

11-24-2015

Estudios en Biodiversidad, Volumen I

Griselda Pulido-Flores

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, g.pulido.flores@gmail.com


Scott Monks

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, monks.scott@gmail.com

Maritza López-Herrera

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Follow this and additional works at: <http://digitalcommons.unl.edu/zeabook>

 Part of the [Biodiversity Commons](#), [Food Science Commons](#), [Fungi Commons](#), [Marine Biology Commons](#), [Parasitology Commons](#), [Pharmacology, Toxicology and Environmental Health Commons](#), [Population Biology Commons](#), and the [Terrestrial and Aquatic Ecology Commons](#)

Recommended Citation

Pulido-Flores, Griselda; Monks, Scott; and López-Herrera, Maritza, "Estudios en Biodiversidad, Volumen I" (2015). *Zea E-Books*. Book 35.

<http://digitalcommons.unl.edu/zeabook/35>

This Book is brought to you for free and open access by the Zea E-Books at DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln. It has been accepted for inclusion in Zea E-Books by an authorized administrator of DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln.

Estudios en Biodiversidad

Volumen I



Editores

Griselda Pulido-Flores, Scott Monks, & Maritza López-Herrera

Contribuidores

Cuauhtémoc Araujo-Andrade
Nahara Ayala-Sánchez
Christian Elizabeth Bautista-Hernández
René Bernardo Elías Cabrera-Cruz
Jonatan Carbajal-Violante
Jorge Cadena-Iñiguez
Ana María Castagnino
Edgar León Esparza-Ibarra
Jorge Falcón-Ordaz
Luis García-Prieto
Sergio García-Ibáñez
Juan Carlos Gaytán-Oyarzún
Jaime Salvador Gil-Guerrero
Humberto González-González
Marco Antonio González-González
Irving Giovanni González-Salazar
Víctor Gutiérrez-Pacheco
Sarahi Hernández-Hernández
J. Santos Hernández-Zepeda
Miguel Ángel Islas-Santillán
Edvino Larumbe-Morán
Gladys Linares Fleites
Georgina Lira-Guerrero
Berenice N. López-Gutiérrez
Maritza López-Herrera
Rocío López-Velasco
Marco Antonio Marín-Castro

Miguel A. Melo-García
Scott Monks
Consuelo Montalvo-Marques
Branly Olivier-Salomé
Blanca Estela Pérez-Escandón
Amelia Portillo-López
Griselda Pulido-Flores
Tania Raymundo-Ojeda
Roxana Rico-Mora
Amado Erick Rodríguez-Ibarra
América Rodríguez-Herrera
Agustín A. Rojas-Herrera
Julio César Rolón-Aguilar
Leticia Romero-Bautista
Ana Yolanda Rosas-Acevedo
José Luis Rosas-Acevedo
Erich Dietmar Rössel-Kipping
Audel Sánchez-Infante
Virginia Silva-Díaz
Sonia Emilia Silva-Gómez
Irma Soria-Mercado
José Antonio Ticante Roldán
José Silvestre Toxtle-Tlamani
Ricardo Valenzuela-Garza
Miguel Ángel Villavicencio-Nieto
Juan Violante-González



Cuerpo Académico de Uso, Manejo y Conservación de la Biodiversidad

Cover: *Escherbothrium molinae* Berman and Brooks, 1984 (Francisco Zaragoza-Tapia)

Zea Books
Lincoln, Nebraska

UNIVERSITY OF
Nebraska
Lincoln

Estudios en Biodiversidad

Volumen I

Editores

Griselda Pulido-Flores

Scott Monks

Maritza López-Herrera



Cuerpo Académico de Uso, Manejo y
Conservación de la Biodiversidad

Zea Books
Lincoln, Nebraska
2015

Cuerpo Académico de Uso, Manejo y Conservación de la Biodiversidad

Ciudad del Conocimiento
Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5 s/n
C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México

Text and illustrations copyright © 2015 by the respective authors. All rights reserved.
Texto e ilustraciones de autor © 2015 por los respectivos autores. Todos los derechos reservados.

ISBN 978-1-60962-072-1 paperback/ libro de bolsillo

ISBN 978-1-60962-073-8 ebook

Set in Georgia and Segoe types. Composition by Paul Royster.

Tipografía en Georgia y Segoe. Composición de Paul Royster.



Zea Books are published by the University of Nebraska–Lincoln Libraries.
Zea Books son publicados por la Biblioteca de Universidad de Nebraska-Lincoln.

Electronic (pdf) edition available online at / Electrónica (pdf) edición disponible en línea en
<http://digitalcommons.unl.edu/zeabook/>

Print edition can be ordered from / Edición Impresa se puede pedir a
<http://www.lulu.com/spotlight/unllib>

Presentación

Este libro es el producto del trabajo colegiado que han desarrollado los profesores, investigadores, y estudiantes que conforman la Red Temática de Calidad Ambiental y Desarrollo Sustentable, a través del macroproyecto “Evaluación del impacto ambiental por actividades antropogénicas: Alternativas de mitigación”. El cual fue apoyado con recursos financieros por parte del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP), de la Secretaría de Educación Pública (SEP) en México.

Las instituciones de educación superior y cuerpos participantes en la red temática son la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (Uso, Manejo y Conservación de la Biodiversidad UAEH-CA-10; Ciencias Ambientales UAEH-CA-59); Universidad Autónoma de Guerrero (Recursos Naturales Marinos y Costeros UAGRO-CA-143; Ambiente y Desarrollo Regional UAGRO-CA-29; Procesos Sociales, Económicos y Políticos en el Desarrollo Regional UAGRO-CA-110); Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (Desarrollo Sustentable BUAP-CA-165; Evaluación, Manejo y Conservación de Sistemas Agroproductivos y Forestales BUAP-CA-93; Ingeniería en materiales BUAP-CA-177); Universidad Autónoma de Zacatecas (Biología Experimental en Plantas UAZ-CA-131); Universidad Autónoma de Baja California (Biotecnología Integral UABC-CA-51); Universidad Autónoma de Tamaulipas (Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable UAT-CA-29).

Cada una de las contribuciones giran entorno al conocimiento de la biodiversidad, manejo y conservación de los recursos naturales de algunas entidades federativas de México; particularmente de Hidalgo, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Baja California, Tamaulipas, Zacatecas y Puebla.

Griselda Pulido-Flores, Scott Monks y Maritza López-Herrera
Editores científicos

Contribuciones

Revisión bibliográfica de algunos términos ecológicos usados en parasitología, y su aplicación en estudios de caso <i>Christian Elizabeth Bautista-Hernández, Scott Monks, Griselda Pulido-Flores, y Amado Erick Rodríguez-Ibarra</i>	11
Riqueza de helmintos parásitos de vertebrados silvestres del Estado de Hidalgo, México <i>Jorge Falcón-Ordaz, Scott Monks, Griselda Pulido-Flores, Luis García-Prieto, y Georgina Lira-Guerrero</i>	20
Nuevos registros y redescrición de <i>Rhabdochona xiphophori</i> Caspeta-Mandujano, Moravec y Salgado-Maldonado, 2001 (Nematoda: Rhabdochonidae) en el Estado de Hidalgo, México <i>Jorge Falcón-Ordaz, Scott Monks, Griselda Pulido-Flores, Christian Elizabeth Bautista-Hernández, y Sarahi Hernández-Hernández</i>	38
Evaluación de las infracomunidades de tres especies de peces en dos localidades de la huasteca hidalguense <i>Christian Elizabeth Bautista-Hernández, Scott Monks, y Griselda Pulido-Flores.</i>	44
Helmintos parásitos de fauna silvestre en las Costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México <i>Griselda Pulido-Flores, Scott Monks, Jorge Falcón-Ordaz y Juan Violante-González</i>	52
Parasitofauna de peces de lagunas costeras del Estado de Guerrero, México <i>Juan Violante-González, Griselda Pulido-Flores, Scott Monks, Agustín A. Rojas-Herrera, Jaime Salvador Gil-Guerrero, Sergio García-Ibáñez, y Jonatan Carbajal-Violante</i>	78
Revisión del uso de céstodos como indicadores de contaminación por metales pesados en mamíferos de medios terrestres <i>Jorge Falcón-Ordaz, Scott Monks, y Griselda Pulido-Flores</i>	96
Importancia de las aves ictiófagas como hospederos finales de helmintos, en dos lagunas costeras del Estado de Guerrero, México <i>Juan Violante-González, Griselda Pulido-Flores, Scott Monks, Agustín A. Rojas-Herrera, Miguel A. Melo-García, Sergio García-Ibáñez, Edgar León Esparza-Ibarra, Edvino Larumbe-Morán, y Jonatan Carbajal-Violante</i>	104
Calidad del agua en la subcuenca fluvial La Garita, Acapulco, Guerrero por monitoreo con insectos <i>Ana Yolanda Rosas-Acevedo, Audel Sánchez-Infante, y José Luis Rosas-Acevedo</i>	121
Indicadores bióticos de calidad ambiental del sur del Estado de Tamaulipas, México. Caso de estudio: Aves <i>René Bernardo Elías Cabrera-Cruz, Marco Antonio González-González, Julio César Rolón-Aguilar, y Juan Carlos Gaytán-Oyarzún.</i>	130

