2011 esta superficie continuo aumentando a 16,811.19 hectáreas, es en 2015 que se logra una superficie de 38,778.31 hectáreas de vegetación saludable, sin

embargo en 2020 se observa un descenso a 7,338.87 hectáreas, lo cual es un indicador negativo para la REBISO.

CONCLUSIONES

Es necesario realizar el diagnóstico del por qué la disminución de la vegetación vigorosa y sana en el periodo de 2015-2020, encontrar las causas y estudiar que pasa o que está sucediendo en el periodo 2020-2022, ya que, aun cuando la superficie vigorosa del 2020 es superior a la del año 2000, llama la atención de que en un periodo de cinco años disminuyera a 7,338.87 hectáreas.

Es necesario realizar trabajos de campo en la reserva El Ocote, encaminados al monitoreo directo mediante el uso de espectro-radiómetros que midan de manera directa el NDVI, sabemos que cuando hay estrés la vegetación puede continuar verde al ojo humano, pero la clorofila pierde su poder de reflectividad así que el NDVI disminuye, aquí la importancia del monitoreo constante de este parámetro, debemos prevenir antes que la reserva entre en crisis.

Aun cuando la reserva es un área en la cual investigadores y diversas dependencias de los tres niveles de gobierno están comprometidos en su conservación, es importante incluir otros actores para su monitoreo y conservación, ya que esta experimenta constantemente cambios en su cobertura vegetal principalmente en los meses de sequía en los que se aprecia que la reserva está sujeta a estrés.

Se recomienda la implementación de drones con cámaras infrarrojas que permitan realizar sobrevuelos de áreas específicas, el uso de tecnologías de posicionamiento global para georreferenciación de sitios en los que esta tecnología pueda ser aplicada, implementación de grupos de trabajo para la modelación de escenarios.

LITERATURA CITADA

- BURGAN, R.E., R.W. KLAVER & J.M. KLAVER, 1998.** *Fuel models and fire potential from satellite and surface observations.* International Journal of Wildland Fire 8 (3): 159-170.
- BUZAI, G.D., 2013.** *Sistemas de Información Geográfica (SIG), Teoría y aplicación.* Universidad Nacional de Luján (Argentina), 306 pp.
- CHUVIECO, E., Y S. HANTSON, 2010.** *Plan Nacional de Teledetección de Media Resolución Procesamiento estándar de imágenes Landsat Documento técnico de algoritmos a aplicar.* Universidad de Alcalá. España.
- CACIANO, R.T., M.R. GONZÁLEZ, G.D. RAMÍREZ, J.E. AVALOS & J.C. PAREDES, 2013.** *Análisis sobre cambio de uso de suelo en dos escalas de trabajo.* Terra Latinoamericana, 31 (4): 339-346.
- CRIST, E.P., Y R.C. CICONE, 1984.** *Application of the tasseled cap concept to simulated Thematic Mapper data.* Photogrammetric Engineering of Remote Sensing 50: 343-352.

- KOURTZ, P.H., 1997.** *An application of Landsat digital technology to forest fire fuel type mapping. 11th International Symposium on Remote Sensing of Environment.* pp. 1111-1115,
- KEANE, R.E., R. BURGAN & J. WAGTENDONK, 2001.** *Mapping wildland fuels for fire management across multiple scales: Integrating remote sensing, GIS, and biophysical modeling. International Journal of Wildland Fire.*
- LU, D., 2005.** Aboveground biomass estimation using Landsat TM data in Brazilian amazon. *International Journal of Remote Sensing* 26 (12): 2509-2525.
- MILLER, W.A., S.M. HOWARD & D.G. MOORE, 1986.** Use of AVHRR data in an information system for fire management in the Western United States. *20th International Symposium on Remote Sensing of Environment. Nairobi, Kenya.* pp. 67-79.
- MATTHEW, G.R., E.K. ROBERT & A.P. RUSSEL, 2004.** *Mapping fuels and fire regimes using remote sensing, ecosystem simulation, and gradient modeling. Ecological Applications* 14 (1): 75-95.
- MERG, C.,D., F. PETRI, M. BODOIRA, M. NINI, F.FERNÁNDEZ, R. SCHMIDT, L. MONTALVA, K. GUZMÁN, F. RODRÍGUEZ, F. BLANCO & F. SELZER, 2011.** *Mapas digitales regionales de lluvias, índice estandarizado de precipitación e índice verde. Revista Pilquen, Sección Agronomía* 13 (11): 1-11.
- RABIL, H.A., 1979.** *An investigation of the utility of Landsat-2 MSS data to the fire-danger rating area, and forest fuel analysis within Crater Lake National Park. Oregon State University.*
- ROOT, R.R., S.C.F. STITT, M.O. NYQUIST & G.S. WAGGONER AND J.K. AGEE, 1986.** *Vegetation and fire fuel models mapping of North Cascades National Park. ACSM-ASPRS Annual Convention. Washington, D.C.* pp. 75-85.
- RIAÑO, D., E. CHUVIECO, S. CONDÉS, J. GONZÁLEZ-MATESANZ & S.L. USTIN, 2004.** *Generation of crown bulk density for Pinus sylvestris L. from Lidar. Remote Sensing of Environment* 92: 345-352.
- ROUSE, J.W., R.H. HAAS, J.A. SCHELL, D.W. DEERING & J.C. HARLAN, 1974.** *Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation, MASA/GSFC, Type III, Final Report, Greenbelt, MD.* pp: 1-371.
- SALAS, F.J. & E. CHUVIECO, 1995.** *Aplicación de imágenes Landsat-TM a la cartografía de modelos combustibles. Revista de Teledetección* 5:18-28.
- SALES, M.H., C.M. SOUZA, P.C. KYRIAKIDISB, D.A. ROBERTS & E. VIDAL, 2007.** *Improving spatial distribution estimation of forest biomass with geostatistics. A case study for Rondonia, Brazil. Ecological Modelling* 205 (1-2): 221-230.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2001.** *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote. Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas.*
- VASCONCELOS, M.J.P., J.C.U. PAUL, S. SILAVA, J.M.C. PEREIRA, M.S. CAETANO, F.X. CATRY, & T.M. OLIVEIRA, 1998.** *Regional fuel mapping using a knowledge based system approach. III International Conference on Forest Fire Research. 14th Conference on Fire and Forest Meteorology.* 2: 2111-2123.
- WIJAYA, A., S. KUSNADI, R. GLOAGUEN & H. HEILMEIER, 2010.** *Improved strategy for estimating stem volume and forest biomass using moderate resolution remote sensing data and GIS. Journal of Forestry Research* 21 (1): 1-12.
- ZHANG, C., W. LI & D. TRAVIS, 2007.** *Gaps-ll of SLC-off Landsat ETM+ satellite image using a geostatistical approach. International Journal of Remote Sensing,* 28 (22): 5103-5122.

Experiencia gastronómica y de reproducción del caracol shuti (*Pachychilus indorum*)

Alejandro Manuel Álvarez Trujillo,¹ Manuel Javier Avendaño-Gil²,
Tomasa Ortiz Suriano³, Vicente Tadeo Ramos Cruz⁴,
Adriana Caballero Roque⁴

¹ Facultad de Gastronomía, sede Palenque, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Carretera La Libertad, kilómetro 1, Palenque, Chiapas. Tel. 9612902407. Correo: alejandro.alvarez@unicach.mx | ² Dirección de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN) e Instituto de Ciencias Biológicas de la UNICACH. Calzada de los Personajes Ilustres s/n. Parque Madero. C. P. 29000. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tel. 9611145390. Correo: manuel.avendano@unicach.mx | ³ Dirección de Jardín Botánico de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). Calzada de los Personajes Ilustres s/n. Parque Madero. C.P. 29000. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tel. 9615438890 ext. 155. Correo: ortiztomi@hotmail.com | ⁴ Facultad de Nutrición de la UNICACH. Libramiento Norte Poniente No. 1150. Colonia Lajas Maciel. C.P. 29039. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Correo: adriana.caballero@unicach.mx Tel. 9611193715. Correo: tadeo.ramos@unicach.mx Tel. 9612253869.

RESUMEN

El shuti es un nombre común que se le da al molusco gasterópodo (*Pachychilus indorum*)

que habita de forma natural en un ambiente dulceacuícola en la región central de Chiapas y es utilizado por las poblaciones en su alimentación desde la época prehispánica. En la gastronomía actual se han propuesto formas distintas de presentación y consumo, como la mayonesa que se detalla en el presente escrito y esto ha demandado un estricto control de calidad en su explotación. El presente estudio describe la experiencia en la reproducción y desarrollo de 45 ejemplares adultos en tres de los arroyos permanentes que se encuentran en las instalaciones del Jardín Botánico Faustino Miranda de la SEMAHN, utilizándose jaulas enmalladas. En el transcurso de cinco meses y 14 días se obtuvieron observaciones de interacción, fecundación, nacimiento y alimentación de las crías. No fue posible continuar con el estudio por motivos meteorológicos a la entrada del huracán *Stan* en octubre del 2005, el Jardín Botánico y gran parte del área norte oriente de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez sufrió fuerte inundación, destruyendo las jaulas y perdiéndose los organismos del experimento.

Palabras clave: control de calidad, Chiapas, hábitat, Jardín Botánico y moluscos.

ABSTRACT

Shuti is a common name given to the gastropod mollusk (*Pachychilus indorum*)

that lives naturally in a freshwater environment in the central region of Chiapas and is used by the populations in their diet since pre-Hispanic times. In current gastronomy, different forms of presentation and consumption have been proposed, such as the mayonnaise that is detailed in this writing, and this has demanded strict quality control in its exploitation. The present study describes the experience in the reproduction and development of 45 adult specimens in three of the permanent streams found in the facilities of the Faustino Miranda Botanical Garden of SEMAHN, using mesh cages. Over the course of five months and 14 days, observations of interaction, fertilization, birth, and feeding of the pups were obtained. It was not possible to continue with the study due to meteorological reasons at the entrance of Hurricane Stan in October 2005, the Botanical Garden and a large part of the north-eastern area of the city of Tuxtla Gutiérrez suffered severe flooding, destroying the cages and losing the experiment organisms.

Keywords: quality control, Chiapas, Habitat, Botanical Garden, molluscs.

INTRODUCCIÓN

México conserva una serie de ingredientes culinarios de origen prehispánico los cuales le confieren el misticismo y grandeza a estas culturas, estos se han usado de manera alimentaria por mucho tiempo, los cuales se encuentran distribuidos a lo largo de todo el territorio mexicano; el estado de Chiapas, localizado al sur de la república

mexicana, podemos encontrar varios de uso comestible, los cuales se encuentran distribuidos por todos los municipios, pero dentro de ellos destaca el caracol dulceacuícola conocido popularmente como shuti, organismo de uso alimentario entre otras, por la población local. Ahora el platillo con caracol es ofrecido al turista y apreciado como una comida exótica por su aspecto peculiar, su técnica de preparación e ingredientes de uso ancestral.

Este caracol de apariencia poco llamativa y de sabor peculiar es parte importante de la gastronomía chiapaneca a pesar de la poca difusión que se ha brindado. Este ingrediente tan extraño para muchos y tan cotidiano para pocos, es un platillo peculiar de la gastronómica chiapaneca la cual se engloba dentro de la cocina mexicana considerada por la UNESCO como patrimonio inmaterial de la humanidad en el año 2010, derivado de esto podemos afirmar que su estudio cultural y biológico redundara en su conservación.

Para continuar con su uso alimenticio, es indispensable controlar la calidad de producción de los caracoles (reproducción, nacimiento, desarrollo y maduración), con un monitoreo continuo con la finalidad de tener una carne de caracol de calidad e inocuidad para el consumo humano.

Los moluscos (del latín *mollis*, blando), como su nombre lo dice, son animales de cuerpo blando y formas variables. Se han extendido sobre la tierra con tanto éxito que su distribución solo puede ser comparada con la que tienen los artrópodos (crustáceos, arácnidos e insectos). (López & Urcuyo, 2009).

Los moluscos también se pueden encontrar en agua dulce (Penagos *et al.* 2010). Su ciclo de vida es sencillo, dos individuos se encuentran y sin mayor cortejo copulan, actuando ambos simultáneamente, como macho y hembra (hermafroditismo). Aunque tienen los dos sexos en un mismo cuerpo, casi nunca se autofecundan. Tiempo después depositan los huevos protegidos dentro de algún tipo de cubierta gelatinosa (cápsula). En los huevos se desarrolla el caracol a partir de una larva y, llegado el momento, sale del huevo y de la cápsula para iniciar un nuevo ciclo (Monge-Nájera, 1984).

La clase gasterópoda o gasterópoda (del griego *gaster*= estómago; *podá*= pie), llamados también univalvos o criaturas de una sola concha, son los más conocidos, numerosos y variados en cuanto a la forma de sus conchas: convexa, globosa, plana, turriculada, cónica, arrollada en espiral, variados patrones de colores y esculturas (López & Urcuyo, 2009).

Actualmente se conocen al menos unas 30,000 especies de univalvos, entre especies marinas, dulceaçuólicas y terrestres, lo que convierte a los gasterópodos en la clase más importante dentro del filum de los moluscos (*ibid.*).

Las especies de moluscos de agua dulce y terrestres son poco conocidas y en la casi totalidad de los casos, no se sabe nada sobre su biología (Monge-Nájera, 1984).

El shuti (*Pachychilus indiorum*) es un caracol de concha sólida en forma de torre (altura desde 60 hasta 70 mm, diámetro 25 mm), periostraco de color negruzco y tiene 8 vueltas. Abertura ovalada. Habita ríos y arroyos, con movimiento constante pero de poca intensidad, por

lo general se les encuentra en lugares poco profundos, poco soleados, donde las plantas de orilla y acuáticas proporcionan sombra y alimentación. Su comportamiento alimenticio se basa en el consumo de material vegetal en descomposición. Igualmente mantienen controlada la población de algas que crece en el fondo de los ríos y contribuyen a mantener la oxigenación del agua favoreciendo el equilibrio del ecosistema. Se desplazan por las piedras y por el fondo de los ríos buscando su alimentación y eventualmente se hallan debajo de las hojas y maderos caídos sobre el río (modificado de Lam *et al.* 2012).

La característica más importante de los caracoles “shuti” es el rápido crecimiento que puede obtener en la naturaleza (hasta 145 mm), lo cual significa mayor cantidad de músculo en comparación con otras especies de caracoles. Su naturaleza anfibia le permite tolerar aguas con bajo contenido de oxígeno y soportar el hacinamiento, lo cual indica su potencial de cultivo. Una fecundidad relativamente alta, un elevado porcentaje de eclosión, baja mortalidad, un periodo de desarrollo corto y un estado de eclosión avanzado, aumentan las perspectivas para su cultivo. La posibilidad de permanecer largos periodos fuera del agua, permite un mejor manejo y transportación al mercado, ocasionando baja mortalidad. Lo cual puede significar una reducción considerable en los costos de manejo y transporte (Vásquez M, 2010)

Chiapas es un estado que presenta una diversidad geomorfológica caracterizada por montañas, valles, planicies y costas que se han zonificado en siete regiones (Müllerried, 1982), lo anterior ha propiciado una variación climática y su consiguiente flora y fauna pródiga que es sustentada por uno de los principales elementos de la vida, el agua, que gracias a la interacción de las montañas y la atmosfera es copiosamente precipitada y captada por suelos, vegetación e innumerables arroyos superficiales y subterráneos, situación favorable para el desarrollo natural del este caracol conocido popularmente en la región como “shuti” y determinado taxonómicamente como *Pachychilus indiorum*.

En la presente investigación, uno de sus objetivos es la reproducción, nacimiento de crías y su desarrollo en un medio natural conservado y estable en sus factores físicos y biológicos como los que se presentan en el Jardín Botánico Faustino Miranda de la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN).

MÉTODO

Se inicia la preparación del shuti, con una exhaustiva purga de una semana, con una hoja de momo o también conocida en otros estados de la república mexicana y en otros países como hoja santa, esta preparación se presume

que es de origen prehispánico debido a sus ingredientes que lo complementa. A grandes rasgos el plato está constituido de tomate, manteca de cerdo, masa, cebolla, epazote, chile y sin olvidar lo principal el caracol shuti.

Como antes se mencionó, el shuti por ser una especia dulce acuícola comestible incluida dentro de la gastronomía mexicana se propone generar un nuevo concepto alimentario dentro de la cocina mexicana, la fusión de las dos culturas, la francesa y la mexicana con la inclusión de la mayonesa casera adicionando carne del caracol, dentro de su estructura básica, esto con la finalidad de diseñar un nuevo enfoque a base mayonesas saborizadas.