Problemática de contaminación en la zona agrícola de La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México <i>Maritza López-Herrera, Leticia Romero-Bautista, Nahara Ayala-Sánchez, Irma E. Soria-Mercado, y Amelia Portillo-López</i>	142
Presencia de metales pesados en La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México <i>Irving Giovanni González-Salazar, Maritza López-Herrera, Scott Monks, y Griselda Pulido-Flores</i>	151
Percepción de calidad de vida, contaminación y riesgo en localidades rurales del Municipio de Tecoaapa, Guerrero <i>Rocío López-Velasco, América Rodríguez-Herrera, Humberto González-González, Branly Olivier-Salomé, y Consuelo Montalvo-Marques</i>	155
El arbolado de los espacios públicos abiertos de la zona de monumentos del centro histórico de la Ciudad de Puebla <i>Víctor Gutiérrez-Pacheco, Sonia Emilia Silva-Gómez, José Silvestre Toxtle-Tlamani, y J. Santos Hernández-Zepeda.</i>	161
Plantas útiles de tres municipios (Metztlán, Atotonilco El Grande y Huasca de Ocampo) de La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México <i>Miguel Ángel Villavicencio-Nieto, Blanca Estela Pérez-Escandón, y Berenice N. López-Gutiérrez</i>	173
La biodiversidad de los hongos ectomicorrízicos, su importancia para la conservación del bosque en la zona poblana del Parque Nacional Malintzi <i>Marco Antonio Marín-Castro, Virginia Silva-Díaz, Gladys Linares-Fleites, Ana María Castagnino, y José Antonio Ticante-Roldán</i>	180
Los hongos poliporoides de la subcuenca del Río Metztlán, Hidalgo, México <i>Leticia Romero-Bautista, Miguel Ángel Islas-Santillán, Maritza López-Herrera, Nahara Ayala-Sánchez, Irma Estela Soria-Mercado, Amelia Portillo-López, Tania Raymundo-Ojeda, y Ricardo Valenzuela-Garza</i>	196
Los hongos agaricales de las áreas de encino del estado de Baja California, México <i>Nahara Ayala-Sánchez, Irma E. Soria-Mercado, Leticia Romero-Bautista, Maritza López-Herrera, Roxana Rico-Mora, y Amelia Portillo-López</i>	215
Los agaves mezcaleros del altiplano Potosino y Zacatecano <i>Edgar León Esparza-Ibarra, Juan Violante-González, Scott Monks, Jorge Cadena-Iñiguez, Cuauhtémoc Araujo-Andrade, y Erich Dietmar Rössel Kipping</i>	227

Contribuidores

- Araujo-Andrade, Cuauhtémoc.** Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Física, Calzada Solidaridad esq. Paseo, La Bufa s/n, C.P. 98060, Zacatecas, Zacatecas, México.
- Ayala-Sánchez, Nahara.** Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias, Carretera Tijuana-Ensenada Km 103, C. P. 22830, Ensenada, Baja California, México.
- Bautista-Hernández, Christian Elizbeth.** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología, Laboratorio de Morfología Animal, Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.
- Cabrera-Cruz, René Bernardo Elías.** Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” División de Estudios de Posgrado e Investigación. Centro Universitario Tampico-Madero. C. P. 89138. Tampico, Tamaulipas, México.
- Carbajal-Violante, Jonatan.** Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ecología Marina, Gran Vía Tropical No. 20, Fraccionamiento Las Playas, C. P. 39390, Acapulco, Guerrero, México.
- Cadena-Iñiguez, Jorge.** Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. Iturbide 73, C. P. 78600, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México.
- Castagnino, Ana María.** Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Facultad de Agronomía. República de Italia 780 - C.C. 47 - (7300) Azul – Provincia de Buenos Aires, República de Argentina.
- Esparza-Ibarra, Edgar León.** Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Biotecnología de plantas. Jardín Juárez No. 147 Centro Histórico, C. P. 98000, Zacatecas, Zacatecas, México.
- Falcón-Ordaz, Jorge.** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología, Laboratorio de Morfología Animal, Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.
- García-Prieto, Luis.** Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Laboratorio de Helminología, Apdo. Postal 70-153, C. P. 04510, Distrito Federal, México.
- García-Ibáñez, Sergio.** Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ecología Marina, Gran Vía Tropical No. 20, Fraccionamiento Las Playas, C. P. 39390, Acapulco, Guerrero, México.
- Gaytán-Oyarzún, Juan Carlos.** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología, Laboratorio de Genética Evolutiva y Ambiental, Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.
- Gil-Guerrero, Jaime Salvador.** Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ecología Marina, Gran Vía Tropical No. 20, Fraccionamiento Las Playas, C. P. 39390, Acapulco, Guerrero, México.
- González-González, Humberto.** Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad de Ciencias en Desarrollo Regional. Calle Pino S/N Col. El Roble, C. P. 39770, Acapulco, Guerrero, México.
- González-González, Marco Antonio.** Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” División de Estudios de Posgrado e Investigación. Centro Universitario Tampico-Madero. C. P. 89138. Tampico, Tamaulipas, México.

- González-Salazar, Irving Giovanny.** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología, Laboratorio de Morfofisiología Vegetal, Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.
- Gutiérrez-Pacheco, Víctor.** Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Posgrado en Ciencias Ambientales, Calle 14 sur 6301, Colonia San Manuel, Ciudad Universitaria, C. P. 72592, Puebla, Puebla, México.
- Hernández-Hernández, Sarahi.** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología, Laboratorio de Morfología Animal, Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.
- Hernández-Zepeda, J. Santos.** Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias, Departamento Universitario para el Desarrollo Sustentable, Calle 14 sur 6301, Colonia San Manuel, Ciudad Universitaria. C. P. 72592, Puebla, Puebla, México.
- Islas-Santillán, Miguel Ángel.** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología, Laboratorio de Etnobotánica, Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.
- Larumbe-Morán, Edvino.** Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No 16, Interior Isla del Cayacal s/n, Zona Industrial Cd. Lázaro Cárdenas, C. P. 60950. Michoacán, México.
- Linares Fleites, Gladys.** Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas, ICUAP. Avenida 14 sur 6301, edificio 103 B, Ciudad Universitaria, Colonia San Manuel, C. P. 72570, Puebla, México.
- Lira-Guerrero, Georgina.** Universidad La Salle Pachuca, Belisario Domínguez No. 202, Colonia Centro, C. P. 42000, Pachuca, Hidalgo, México.
- López-Gutiérrez, Berenice N.** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología, Laboratorio de Etnobotánica, Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.
- López-Herrera, Maritza.** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología, Laboratorio de Morfofisiología Vegetal, Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.
- López-Velasco, Rocío.** Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad de Ciencias en Desarrollo Regional. Calle Pino S/N Col. El Roble, C. P. 39770, Acapulco, Guerrero, México.
- Marín-Castro, Marco Antonio.** Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas, ICUAP. Avenida 14 sur 6301, edificio 103 B, Ciudad Universitaria, Colonia San Manuel, C. P. 72570, Puebla, México.
- Melo-García, Miguel A.** Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ecología Marina, Gran Vía Tropical No. 20, Fraccionamiento Las Playas, C. P. 39390, Acapulco, Guerrero, México.
- Monks, Scott.** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología, Laboratorio de Morfología Animal, Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.
- Montalvo-Marques, Consuelo.** Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad de Ciencias en Desarrollo Regional. Calle Pino S/N Col. El Roble, C. P. 39770, Acapulco, Guerrero, México.

- Olivier-Salomé, Branly.** Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad de Ciencias Ambientales. Carretera Cayaco-Puerto Márquez s/n, Campus Llano Largo, C. P. 39906, Acapulco, Guerrero, México.
- Pérez-Escandón, Blanca Estela.** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología, Laboratorio de Etnobotánica, Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.
- Portillo-López, Amelia.** Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias, Carretera Tijuana-Ensenada Km 103, C. P. 22830, Ensenada, Baja California, México.
- Pulido-Flores, Griselda.** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología, Laboratorio de Morfología Animal, Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.
- Raymundo-Ojeda, Tania.** Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Botánica, Laboratorio de Micología, Plan de Ayala y Carpio s/n Colonia Santo Tomas, C. P. 11340, Distrito Federal, México.
- Rico-Mora, Roxana.** Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas, Carretera Tijuana-Ensenada Km 103, C. P. 22830, Ensenada, Baja California, México.
- Rodríguez-Ibarra, Amado Erick.** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología, Laboratorio de Morfología Animal, Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.
- Rodríguez-Herrera, América.** Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad de Ciencias en Desarrollo Regional. Calle Pino S/N Col. El Roble, C. P. 39770, Acapulco, Guerrero, México.
- Rojas-Herrera, Agustín A.** Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ecología Marina, Gran Vía Tropical No. 20, Fraccionamiento Las Playas, C. P. 39390, Acapulco, Guerrero, México.
- Rolón-Aguilar, Julio César.** Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller" División de Estudios de Posgrado e Investigación. Centro Universitario Tampico-Madero. C. P. 89138. Tampico, Tamaulipas, México.
- Romero-Bautista, Leticia.** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología, Laboratorio de Etnobotánica, Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.
- Rosas-Acevedo, Ana Yolanda.** Universidad Autónoma de Guerrero. Maestría Gestión Sustentable del Turismo, mención Ciencias Ambientales y Turismo. Cerrada de Papantla s/n, Col. Alta Progreso. C. P. 39610, Acapulco, Guerrero, México.
- Rosas-Acevedo, José Luis.** Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional. Doctorado en Ciencias Ambientales. Laboratorio de Control Biológico. Los Pinos s/n, Col. El Roble, C. P. 39640, Acapulco, Guerrero, México.
- Rössel-Kipping, Erich Dietmar.** Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Agustín de Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, C.P. 78600, Salinas, San Luis Potosí, México.
- Sánchez-Infante, Audel.** Universidad Autónoma de Guerrero. Maestría Gestión Sustentable del Turismo, mención Ciencias Ambientales y Turismo. Cerrada de Papantla s/n, Col. Alta Progreso. C. P. 39610, Acapulco, Guerrero, México.

Silva-Díaz, Virginia. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas, ICUAP. Avenida 14 sur 6301, edificio 103 B, Ciudad Universitaria, Col. San Manuel, C. P. 72570, Puebla, México.

Silva-Gómez, Sonia Emilia. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias, Departamento Universitario para el Desarrollo Sustentable, Calle 14 sur 6301, Colonia San Manuel, Ciudad Universitaria, C. P. 72592, Puebla, Puebla, México.

Soria-Mercado, Irma. Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias, Carretera Tijuana-Ensenada Km 103, C. P. 22830, Ensenada, Baja California, México.

Ticante Roldán, José Antonio. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Departamento de investigación en Ciencias Agrícolas, ICUAP. Avenida 14 sur 6301, edificio 103 B, Ciudad Universitaria, Col. San Manuel, C. P. 72570, Puebla, México.

Toxtle-Tlamani, José Silvestre. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Escuela de Biología, Ciudad Universitaria, Colonia San Manuel, C. P. 72592, Puebla, Puebla, México.

Valenzuela-Garza, Ricardo. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Botánica, Laboratorio de Micología, Plan de Ayala y Carpio s/n Colonia Santo Tomas, C. P. 11340, Distrito Federal, México.

Villavicencio-Nieto, Miguel Ángel. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología, Laboratorio de Etnobotánica, Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.

Violante-González, Juan. Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ecología Marina, Gran Vía Tropical No. 20, Fraccionamiento Las Playas, C. P. 39390, Acapulco, Guerrero, México.

Revisión bibliográfica de algunos términos ecológicos usados en parasitología, y su aplicación en estudios de caso

Christian Elizabeth Bautista-Hernández, Scott Monks, Griselda Pulido-Flores,
y Amado Erick Rodríguez-Ibarra

Resumen

Se realizó una revisión bibliográfica de los términos ecológicos usados en parasitología, de acuerdo con Margolis *et al.* (1982), Esch *et al.* (1990), Bush *et al.* (1997), Bush *et al.* (2001) y Zander, (2001), que hasta 1982 era un conflicto en parasitología, ya que a que no existían conceptos establecidos para esta área del conocimiento, debido a que esta disciplina se enfocaba principalmente en investigaciones médicas. Aunado a esto, se incurría en conflictos con los conceptos ecológicos como hábitat, sitio, localidad entre otros de igual valor. Con base en lo anterior Margolis *et al.* (1982) propusieron el desarrollo de nuevos conceptos, que sin duda alguna han ayudado en el entendimiento de la dinámica de los parásitos. Estas herramientas son indispensables para el conocimiento de la diversidad, ecología, biogeografía, y evolución del parasitismo.

Palabras clave: Parasitismo, ecología, conceptos, poblaciones, comunidades

Introducción

El termino simbiosis se refiere a la asociación de dos organismos de diferente especie que se encuentran viviendo juntos; con frecuencia es una asociación en la que intervienen las relaciones tróficas. Sí ésta no es una interacción trófica, la relación se denomina *forensis* cuando dos organismos son meramente “compañeros de viaje”, sin existir dependencia fisiológica o bioquímica. El *Comensalismo*, es una simbiosis en la cual existe una relación trófica, y un solo organismo transfiere energía en esta interacción. El beneficiario ganador es unidireccional, un simbiote es beneficiado y el otro no es dañado, ni beneficiado. Cuando en la relación hay una transferencia directa de energía entre las partes, las interacciones pueden ser mutualismo o explotación. En la relación mutualista, ambos simbiotes obtienen beneficios, pero ninguno puede sobrevivir sin el otro (Paracer y Ahmadijan, 2000).

En muchas relaciones simbiotes en donde se explota a uno de los organismos, los beneficios son en una sola dirección y por lo general existen algunas desventajas para el otro organismo involucrado causándole un daño. En la relación simbiote en la que un hospedero es atacado pero típicamente no muere, entonces el agresor es llamado microdepredador. Sí más de un hospedero es atacado y siempre muere, el agresor es considerado como depredador. Si sólo un hospedero es atacado y muere por consecuencia de la presencia del otro organismo, el agresor es usualmente referido como un parasitoide. Finalmente, sí sólo un hospedero es atacado pero típicamente no muere, el agresor es un parásito.

Por lo tanto, un parásito puede definirse como; un organismo que vive en ó sobre otro organismo, obteniendo de éste parte o la totalidad de los nutrientes. Por lo general, la palabra parásito siempre se ha referido a organismos desagradables, causantes de graves

y extrañas patologías, y comúnmente, la primera reacción hacia estos organismos es matarlos y desaparecerlos de los ecosistemas; sin embargo, los parásitos son organismos comunes en los ecosistemas y se les encuentra en plantas, hongos, animales, etc. Varias estimaciones han propuesto que por lo menos un 50% de todas las plantas y animales están parasitados con algunos de los estadios del ciclo de vida de un parásito. En el amplio sentido, todos los virus, bacterias, y hongos son parásitos, pero tradicionalmente muchos parasitólogos se enfocan en el estudio de los parásitos de tipo eucarionte, es decir los helmintos (Bush *et al.*, 2001).

Los helmintos son un grupo de organismos muy abundante en la naturaleza, que no están relacionados filogenéticamente, es decir, que no constituyen un grupo monofilético; en el que se incluyen miembros de cuatro filas: Platyhelminthes, Acanthocephala, Nematoda y Annelida. Todos ellos se caracterizan por ser metazoarios, macroparásitos y por tener un aspecto vermiforme (Brusca y Brusca, 2003).

La esencia del parasitismo se apoya en la naturaleza de la relación parásito-hospedero, que bajo una definición ecológica es el estudio de las relaciones entre organismo y su medio ambiente. Sin embargo, ecológicamente la relación parásito-hospedero es una “espada de doble filo”. Debido a que puede considerarse simultáneamente la ecología del hospedero en el ciclo de vida de un parásito, de tal forma que el hospedero es el hábitat para el parásito. Muchas de las variantes bióticas y abióticas influyen en la ecología de los hospederos, afectando también al parásito. Pero un hospedero vivo puede ser capaz de responder fisiológicamente e inmunológicamente a la infección del parásito (Bush *et al.*, 2001; Roberts y Janovy Jr., 2009), por lo que los parásitos comúnmente exhiben algún grado de adaptación y modificación en sus estructuras; mostrando una tasa reproductiva elevada, utilizándola como estrategia para su supervivencia; con ciclos de vida complejos, y reproducción asexual y sexual que les permite mantener una variabilidad genética, sin pasar por alto una distribución binomial negativa o sobredispersa también conocida como contagiosa (Esch *et al.*, 1990; Bush *et al.*, 2001; Brusca y Brusca, 2003; Roberts y Janovy Jr., 2009).

Distribución Binomial Negativa

La carga parasitaria se mide básicamente por la distribución de frecuencia de una especie de parásito en

una población de hospederos. Se ha manifestado que la distribución de las frecuencias de los parásitos puede explicarse por una distribución de Poisson o binomial negativa.