Para desarrollar el estudio gastronómico de la mayonesa y su adición con carne de caracol se desarrolló un método experimental, donde se extrajo la cantidad de carne de caracol, algo de importancia en la preparación de los platillos es la limpieza del caracol, como anteriormente se mencionó, después de la colecta, se deja toda la noche purificando los caracoles en una cubeta con agua y hojas de Hierba Santa localmente llamada "Momo"; con el fin de que los organismos se alimenten de la planta y limpien el tracto digestivo, eliminando arenillas u otro tipo de alimento no deseado (Martínez, 1995).

Los procedimientos previos para cualquier tipo de preparación es cortar el ápice del caracol con un objeto filoso apoyando sobre una piedra la concha. Después se lavan los caracoles con agua corriente hasta que quede el agua clara. Posteriormente se colocan en un recipiente y se hierven desde 5 hasta 10 minutos (Carrillo *et al.* 2017)

Una vez realizada la limpieza y cocción previa de la carne se pasó a la preparación de la mayonesa, salsa emulsionada fría, a base de yema de huevo, mostaza, vinagre, aceite, sal y pimienta (Ediciones Larousse, 2014) la cual se elaboró de manera casera con los ingredientes descritos, en este paso se mezcla con la carne cocida del caracol.

Cabe mencionar que como es un método experimental el desarrollo de la receta está en pruebas de anaquel debido a que la carne cocida de caracol en corto tiempo empieza en su etapa de descomposición.

A raíz de esta observación se está utilizando nuevas líneas de ensayos de la posible deshidratación de la carne para medir el tiempo de anaquel y la implantación de una mayonesa estable que tenga un vida larga, debido a que las mayonesas artesanales son preparadas al momento y son de un lapso de tiempo corto por su composición e inestabilidad física dando un aspecto poco agradable después de un periodo prolongado aunado a ello la posible contracción de *Salmonella*, infección por una mala manipulación de los alimentos, en especial los huevos de gallina, al momento de la elaboración de la mayonesa.

Otra variable que el presente estudio consideró fue el hábitat en que se desarrolla el shuti para lo cual, la investigación biológica se desarrolló en las instalaciones del Jardín Botánico Faustino Miranda (figura 1), ubicado en la parte norte-oriental de la plaza central de Tuxtla Gutiérrez (figura 2). El Jardín Botánico lleva el nombre de su fundador, iniciando su construcción en el año de 1949 e inaugurándose en 1952 siendo así el Jardín Botánico contemporáneo más antiguo de México que gracias a su permanencia y conservación presenta plantas comunes de la región como es el de selva baja caducifolia y mediana subperinifolia. El clima es de cálido con lluvias intensas en verano (mayor a 250 mm (<https://es.weatherspark.com/y/9988/Clima-promedio-en-Tuxtla-Gtz-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>)) que aportan suficiente agua en la subcuenca del Sabinal donde se encuentra inmersa la ciudad capital del estado de Chiapas, razón por la cual abundan los manantiales y arroyos permanentes dentro (figura 3) y fuera del Jardín Botánico. Los manantiales y arroyos generan un ecosistema característico en donde habitan peces y una variedad de invertebrados como crustáceos, insectos, arañas y moluscos (figura 4).

Para certificar la calidad del agua de los arroyos que se utilizaron para la siembra de los shuti en el mes de abril del año 2018 se realizó un análisis del agua que emana y circula en el Jardín Botánico (manantial, estanque y de dos vertientes) por parte del Laboratorio de Monitoreo Ambiental perteneciente a la Dirección de Protección Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural. Algunos de los resultados que se obtuvieron en el estanque son: Temperatura= 27.2 °C; pH= 7.08; O₂ disuelto = 3.96 mg/l; Coliformes fecales= 1600 mmp/100 ml; Coliformes totales= ≥ 1800 mmp/100ml; Sólidos disueltos totales= 510 mg/l.

Para conocer el desarrollo ontológico del caracol shuti bajo condiciones naturales y conservadas como las que se dan en el Jardín Botánico Faustino Miranda, se construyeron tres jaulas con las siguientes medidas: La primera, tiene forma cubica con medidas de 30 cm por lado sin tapa, con malla metálica de 1 cm de separación, con la finalidad de que el sustrato del fondeo del arroyo penetre la malla, el agua fluya con poca resistencia y que por la parte superior esta descubierta para la introducción de la vegetación que pueda caer dentro de la misma y sirva de referencia de lo que atrapado de forma natural (figura 5)

Las jaulas 2 y 3 tiene diseño triangular (figura 6) con 15 cm y 10 cm respectivamente, con la finalidad de observar si el espacio es un impedimento para el desarrollo, están elaboradas de la misma tela malla con un borde

removible para la fácil manipulación del contenido.

La instalación de las jaulas antes descritas se realizó el 16 de mayo del 2005 en tres de los arroyos permanentes que están presentes en el Jardín Botánico; cada jaula se introdujeron 15 ejemplares adultos que presentaron una talla promedio de 5.5 cm, sumando un total de 45 ejemplares que se obtuvieron en el mercado Juan Sabines, uno de los principales de la capital del Estado; se posicionaron en tres lugares estratégicos en donde se presenta agua con corriente permanente, lugar sombreado, con sedimento arenoso para la 1ª jaula y lodoso para la 2ª y 3ª, todas colocadas en sitios de fácil acceso para facilitar el monitoreo (figura 3).

RESULTADOS

Las jaulas con los individuos adultos fueron monitoreadas semanalmente, después de un mes se presentan crías de caracol de 0.5 milímetros sobre la superficie de la concha de tres individuos de la primera jaula, dos de la segunda y ninguno de la tercera jaula. Pasado otra semana las crías se desprenden de la concha de sus progenitores, teniendo un tamaño de 2 mm en promedio y encontrándose debajo hojas sumergidas asentadas debajo de las jaulas, así como en diversos frutos de mango, chicozapote e higos (figura 7).

Este monitoreo se realizó durante cinco meses y 14 días en condiciones idóneas y controladas, desafortunadamente el proyecto sufrió un percance por el huracán Stan que golpeo Chiapas en los primeros días del mes de octubre en el 2005, donde todo las jaulas y los organismos adultos y juveniles se perdieron por la inundación y arrastre de las jaulas.

DISCUSIÓN

La propuesta de la mayonesa que se expuso previamente se puede usar en diferentes platillos gastronómicos que están presentes dentro de la cocina mexicana y mezclar entre sus ingredientes de preparación dando realce a la inclusión de la carne de caracol como un producto exótico en los procesos de alimentación de la cultura mexicana como un producto innovador y de valor nutricional adicional.

La presencia de juveniles de shuti en las jaulas y las inmediaciones confirmó que las condiciones físicas-químicas y biológicas del agua son aptas para el soporte de vida en sus diferentes manifestaciones, como peces, cangrejos, artrópodos (libélulas, mariposas, entre otros) y en particular con el caracol shuti, su presencia certifica buena calidad de agua (López & Urcuyo 2009. p. 88) a

diferencia del agua que circula en el cauce principal del río Sabinal como lo reporta Castañón y Abrajan (2009).

Se demuestra también, que a pesar de las condiciones de construcciones, avenidas y asfalto imperantes en la metrópoli de Tuxtla Gutiérrez se preserva una “isla ecológica” que es el Jardín Botánico Faustino Miranda donde se confirma el éxito ecológico del shuti atribuido a su alto potencial biótico, por ser ovovivípara, partenogenética y tener una enorme habilidad de invadir nuevos hábitats (Contreras-Arquieta *et al.*, 1995b, citado en Lam *et al.* 2012).

Experiencias similares en cautiverio se reportan en la reproducción de *Pomacea patula catemacensis*, gasterópodo dulceacuícola que habita en parecidos espacios que el shuti y pertenecientes al mismo orden, mostrando los siguientes resultados: reproducción entre enero y mayo, con el máximo en abril. El periodo de incubación fue de 15 días, a una temperatura promedio de 24.7°C. También en registros de laboratorio se distinguieron 4 estadios en el desarrollo de las gónadas. El desarrollo de las gónadas está en relación con la talla, pero no con la edad. La inmadurez correspondió a la talla desde 1 hasta 9 mm (Naranjo, 2003).

Considerando en ambas experiencias con los géneros *Pomacea* y *Pachychilus*, encontramos que variables como meses de reproducción y temperatura promedio el desarrollo que se pudo observar en *Pachychilus indIorum* dado la talla comparativa con *Pomacea patula catemacensis* fue de inmadurez.

La experiencia aquí mencionada es un pequeña contribución para futuros proyectos como el que se pretende iniciar en la cabecera municipal de Palenque, Chiapas, debido a que el municipio cuenta con un ecosistema acuáticos como ríos, arroyos y lagunas que de manera silvestre está tiene un ecosistema característico, en donde habitan peces y una variedad de invertebrados como crustáceos, insectos, arañas y moluscos, lugar idóneo para la continuación del proyecto del shuti.

La extensión del proyecto en el municipio de Palenque servirá de detonante en líneas de investigación de la especie *Pachychilus indIorum* en temas alimentarios y biológicos que se vislumbra con altas expectativas, pues es conocido y consumido desde tiempos prehispánico y ahora se ofrece al turismo como un platillo exclusivo.

La versatilidad que tiene el caracol dentro de la cocina permite a jóvenes estudiantes de Gastronomía de la UNICACH a innovar con sus cualidades permitiendo desarrollar productos innovadores como la mayonesa aplicados a platos. Este factor sumado a que el pueblo de palenque es un punto de referencia de turismo a nivel

nacional e internacional que cada año recibe a visitantes en busca de ofertas alimentarias innovadoras, y que aporten un significado a la alimentación palancana con un productos innovadores.

De la misma manera que la línea de investigación alimentaria se puede diseñar una propuesta en la localidad con enfoque biológico para salvaguardar la especie, que si bien aún no está considerada en peligro de extinción se puede analizar con detalles los ciclos de reproducción, hábitat, consumo, sustentabilidad y demás factores que se pueden registrar adecuadamente en Palenque, Chiapas, haciendo a este el lugar idóneo para su investigación.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a las autoridades de la SEMA-HN por las facilidades otorgadas para llevar la presente experiencia en las instalaciones del Jardín Botánico Faustino Miranda así como al Jefe del Departamento de Paleontología por el acceso al microscopio estereoscópico y su cámara digital y al maestro Luis Enrique Gómez Pérez por la fotografía del *Pachychilus indIorum* en etapa de inmadurez.

LITERATURA CITADA

- CASTAÑÓN, G.J. H. Y H.O. ABRAJÁN. 2009.** Análisis de la calidad del agua superficial del río Sabinal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *LACANDONIA, Rev. Ciencias UNICACH* 3 (2): 67-77. 1 Fig.
- CARRILLO-CONTRERAS, J., C.P. DE LOS SANTOS-RUIZ, E. REYES-CRUZ Y R.E. RAMÍREZ-MÉNDEZ. 2017.** Saberes de la cultura CH'ol sobre los caracoles acuáticos en la Sierra de Tabasco. *Revista Transdisciplinaria de Estudios Migratorios. Universidad Intercultural del Estado de Tabasco* 3 (9): 17-25.
- EDICIONES LAROUSSE SA DE CV. 2014.** *El Pequeño Larousse Gastronomique en español.* 384 pp.
- O. LAM-GORDILLO, M.A. LÓPEZ-MICELLI, J. DÍAZ-CRUZ, A.K. CHANONA-PÉREZ, M.A. RAMOS-LÓPEZ Y F. PENAGOS-GARCÍA. 2012.** Distribución y abundancia del “Shuti” *Pachychilus largillierti* (Pachychilidae) en la Reserva Meyapac, municipio de Ocozocoautla, Chiapas, México. *LACANDONIA, rev. Ciencias UNICACH* 6 (1):4 3-45.
- LÓPEZ S.J.A & J. URCUYO. 2009.** *Moluscos de Nicaragua II. Gaterópodos.* Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales., 184 p.
- MARTÍNEZ DE C. M.S.N. 1995.** Apuntes de la comida Sonorense. En C. M. Camberos, A. P. L. Salido, S. S. Vidal y S. A. G. Sandoval (Comps). Las consecuencias de la modernización y el desarrollo sustentable. UNAM/PUAL/CIAD, México. 398.402 pp.
- MONGE-NÁJERA, J. 1997.** *Moluscos de importancia agrícola y sanitaria en el trópico: la experiencia costarricense.* 1ª edición. Ed. de la Universidad de Costa Rica. San José, C. R., 166 p.
- MÜLLERRIED, K.G.F. 1982.** *Geología de Chiapas.* Colección Libros de Chiapas. Serie Básica. 2º edición. Gobierno del estado de Chiapas. México. 180 p.
- NARANJO GARCÍA, E.. 2003.** Moluscos continentales de México: Dulceacuícolas. *Revista de Biología Tropical. Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica.,* 51 (3): 495-505.
- PENAGOS, F., G. RIVERA & F. REYES. 2010.** Moluscos de la Región Soconusco del estado de Chiapas. En: *Biodiversidad y sustentabilidad. Investigaciones para la conservación en las aéreas naturales protegidas de Chiapas.* Colección Jaguar. Universidad de Ciencias y Artes. Primera edición., pp.137-172

APÉNDICE



Anfípodos: los habitantes secretos de los jardines de Comitán de Domínguez, Chiapas

César Alfredo Morales albores¹, Gustavo Rivera Velázquez^{1*}
Clara Luz Miceli Méndez², José Manuel Aguilar Ballinas¹

¹Laboratorio de Acuicultura y Evaluación Pesquera, Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Email: al06411129@unicach.mx, gustavo.rivera@unicach.mx*, josem.aguilar@unicach.mx; (961) 6170440 ext. 4306 | ²Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales, Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Email: clara.miceli@unicach.mx.

RESUMEN

Los anfípodos terrestres son un grupo poco estudiado, para México se conocen solo dos especies *Caribitroides (Caribitroides) tuxtensis* y *Caribitroides (Mexitroides) chiapensis*. El estudio se realizó con *Caribitroides (Mexitroides) chiapensis* que se encuentra en la composta que se prepara en los jardines de la ciudad de Comitán de Domínguez, Chiapas, México. Se evaluó la estructura de la población y la relación con los parámetros ambientales a partir de ejemplares recolectados desde abril de 2017 hasta abril del 2018. Se obtuvo un total de 140 individuos. La longitud total (Lt) de los organismos encontrados variaron entre 1.29 - 6.08 mm con predominio de hembras en la población de 1:5.15 (M: H) representan el 74% de la población. Los anfípodos estuvieron presentes en la temporada de lluvias desde junio hasta noviembre, a partir de este mes se observa una disminución en el número de organismos hasta llegar a cero en los meses desde febrero hasta mayo. El tamaño de la población tuvo la correlación más alta con el parámetro de temperatura ($r = 0.61$).

Palabras clave: anfípodos, *Caribitroides (Mexitroides) chiapensis*, composta.

ABSTRACT

The terrestrial amphipods are a poorly studied group, for Mexico only two species are known *Caribitroides (Caribitroides) tuxtensis* and *Caribitroides (Mexitroides) chiapensis*, the study was carried out with *Caribitroides (Mexitroides) chiapensis* found in the compost prepared in the gardens from the city of Comitán de Domínguez, Chiapas, Mexico. The population structure and the relationship with the environmental parameters were evaluated from specimens collected from April 2017 to April 2018. A total of 140 individuals was obtained, the total length (Lt) of the organisms found varied between 1.29 - 6.08 mm with a predominance of females in the population of 1: 5.15 (M: H) representing 74% of the population. The amphipods were present in the rainy season from June to November. Starting this month, a decrease in the number of organisms is observed until reaching zero in the months of February to May. The size of the population had the highest correlation with the temperature parameter ($r = 0.61$).

Keywords: Amphipods, *Caribitroides (Mexitroides) chiapensis*, compost.

INTRODUCCIÓN

Los anfípodos son un grupo de crustáceos predominantemente acuáticos, principalmente marinos, de acuerdo a Horton *et al.* (2021) se han descrito un total de 10,388 especies de anfípodos incluyendo marinos, estuarinos, dulceacuícolas y terrestres. Se dividen en seis subórdenes, 237 familias y 1748 géneros. En México Winfield-Aguilar y Ortiz Touzet (2011) registran 935 especies de anfípodos; sin embargo, los reportes de anfípodos terrestres de América son escasos y recientes (Alfaro-Montoya y Umaña-Castro, 2013), Krapp *et al.* (2015), refieren que solo el 3% del total son anfípodos terrestres; mientras que en una clave de identificación de anfípodos terrestres de la familia Talitridae de América

Central y las islas del Caribe, Piscart *et al.* (2019) registran sólo 11 especies.