La distribución de Poisson asume que la varianza es igual a la media; sin embargo se ha observado que por múltiples razones, la cantidad de variación para cada unidad muestreada es típicamente más alta que lo esperado por el proceso de Poisson, generando así una sobredispersión, como resultado de una heterogeneidad espacio-temporal en el proceso de producción de datos; típicamente por el efecto en los errores del muestreo, o una inadecuada observación (Lindén y Mäntyniemi, 2011). En el caso de los parásitos, Shaw *et al.* (1998) explicaron que en un escenario hipotético, en el que se asume que el encuentro parásito-hospedero es aleatorio, en el que no hay mortalidad de los hospederos por el efecto de los parásitos; o un efecto inmunosupresor de los hospederos a la infección de los parásitos, y en donde la carga parasitaria alcanzara rápidamente un equilibrio en diferentes períodos (edades) del hospedero, entonces se esperaría que la carga parasitaria siguiera una distribución de Poisson.

Se ha observado que la abundancia de los parásitos es usualmente sobredispersa con relación a la distribución de Poisson; por lo que la carga parasitaria se ajustan mejor al modelo de la distribución binomial negativa; debido a su cualidad de agregación, es decir, una gran cantidad de hospederos alberga un número pequeño de parásitos; mientras que la mayor parte de los parásitos se concentran en pocos hospederos (Alexander *et al.*, 2000). Aunque existan diferentes grados de agregación en un conjunto de datos de infección parasitaria, la distribución binomial negativa sigue ajustándose mejor a éstos datos (Shaw *et al.*, 1998; Monks y Nickol, 1989; Fig. 1).

En el contexto histórico, el uso de la distribución binomial negativa se ha utilizado desde hace casi un centenar de años para el ajuste estadístico de datos biológicos. Pero su uso en la medición de infecciones parasitarias proviene desde el trabajo de Bliss y Fisher (1953) quienes investigaron el ajuste de diferentes conjuntos de datos empíricos, incluyendo datos de abundancia de parásitos, en diferentes modelos de sobredispersión. Los autores compararon varios modelos estadísticos como, la distribución de Neyman tipo A, la distribución logarítmica de Fisher, y la distribución binomial negativa; y encontraron que ésta última es la

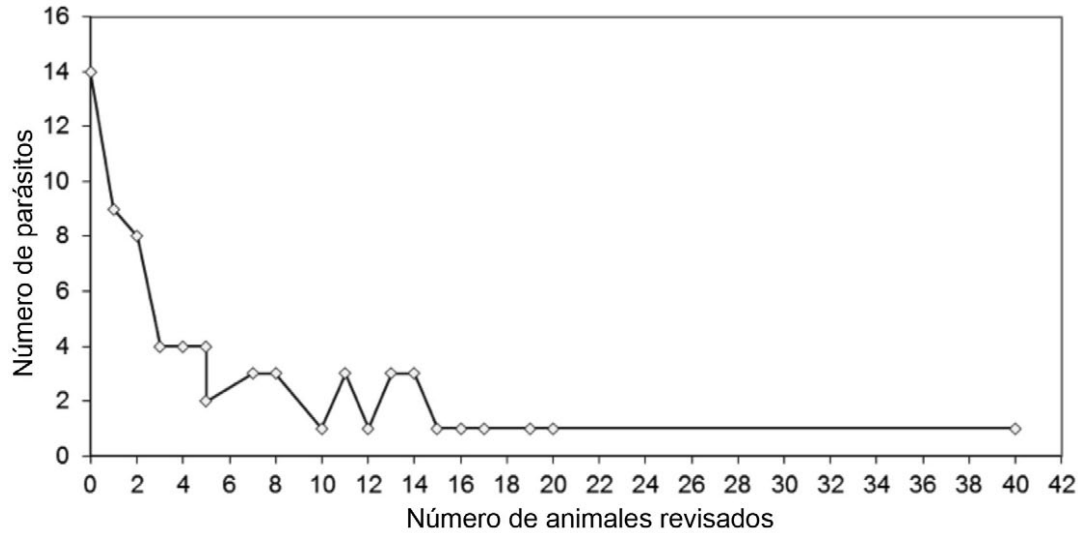


Figura 1. Gráfica demostrando la dinámica de la distribución binomial negativa en una carga parasitaria con datos empíricos. En la que se observa que pocos individuos de la población de hospederos albergan un alto número de parásitos y muchos hospederos infectados con poco número de parásitos.

que mejor se ajusta al conjunto de datos de las infecciones parasitarias, de tal forma que se propuso a la distribución binomial negativa como el modelo más adaptable y generalmente más útil en un conjunto de datos parasitológicos. Adicionalmente Anderson y May (1978) propusieron la distribución binomial negativa como un modelo ecológico de la simulación de agregación de parásitos dentro de sus hospederos. Este modelo ha tenido gran influencia en la literatura parasitológica, ya que en el contexto de macroparásitos, donde el conteo de los parásitos por hospedero es más factible, la distribución binomial negativa se ha convertido en el método predominante para la modelación de agregación (Yakob *et al.*, 2014).

Ecología en parásitos

La ecología puede ser considerada en dos contextos, la autoecología y la sinecología. En lo que respecta al primer enfoque, se refiere el estudio de los organismos individuales o especies, por lo que el estudio a nivel de población se considera autoecología. Una población se define como un grupo de organismos de la misma especie ocupando o viviendo en un espacio y tiempo determinado, que comprende un único pool genético.

La sinecología se refiere a grupos de organismos de diferentes especies, que viven en el mismo espacio y tiempo determinado, es decir contempla estudios a

nivel de comunidad. Una comunidad de organismos es definida como un grupo de poblaciones de diferentes especies ocupando un hábitat similar o ecosistema. Un ecosistema incluye a la comunidad de organismos, más el medio físico; y un gremio se describe como, especies funcionalmente similares en una comunidad, es decir especies que comparten o utilizan recursos en común. Los conceptos antes mencionados son aplicados en la ecología de organismos de vida libre, pero cuando estos conceptos se aplican en la ecología de los parásitos causan conflicto, en la autoecología y en la sinecología (Bush *et al.*, 2001; Roberts y Janovy Jr., 2009).

Mientras que en las poblaciones de organismos de vida libre se considera a todos los individuos de una misma especie, en un área geográfica determinada; en parasitología se consideran a los parásitos de una misma especie dentro de un hospedero; o dentro de una población de hospederos, o se considera la comunidad de los parásitos dentro de un hospedero, población de hospederos, gremio de hospederos y/o ecosistema.

De tal forma, que para un pez de un lago, su hábitat es el lago, pero para un parásito de los peces de este lago, su hábitat no es el lago, es el intestino de un pez en particular; mientras que para el sitio de colecta de un parásito no es la referencia geográfica de colecta si no que es el órgano, cavidad o/y sistema en donde el parásito se encuentra alojado etc. Debido a

esta diferencia surgieron conflictos en la aplicación de las otras definiciones con los parásitos.

Para estos términos el enfoque son la población o la comunidad de los parásitos con respecto a los hospederos y el ecosistema, que es donde los parásitos se desarrollan para culminar su ciclo biológico, debido a que el parásito necesita del medio ambiente en donde se desarrolla y de distintos hospederos, ya sea como hospederos intermediarios, paraténicos y reservorios (Esch *et al.*, 1990; Bush *et al.*, 2001; Roberts y Janovy Jr., 2009).

Primeros intentos de establecer términos ecológicos en parasitología

Hasta 1982 se hacía un uso incorrecto de las medidas estadísticas, y de los conceptos en el área de la parasitología, lo que había sido objeto de un amplio debate (Margolis *et al.*, 1982). Con base en los problemas mencionados, el presidente de la Sociedad Americana de Parasitología comisionó en 1981 la organización de un grupo de científicos enfocados en esta área, para definir, proponer y estandarizar conceptos ecológicos enfocados en parasitología, debido a la confusión que existía en el manejo de los términos ecológicos de los organismos de vida libre. Desde entonces, los estudios en las comunidades de parásitos han sido más frecuentes y diversos a nivel mundial. Como resultado de lo propuesto, la Sociedad publicó "The use of ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc committee of The American Society of Parasitologists)" por Margolis *et al.* (1982).

En esta publicación se establecieron nueve términos, incluyendo medidas estadísticas para poblaciones de parásitos; las cuales permiten cuantificar y describir las poblaciones de los parásitos, y algunos términos generales. Cabe mencionar que el único propósito fue establecer definiciones con el objeto de estandarizar axiomas, y poner en orden aquellos que caían en confusión, o podrían estar usándose equivocadamente (Margolis *et al.*, 1982). Posteriormente, Bush *et al.* (1997) publicaron un complemento de lo publicado por Margolis y colaboradores, puntualizando que fueron aportaciones, sugerencias y nuevos términos para la ecología de los parásitos; así mismo dieron el mismo valor para la ecología de comunidades y la ecología de poblaciones utilizadas en parasitología.

Posteriormente, Zander (2001) encontró una dificultad al evaluar la carga parasitaria en una comunidad

de hospederos, porque no existía ningún concepto que definiera algo intermedio entre un nivel de componente de población y suprapoblación, y/o el componente de comunidad y supracomunidad. Por lo que propuso conceptos para delimitar lo que pareciera un solo nivel, y así medir con mayor facilidad la diversidad ecológica dentro de una población o comunidad de hospederos. Zander (2001) introdujo dos términos de gremio a lo propuesto por Margolis *et al.* (1982) y Bush *et al.* (1997).