La familia Talitridae se caracteriza por incluir a los únicos anfípodos, que en el curso de su evolución han logrado salir del agua para colonizar hábitats terrestres o semiterrestres (Pérez-Schultheiss, 2017). Presentan importantes adaptaciones para la vida en superficie, como la capacidad de saltar en el aire, respirar a través del epitelio branquial apenas humedecido o la reducción de los pleópodos en las especies más modificadas. Los talitridos se reconocen fácilmente porque el primer par de antenas es muy corto, menor que la longitud del pedúnculo de la antena 2 y el gnatópodo 1 de las hembras tiene un propodus característico, con forma de mitón (Pérez-Schultheiss, 2017).

Desde el punto de vista ecológico, los talítridos se dividen en cinco agrupaciones, que permiten tener una idea de las adaptaciones presentes en el grupo. Los talítridos palustres son los más primitivos, de pequeño tamaño y aspecto muy similar a los representantes de la familia marina Hyalidae; estos animales generalmente se encuentran en estuarios, pantanos costeros y en la parte baja del intermareal. Un grupo similar son las pulgas de playa o “beachfleas”, que generalmente viven en el inter o supramareal, ocultas bajo rocas y otros objetos. Las pulgas de arena o “sandhoppers”, son un grupo cuyas especies suelen tener aspecto robusto y son capaces de excavar y enterrarse en la arena de las playas. Los talítridos de maderas varadas o “driftwood”, que habitan en perforaciones en madera de troncos descompuestos que se acumulan en la parte superior de playas tienden a tener pequeños tamaños corporales y son extremadamente raros debido a sus hábitos criptozoicos. Los verdaderos talítridos terrestres o “landhoppers”, habitan entre la hojarasca del suelo de bosques húmedos, completamente independientes de la influencia marina (Pérez-Schultheiss, 2017).

En México, los anfípodos han sido poco estudiados, en el caso de los anfípodos terrestres se conocen dos especies, *Caribitroides (Caribitroides) tuxtensis* y *Caribitroides (Mexitroides) chiapensis*; la primera de los Tuxtlas, Veracruz y la segunda del estado de Chiapas. De estos crustáceos, inicialmente descritos como habitantes de la hojarasca del

bosque (Pérez-Schultheiss, 2017), ahora encontramos que viven en la composta que se prepara en los jardines de la ciudad de Comitán de Domínguez, Chiapas, México. En esta ciudad y fuera de aquí son organismos poco conocidos y por ello, encuentros de esta naturaleza, motivan a seguir explorando, alimentando la idea de que aún nos quedan por describir muchas especies silvestres, tanto en sitios lejanos en las montañas como en las cercanías de nuestras casas. Este es el primer estudio de una población del anfípodo terrestre de composta para jardín. Tomando en consideración lo anterior, se planteó definir la especie, la estructura poblacional y su variación estacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Las muestras de anfípodos se obtuvieron de un área antrópica urbana, un jardín tipo de la ciudad de Comitán de Domínguez. Esta ciudad es cabecera municipal y se localiza en los límites del Altiplano Central y la Depresión Central de Chiapas (figura 1), su relieve es semiplano con algunas elevaciones sobresalientes en el norte y en el sur, sus coordenadas geográficas son 16°15'03" N y 92° 07'57" W, su altitud es 1,600 msnm. Limita al norte con los municipios de Amatenango del Valle y Chanal, al este con Las Margaritas y La Independencia, al sur La Trinitaria y Tzimol, al oeste con Socoltenango y Las Rosas (Villavicencio, 2003).

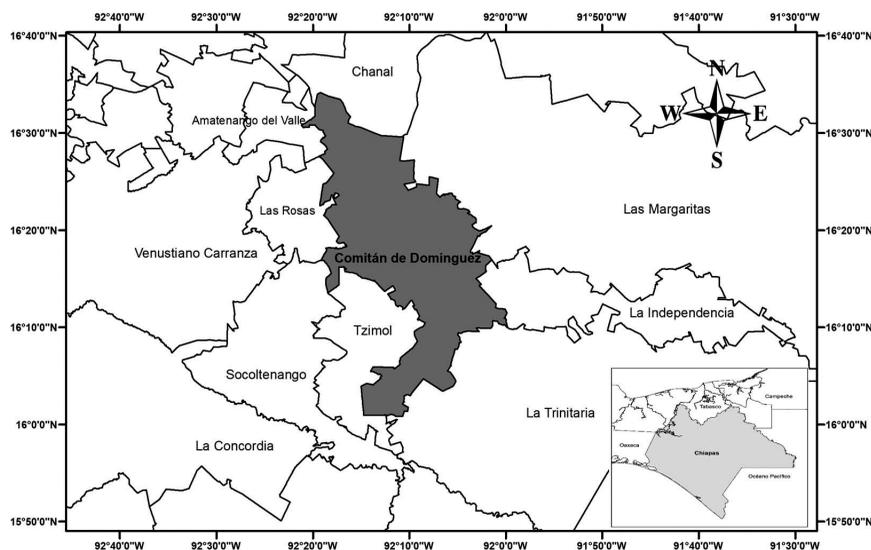


FIGURA 1

Macrolocalización del municipio de Comitán de Domínguez, Chiapas, México.

Hábitat. Los ejemplares fueron recolectados en composta de jardín tipo sistema abierto. En una casa dentro del área urbana, la composta tenía antigüedad de 5 años. Se realizaron muestreos mensuales, entre abril del 2017 hasta abril del 2018, abarcando las dos épocas del año (estío y lluvia). Todos los muestreos se realizaron a las 12:00 horas.

Obtención de los organismos. Empleando un nucleador de plástico de 500 ml se tomó una muestra de cada una de las capas (baja, media y alta (figura 2)). En el estrato superior, se retiró cuidadosamente los dos primeros centímetros de la composta, en un diámetro de 30 cm para posteriormente obtener la muestra. En seguida se retiró el resto de la composta de la primera capa hasta llegar a la siguiente (capa media), con otro nucleador se tomó una muestra de éste; de la misma manera se tomó la muestra de la tercera capa (baja).

Para obtener los organismos alojados en la muestra, el contenido del nucleador se depositó en un tamiz de malla mosquitera separando cuidadosamente del sustrato las piezas de mayor tamaño como hojas, ramas pequeñas y piedras. El sobrante se colocó en una superficie de contraste de color blanco, para que se observaran con mayor facilidad, realizando una selección manual de anfipodos los cuales se depositaron en tubos eppendorf de 50 microlitros, se fijaron con alcohol etílico 70% con su respectiva etiqueta.

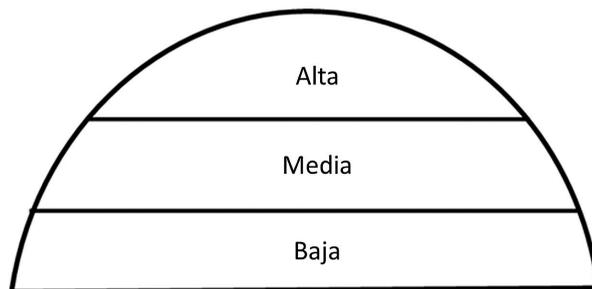


FIGURA 2 Capas de la composta.

Identificación de la especie. La identificación de la especie se realizó utilizando la clave de Lindeman (1989).

Biometría de los organismos. Se contabilizó cada organismo con un vernier electrónico (ABS/CALIPER). Se midió la longitud total (Lt) desde la comisura de los ojos en el céfalon hasta la punta del telson. El peso total (Pt) de cada individuo se obtuvo con una balanza analítica. El sexado de los ejemplares se realizó con la observación de los oosteguitos, estructura especializada que solo presentan las hembras en los pereopodos 2 al 5. Los oosteguitos se observaron con un microscopio compuesto utilizando objetivos de 10x y 40x (figura 3).

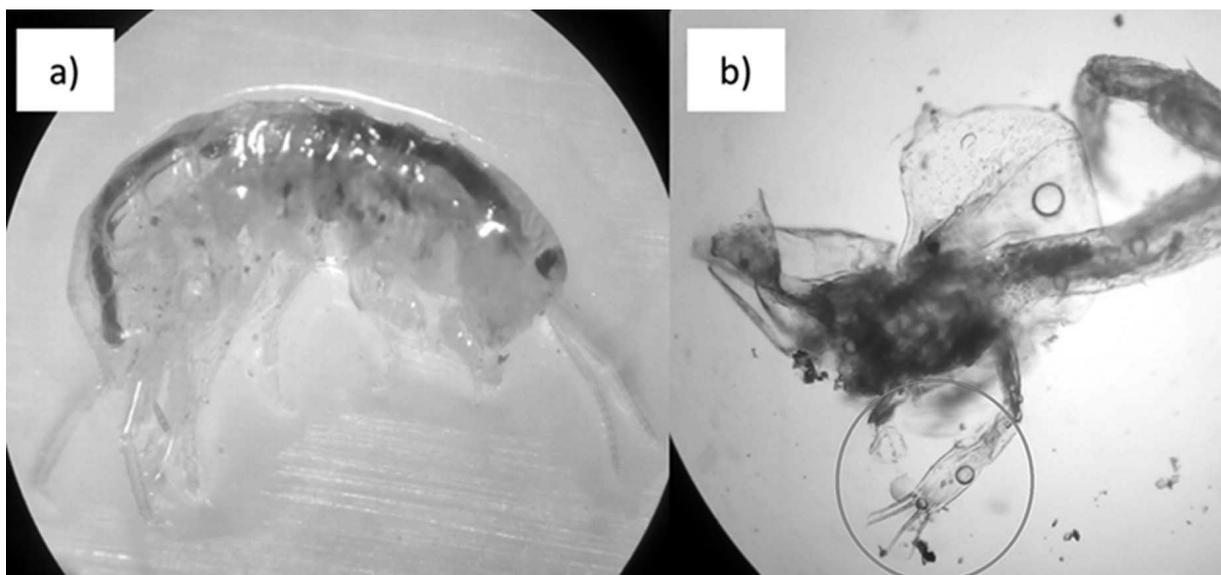


FIGURA 3 a) Anfipodo terrestre *Caribitroides (Mexitroides) chiapensis*. b) Oosteguito con huevecillos.

Estructura de tallas. Para el análisis de la frecuencia de tallas, primero se determinó el número de intervalos de tallas, aplicando el método de Herbert Sturges $K=1+3.3 \log(n)$. Para la amplitud del intervalo se utilizó la fórmula $C=R/K$ donde C es la amplitud R el rango y K número de intervalos (González, 2018).

Proporción de sexos. Esta se calculó dividiendo el número total de hembras entre el número total de machos.

Parámetros ambientales. Se realizó súltáneamente la obtención de organismos así como la de parámetros ambientales. Se registró la temperatura y humedad ambiente colocando termómetro e higrómetro (HOBO/onset) próximos a la pila de composta. Posteriormente se registró la temperatura, la humedad y el pH de manera directa en cada una de las tres capas de la composta (alta, media y baja). Para la toma de datos, se dejó el termómetro y el sensor del higrómetro durante un minuto. Para medir el pH, se tomó una muestra de 10 gramos de composta de cada estrato, colocándola en un vaso de precipitado de 50 ml, después se agregó 25 ml de agua destilada y se agitó durante un periodo de 25 minutos (Castrillo, 2005), pasado este tiempo, se realizó la medición con el medidor de pH (Hanna-HI98127). Se determinó la correlación de la abundancia poblacional de anfípodos entre la temperatura, humedad y el pH.

RESULTADOS

La utilización de composta con fines de abono orgánico para jardinería es una actividad común que se realiza en la localidad. La composta de este estudio resulta de la acumulación de hojas de poda de plantas de jardín y su subsecuente descomposición en pila. En la estación de estío se riega dos veces por semana, suspendiendo su riego en la época de lluvias. Los trozos más grandes de la materia orgánica utilizada (hojas) se encontraron en la capa superior, cuyo color dominante es el de la hierba fresca y café claro. La capa media se caracteriza por el color amarillo y café, debido al crecimiento del micelio de los hongos se observa una coloración blanquecina. En tanto que a la capa baja presentó color café oscuro hasta negro.

Identificación de la especie. No existen estudios de la mesofauna de la composta en Comitán de Domínguez. En este estudio se recolectaron 140 organismos. Se identificaron y se determinó que todos son anfípodos de la especie *Caribitroides (Mexitroides) chiapensis* (figura 3). En un estudio realizado por Lindeman (1989), reportó este anfípodo en tres localidades del estado de Chiapas;

en los municipios de El Bosque y Pueblo Nuevo Solistahuacán, ambos caracterizados por bosque de niebla, y del municipio de Ocozocoautla, donde la vegetación representativa era bosque tropical perenne. Hace énfasis de que solamente ha sido recolectado en estas áreas montañosas, señalando que en la hojarasca se tendía a capturar más organismos; sin embargo, en su estudio no mencionó patrones de distribución de los anfípodos.

Los estudios de Fasulo (2014), referentes a anfípodos terrestres, refieren que viven en la superficie (superior a media pulgada) del mantillo del suelo húmedo, estos hábitats se encuentran en montañas con una buena humedad. Los efectos generados por la composta proporcionan condiciones idóneas para los anfípodos.

Los datos existentes sobre *C. (Mexitroides) chiapensis* son escasos, posiblemente por su tamaño son organismos poco estudiados. Winfield-Aguilar y Ortiz-Touzet (2011) mencionan que el estudio de los peracaridos se ha intensificado durante las últimas décadas poniendo de manifiesto su gran abundancia y riqueza de especies, su distribución geográfica amplia y su asociación con el número extenso de procesos biológicos.

Estructura de tallas. La longitud total (Lt) de los organismos encontrados variaron entre 1.29-6.08 mm (cuadro 1), el promedio de la Lt fue 3.77 mm. Los anfípodos recolectados se distribuyeron en ocho intervalos de Lt, la mayor presencia de organismos se presentó en el intervalo 3.07-3.66 mm (intervalo de longitud intermedia), contabilizando un total de 54 organismos, seguido de individuos con longitud entre 3.67-4.25 mm, con 31 organismos. Se recolectaron menos individuos en los intervalos de los extremos (figura 4), el intervalo de Lt con menor frecuencia fue de 5.44-6.03 mm, registrando 2 organismos.

Las tallas de los anfípodos dependen principalmente de la especie, por ejemplo, los estudios de Alfaro-Montoya y Umaña-Castro (2013) señalan que *Talitroides topitotum* es una especie que está bien establecida en el estrato superficial de bosques con suelos ricos en materia orgánica en descomposición, se observa en los meses de lluvias, junio-noviembre, con longitud que va de 7-12 mm. En el estudio de Lindeman (1989) reportan dos especies de anfípodos *Caribitroides (Mexitroides) perki* con un intervalo de 8-10 mm en machos y 9-12 mm hembras, y, *C. (Mexitroides) chiapensis* de 8-11 mm en machos y 10-13 mm hembras.

Para este estudio *C. (Mexitroides) chiapensis* presentó tallas de 1.29-6.08 mm en el periodo de muestreo, desde abril de 2017 hasta abril de 2018.

Mes	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Total
Número de organismos	8	31	17	26	32	13	6	7	140
Lt promedio (mm)	3.83	4.04	3.82	4.07	3.34	3.50	4.56	3.05	3.77
Lt máxima (mm)	4.47	5.03	5.01	6.08	3.96	4.53	5.07	5.29	6.08
Lt mínima (mm)	3.56	2.58	2.34	1.29	1.88	1.87	3.21	1.87	1.29

CUADRO 1 Longitud de anfípodos en los meses que se presentaron desde abril 2017 hasta abril 2018

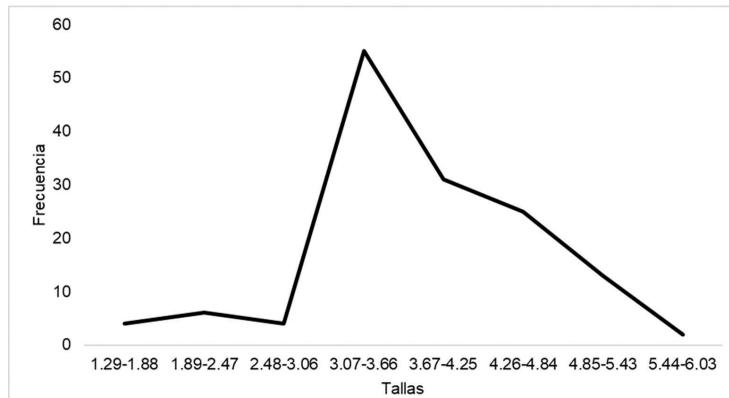


FIGURA 4 Frecuencia de tallas de anfípodos de composta para jardín en Comitán de Domínguez, Chiapas. Periodo desde abril de 2017 hasta abril de 2018.