Originalmente Root (1967) definió el término de gremio, describiéndolo como "especies funcionalmente similares en una comunidad", es decir especies que comparten o utilizan recursos en común (Esch *et al.*, 1990). Zander (2001) uso el concepto de Root (1967) e introdujo dos términos de gremio a lo propuesto por Margolis *et al.* (1982) y Bush *et al.* (1997), como un nuevo nivel para el estudio de la ecología en los parásitos, abriendo nuevas oportunidades para futuras investigaciones, como el estudio del proceso co-evolutivo entre los parásitos y los hospederos, incluso cuando el gremio no es un ensamble. Hasta la fecha, estos trabajos citados son los más seguidos en los trabajos de ecología de los parásitos.

Términos ecológicos actualmente usados en la parasitología

Conceptos a nivel población

Infrapoblación: Incluye a todos los individuos de una especie de parásito que habitan en un individuo de hospedero, en un tiempo determinado.

Componente de población: Incluye a los parásitos de una población de la misma especie, en una población de hospederos (Margolis *et al.*, 1982; Bush *et al.*, 1997) (Figura 2).

Gremio de población: Incluye a los parásitos de una población de la misma especie, en una comunidad de hospederos (Zander, 2001).

Suprapoblación: Todos los individuos de una especie de parásitos, en todas las etapas de desarrollo dentro de todos los hospederos en su medio ambiente (Margolis *et al.*, 1982; Bush *et al.*, 1997).

Conceptos a nivel comunidad

Infracomunidad: Todas las especies de parásitos infectando a un solo hospedero.

Componente de comunidad: Todas las especies de parásitos explotando, una población de

	Infra-	Componente-	Gremio-	Supra-
A				
Población <i>Acanthobotrium</i>				
Hospederos	 1 espécimen de una especie <i>Dasyatis</i> (elasmobranquio)	 Individuos de una población en común	 Gremio de 5 especies	 Todos los hospederos de un céstodo parásito
Conceptos	Intensidad Competencia intraespecífica	Prevalencia Infestación densidad, epidemiología	Mecanismos de defensa Especificidad	Ciclo de vida, transferencia de parásitos Microescala del medio ambiente
B				
Comunidad Helmintos parásitos				
Hospederos	 1 espécimen de una especie <i>Dasyatis</i> (elasmobranquio)	 Individuos de una población en común	 Gremio de 5 especies	 Todos los hospederos de una comunidad de parásitos
Conceptos	Competencia interespecífica Nicho ecológico	Migración, colonización Diversidad	Dominancia Especies núcleo y especies satélite	Especies alogénicas contra autógenicas Evolución de la comunidad de parásitos

Figura 2. Esquemas a nivel población y comunidad de helmintos en sus diferentes representaciones dentro de sus hospederos (Modificado de Zander, 2001). A) población de helmintos; B) comunidad de helmintos.

hospederos, en un tiempo determinado (Bush *et al.*, 1997; Margolis *et al.*, 1982).

Gremio de comunidad: Incluye a toda una comunidad de parásitos, en un ensamble o gremio de hospederos determinados (Zander, 2001).

Supracomunidad: Incluye a toda una comunidad de parásitos, en un ecosistema (Margolis *et al.*, 1982; Bush *et al.*, 1997).

Conceptos que ayudan a comprender la dinámica de los parásitos

Sitio: Es un hospedero o grupo de hospederos, en el cual se recolecta una muestra particular de parásitos, este término es paralelo a la localidad geográfica pero a la escala del parásito.

Localidad: Es el lugar geográfico de captura o colecta del hospedero.

Nicho: El nicho de un parásito se refiere al papel que

despeña tanto como en el medio en que se desarrolla e interactúa dentro de una comunidad (Bush *et al.*, 1997). Margolis *et al.* (1982) mencionan que el uso de nicho debería ser generalmente evitado, a menos que sea específicamente aplicado con la definición de Whittaker *et al.* (1973).

Hábitat: Se refiere a la localización espacial de los parásitos, y su ambiente físico y químico dentro del hospedero (Fig. 3).

Colonización: Es el fenómeno mediante el cual un parásito llega y establece una población donde ningún parásito está presente, en un tiempo determinado. Este término se refiere a poblaciones dentro de hospederos y no a localidades (ver conceptos en el nivel poblacional).

Especies núcleo: son esas especies que ocurren con una alta frecuencia y densidad (Esch *et al.*, 1990). Dogiel (1964) analizó los cambios de la diversidad

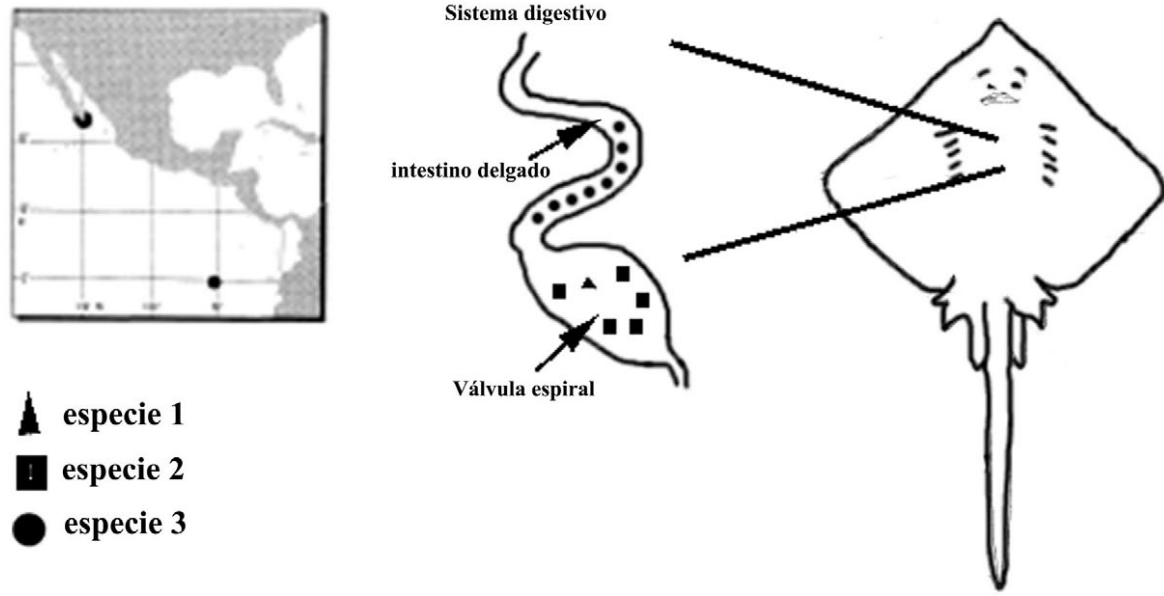


Figura 3. Dinámica de parásitos; Localidad: Península de Baja California Sur; el sitio de los parásitos puede ser relativo de acuerdo al tipo de estudio que se pretenda realizar, si se puntualiza en la competencia interespecífica (competencia de las especies) el sitio de la especie 1 es la parte posterior del intestino delgado, y su hábitat es el intestino delgado; especie dos y tres, válvula espiral es el sitio y su hábitat; la especie satélite es la número uno; la especie tres es núcleo.

de los parásitos en un componente de comunidad entre los hospederos que realizan migración, y estableció una clasificación ecológica de los parásitos; incluyéndolos en cuatro categorías, cada una basada en su transmisión específica y proceso. La categoría de “parásitos ubicuos” incluye ectoparásitos que pueden ser transmitidos en el intervalo de la migración; “especies del sur” son parásitos que infectan a las aves en los sitios invernales y no son transportados al norte exitosamente; “especies del norte” son especies de parásitos adquiridas en el verano por las crías, y no son transportadas con éxito al sur; “especies migratorias” son parásitos que infectan a los hospederos durante los procesos de migración, y usualmente no son transmitidas a otras especies en los sitios de migración.

Esch *et al.* (1988) introdujeron los conceptos de especies alogénicas y especies autogénicas con el objeto de mejorar la definición de la transmisión y dinámica de los parásitos. Definiendo a las especies autogénicas, a las especies que desarrollan todas sus fases o estadios de vida en un medio acuático, incluyendo la vida adulta de un micro o macro parásito. Las especies alogénicas son las que parte de su desarrollo, sean fases o estadios lo realizan en un medio acuático, y lo terminan (como adultos) en un medio terrestre, en hospederos vertebrados terrestres.

Medidas ecológicas a nivel de población

En una población de parásitos, en la cual que se consideran todos los individuos de una sola especie de parásitos, en un lugar y tiempo determinado, se puede determinar la infección con base en Margolis *et al.* (1982), Bush *et al.* (1997) y Zander (2001).