Proporción de sexos. De los 140 ejemplares colectados, 103 fueron hembras que representan 74%, 20 machos el 14% y 17 organismos quedaron indeterminados 12% (figura 5), se obtuvo una proporción macho-hembra 1:5.15. La proporción de machos y hembras en los diferentes intervalos mostro una dominancia de hembras (cuadro 2), fue muy notorio en el intervalo 3.07-3.66 mm en el cual se encontraron 47 hembras, 4 machos y 3 indeterminados, además fue el único intervalo en donde se registró hembras ovadas.

Los meses de junio, diciembre y enero fueron en los que se encontró menor número de organismos por debajo de nueve ejemplares por mes. Por el contrario, el mes de octubre de 2017 presentó mayor número de organismos 32 ejemplares: 29 hembras, 1 macho y 2 indeterminados. En esta población se determinó que las hembras son más numerosas que los machos (relación 5:1), lo cual seguramente esté relacionado a que en organismos pequeños la estrategia *r* es la principal forma de reproducción, debido a su poca capacidad competidora. Martínez (2016) menciona que los cuidados parentales en anfípodos pueden continuar luego de la salida de los juveniles del marsupio; éstos se trasladan a tubos, excavaciones o cuevas construidas por los progenitores, o viven sobre el cuerpo de la hembra.

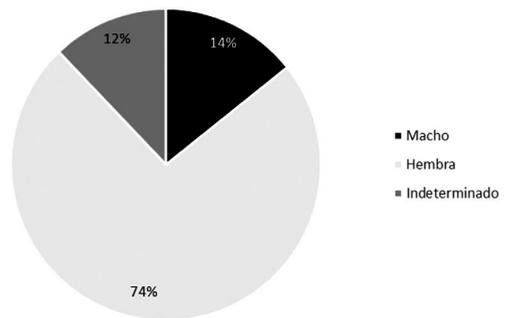


FIGURA 5 Proporción de sexos de anfípodos entre los meses desde abril 2017 hasta abril de 2018.

Variación estacional de población de anfípodos. Es muy marcada la relación que tienen estos anfípodos con la humedad; en la localidad de estudio la temporada de lluvias se reconoce de junio a noviembre y la de estío de diciembre a mayo. La presencia de anfípodos comenzó a registrarse en el mes de junio, aumentó su presencia en los siguientes meses hasta llegar a un máximo entre los meses de septiembre y octubre, después descendió su abundancia paulatinamente hasta el mes de enero (cuadro 1). Los siguientes meses (febrero a mayo) ya no hubo registros.

Intervalos (mm)	Hembras	Machos	Indeterminados	Hembra (%)	Macho (%)	indeterminado (%)
1.29-1.88	1	0	4	1	0	23.53
1.89-2.47	2	0	3	2	0	17.65
2.48-3.06	2	2	1	2	10	5.88
3.07-3.66	47	4	3	46	20	17.65
3.67-4.25	23	5	3	22	25	17.65
4.26-4.84	15	7	3	15	35	17.65
4.85-5.43	11	2	0	11	10	0.00
5.44-6.03	2	0	0	2	0	0.00

CUADRO 2

Porcentaje de hembras, machos e indeterminados, desde abril 2017 hasta abril de 2018

La presencia de anfípodos en la composta correspondió más a su ciclo anual que a las condiciones mismas en la composta. De acuerdo a los factores ambientales dentro de la pila de composta, se esperaba que los anfípodos estuvieran presentes todo el año, sin embargo, se ajustaron a la marcha de humedad de la localidad. Lindeman (1989) menciona que obtuvo más organismos en los meses de lluvias que los meses de estío en donde hojarasca estaba muy seca y los anfípodos muy escasos. Según el trabajo de Alfaro-Montoya y Umaña-Castro (2013) *Talitroides topitotum* fue observado durante los meses de lluvia (desde junio hasta noviembre), en sitios húmedos con hojarasca o materia orgánica en descomposición.

La distribución de longitudes (edades) de la población (figura 6), muestra que la mayor presencia de individuos fue en las tallas intermedias. La población de anfípodos corresponde a una especie de ciclo anual, en la que los huevos están en el medio esperando a que las condiciones ambientales sean óptimas para que los nuevos individuos eclosionen, y que posteriormente se desarrollen, se reproduzcan y finalmente mueran, dejando para el siguiente año huevos en el medio. Por tanto, los anfípodos completan su ciclo de vida en la temporada de lluvias y dejan descendencia suficiente para la siguiente temporada de lluvias. De esa manera, cuando comienza esta temporada eclosionan los primeros anfípodos y conforme se va avanzando la época se incrementa el número de organismos hasta llegar a un máximo, después los huevos de la puesta se enquistan para esperar la próxima temporada. Esta característica no ha sido descrita para esta especie de anfípodos, aunque algo similar se conoce de otros crustáceos, por ejemplo, Dumitrascu (2011) la describe para *Artemia salina* y Golzari *et al.* (2009) con el crustáceo de charcas temporales *Triops cancriformis*.

C. (Mexitroides) chiapensis es una especie de ciclo corto por lo que la pirámide de edades se ajusta mejor al de una población estacionaria (llamada también campana): con una notable igualdad entre las generaciones jóvenes y adultas, y una reducción importante en las ancianas. Este tipo de pirámide es propia de las poblaciones que no presentan cohortes de la transición demográfica y puede responder a poblaciones con tasas de natalidad y mortalidad altas. Es una población de estrategia *r*, de acuerdo a Pianka (1982) el tamaño de la población, para especies de esta estrategia es variable con el tiempo, sin alcanzar el estado de equilibrio; usualmente muy por debajo de la capacidad límite del ambiente; comunidades o sus partes no saturadas; vacíos ecológicos: recolonización anual variable, a menudo laxa.

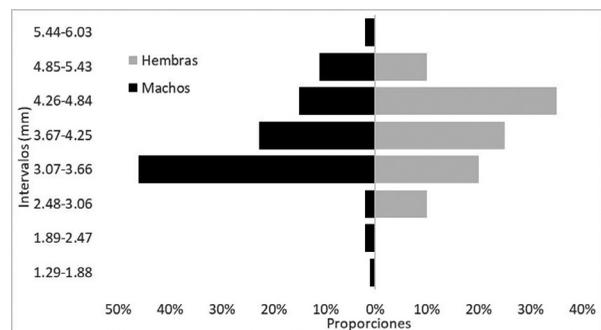


FIGURA 6

Pirámides de Longitudes (edades) hembras y machos durante un ciclo anual. Nota anfípodos indeterminados no incluidos.

Parámetros ambientales

Temperatura

El registro mensual de la temperatura ambiental, en el ciclo anual, varió desde 16°C hasta 36°C, mientras que en la composta la temperatura mínima fue 13°C (capa

inferior) y máxima de 35°C (capa superior) (figura 7). Las temperaturas más altas, tanto ambiental como en composta, se presentaron en el mes de febrero de 2018. Las temperaturas mínimas fueron, ambiental 16°C y en composta 13°C, en diciembre de 2017. A medida que se va descendiendo en los niveles de la composta la temperatura disminuye, siendo la capa baja la de menor temperatura con un promedio de 22.54°C y la capa alta la que presentó el promedio más elevado de 26.92°C.

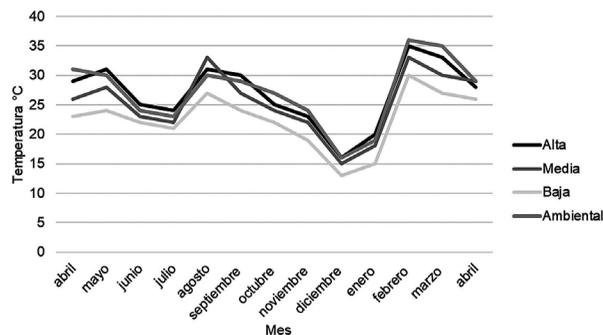


FIGURA 7

Seguimiento de la temperatura en las tres capas de la composta (alta, media, baja) y ambiental entre los meses desde abril 2017 hasta abril de 2018.

Los anfípodos se presentaron únicamente en la capa baja de la composta, en un intervalo de temperaturas desde 13 hasta 27°C. Se aprecia una correlación positiva ($r = 0.61$) entre el número de individuos y la temperatura (Figura 8).

La temperatura fue diferente en cada capa de composta, al ser una composta de sistema abierto se encuentra asociada a la temperatura ambiental y las corrientes de aire naturales, presentando mayor temperatura la capa superficial, ya que se encuentra en mayor contacto con la luz solar y presenta menor humedad. La capa más profunda presenta mayor humedad y una menor temperatura, en este sentido la pila de composta se asemeja a la dinámica del suelo. La composta de sistema abierto que se prepara en Comitán de Domínguez presentó temperaturas desde 13°C hasta 35°C, a diferencia de lo reportado para composta a nivel industrial o de sistema cerrado que se encuentran en recipientes cubiertos donde alcanzan temperaturas hasta de 70°C. Según Barrera (2006), en la composta de pila o de sistema abierto hay un efecto llamado "efecto chimenea" el cual juega un papel importante en la renovación del aire y contenido de agua de la pila; en el interior de la pila el aire se calienta y se satura de agua desplazándose hacia arriba por su menor densidad provocando un vacío que produce la entrada de aire fresco del exterior.

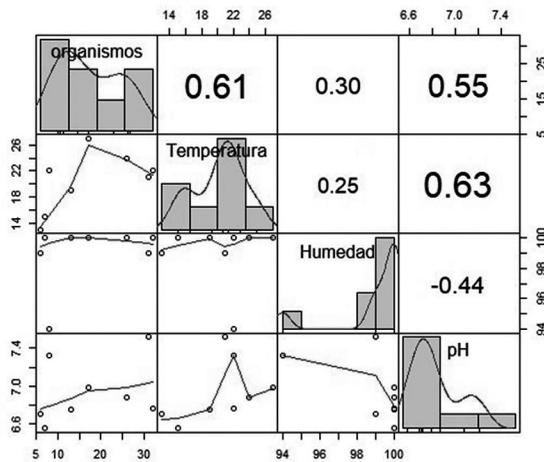


FIGURA 8

Correlación del número de anfípodos con temperatura, humedad y pH.

La temperatura es un factor para que los anfípodos y otros organismos presentes en la mesofauna puedan sobrevivir, ya que éstos desempeñan un papel importante con base en la degradación final y aireación en la composta. En la capa alta se presentaron las temperaturas más elevadas seguida por la capa media y finalmente la capa baja. Para la capa media presentaron valores desde 15°C hasta 33°C. Según Torres (n.d) la actividad microbiana produce un incremento en la temperatura atribuido a las oxidaciones biológicas exotérmicas; esta fase se llama termofílica y es donde ocurre la descomposición más rápida de la materia orgánica. La temperatura óptima de descomposición termófila es de 50°C a 60°C considerando la producción de CO₂; en algunas ocasiones la temperatura por actividad microbiana puede alcanzar hasta 76°C. La fase de enfriamiento puede alcanzar temperaturas ambientales (Negro *et al.*, 2000). Los anfípodos se presentaron en la capa baja de la composta siendo esta la fase de enfriamiento o maduración donde, según Castro (2011), se encargan de terminar la descomposición y obtener un producto estable.

Humedad

Los valores de humedad registrados, a lo largo del periodo de estudio, fueron diferentes tanto en el ambiente como en las capas de la composta alta, media y baja (figura 9). La humedad ambiental y capa alta presentaron pocas diferencias con valores máximos ambientales de 79% en el mes de octubre del año 2017 y mínimo de 30% en

febrero del año 2018 para el ambiente, y en la capa alta un máximo de 82% en septiembre del año 2017 y un mínimo de 30% en abril 2018. Por otra parte, la humedad presente en la capa media de la composta tuvo un valor máximo de 92% en el mes de julio del año 2017 y mínimo 63% en febrero 2018, mientras que la capa baja el valor máximo (100%) se registró en los meses desde agosto hasta noviembre de 2017 y enero de 2018, mientras que el mínimo (74%) en mayo 2017. En general, la tendencia en el comportamiento de la humedad a lo largo del ciclo fue similar en todos los casos, con una tendencia a presentar los valores altos en los meses de lluvia y los valores bajos en la época de estío (figura 9). La diferencia importante fue en la capa baja de la composta, en está, una vez que

comenzó la época de lluvia, la humedad se mantuvo en niveles altos arriba de 94%.

Wasem (1984) en su estudio de ecología conductual del anfípodo terrestre *Arcitalitrus sylvaticus* trabajó principalmente aspectos de tolerancia térmica y gradiente de humedad; en su estudio encontró que los anfípodos fueron afectados por la temperatura, la supervivencia se probó en combinaciones de temperatura-humedad y se logró una supervivencia por periodos superiores a 48 horas sólo a humedades relativas de 100% a temperaturas inferiores a 30°C. En una cámara experimental diseñada para mantener un gradiente interno de 50-100% de humedad relativa, se registró una mayor frecuencia de registros de posición en el lado más húmedo.

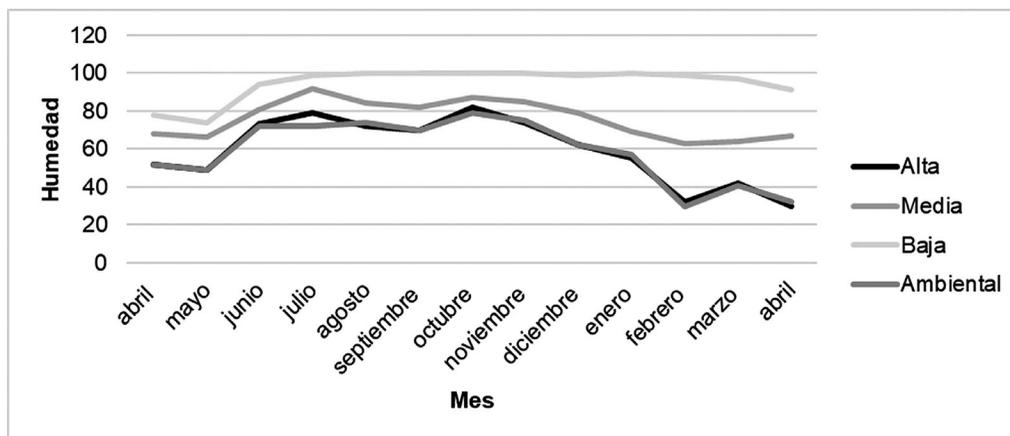


FIGURA 9

Seguimiento de la humedad durante un ciclo anual desde abril 2017 hasta abril de 2018.

En el presente estudio se observa que *C. (Mexitroides) chiapensis* tiene preferencia por porcentaje de la humedad de la capa baja de la composta la cual registró temperaturas inferiores a 30°C durante el ciclo anual y una humedad promedio de 94.7%, por lo que en condiciones de humedad y temperatura coinciden con los trabajos de Wasem (1984) en donde solo registró supervivencia en periodos superiores a 48 horas a humedades relativas de 100% y temperaturas inferiores a 30°C, esto puede variar con la especie. Según Cowling *et al.* (2003) los anfípodos terrestres *Arcitalitrus dorrieni* experimentan estrés por desecación, por debajo de humedad relativa crítica (95-100%), lo que los hace completamente dependientes del microhábitat de la hojarasca / suelo. Mientras que *A. dorrieni* no tolera las bajas temperaturas con un límite inferior de 1.4°C; sin supervivencia individual a menos de 0°C. El rango de tolerancia térmica superior (30–37.3°C) fue similar al encontrado para otras especies de pulgones

y pulgas playeras. Nuestro estudio coincide con los antes descritos, en el sentido de que los anfípodos estuvieron presentes básicamente en la temporada de lluvias, esto puede deberse a su ciclo de vida; por ser organismos muy dependientes de la humedad, completan su ciclo de vida en la temporada de lluvias, prueba de ello es que se capturaron hembras ovadas.

La humedad en los distintos estratos de la composta depende de diversos factores como son los materiales empleados en el compostaje, cantidad de lluvia y riego. Como se mencionó anteriormente, la humedad se presentó en mayor porcentaje en la capa baja, precisamente donde se debe de tener buena humedad para que los organismos participen en el proceso de degradación de la composta. Los datos registrados mencionan que hay diferencias de acuerdo a la estación del año, el tamaño de las partículas de la composta hace que pueda haber mayor o menor retención de agua, dado que la capa baja

es un sustrato formado por degradación, esto lo hace de alta porosidad aumentando el poder de retención de agua. Además de los anfípodos, los microorganismos de la composta necesitan agua como vehículo para transportar los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular (Román *et al.*, 2013).

Los anfípodos, según los trabajos de Lindeman (1989), se encuentran en la hojarasca con alto grado de degradación en bosques. La humedad presente en cada nivel de la composta va a depender del tamaño de las partículas, en la parte superficial se pueden encontrar partículas de mayor tamaño, en capa media se encuentran restos con un grado medio de degradación, mientras que en capa baja se encuentra restos con un alto grado de degradación, la humedad retenida por el suelo en la capa

baja hace un ambiente similar al ambiente del bosque descrito por Lindeman (1989).

pH

Los promedios del pH para cada capa fueron de 6.8 para la capa baja, 7.22 en la capa media y 7.00 en la capa baja. Los valores menores de pH de la composta se presentaron en la capa baja con intervalos desde 6.51 hasta 7.52 en el mes de julio (figura 10) desde ligeramente ácido hasta ligeramente básico. La capa media presentó valores desde 7.08 hasta 7.34, y la capa alta desde 7.00 hasta 7.17, siendo esta última la de menor intervalo de pH, ubicándose de neutro a ligeramente básico. Los anfípodos se presentaron sólo en la capa baja. La correlación entre el pH y la presencia de anfípodos fue de 0.54 (figura 8).

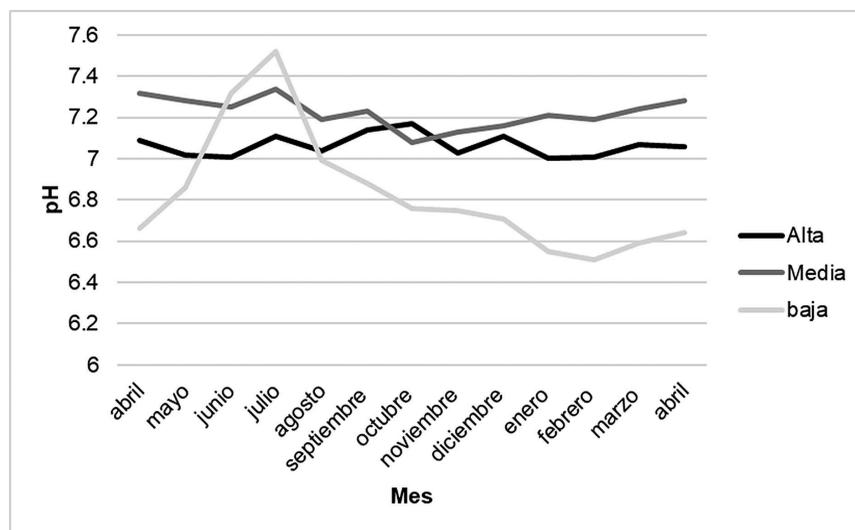


FIGURA 10

Comportamiento de pH durante un ciclo anual desde abril 2017 hasta abril de 2018.

Los intervalos de pH en una composta van a depender de la estación del año en que se encuentre, es decir, de factores ambientales como la humedad y la temperatura. El pH es un factor determinante para que algunos organismos puedan sobrevivir, el intervalo en que los anfípodos se encontraron principalmente fue desde 6.51 hasta 7.52, este valor puede estar asociado a las actividades de la degradación bacteriana, por tanto, pueden encontrar una fuente de alimentación, es decir, una composta reúne características para que organismos procedentes de la mesofauna puedan habitarla. La capa baja reúne las características de la fase de enfriamiento que presenta temperaturas menores a las otras capas además de las condiciones de humedad y pH, Castro (2011) menciona

que los organismos que actúan en esta fase son básicamente invertebrados como cochinillas y lombrices, que se encargan de terminar la descomposición y obtener un producto estable llamado composta madura.

En el medio silvestre las diferencias de pH pueden ser de acuerdo al hábitat en donde se encuentren los anfípodos, en la composta se registraron valores de pH desde 6.51 hasta 7.52 en donde los anfípodos *C. (Mexitroides) chiapensis* estaban presentes. Estudios realizados por Pilgrim y Burt (1993) estudiaron el pH en una población de anfípodos de agua dulce *Hyalella azteca* con un pH de 5.10-5.85. Por otra parte, los estudios de Quintero *et al.* (1992) con anfípodos de agua salada *Parhyale hawaiiensis* presentó un valor desde 6.0 hasta 8.08. Es importante re-

saltar que se trata de especies con hábitats diferentes. Para anfípodos terrestres no se tiene información acerca de la tolerancia en pH cabe mencionar los estudios de Cochard *et al.* (2010), mencionan que muchas de las características de hábitat de anfípodos son similares a la de los isópodos. En los trabajos de Cochard *et al.* (2010) el pH encontrado en composta de pila se presentan isópodos con valores cercanos desde 6.0 hasta 8.5, los isópodos más notables son *Armadillidium vulgare*, *Porcellio scaber* y *Porcellionides pruinosus*. *Armadillidium vulgare* y *Porcellionides pruinosus* son probablemente nativos de las regiones mediterráneas. En las partes templadas del norte de Europa, estas especies están restringidos a hábitats sinantrópicos por ejemplo, jardines, bodegas, montones de composta.

CONCLUSIÓN

La especie de anfípodos terrestres en la composta de jardín en Comitán de Domínguez, Chiapas es *Caribitroides (Mexitroides) chiapensis*. Presentaron una diferencia en la

longitud total, fueron notoriamente más pequeños que los reportados en la hojarasca, en otros trabajos realizados, aunque podría deberse a un atributo de la población, es algo que se debe revisar más profundamente con estos organismos, poco conocidos por las personas y escasamente estudiados. Los anfípodos solamente fueron encontrados en la capa baja de la composta, la cual es muy semejante a la del suelo en cuanto a pH, temperatura y humedad, donde se les había encontrado en condiciones silvestres.

Los anfípodos solo fueron encontrados en la temporada de lluvias, aunque la composta es regada durante la temporada de estío para mantener la humedad y los procesos de descomposición de la materia orgánica, la población de anfípodos se comportó como se reporta para el medio silvestre, en este sentido, el tamaño de la población tuvo la correlación más alta con el parámetro de temperatura. No obstante, que los otros parámetros ambientales medidos no presentaron correlación fuerte, si se asemejan a los mismos reportados en condiciones silvestres.

LITERATURA CITADA

- ALFARO-MONTOYA J. Y R. UMAÑA-CASTRO, 2013.** Primer registro e histología básica del anfípodo terrestre *Talitroides topitotum* (Amphipoda: Talitridae), introducido en las zonas montañosas de Heredia, Costa Rica. *UNED Research Journal / Cuadernos de Investigación UNED*, vol. 5, núm. 2, enero-junio, pp. 209-215 Universidad Estatal a Distancia San José, Costa Rica.
- BARRENA, R., 2006.** *Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso.* Bellaterra, Barcelona. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona. 315pp.
- CASTRILLO, R., 2005.** *El muestreo de los suelos* Costa can. Canadá. 6pp.
- CASTRO, B., 2011.** *Manual básico de compostaje y vermicompostaje doméstico.* España. Pp. 2-8.
- COCHARD, P., F. VILISICS & E. SECHET, 2010.** Alien terrestrial crustaceans (Isopods and Amphipods). Europe. *BioRisk 4 (1): 81-96.*
- COWLING, J., J. SPICER, J. WEEKS & K. GASTON, 2003.** Environmental tolerances of an invasive terrestrial amphipod, *Arcitalitrus dorrieni* (Hunt) in Britain *136: 735-747.*
- DUMITRASCU, M., 2011.** *Artemia salina.* *Balneo research journals. Romania. Pp 3-4.*
- FASULO, T., 2014.** *Terrestrial Amphipods or Lawn Shrimp Crustacea: Amphipoda Talitridae.* IFAS Extensión. Florida.
- GOLZARI, A., S. KHODABANDEH & J. SEYFABADI, 2009.** Some Biological Characteristics of Tadpole Shrimp, *Triops cancriformis*, from Seasonal Pools of West Azarbaijan. *Agric Sci Technol. 11: 81-90.*

- GONZÁLEZ, T., 2018. *Análisis exploratorio de datos: Una introducción a la estadística descriptiva y probabilidad*. Tadeo Lozano, Bogotá.
- HORTON, T., J. LOWRY, C. DE BROYER, D. BELLAN-SANTINI, C.O. COLEMAN, L. CORBARI, M.J. COSTELLO, M. DANELIYA, J.C. DAUVIN, C. FIŠER, R. GASCA, M. GRABOWSKI, J.M. GUERRA-GARCÍA, E. HENDRYCKS, L. HUGHES, D. JAUME, K. JAZDZEWSKI, Y.H. KIM, R. KING, T. KRAPP-SCHICKEL, S. LECROY, A.N. LÖRZ, T. MAMOS, A.R. SENNA, C. SEREJO, B. SKET, J.F. SOUZA-FILHO, A.H. TANDBERG, J.D. THOMAS, M. THURSTON, W. VADER, R. VÄINÖLÄ, R. VONK, K. WHITE & W. ZEIDLER, 2021. Base de datos mundial de Amphipoda. Consultado en <http://www.marinespecies.org/amphipoda> el 2021-09-14. doi: 10.14284 / 368.
- KRAPP, S., V. HÄUSSERMANN & W. VADER, 2015. A new Stenothoespecies (Crustacea: Amphipoda: Stenothoidae) living on *Boloceroopsis platei* (Anthozoa: Actiniaria) from Chilean Patagonia. *Helgoland Marine Research*. 69 (2): 213-220.
- LINDEMAN, D., 1989. New terrestrial amphipods (Crustacea: Amphipoda; Talitridae) from México and Central America. *Canadian Journal of Zoology* 68 (11): 2323-2337.
- MARTÍNEZ, O., 2016. Ecología dinámica de las poblaciones e interacciones en el ecosistema *Publicaciones didácticas*. 72:2-4.
- NEGRO, M., F. VILLA, J. AIBAR, R. ALARCÓN, P. CIRIA, M. CRISTÓBAL, A. BENITO, G. GARCÍA, C. LABRADOR, C. LACASTA, J. LEZAUN, R. MECO, G. PARDO, M. SOLANO, C. TORNER Y C. ZARAGOZA, 2000. Producción y gestión del compost. https://books.google.com.mx/books?id=fOoY_gAA-CAAJ. Consultado el 4 junio 2017.
- PÉREZ-SCHULTHEISS, J., 2017. Taxonomía de Invertebrados Chilenos 2: *Transorchestia chiliensis* Milne-Edwards, 1840 (Amphipoda: Senticaudata: Talitridae). *Museo Nacional de Historia Natural de Chile*. Publicado el 26/12/2017.
- PIANKA, E. R., 1982. *Ecología Evolutiva*. Editorial Omega S. A. Barcelona.
- PISCART C., A. KHAOULA & C. MATHIEU, 2019. *Cerrorchestia taboukeli* sp. nov., a new terrestrial amphipod (Amphipoda, Talitridae) from Martinique Island. *European Journal of Taxonomy, Consortium of European Natural History Museums*, 2019, 588 (588), pp.1-14. [ff10.5852/ejt.2019.588ff.fjhal-02336608f](https://doi.org/10.5852/ejt.2019.588ff.fjhal-02336608f).
- PILGRIM, W. & M.D.B. BURT, 1993. Effect of acute pH depression on the survival of the freshwater amphipod *Hyalella azteca* at variable temperatures: field and laboratory studies. *Hydrobiologia*, 254 (2): XX-XX.
- QUINTERO, H., C. VANÍN, Y P. MORENO, 1992. Seguimiento del ciclo reproductivo en el anfípodo marino *Parhyale hawaiiensis* (Dana) (Gammaridea: Hyalidae). *An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín*, 21: 85-93.
- ROMÁN, P., M. MARTÍNEZ Y A. PANTOJA, 2013. *Manual del compostaje del agricultor experiencias en América latina*. Fiat Panis, Santiago Chile.
- TORRES, A., nd. AÑO' *Elaboración de composta*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- VILLAVICENCIO, A., 2003. *Comitán de Domínguez. Enciclopedia de los Municipios y delegaciones de Chiapas*. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM07chiapas/municipios/07019a.html>. Consultado 5 oct. 2017].

WASEM, E., 1984. Physiological and Behavioral ecology of terrestrial amphipod *Arcitalitrus sylvaticus*. *Journal of crustacean biology*. AÑO' VOL. NO., PÁGINAS

WINFIELD-AGUILAR, I. C. Y M. ORTIZ-TOUZET, 2011. Crustáceos con bolsa incubadora (Crustacea: Malacostraca: Peracarida) 277-286. En, 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.*

Comportamiento, abundancia y distribución espacial de los delfines *Stenella attenuata* y *Stenella longirostris*, durante la temporada seca en la porción central de la costa de Oaxaca, México

Priscila Magdalena Sarmiento Velasco¹,
Miguel Ángel Peralta Meixueiro¹
Francisco Villegas Zurita²

¹Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Libramiento Norte Poniente 1150, col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, C.P. 29039. | ²Instituto de ecología, Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca. Correo de correspondencia: miguel.peralta@unicach.mx,

RESUMEN

Los delfines *Stenella attenuata* y *S. longirostris* son especies pantropicales ya que se encuentran en aguas cálidas con distribuciones costera y oceánica. Ambas se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de sujeto a protección especial. Estos delfines presentan una gran variedad de comportamientos, que pueden servir como indicativo para conocer la manera en que utilizan el área y de la misma forma una perspectiva de la salud del ecosistema y sus poblaciones. Este trabajo tuvo como objetivo determinar el comportamiento, la abundancia y distribución espacial de ambas especies, durante la temporada seca en un área del bloque costero de la porción Central de la Costa de Oaxaca (CCO) donde se realiza la pesca ribereña y el turismo náutico con crecimiento acelerado. Se realizaron 25 navegaciones donde se registró toda actividad realizada por dichas especies durante los encuentros y se asignaron dentro de cinco categorías, también se determinó el número aproximado de individuos; así mismo, se registraron las coordenadas para posteriormente generar mapas de distribución espacial. Se registraron 94 avistamientos de nueve especies de cetáceos, de los cuales 15 avistamientos corresponden a *S. longirostris* con grupos que oscilaron desde 15 hasta 1 500 individuos (830 ± 523) y 32 a *S. attenuata* en grupos de un solo individuo a 200 (25 ± 49), siendo esta la especie más abundante. En el caso de *S. attenuata* el comportamiento que tuvo mayor registro fue el aéreo (19%) y el menor fue la persecución entre individuos (3%); presentó una distribución amplia, mayormente costera, con una abundancia relativa de TE= 3.20. Para *S. longirostris* la interacción con embarcaciones y el aéreo fueron los más frecuentes (24% para ambos) y el menos frecuente fue la persecución entre individuos (3%); presentó una distribución compacta y alejada de la línea de costa, con una abundancia relativa de TE= 1.45. Este trabajo contribuye con nuevo conocimiento (no descrito previamente) de dichas especies a nivel local y regional, lo cual puede servir como base para el planteamiento de estrategias o políticas de conservación eficaces en la zona de estudio.

Palabras clave: temporada seca, avistamientos, tasa de encuentro, categoría de riesgo, estrategias de conservación.

ABSTRACT

The dolphins *Stenella attenuata* and *S. longirostris* are considered pantropical species since they are found in warm waters and have a coastal and oceanic distribution. Both species are found in NOM-059-SEMARNAT-2010 under the category of subject to special protection. These present a great variety of behaviors, which can serve as an indication to know the way in which they use the area and in the same way a perspective of the health of the ecosystem and its populations. The objective of this work was to determine the behavior, abundance, and spatial distribution of both species, during the dry season in an area of the coastal block of the Central portion of the Coast of Oaxaca (CCO). 25 samplings were carried out where all the activity that was carried out by these species during the sightings was recorded and they were assigned into five categories, the approximate number of individuals was also determined; likewise, the coordinates were recorded to later generate spatial distribution maps. 94 sightings of nine species of cetaceans were recorded, of which 15 sightings correspond to *S. longirostris* with groups that ranged from 15 to 1,500 individuals (830 ± 523) and 32 to *S. attenuata* in groups of a single individual to 200 (25 ± 49), this being the most abundant species. In the case of *S. attenuata*, the behavior that had the highest record was aerial (19%) and the lowest was persecution between individuals (3%); presented a wide distribution, mostly coastal, with a relative abundance of TE= 3.20. For *S. longirostris*, the interaction with boats and the air were the most frequent (24% for both) and the least frequent was persecution between individuals (3%); presented a compact distribution far from the coastline, with a relative abundance of TE= 1.45. This work contributes with new knowledge (not previously described) of these species at the local and regional level, which can serve as a basis for the proposal of effective conservation strategies or policies in the study area.

Keywords: dry season, sightings, encounter rate, risk category, conservation strategies.

INTRODUCCIÓN

Los delfines son los mamíferos marinos más sociales, viven en agrupaciones complejas que, de acuerdo con la especie, pueden variar en el tamaño, incluso dentro de la misma especie puede haber diferencias en la dieta, el comportamiento y la estructura social (Ortiz Wolford, 2011). Al ser un grupo muy sociable, realizan diversos comportamientos ligados a la socialización, reproducción, alimentación, entre otros (Villanova-Solano, 2017).