Prevalencia: Se expresa como número de individuos de una especie de hospedero infectados con una especie de parásito, entre el número de hospederos examinados (expresado como porcentaje). La prevalencia entendida como una descripción estadística por datos en parásitos de presencia-ausencia en una muestra de hospederos. A los hospederos se les clasifica en dos categorías, infectados y no infectados, la prevalencia es uno de los parámetros más usados, reportando la descripción de la infección parasitaria cuando sólo se requiere la detección de la presencia de los parásitos, y no la enumeración de la presencia individual (Fig. 4).

Incidencia: El número de nuevos hospederos que llegan a ser infectados con un parásito en particular (micro y macroparásito) durante un intervalo de tiempo específico, dividido entre el número de hospederos no infectados presentes desde el comienzo

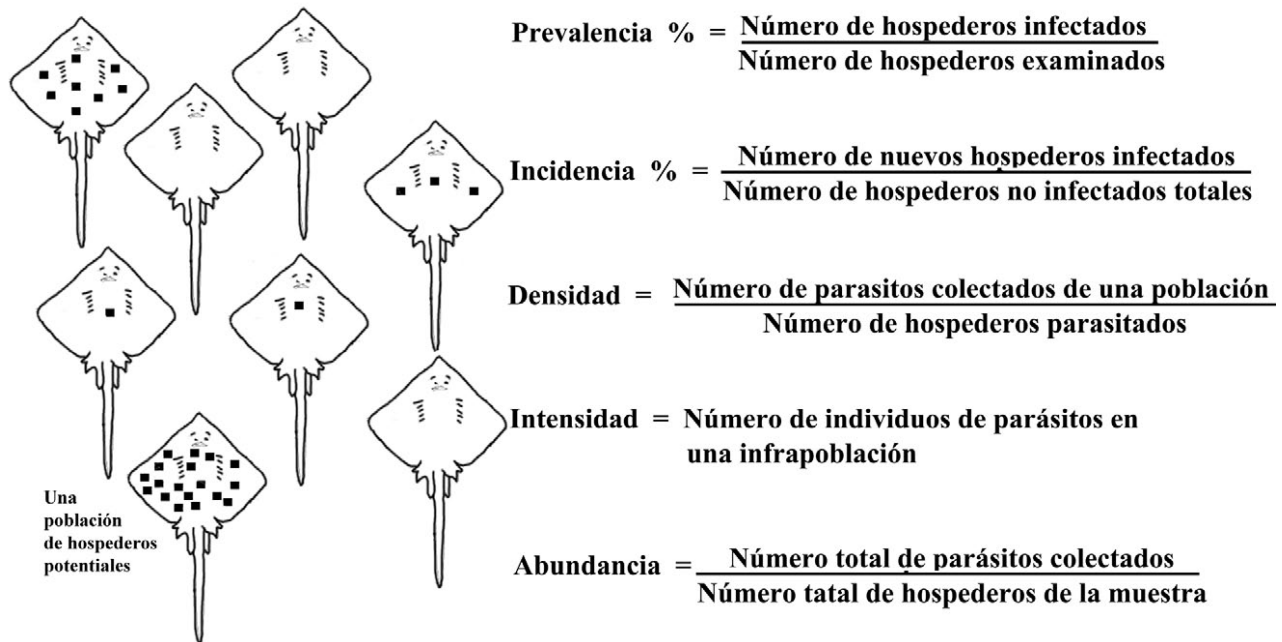


Figura 4. Parámetros ecológicos; se observa un total de ocho hospederos de los cuales sólo cinco se encuentran infectados por una especie de parásito, con un total de 31 ejemplares de parásitos de la misma especie. Prevalencia = 62 %, de la población está infectada; incidencia se considera cuando existen más de un muestreo, donde se describe estadísticamente el riesgo de adquirir la infección por nuevos individuos en una población de hospederos; la densidad = 6.2; la intensidad se representa con un máximo y mínimo, intensidad = 1, 1, 3, 8 y 18 (18-1); y la abundancia = 3.83.

de un intervalo de tiempo. La incidencia es una descripción estadística usada para determinar el riesgo de adquirir una nueva infección por individuos en una población de hospederos, esta medida comúnmente se usa para monitorear la propagación de enfermedades clínicas en humanos y animales domésticos.

Densidad: Número de individuos de una especie en particular de parásitos por unidad de área, volumen, o peso de hospedero infectado, sea tejido u órgano. Es usado por los ecólogos ampliamente, y puede ser aplicado en parasitología. Bush *et al.* (1997) recomiendan que la densidad debe ser usada cuando se realiza un censo de todos los parásitos en un hospedero o población de ellos.

Intensidad: (de infección) es el número de individuos de una particular especie de parásitos en un sólo hospedero infectado (el número de individuos en una infrapoblación).

Intensidad promedio: es la intensidad promedio de una especie en particular de parásito, entre los miembros infectados de una especie en particular de hospederos; en otras palabras es el número total

de parásitos de una especie en particular, encontrados en una muestra dividida por el número de hospederos infectados con esa especie de parásito.

Abundancia: Número total de individuos de una especie en particular de parásitos, en una muestra de hospederos en particular, dividido entre el número total de hospederos de especies examinados (incluyendo ambos, infectados y no infectados). Es igual al número de individuos de una especie en particular de parásitos por hospedero examinado.

Discusión

Posterior a la publicación de Margolis *et al.* (1982), el número de publicaciones de ecología de poblaciones y comunidades de parásitos se incremento considerablemente a nivel mundial. Esto se debió a que existían discrepancias de acuerdo a las definiciones y conceptos entre la ecología de organismos de vida libre y la ecología de los parásitos. De igual manera se han seguido realizando modificaciones después de esta compilación de términos ecológicos, los cuales han enriquecido este campo de estudio. Los

conceptos clave que se han determinado, han dado pauta para evaluar a los parásitos en los niveles de población y comunidad.

En una población de parásitos se puede evaluar la caracterización de la infección. Esto es la dinámica del parásito, en una población o comunidad de hospederos. A través de esto se puede conocer la competencia intraespecífica que existe en un hospedero. Esto se determina con la medida de intensidad, mientras que la infestación de un parásito se logra por medio de la prevalencia, algunas de estas medidas son muy utilizadas en parasitología médica ya que describen la dinámica de algunos micro y macroparásitos, evalúa el porcentaje de una muestra tomada a través del número de organismos infectados, y se considera un número real. En algunos casos la incidencia se ha utilizado incorrectamente como sinónimo de prevalencia; la intensidad nos expresa un intervalo numérico, mientras que la abundancia también es conocida como densidad relativa.

Así mismo, con los valores de estas medidas se puede conocer la calidad de un ecosistema, se puede vislumbrar una explicación de las interacciones ecológicas, y la distribución de los hospederos entre otros. Todo lo anterior influye en el conocimiento de los términos ecológicos, sin embargo las definiciones y conceptos ecológicos descritos para organismos de vida libre no tiene el mismo significado en los parásitos. Por ende, fue necesario adecuarlos al área de la parasitología.

En algunos casos sólo se les asignó un enfoque respecto al hospedero, situándolo como "el área geográfica". En los endoparásitos, su entorno y su recurso natural primordial es el hospedero, relativamente, debido a que el parásito consigue su alimento directamente del hospedero por medio de ósmosis, mientras que otros parásitos no absorben el alimento, sino que lo ingieren de manera directa del hospedero.

Conclusiones

La importancia de los parásitos es diversa; son útiles para ambos tipos de inventarios debido a su importancia como indicadores estables de interacciones tróficas en los ecosistemas, y como agentes etiológicos de enfermedades en el hombre, animales domesticados y de vida silvestre (Manter, 1966; Gardner *et al.*, 1992; Lamothe-Argumedo, 1994; Brooks, 2000; Pérez-Ponce y García-Prieto, 2001). Así mismo, son

importantes reguladores de las poblaciones, y son potentes agentes de mantenimiento de los ecosistemas de la integridad y estabilidad. También, los parásitos pueden ser importantes mediadores de la conducta de sus hospederos, son indicadores estables de la estructura trófica de los ecosistemas (Brooks, 2000).

La fauna parasita aporta una nueva dimensión al entendimiento de las interacciones ecológicas, de los patrones de distribución de los hospederos, y al de la compleja historia de muchas regiones y biotas (Gardner *et al.*, 1992; Lamothe-Argumedo, 1994; Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001).

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Veracruzana, Campus Tuxpan y la Dra. María Alejandra López-Jiménez y la Dra. Marisela López-Ortega por la gestión para el uso de las instalaciones de dicha institución. Asimismo, AERI agradece al CONACyT por la Beca Nacional concedida para los estudios dentro de la Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Conservación (reconocido en PNPC), UAEH.