En las últimas décadas, los ecosistemas se han visto alterados por diversas actividades antropogénicas como la contaminación acústica por el aumento del tráfico marítimo y la disponibilidad reducida de presas por la sobrepesca; así como también el calentamiento global, son factores que de igual manera tienen una influencia sobre el uso de su hábitat, ya que estos factores se consideran amenazas para los cetáceos que pueden provocar enmallamientos y colisiones con embarcaciones (Reeves *et al.*, 2003; Cubero-Pardo, 2007).

Stenella attenuata y *S. longirostris* son dos especies de odontocetos que enfrentan problemáticas diversas y complejas en sus áreas de distribución, y de las cuales se conoce poco sobre su ecología y etología. La falta de

información o conocimiento insuficiente sobre ellas a nivel local y regional no permite establecer políticas eficaces para su conservación, ya que en la zona de estudio las principales actividades económicas son la pesca y el turismo náutico para la observación de cetáceos y para que esta actividad tenga un menor impacto en las especies y sea de beneficio para la localidad es necesario fomentar la conservación y uso sostenible de los cetáceos, creando un turismo de observación regulado, para lograr esto es necesario realizar estudios para brindar información sobre comportamiento, abundancia y distribución.

MATERIALES Y MÉTODO

El área de estudio de este trabajo comprende una parte de la CCO, la cual se denominó Bloque Costero, dicha zona va desde Barra de Tonameca en el municipio de Santa María Tonameca hasta Barra de Copalita en el municipio de Santa María Huatulco; dicho bloque comprendió un área de aproximadamente 512.3 km² incluye las comunidades costeras y bahías de La Ventanilla, Mazunte, Zipolite, Puerto Ángel, Estacahuite, La Mina, La Boquilla, Tijera, Zapotengo y Salchi (figura 1).

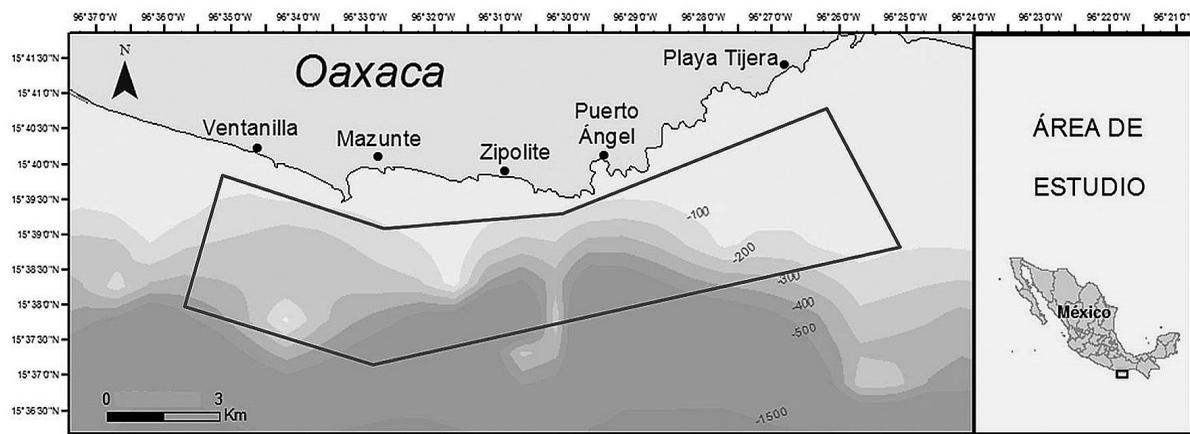


FIGURA 1

Área de estudio, la línea en color morado indica el transecto planteado para las navegaciones.

Se realizaron recorridos en transectos lineales de tiempo y longitud variables en horas luz, a bordo de una embarcación de fibra de vidrio de siete metros de eslora con un motor fuera de borda de 60 HP. Para detectar a los organismos, cada recorrido tuvo un mínimo de tres observadores con experiencia, quienes emplearon la técnica de ojo desnudo para la búsqueda activa mediante barridos visuales de 180° sobre el horizonte, hacia el frente y a cada lado de la embarcación. Se empleó el

método de “closing mode” (Buckland *et al.*, 2001), en el cual la embarcación abandona el transecto lineal para aproximarse a los grupos avistados para realizar una estimación más precisa del tamaño de grupo y la identidad de las especies. Se anotaron los datos de posición geográfica con un dispositivo GPS del lugar donde inició el avistamiento y donde este terminó, la hora inicial y

final del avistamiento, temperatura superficial del mar, número de individuos en el grupo, el comportamiento en el momento del avistamiento y los diferentes comportamientos durante el encuentro, para su corroboración se tomaron fotografías y videos. Se registró en lo posible, la composición del grupo, a través de presencia/ausencia de adultos, juveniles, crías y recién nacidos.

La abundancia relativa al esfuerzo de muestreo en kilómetros se calculó mediante la Tasa de Encuentro (TE). Es decir, la tasa de encuentro con base en el número de avistamientos por cada 100 km recorridos de acuerdo con Kiszka *et al.* (2007) $TE = n/L \times 100$, donde n es el número de encuentros (avistamientos) y L es la distancia total recorrida en kilómetros. Se calculó para cada especie de forma mensual y total a lo largo del periodo de estudio.

Para la distribución espacial se utilizaron los registros de avistamientos de cada especie y se generaron mapas con el programa ArcMap Versión 10.1. Para esto se emplearon las coordenadas geográficas de los avistamientos y los valores de profundidad y distancia a la línea de costa, los cuales se obtuvieron a partir de la capa SEMARNAT Mex_ADM. Para obtener los puntos de distancia a la costa se empleó la capa Estados_UTMZ14N. Para obtener la frecuencia de avistamientos respecto a la profundidad, se empleó el ráster GEBCO2014_120.0_10.

El comportamiento fue registrado según la metodología *ad libitum* la cual registra todo lo observado durante el tiempo de muestreo (Mann, 1999). El comportamiento se asignó a una de las cinco categorías propuestas por Montero-Cordero (2007).

1. Social: *a*) Interacción con embarcaciones: Los animales se acercan voluntariamente al bote y nadan en la proa o estribor. *b*) Interacciones

entre miembros del grupo o entre subgrupos: I. Persecución: Generalmente involucra distancias cortas o roces entre los individuos. II. Sexual: Nado de dos individuos vientre con vientre por un periodo corto. En ocasiones se observa los genitales del macho. III. Madre-cría. IV. Aéreo: saltos altos, saltos bajos, espionaje, golpes de cola, saltos horizontales y giros.

2. Alimentación: *a*) Búsqueda: buceos profundos sincronizados con exhalaciones sonoras. Puede haber cierto desplazamiento errático dentro de una gran área circular. *b*) Persecución: Se observa a los delfines consumiendo la presa. Lo anterior es evidenciado por persecuciones superficiales y natación rápida circular (sin perseguir a otro delfín).
3. Reposo: Movimientos lentos dentro de un grupo. Generalmente realizan inmersiones cortas y constantes.
4. Desplazamiento: Movimiento direccional persistente. Este puede ser lento o rápido.
5. Errático: desplazamiento sin dirección definida, manteniéndose dentro de una misma área.

RESULTADOS

Esfuerzo de muestreo

Se realizaron 25 navegaciones (figura 2), que representan 1,031.8 km navegados y 104.13 horas de observación (tabla 1). Se obtuvieron 94 avistamientos de distintas especies de cetáceos, pudiendo identificar nueve especies y en una ocasión no fue posible la identificación del organismo, por lo tanto, se asignó a su correspondiente familia (Delphinidae) (tabla 2).

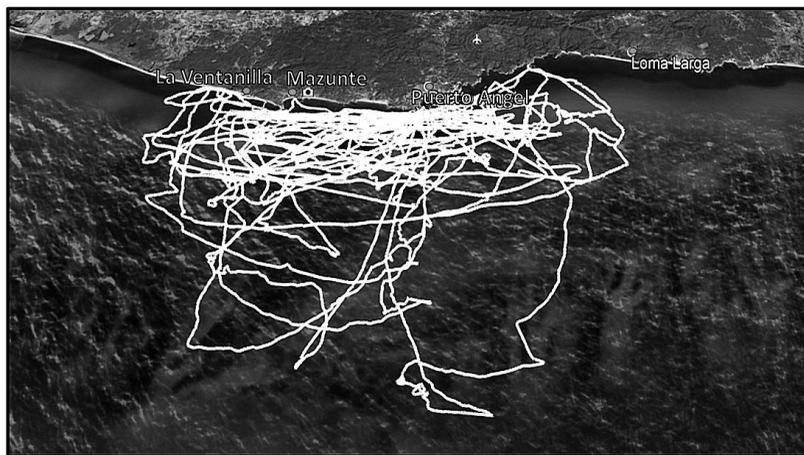


FIGURA 2

Rutas de los transectos recorridos en el área de estudio, entre los meses de diciembre 2019 y marzo 2020.

Fecha	No. de navegaciones	No. total de horas	km recorridos
Diciembre, 2019	6	27.7	290.3
Enero, 2020	10	36.25	353.4
Febrero, 2020	5	23.44	213
Marzo, 2020	4	16.74	175.1
Total de esfuerzo	25	104.13	1031.8
Media	6.25	26	257.95

TABLA 1 Esfuerzo de muestreo mensual.

Especies	No. Avistamientos
<i>Stenella attenuata</i>	32
<i>Stenella longirostris</i>	15
<i>Megaptera novaeangliae</i>	23
<i>Tursiops truncatus</i>	13
<i>Delphinus delphis</i>	4
<i>Balaenoptera edeni</i>	2
<i>Steno bredanensis</i>	2
<i>Ziphius cavirostris</i>	1
<i>Mesoplodon peruvianus</i>	1
Delphinidae	1
Total	94

TABLA 2 Especies avistadas durante los recorridos realizados en la CCO.

Tamaño de grupo y abundancia relativa

De los 47 avistamientos de las especies de interés, 15 fueron de *S. longirostris* y 32 de *S. attenuata*. Se observó un total de 803 individuos de *S. attenuata* en grupos que oscilaron de un solo individuo a 200 (25 en promedio \pm 49), lo cual es muy similar a lo observado por Cabrera-Arreola *et al.* (2010) y Cabrera-Arreola y Ortíz-Wolford (2012) en el Pacífico centro-este de Guatemala, donde esta especie presentó tamaños de grupo con 22 ± 25 y 36 ± 79 individuos en promedio, respectivamente, mientras que para *S. longirostris* se observaron 12,455 individuos en grupos de 15 a 1 500 individuos (830 en promedio \pm 523) lo cual difiere substancialmente con lo registrado por los mismos autores en su zona de estudio, ya que éstos observaron grupos más pequeños, de 304 ± 445 y 318 ± 376 individuos en promedio respectivamente (tabla 3).

Especie	Fecha	Rg
<i>S. attenuata</i>	14/12/19	10-13
	14/12/19	8-13
	21/12/19	3
	21/12/19	10
	21/12/19	8-10
	21/12/19	7
	24/12/19	200-250
	27/12/19	15-20
	27/12/19	20-30
	29/12/19	10-12
	29/12/19	10-15
	18/01/20	1
	19/01/20	2
	26/01/20	25-30
	26/01/20	6-8
	15/02/20	100-200
	15/02/20	20-30
	15/02/20	10
	15/02/20	4
	15/02/20	4
	15/03/20	6
	15/03/20	2
	15/03/20	14
	15/03/20	12
	15/03/20	200-300
	15/03/20	10-12
	21/03/20	3
	21/03/20	4-6
	21/03/20	4
	21/03/20	15-20
	21/03/20	40-50
	21/03/20	20-25
	Promedio: 25	

Especie	Fecha	Rg
<i>S. longirostris</i>	14/12/19	40-50
	29/12/19	15-20
	04/01/20	1500-2000
	18/01/20	800-1000
	18/01/20	600-800
	19/01/20	1500
	21/01/20	1000-1500
	08/02/20	800-1000
	09/02/20	800-1000
	15/02/20	1500-2000
	16/02/20	500-1000
	14/03/20	100-200
	15/03/20	800-1000
	15/03/20	1500-2000
	15/03/20	1000-1500
	Promedio: 830	

TABLA 3

Tamaño de grupos de *Stenella attenuata* y *Stenella longirostris* durante los encuentros

La especie con el mayor valor de abundancia relativa fue *S. attenuata* (TE=3.20) lo que contrasta con una menor abundancia de *S. longirostris* (TE= 1.45) (figura 3). La mayor abundancia relativa para ambas especies fue en el mes de marzo (*S. attenuata*: TE= 6.85 y *S. longirostris*: TE=3.11) y la menor abundancia relativa para *S. attenuata* fue en el mes de enero (TE= 1.13) y para *S. longirostris* en diciembre (TE= 1.41). Enero fue el mes donde el valor de abundancia relativa de ambas especies tuvieron la menor diferencia (TE= 0.28).

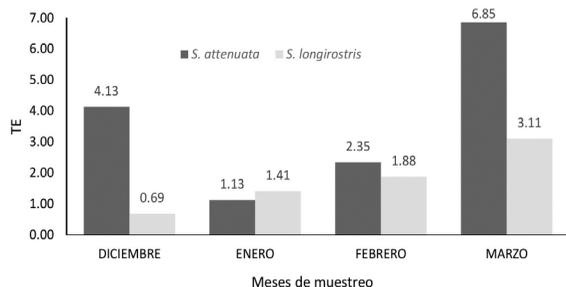


FIGURA 3

Abundancia relativa mensual determinada por TE de *Stenella attenuata* y *Stenella longirostris*.

Los resultados de este estudio difieren con lo registrado por Vázquez-Lozano (2015), ya que en su trabajo no se registró ningún avistamiento de *S. longirostris*, considerando que sus navegaciones se realizaron por nueve meses (desde marzo hasta agosto de 2012 y desde enero hasta marzo 2013), incluyendo todos los meses de la temporada en el que se desarrolló el presente estudio. De igual manera Meraz y Sánchez-Díaz (2008) en un periodo de estudio entre junio de 1999 y enero de 2004, obtuvieron una TE= 0.14 y Villegas-Zurita *et al.* (2018) obtuvieron una TE= 0.15 en un periodo de estudio entre diciembre de 2011 y abril de 2015. Esto resulta relevante en términos de distribución espacial y abundancia, ya que estos estudios previos, muestran menores abundancias y frecuencias en la CCO, y en el presente trabajo *S. longirostris* fue una de las especies más frecuente respecto a todas las especies registradas. El periodo 1995-2006 contiene 11 de los 12 años más cálidos de la temperatura mundial y en el 2015 se registró un evento extremo de *El Niño* (Pabón Caicedo y Montealegre-Bocanegra, 2017), el cual provoca cambios en la temperatura promedio de la superficie del mar de hasta 2.5°C, este fenómeno se ha asociado con la disminución de la productividad primaria, debido al aumento del espesor de la capa mixta de la termoclina (Wang *et al.*, 2017; Barreiro *et al.*, 2019). Lo cual podría ser una explicación de la baja abundancia y frecuencia, incluso ausencia de esta especie en dichos trabajos, ya que los delfines tienden a moverse hacia zonas donde pueden encontrar alimento y al no existir o al haber menos alimento en la zona, estos tienden a ir hacia mar adentro en busca del alimento. Dado el alcance de los objetivos de este trabajo, no es posible determinar dichos factores como causales de la baja abundancia de la especie en la zona, por ello es importante considerar estudios de largo plazo en la zona que permitan explicar los cambios de abundancia en las especies de mamíferos marinos en esta región del Pacífico sur de México.

Respecto a las asociaciones con otras especies, *S. longirostris*, en tres ocasiones se observó en asociación con atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) (figura 4) donde siempre el atún iba en frente del grupo. También se observó en asociación con el delfín común de rostro corto (*Delphinus delphis*), los cuales no iban mezclados, sino que el grupo de *S. longirostris* era compacto y de menor tamaño y se mantenían dentro de los subgrupos que estaban muy dispersos. En un avistamiento se observaron estas tres especies juntas.



FIGURA 4

Asociación de *Stenella. longirostris* con atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*). Foto: Dayana H.

Para el caso de *S. attenuata*, en una ocasión se observó con un grupo de cinco toninas (*Tursiops truncatus*), en otra escoltando un grupo de dos ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) y en cuatro ocasiones con bobos cafés (*Sula leucogaster*) y pardelas (*Ardenna pacifica*) (figura 5).



FIGURA 5

Asociación bobos cafés (*Sula leucogaster*) con *Stenella attenuata*. Foto: Priscila S.