Literatura citada

- Alexander, N., R. Moyeed, y J. Stander. 2000. Spatial modelling of individual-level parasite counts using the negative binomial distribution. *Biostatistics* 1:453-463.
- Anderson, R. M., y R. M. May. 1978. Regulation and stability of host-parasite population interactions I. Regulatory processes. *Journal of Animal Ecology* 47: 219-247.
- Bliss, C. I., y R. A. Fisher. 1953. Fitting the negative binomial distribution to biological data and note on the efficient fitting of the negative binomial. *Biometrics* 9:176-200.
- Brooks, D. R. 2000. Parasites Systematics in the 21st Century: Opportunities and obstacles. *Memorias del Instituto Oswaldo Cruz, Río de Janeiro* 95:99-107.
- Brusca, R. C., y G. J. Brusca. 2003. *Invertebrates*. Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts. United States of America. 895 p.
- Bush, A. O., J. C. Fernandez, G. W. Esch, y J. R. Seed. 2001. *Parasitism (The diversity and ecology of animal parasites)*. Cambridge University Press, Cambridge, United States of America. 566 p.
- Bush, A. O., K. D. Lafferty, J. M. Lotz, y A. W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology* 83:575-583.
- Dogiel, V. A. 1964. *General Parasitology*. Oliver and Boyd, Ltd., London, England. 516 p.

- Esch, G. W., A. W. Shostak, D. J. Marcogliese, y T. M. Goater. 1990. Pattern and processes in helminth parasite communities: an overview. *En*: Esch, G. W., A. O. Bush, y J. M. Aho (Eds). *Parasite Communities: Patterns and Processes*. Chapman and Hall, London. pp. 1-19.
- Esch, G. W., C. R. Kennedy, A. O. Bush, y J. M. Aho. 1988. Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: alternative strategies for colonization. *Parasitology* 96:519-532.
- Gardner, S. L., y M. L. Campbell. 1992. Parasites as probes for biodiversity. *Journal of Parasitology* 78:596-600.
- Lamothe-Argumedo, R. 1994. Importancia de la helminto-fauna en el desarrollo de la acuicultura. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 65:195-200.
- Lindén, A., y S. Mäntyniemi. 2011. Using the negative binomial distribution to model overdispersion in ecological count data. *Ecology* 92:1414-1421.
- Manter, H. W. 1966. Parasites of fishes as biological indicators of recent and ancient conditions. *En*: McCauley, J. E. (Ed). *Host-parasite relationships*, Proceedings of the Twenty-Sixth Annual Biology Colloquium. State University Press, Corvallis, Oregon, United States of America. 59-71.
- Margolis, L., G. W. Esch, J. C. Holmes, A. M. Kuris, y G. A. Schad. 1982. The use of ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc committee of The American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology* 68:131-133.
- Monks, S., y B. B. Nickol. 1989. Effect of *Moniliformis moniliformis* density on distribution within the definitive host population (*Rattus norvegicus*). *International Journal for Parasitology* 19:865-874.
- Paracer, S., y V. Ahmadjian. 2000. *Symbiosis: an introduction to biological associations* Oxford University Press. Oxford, R. U. 291 p.
- Pérez-Ponce de León, G., y L. García-Prieto. 2001. Diversidad de helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México. *Biodiversitas* 37:7-11.
- Roberts, L. S., y J. J. Janovy Jr. 2009. *Foundations of Parasitology*. McGraw-Hill Education. Columbus, Ohio, United States of America. 728 p.
- Root, R. B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-green gnatcatcher. *Ecological monographs* 37:317-350.
- Shaw, D. J., B. T. Grenfell, y A. P. Dobson. 1998. Patterns of macroparasite aggregation in wildlife host populations. *Parasitology* 117:597-610.
- Whittaker, R. H., Levin, S. A., y R. B. Root. 1973. Niche, habitat, and ecotope. *American Naturalist* 107:321-338.
- Yakob, L., R. J. Soares Magalhães, D. J. Gray, G. Milinovich, N. Wardrop, R. Dunning, J. B. Franziska Bieri, G. M. Williams, y A. C. A. Clements. 2014. Modelling parasite aggregation: disentangling statistical and ecological approaches. *International Journal for Parasitology* 44:339-342.
- Zander, C. D. 2001. The guild as a concept and a means in ecological parasitology. *Parasitology Research* 87:484-488.

Riqueza de helmintos parásitos de vertebrados silvestres del estado de Hidalgo, México

Jorge Falcón-Ordaz, Scott Monks, Griselda Pulido-Flores,
Luis García-Prieto, y Georgina Lira-Guerrero

Resumen

La diversidad de helmintos parásitos de vertebrados del estado de Hidalgo, en México es poco conocida, a pesar de que su estudio se inició desde 1937. Asimismo, mucha de la información generada se ha publicado de manera dispersa, lo que dificulta aún más el establecer con precisión los valores actuales. Por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar la riqueza de la fauna helmintológica asociada a vertebrados silvestres de Hidalgo. Para alcanzar dicho objetivo, se realizaron tres acciones: 1) recopilación bibliográfica retrospectiva de información; 2) consulta al acervo de diversas colecciones científicas nacionales e internacionales, e 3) incorporación de nuevos registros producto de nuestras investigaciones. Con base en lo anterior, el número que se ha establecido hasta el presente trabajo es de 117 taxa de helmintos en Hidalgo, divididos en Acanthocephala con tres taxa, Platyhelminthes con 53 y Nematoda que es el grupo más diverso con 61 taxa. Estos datos representan el 7.9% del total de helmintos parásitos de vertebrados terrestres presentes en la República Mexicana que es de 1,477 especies, ocupando el noveno lugar en diversidad de helmintos dentro del país.

Palabras clave: Acanthocephala, Cestoidea, Monogenoidea, Nematoda, Digenea

Introducción

La biodiversidad se refiere a todas las formas en que la vida se manifiesta en la Tierra, lo que quiere decir que la biodiversidad no se limita al número de especies, sino que también incluye desde la variación genética en individuos y poblaciones, hasta la diversidad de ecosistemas y biomas (Wilson, 1988). Martínez-Meyer *et al.* (2014) comentan que para México se tienen registradas 94,412 especies, las cuales representan el 8.59% de la diversidad mundial (cabe mencionar que en dicho trabajo no se obtuvieron los datos para todos los grupos de organismos existentes en México). Sin embargo, la profunda crisis de la biodiversidad que se vive actualmente se ve reflejada en los millones de especies que están desapareciendo a un ritmo acelerado, muchas de las cuales incluso no han sido descritas. Por ello, resulta imprescindible desarrollar programas que documenten la biodiversidad

a diferentes escalas espaciales (Morrone, 2000). El conocimiento de la biodiversidad implica como primer paso la descripción de las especies, lo que a su vez es la condición precedente para investigar las relaciones filogenéticas entre ellas. Actualmente el número de especies se ha subestimado debido a la falta de especialistas en varios de los grupos que conforman nuestra biota.

En este sentido, los parásitos son un grupo en donde cualquier cálculo sobre biodiversidad resulta subestimado. Esch y Fernández (1993), y Pérez-Ponce de León y García-Prieto (2001) mencionan que prácticamente cualquier organismo que sea estudiado albergará interna o externamente al menos un tipo de parásito en su cuerpo. Así, los datos obtenidos a partir de estudios parasitológicos sobre la evolución de interacciones ecológicas y de la estructura de la comunidad, han determinado que la parasitología debe

constituir una parte integral de los programas de investigación sobre biodiversidad; una muestra de esto es el uso de los parásitos como pruebas contemporáneas de biodiversidad y como organismos que permiten monitorear el estado de los ecosistemas (Brooks *et al.*, 2001; Hudson *et al.*, 2006, Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001). De la misma forma, debido a que la obtención de los parásitos solamente puede lograrse si se accede a la especie hospedadora, ésta tiene un efecto de cascada sobre el estudio de la biodiversidad, por lo que al inventariar los grupos de parásitos de algún tipo de hospedero, se contribuye al conocimiento de la biodiversidad de una localidad.

Una de las formas de dar a conocer la biodiversidad es la realización de listados como el que ahora nos ocupa, ya que a partir de éstos se da a conocer información de organismos que se encuentran depositados en colecciones científicas cuyos datos no han visto la luz en alguna publicación, además de recopilar la información de diferentes fuentes bibliográficas. El uso que se le puede dar a este tipo de listado es diverso, ya que entre otros beneficios, proporcionan datos sobre alguna región geográfica, del espectro hospedatorio de un parásito e información taxonómica reciente sobre algún organismo; además, esta información puede utilizarse en trabajos biogeográficos que permiten proponer áreas para su conservación, y predecir la presencia de alguna especie de interés biológico o médico por medio de sistemas de información geográfica (Escalante *et al.*, 2011; Haverkost *et al.*, 2010; Martínez-Salazar *et al.*, 2013).