Distribución espacial

Stenella attenuata presentó una distribución más amplia, teniendo avistamientos muy cercanos a la línea de costa (0.3 km) así como también avistamientos alejados de la línea de costa (12.1 km), con un promedio de 5.0 ± 3.3 km (figura 6). De la misma manera, en cuanto a la profundidad se observó una gran variación, presentándose a una profundidad mínima de 15.1 m y máxima de 2 132 m con un promedio desde $1,193.9 \pm 631.5$ m (figura 7).

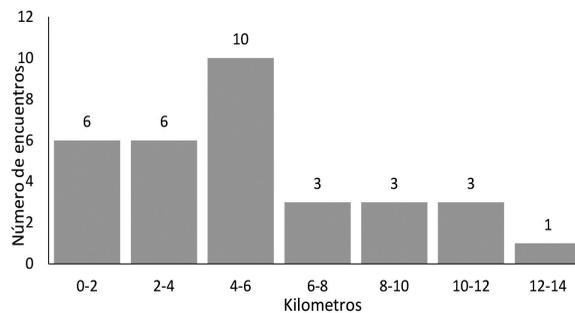


FIGURA 6

Distancia a la línea de costa (km) de *Stenella attenuata* durante las observaciones de diciembre 2019 a marzo 2020.

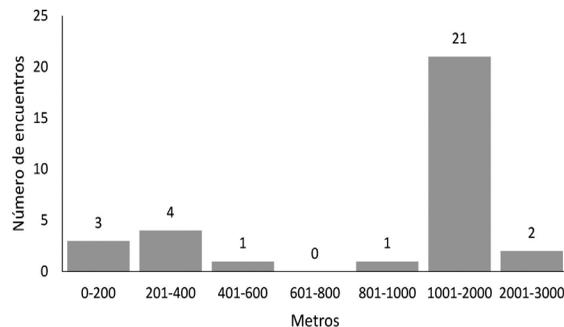


FIGURA 7

Profundidad (m) de la columna de agua donde se observó *S. attenuata* durante las observaciones de diciembre 2019 a marzo 2020.

S. longirostris presentó una distribución un poco más compacta y más alejados de la línea de costa, con una distancia mínima de 1.9 km. y máxima de 15.1 km. (Figura 6) con un promedio de 4.6 ± 3.8 km. a la línea de costa, por otra parte, para la profundidad se obtuvo una profundidad mínima de 286.3 m. y una máxima de 2,132 m. con un promedio de $1,209 \pm 616.1$ m. (figura 7). En la figura 8 se puede observar la distribución de ambas especies.

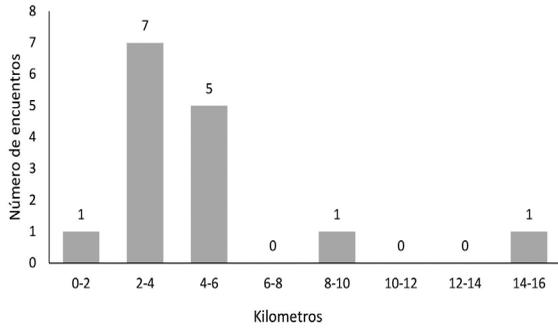


FIGURA 8

Distancia a la línea de costa (km) de *Stenella longirostris* durante las observaciones de diciembre 2019 a marzo 2020.

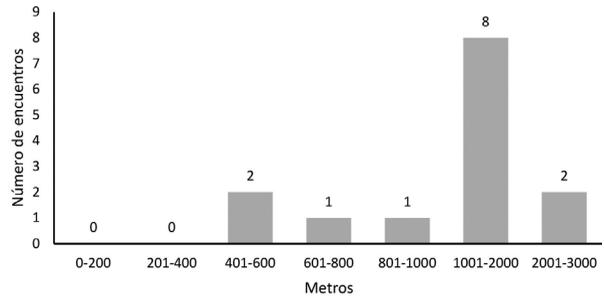


FIGURA 9

Profundidad (m) de la columna de agua donde se observó *Stenella longirostris* durante las observaciones de diciembre 2019 a marzo 2020.

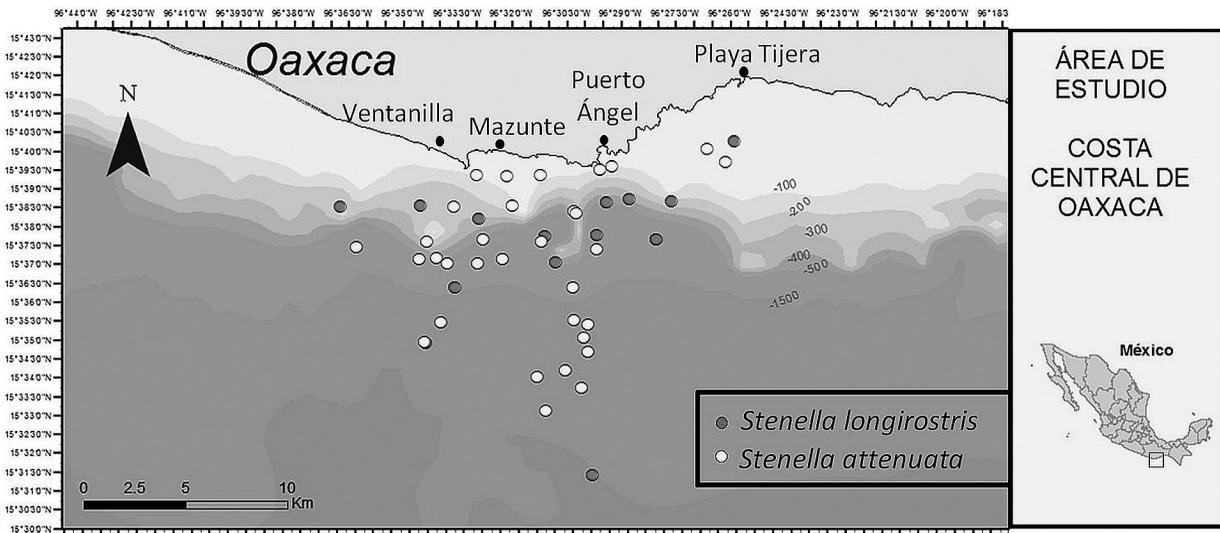


FIGURA 10

Distribución espacial de los avistamientos de *Stenella longirostris* y *Stenella attenuata* frente a la costa de Oaxaca.

Al respecto Cabrera-Arreola *et al.* (2012) describen en el Pacífico Central de Guatemala, una distribución de *S. attenuata* costera donde la profundidad es menor a 200 m y para *S. longirostris*, distribuciones distantes de la costa (60-197 km), de la misma manera Cabrera-Arreola (2011) menciona para el Pacífico este de Guatemala, que los intervalos de distribución para *S. longirostris*, fueron entre los 44 y 80 km de la costa, y con profundidades entre los 200 y 500 m y para *S. attenuata*, desde los 7 hasta los 65 km de la línea de costa.

Referente a la variable de la distancia a la línea de costa, no puede contrastarse con el presente trabajo ya que las navegaciones estuvieron limitadas a una distancia de 18 km. Sin embargo, resalta el hecho de que ambas

especies se registraron a una distancia menor en la CCO, siendo los avistamientos de mayor distancia a la línea de costa de 12.1 km para *S. attenuata* y 15.1 km para *S. longirostris*. Resalta además que la profundidad de los registros fue comparativamente mayor, avistándose con la mayor profundidad (2 132 m) para ambas especies. Esto podría explicarse debido a diferencias en la pendiente de la plataforma continental en cada área de estudio, ya que la CCO presenta una plataforma continental angosta (4–6 km) (De la Lanza, 1991), con profundidades mayores a 4, 000 m muy cerca de la costa, a diferencia de la plataforma continental frente a la costa de Guatemala la cual comprende desde la línea de costa hasta los 200 m. con un ancho promedio de 60 km (Cabrera-Arreola *et al.*, 2012)

Comportamiento

Delfín manchado (S. attenuata)

Durante los recorridos, el comportamiento que se observó con más frecuencia fue el aéreo: 15 ocasiones y el menos frecuente fue el de persecución entre individuos: 2 ocasiones (figura 11).

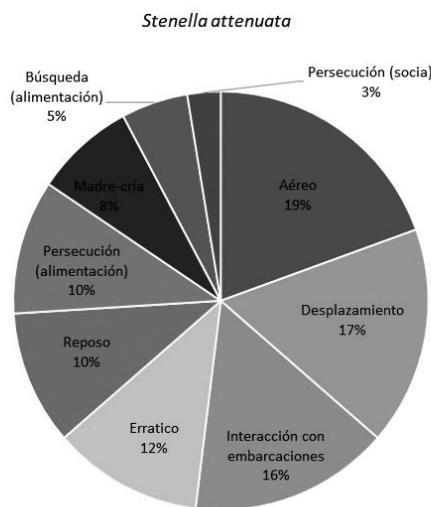


FIGURA 11

Comportamientos registrados de *Stenella attenuata*.

En 28 ocasiones se observó que los individuos se desplazaban en grupos muy dispersos. Durante los avistamientos, evadían las embarcaciones que se acercaban a realizar la observación de estos, Montero-Cordero (2007) registró resultados similares en Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica, donde los delfines presentaban diversas reacciones negativas ante las embarcaciones de turismo, como cambios de comportamiento, alejamiento, cambio de dirección y aumento en el tiempo de buceo. En pocas ocasiones tuvieron una interacción durante un tiempo muy corto (± 1 minuto), generalmente nadaban cerca de la proa o pasaban de un lado a otro, Vázquez-Lozano (2015) también pudo observar dicho comportamiento y que este era realizado por muy pocos individuos del grupo especialmente crías y juveniles y durante un tiempo muy corto, lo cual concuerda con lo observado en este trabajo.

Cuando se les observó alimentándose, lo hacían dentro de parches grandes y dispersos, estos podían ser vistos desde lejos ya que siempre había aves volando. Cuando las condiciones del mar lo permitían se podía ver por debajo del agua el cardumen de peces y como eran perseguidos

por los delfines y también los peces en los picos de las aves, incluso en la boca de un delfín (figura 10).

Delfín tornillo (S. longirostris)

El comportamiento que se observó con mayor frecuencia fue el aéreo en 14 ocasiones y la interacción con la embarcación: 14, mientras que la búsqueda (alimentación): 1 y la persecución (alimentación): 1 fueron los de menor frecuencia (figura 19).

En 14 de los 15 encuentros, estos se aproximaban a la embarcación a nadar en la proa, o bien inspeccionaban el bote nadando de un lado a otro, por lo cual en este trabajo la consideramos como una especie curiosa, siempre se encontraban dando saltos altos y de cuerpo completo o de costado y giros característicos de la especie, de hecho, por este comportamiento fue como se avistaban en la mayoría de las ocasiones. En diversas ocasiones se observó navegando a las embarcaciones de turismo dentro o por encima del grupo, sin que los delfines presentaran un cambio en su comportamiento (figura 11) a diferencia de *S. attenuata* que, en la mayoría de los casos, evadían las embarcaciones. Con relación a esto, Danil *et al.* (2005) observaron en la playa Maku'a en Hawai que estos delfines mostraron un cambio en el comportamiento de descanso en presencia de nadadores, sin embargo, el comportamiento aéreo no se vio afectado. Esto resulta relevante ya que en el área los tours operadores promueven y ofertan el nado con delfines, utilizando a *S. longirostris* para dicha actividad, es decir, el aprovechamiento no extractivo de la especie ya se da en la zona sin ninguna regulación. Otro comportamiento aéreo muy común fue los golpes de cola sobre la superficie, en ocasiones eran repetitivos y tardaban varios segundos. Norris y Dohl (1980) quienes reportan diversas variedades dentro del comportamiento aéreo en la isla de Hawái, los cuales fueron giros, salto de cola por encima de la cabeza, golpe de cabeza, golpe de espalda y golpe de cola.

En una ocasión se pudo observar a un individuo en interacción con una bolsa de plástico con la cual probablemente jugaba ya que, al darle seguimiento fotográfico, se corroboró que primero la llevaba en la boca y después de aproximadamente ocho minutos y de dar muchos saltos de diferente manera, se le observó en la aleta dorsal (figura 12). por lo que se descarta que estuviera atrapado con la bolsa, tampoco puede descartarse que en la interacción participaran varios organismos ya que en esta especie es muy difícil identificar de manera individual a cada organismo debido a la gran similitud morfológica entre individuos



FIGURA 12 Aves volando sobre parche de alimentación de delfines. Foto: Priscila S.

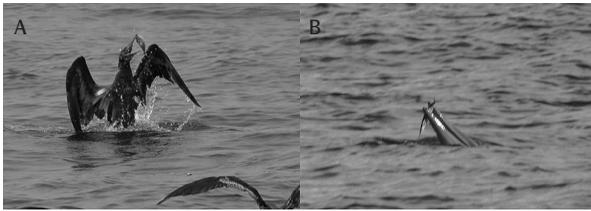


FIGURA 13 A) Bobo café (*Sula leucogaster*) y B) Delfin manchado (*Stenella attenuata*) capturando peces durante el registro de alimentación en la Costa Central de Oaxaca. Foto: Francisco V.

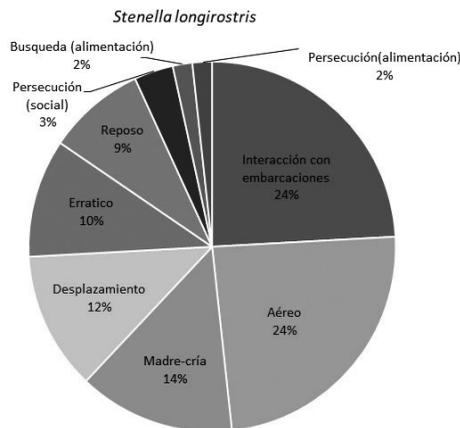


FIGURA 14 Comportamientos registrados de *Stenella longirostris*.

Descripción del comportamiento según el tamaño de grupo

El comportamiento de alimentación en *S. attenuata*, fue observado con un promedio mayor de individuos (36) en comparación de los comportamientos de reposo (11) y errático (11). Mientras que para *S. longirostris* se observó que en el comportamiento de reposo se presentó en grupos más grandes (863) y la actividad de alimentación se realizaba en grupos menores (40). En la tabla 4, se observa la relación del tamaño de grupo según el comportamiento.

Rango			
Especie	Mínimo	Máximo	Media
Social			
<i>S. attenuata</i>	2	200	15
<i>S. longirostris</i>	15	1 500	830
Alimentación			
<i>S. attenuata</i>	2	200	36
<i>S. longirostris</i>	40	40	40
Reposo			
<i>S. attenuata</i>	2	20	11
<i>S. longirostris</i>	15	1 500	863
Desplazamiento			
<i>S. attenuata</i>	1	200	25
<i>S. longirostris</i>	15	1 000	579
Errático			
<i>S. attenuata</i>	4	25	11
<i>S. longirostris</i>	100	1 500	833

TABLA 4 Comparación del tamaño de grupo y el tipo de comportamiento.

Al respecto, Ortiz-Wolford (2011) en el Pacífico este de Guatemala registró en *S. longirostris* el comportamiento de alimentación únicamente en grupos de más de 100 individuos. El comportamiento de socialización fue observado tanto en grupos pequeños de entre 10-20 individuos, medianos de entre 40-50 individuos, y grandes de más de 100 individuos, este último con mayor frecuencia. Esto difieren en gran medida con los resultados obtenidos en este trabajo ya que como se ha mencionado la alimentación se observó en un grupo muy pequeño y la socialización fue observada siempre en grupos muy grandes.



FIGURA 15 Interacción social de *Stenella longirostris* con embarcación. Foto: Priscila S.



FIGURA 16

Delfín posiblemente jugando con una bolsa de plástico. Foto: Francisco V.

CONCLUSIONES

La distribución de *S. longirostris* y *S. attenuata* en la CCO es homogénea y amplia ya que se encontraron en toda el área de estudio, durante toda la temporada seca y con reducida diferencia en sus abundancias. Ambas especies coexisten en el mismo hábitat costero por lo que es probable que exista una competencia por presas y espacio, sin embargo, presentan diferencia en su distribución, donde *S. longirostris* mostró un límite de ausencia notoria en una banda costera que va desde los 0 km hasta los 2 km frente a la línea de costa. Otro punto que resaltar es que a diferencia de *S. attenuata*, *S. longirostris* no presenta cambios evidentes de comportamiento, especialmente el de evasión, ante la presencia de embarcaciones y turistas que realizan el aprovechamiento no extractivo en la zona

de estudio, lo cual podría representar una amenaza a su conservación si la actividad no es regulada.

La literatura científica publicada sobre la distribución, abundancia y comportamientos de *S. attenuata* y *S. longirostris* en la costa de Oaxaca y el Pacífico mexicano son escasos. Por ello, es importante que continúen los esfuerzos para generar estudios de mediano y largo plazo, de mayor amplitud en términos de temporalidad, especies y área cubierta. Finalmente, la información generada en este trabajo de investigación (previamente no existente) es relevante y actualizada para ambas especies en la Costa Central de Oaxaca, la cual puede ser útil al servir como base complementaria para impulsar futuros estudios y desarrollar estrategias de manejo y conservación eficaces de los mamíferos marinos de Oaxaca y el sur de México.

LITERATURA CITADA

BARREIRO, M., ARIZMENDI, F. Y R. TRINCHIN, 2019. Variabilidad observada del clima en Uruguay. Informe Técnico Plan Nacional de adaptación Costera y el Plan Nacional de Adaptaciones en Ciudades, Convenio MVOTMA-Facultad de Ciencias. 52 pp.

- BUCKLAND, S., D. ANDERSON, K. BURNHAM, L. LAAKE, D. BORCHERS & L. THOMAS, 2001. *Introduction to Distance Sampling: Estimating abundance of Biological Populations*. Oxford University Press, Oxford, UK. 432 pp.
- CABRERA-ARREOLA, A., 2011. *Distribución y selección de hábitat de cetáceos en el Pacífico este de Guatemala*. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala facultad de ciencias químicas y farmacia. Guatemala.
- CABRERA-ARREOLA, A. Y J. ORTÍZ-WOLFORD, 2012. Distribución espacio-temporal y patrones de comportamiento del delfín manchado (*Stenella attenuata*) y el delfín tornillo (*Stenella longirostris*) en el Pacífico centro-este de Guatemala. *Ciencia y conservación*. 3: 5-14.
- CABRERA-ARREOLA, A., J. ORTÍZ-WOLFORD Y J. ROMERO-GUEVARA, 2010. Cetáceos de la Costa Pacífica de Guatemala PARTE I: PACÍFICO ESTE. Documento Técnico No. 75. CONAP.
- CABRERA-ARREOLA, A., J. ORTÍZ-WOLFORD Y J. ROMERO-GUEVARA, 2012. Cetáceos de la Costa Pacífica de Guatemala PARTE II: PACÍFICO CENTRAL. Documento Técnico No. 102. CONAP.
- CUBERO-PARDO, P., 2007. Distribución y condiciones ambientales asociadas al comportamiento del delfín bufeo (*Tursiops truncatus*) y el delfín manchado (*Stenella attenuata*) (Cetacea: *Delphinidae*) en el Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 55 (2): 549-557.
- DANIL, K., D. MALDINI K. MARTEN, 2005. Patterns of Use of Maku'a Beach, O'ahu, Hawai'i, by Spinner Dolphins (*Stenella longirostris*) and Potential Effects of Swimmers on Their Behavior. *Aquatic Mammals*. 31 (4): 403-412.
- DE LA LANZA, G., 1991. *Pacífico Tropical Mexicano. Cabo Corrientes a la frontera con Guatemala*. 151-176. In De la Lanza, G. (ed.) *Oceanografía de los mares mexicanos*. AGT, México. 158 pp.
- KISZKA, J., P. ERSTS, & V. RIDOUX, 2007. Cetacean diversity around the Mozambique Channel Island of Mayotte (Comoros archipelago). *Cetacean Res. Manage*. 9 (2): 105-109.
- MANN, J., 1999. Behavioral sampling methods for cetaceans: a review and critique. *Marine Mammal Science*. 15 (1): 102-122.
- MERAZ, J. Y V. SÁNCHEZ-DÍAZ, 2008. Los mamíferos marinos en la costa central de Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 79: 143-151.
- MONTERO-CORDERO, A., 2007. Comportamiento del delfín manchado, *Stenella attenuata graffmani* en Bahía Drake e Isla del Caño durante la época seca. Tesis de maestría. Sistema de estudios de postgrado. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
- NORRIS, K. Y T. DOHL, 1980. Behavior of the hawaiian spinner dolphin, *Stenella longirostris*. *Fishery bulletin*. 4 (77): 821-849
- ORTIZ-WOLFORD, J., 2011. *Comportamiento de socialización y alimentación de tres especies de delfines (Tursiops truncatus, Stenella longirostris y Delphinus delphis) en el cañón de San José y la fosa centroamericana- Pacífico este de Guatemala*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- PABÓN-CAICEDO, J Y MONTEALEGRE-BOCANEGRA, J. 2017. *Los fenómenos de El Niño y de La Niña, su efecto climático e impactos socioeconómicos*. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- REEVES, R., B. SMITH, E. CRESPO & G. NOTARBARTOLO DI SCIARA, 2003. *Dolphins, Whales and Porpoises: 2002-2010 Conservation Action Plan for the World's Cetaceans*. Inglaterra: IUCN/SSC Cetacean Specialist Group.

- VÁZQUEZ-LOZANO, M., 2015.** *Composición y abundancia de cetáceos de la porción central de Oaxaca, México.* Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- VILLANOVA-SOLANO, C., 2017.** *Evolución temporal de las características de la vocalización lp08i del dialecto del grupo de orcas (*Orcinus orca*) de Loro Parque.* Tesis de licenciatura. UNIVERSITAT D' ALACANT. España.
- VILLEGAS-ZURITA, F., F. CASTILLEJOS-MOGUEL, F. BENÍTEZ-VILLALOBOS Y J. URBÁN-RAMÍREZ, 2018.** Diversidad alfa de mamíferos marinos del Pacífico sur mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad.* 89: 898 – 909.
- WANG, C., C. Deser, J. Yu, P. Dinezio y A. Clement, 2017.** El Niño and southern oscillation (ENSO): a review. En: *Coral reefs of the eastern tropical Pacific, Springer.* 85-106 pp.

Participación de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos en la revista *LACANDONIA*, UNICACH

Adriana Caballero Roque

Laboratorio de Alimentación Sustentable, edificio 22 CU. Adriana.caballer@unicach.mx

MI participación en el comité editorial de la revista de Ciencias de Unicach *LACANDONIA*, está llena de experiencias humanas, académicas y científicas.

Transcurría el primer semestre del año 2007, cuando surgió el proyecto y el reto de iniciar con la creación de una revista que diera cuenta de la producción científica que se desarrolla en las diferentes unidades académicas de la Universidad.

Llega a mi mente que con muchas expectativas el doctor Beultelspacher nos convocaba en un salón al lado de la Dirección de Biología, nos reuníamos con mucho gusto los representantes de las licenciaturas que en su momento aceptaron participar.

Recuerdo a los compañeros que con mayor frecuencia asistíamos a las primeras reuniones, doctor Miguel Ángel Pérez Farrera, doctora. Flor Marina Bermúdez Urbina, doctor José Armando Velasco Herrera y el doctor Carlos, siempre con entusiasmo y muchas ideas, posteriormente hubo algunos cambios, algunos dejaron de asistir y se incorporaron nuevos compañeros.

Uno de los primeros trabajos fue elegir el nombre de la revista que pudiera representar la diversidad de temas de las licenciaturas participantes, hubo varias opciones pero finalmente se decidió por *Lacandonia*, que en su momento se explicó el significado.

Se nos solicitó como tarea llevar la invitación y motivar a los docentes de las diferentes licenciaturas para que se animaran a participar con algún artículo para la revista. Una de las situaciones que se platicaban en el comité era que esta revista fuera el espacio para que los docentes que no tenían mucha experiencia en publicar, podían tener la oportunidad de presentar sus trabajos e investigaciones para ir avanzando y practicando.

Después de realizar las invitaciones se empezaron a recibir los manuscritos y se inició el trabajo de revisiones y correcciones para finalmente tener la información en condiciones de publicarse.

La primera edición de *LACANDONIA* fue en el mes de diciembre 2007 (año 1, volumen 1, número 1). El pri-

mer artículo con el que participó la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos fue “Alternativa alimentaria para aumentar el consumo de cebolla (*Allium cepa*) en el estado de Chiapas”, este trabajo de investigación fue realizado por estudiantes y docentes de la licenciatura en Nutriología. Con este primer volumen publicado fue más sencillo motivar a otros compañeros para que se animaran a mandar sus artículos.

Para la segunda edición en el mes de junio 2008 (año 2, volumen 2, número 1). Se participó con el artículo “Experiencia alimentaria en una comunidad marginada del estado de Chiapas”, en esta investigación participaron otros docentes y alumnos de la licenciatura en Nutriología.

Y así sucesivamente en cada edición semestral hubo participación de artículos de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. De esta forma transcurrieron los cinco primeros años (2012) y luego otros cinco (2017), en esa época empezaron a surgir dificultades para la publicación impresa de la revista y así llegamos a los XV años (2022), actualmente la edición de la revista *LACANDONIA* se hace en formato digital, lo que ha ocasionado una disminución en la participación de docentes y estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Puedo comentar que muchos de los docentes que participaron con artículos en la revista *LACANDONIA* han logrado una destacada trayectoria académica y de publicaciones en diversas revistas nacionales e internacionales.

Al llegar a este momento de la historia se continúa participando como parte del Comité Editorial en el proceso de revisión de artículos que no han dejado de llegar, en especial de los compañeros biólogos del Instituto de Ciencias Biológicas. Es un gusto para mí poder seguir contribuyendo al logro de estos XV años de la revista. Muchas gracias a todos los que hacen posible su permanencia, con los mejores deseos para que logre consolidarse y cumplir la misión para la que fue creada.

NORMAS EDITORIALES

REVISTA LACANDONIA

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

Los trabajos que aquí se publican son inéditos, se relacionan con temas de actualidad e interés científico. Tendrán prioridad para su publicación aquellos artículos generados por miembros de la comunidad de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Pueden ser artículos científicos, técnicos, ensayos o notas escritos en un lenguaje claro y accesible, en tercera persona, en español o inglés y que se ajusten a las siguientes Normas Editoriales:

El manuscrito será arbitrado por dos revisores especializados en el tema para su aceptación y publicación. El dictamen del Comité Editorial de esta revista de ciencias será inapelable.

Se entregará el original con dos copias, en papel tamaño carta, escrito a doble espacio y con un margen de 3 cm a cada lado y páginas numeradas y guardado en un CD.

Es responsabilidad del autor realizar las correcciones a que haya lugar después de la evaluación, para lo cual se le devolverá el manuscrito y el CD. La versión definitiva se entrega tanto en CD como impresa a más tardar 15 días hábiles de que haya sido devuelta.

El documento se captura en Word 6.0 para Windows 95 o posterior, con letra Calibri o Times New Roman 12 y con el texto justificado. Los dibujos, figuras, mapas y cuadros se entregarán en CD o en original en tinta china; las fotografías a color o en blanco y negro, en papel brillante y con alto contraste. Todos éstos, claros y pertinentes, con pie de figura y con el correspondiente señalamiento del sitio donde irán insertados en el texto.

La extensión deseable de los trabajos será desde 5 hasta 20 cuartillas, cuando sea necesario se podrán extender más. El orden de las secciones para los manuscritos es:

- TÍTULO
- AUTOR(ES)
- RESUMEN
- INTRODUCCIÓN
- METODOLOGÍA
- RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- LITERATURA CITADA

Título: corto e informativo de acuerdo con lo expresado en el texto. Escrito en mayúsculas y negritas.

Autores: nombre y apellidos, centro de trabajo, dirección, teléfono y fax y correo electrónico para facilitar la comunicación. El número de autores por artículo no debe pasar de seis.

Resumen: describe brevemente el diseño metodológico, los resultados y conclusiones del trabajo en forma concisa. Deberá acompañarse del mismo traducido de preferencia al inglés o a alguna otra lengua. Inmediatamente después del Resumen, se incluirán las Palabras Clave y también se traducirán al idioma en el que esté el Resumen en otra lengua.

Introducción: se presenta el tema enmarcando brevemente las cuestiones planteadas, justificación, razones para exponerlas, objetivos e impacto social o científico del trabajo y el orden en que se desarrollarán las ideas. Se describe brevemente la metodología empleada.

Resultados o cuerpo del texto: desarrolla las ideas planteadas al inicio de manera organizada. Se recomienda utilizar subtítulos. Esta sección incluye el análisis y la discusión de las ideas.

Se concluye resaltando en pocas palabras el mensaje del artículo: qué se dijo, cuál es su valor, para terminar con lo que está por hacer.

Las citas en el texto se escriben de acuerdo con los siguientes ejemplos: Rodríguez (1998) afirma..., Rodríguez y Aguilar (1998); Rodríguez *et al.* (1998) cuando sean tres o más autores; si sólo se menciona su estudio, escribir entre paréntesis el nombre y año de la publicación: (Rodríguez, 1998) o (Rodríguez, 1998: 35).

Al finalizar el texto se describe la literatura citada en el texto, de acuerdo con los siguientes ejemplos, si se trata del artículo publicado en una revista, tanto el título como el volumen, número y páginas, deberán escribirse en cursivas; en el caso de libros, el título de los mismos deberán ir en cursivas, de acuerdo con los siguientes ejemplos:

Para un artículo de revista:

VERDUGO-VALDEZ, A.G. y A.R. GONZÁLEZ-ESQUINCA, 2008. Taxonomía tradicional y molecular de especies y cepas de levaduras. *LACANDONIA, Rev. Ciencias UNICACH 2 (2): 139-142.*

Para un libro:

HÁGSATER, E., M.A. SOTO ARENAS, G.A. SALAZAR CH., R. JIMÉNEZ M., M.A. LÓPEZ R. Y R.L. DRESSLER, 2005. *Las orquídeas de México.* Edic. Productos Farmacéuticos, S.A. de C.V. 302 p.

El material ilustrativo –dibujos y fotografías– deberán ser de calidad, es decir, deberán enviarse en el máximo formato que puedan capturarse; en el caso de los dibujos –figuras morfológicas, mapas y gráficas– deberán hacerse en tinta china y arreglados en láminas que permitan su adecuada reducción en la imprenta, así como el aprovechamiento del espacio; los números que contengan, deberán ser en Letraset, plantilla y Leroy y en tinta china. Las fotografías serán de preferencia en blanco y negro, pero también –si es necesario– podrán ser en color, bien contrastadas e impresas en papel brillante, o de preferencia digitalizadas. Todo el material gráfico deberá presentarse digitalizado en un CD, en una carpeta distinta a la del texto y con los datos escritos sobre el mismo del título, del artículo, así como del (o los) autor(es). Títulos y subtítulos de cada uno de los artículos se debe escribir con mayúsculas y minúsculas; el subtema del subtítulo con negritas, también con altas y bajas.

En el caso de las notas, no requieren de resumen ni de bibliografía, y si se hace alusión a alguna publicación, ésta deberá ser citada dentro del propio texto.

Los originales no serán devueltos.

Enviar sus contribuciones al Dr. Carlos R. Beutelspacher, editor de la revista *LACANDONIA* de la UNICACH rommelbeu@gmail.com o bien al miembro del Comité Editorial de la respectiva escuela:

BIOLOGÍA: Dr. Miguel Ángel Pérez-Farrera y Dr. Gustavo Rivera Velázquez

INGENIERÍA AMBIENTAL: Dr. Raúl González Herrera

INGENIERÍA TOPOGRÁFICA: Dr. Guillermo Ibáñez Duharte

NUTRICIÓN: Dra. Adriana Caballero Roque

PSICOLOGÍA: Dr. Germán Alejandro García Lara

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS, agosto de 2022

Directorio del Instituto de Ciencias Biológicas

Mtro. Ricardo Hernández Sánchez
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Mtra. Erika Cecilia Pérez Ovando
SECRETARIA ACADÉMICA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

C.P. Fernando Morales Gómez
SECRETARIO ADMINISTRATIVO

Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro
COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO DEL INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Dra. Ruth Percino Daniel
COORDINADORA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

Mtro. Delmar Cancino Hernández
COORDINADOR DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA MARINA Y MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS

Dr. José Antonio de Fuentes Vicente
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS TROPICALES

Dr. Eduardo Estanislao Espinosa Medinilla
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Mtra. Alejandra Riechers Pérez
MAESTRÍA EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS

Dra. Alma Rosa González Esquinca
COORDINADORA DEL DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNAM CON SEDE EN LA UNICACH

Dr. Iván de la Cruz Chacón
COORDINADOR DEL DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS TROPICALES

Rectoría

Mtro. Juan Jose Solórzano Marcial
RECTOR

Dra. Magnolia Solís López
SECRETARÍA GENERAL

Dr. Rafael de Jesús Araujo González
SECRETARIO ACADÉMICO

Lic. Victor Manuel Moreno Constantino
ABOGADO GENERAL

Lic. Enrique Pérez López
DIRECTOR GENERAL DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

Mtro. Ricardo Hernández Sánchez
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



Producción Editorial
Universitaria 2022