Área de estudio

El estado de Hidalgo representa el 1.1% (20,813 km²) de la superficie total del país; se localiza entre los paralelos 19° 35' 52" - 21° 25' 00" de latitud norte y 97° 57' 27" - 99° 51' 51" de longitud oeste. Colinda al norte con los estados de San Luis Potosí, Veracruz y Querétaro, al sur con el Estado de México y Tlaxcala, al este con Veracruz y Puebla, y al oeste con Querétaro (INEGI, 2013). El estado de Hidalgo se localiza entre dos zonas biogeográficas que son la de Transición Mexicana y Neotropical; en la primera el estado se ubica en la Provincia de la Sierra Madre Oriental que se extiende desde el centro de Nuevo León hasta el norte de Puebla y Veracruz en el sur, donde se une con el Eje Volcánico transmexicano. La ladera occidental es más seca y la oriental es más húmeda pues recibe los vientos alisios del Golfo de México. Lo anterior, aunado a la

existencia de valles, facilita la existencia de elementos tropicales a elevaciones relativamente altas y elementos montañosos a altitudes menores.

La Región Neotropical se encuentra representada en el estado por la Provincia del Golfo de México, que se extiende desde Tamaulipas hasta el norte de Guatemala (Morrone, 2005).

Así mismo, Hidalgo se divide políticamente en 84 municipios y éstos a su vez se encuentran comprendidos en seis ecorregiones que son:

Valle de México: localizada en la parte sureste del estado e integrada por 15 municipios (Almoloya, Apan, Emiliano Zapata, Epazoyucan, Mineral del Monte, Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma, Singuilucan, Tepeapulco, Villa de Tezontepec, Tizayuca, Toluca, Zapotlán de Juárez, Zempoala y Tlanalapa), con una vegetación de bosque de encino, juníperos, pino y chaparral, con clima semiseco y subhúmedo.

Valle de Tulancingo: se localiza en la porción centro - sureste del estado, está conformada por seis municipios (Acatlán, Acaxochitlán, Cuauhtepac de Hinojosa, Metepec, Santiago Tulantepec y Tulancingo de Bravo) rodeados de montañas altas, mesetas y valles volcánicos que se caracterizan por superficies planas a ligeramente inclinadas. Presenta clima semiseco, seco y subhúmedo. La vegetación predominante es bosque de encino, pino chaparral.

Valle del Mezquital: es la ecorregión más extensa del estado, enclavada en la porción suroeste de la entidad, conformada por 27 municipios (Actopan, Ajacuba, Alfajayucan, El Arenal, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Cardonal, Chapantongo, Chilcuautla, Francisco Ignacio Madero, Huichapan, Ixmiquilpan, Mixquiahuala, Nopala de Villagrán, Progreso de Obregón, San Agustín Tlaxiaca, San Salvador, Santiago de Anaya, Tasquillo, Tecozautla, Tepeji del Río de Ocampo, Tepetitlán, Tetepango, Tezontepec de Aldama, Tlahuelilpan, Tlaxcoapan, Tula de Allende). Comprende una de las superficies más planas del estado con predominio de valles volcánicos. La agrupación vegetal más abundante en la zona es el matorral xerófilo. Presenta un clima semiseco a seco.

Otomí-Tepehua: los municipios que la integran son cuatro (Agua Blanca de Iturbide, Huehuetla, San Bartolo Tutotepec, Tenango de Doria) y está conformada por montañas semicálidas y templadas, con bosque mesófilo de montaña y de pino - encino.

Sierra Hidalguense: formada por 20 municipios (Atotonilco el Grande, Chapulhuacán, Eloxochitlán,

Huasca de Ocampo, Jacala de Ledezma, Juárez Hidalgo, Lolotla, San Agustín Metzquitlán, Mineral del Chico, Metzquitlán, La Misión, Molango de Escamilla, Nicolás Flores, Omitlán de Juárez, Pacula, Pisaflores, Tepehucán de Guerrero, Tlahuiltepa, Xochicoatlán, Zacualtipán, Zimapán), está comprendida por barrancas, mesetas y montañas semicálidas, cuenta con vegetación de matorral xerófilo, selva baja caducifolia y bosque de pino - encino.

Huasteca Hidalguense: 11 municipios forman esta región (Atlapexco, Calnali, Huautla, Huazalingo, Huejutla de Reyes, Jaltocán, San Felipe Orizatlán, Tianguistengo, Tlanchinol, Xochiatipan, Yahualica), ubicándose en la porción noreste de la entidad, se encuentra formada por llanuras y montañas semicálidas y calidas, su vegetación es caracterizada por selva mediana subperennifolia y bosque mesófilo de montaña, la que le proporciona a la región una biodiversidad singular (COEDEH, 2014).

Consideramos que el punto de partida para el mejor entendimiento y aprovechamiento de la biodiversidad es la realización de listados faunísticos que reflejen el estado actual del conocimiento de un determinado grupo de organismos; es por ello que en este capítulo presentamos la información existente sobre la fauna helmintológica de vertebrados del estado de Hidalgo, cuyo estudio inició en 1937 con el registro de nemátodos de vertebrados del Valle del Mezquital por el Dr. Eduardo Caballero y Caballero.

Materiales y Métodos

La información que constituye el presente listado se obtuvo de dos fuentes: 1) Consulta a las bases de datos de colecciones científicas nacionales [Colección Nacional de Helmintos (CNHE) depositada en el Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)] e internacionales [United States National Parasite Collection (USNPC) y Harold Winter Manter Laboratory of Parasitology, de la Universidad de Nebraska en Lincoln (HWMPL)] y 2) Revisión bibliográfica retrospectiva en bases de datos electrónicas como ISI Web of Knowledge y CAB Abstracts. Con la información recopilada se conformó una base de datos capturada en Access 2010, de cuyo análisis se desprende el listado presentado a continuación.

Adicionalmente se incorporan nuevos registros provenientes de las investigaciones que realizamos en la entidad.

Lista Parásito – Hospedero

La lista se encuentra organizada de la siguiente manera: los helmintos se ordenan por el grupo al que pertenecen, iniciando con Platyhelminthes, seguidos por Nematoda y por último por Acanthocephala. Dentro de cada grupo, los helmintos se enlistan alfabéticamente por familia (con autor y año de la publicación) y dentro de cada una de éstas, se presentan las especies también en orden alfabético. Para cada especie se registra su nombre científico (con autor y año de la publicación), en el caso de que la especie haya sido descrita por primera vez en el estado se señala en la parte superior después del nombre (NE= nueva especie), grupo de hospedero (Pez, Anfibio, Reptil, Ave o Mamífero), estado de desarrollo del helminto entre paréntesis (A = adulto, C = cistacanto, L = larva, M = metacercaria, P = plerocercarioide, y Me = mero-cercarioide), seguido de hábitat que ocupa el parásito en el hospedero; a continuación se menciona la localidad donde fue colectado el hospedero con su nombre científico y la referencia bibliográfica de donde se obtuvo el registro.¹

La segunda parte del presente trabajo es una lista hospedero–parásito la cual está organizada taxonómica y alfabéticamente siguiendo el orden filogenético del grupo de hospedero.

Resultados

A continuación se presenta la lista de helmintos registrados como parásitos de algunas especies de vertebrados que habitan en los límites de estado de Hidalgo. Esta lista contiene 117 taxones de helmintos, de los cuales 35 no están identificados a nivel de especie. Los 117 taxones están incluidos en 46 géneros pertenecientes a 58 familias, que representan cinco grupos de helmintos: monogéneos, digéneos, céstodos (Phylum Platyhelminthes), acantocéfalos (Phylum Acanthocephala) y nemátodos (Phylum Nematoda). La mayoría de los registros de helmintos dentro del territorio del estado corresponde a nemátodos con 61 especies, que representan el 52 % del total de organismos registrados. En lo que se refiere a los hospederos, hasta la fecha se han revisados un total de 67 especies de vertebrados, siendo los peces el grupo de organismos mejor estudiados con 29 especies, seguido de los reptiles con 15, y los mamíferos con 14; mientras que los grupos menos estudiados son las aves con 7 especies, y los anfibios con dos especies.

1 Otros acrónimos utilizados en el texto son ND= No determinado y NP= No publicado.

Lista Parásito–Hospedero

Phylum Platyhelminthes Gegenbaur, 1859

Clase Trematoda Rudolphi, 1808

Subclase Digenea Carus, 1863

Apocreadiidae Skrjabin, 1942

***Crassicutis cichlasomae* Manter, 1936**

RÍO ATLAPEXCO: *Herichthys cyanoguttatus*, *Herichthys labridens* (Aguilar-Aguilar *et al.*, 2004; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO TALOL: *Herichthys labridens* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO TECOLUCO: *Herichthys cyanoguttatus* (Aguilar-Castellanos, 2002).

Brachylaimidae (Joyeux y Foley, 1930)

***Brachylaima* sp.**

Mamífero (A): Intestino.

SAN MIGUEL ALLENDE, TEPEAPULCO: *Peromyscus difficilis* (Pulido-Flores *et al.*, 2013).

Cephalogonimidae (Looss, 1899) Nicoll, 1914

***Cephalogonimus americanus* Stafford, 1902**

Anfibio (A): Intestino.

LAGO DE TECOCOMULCO: *Ambystoma velasci* (Rodríguez-Amador, 2009; Rodríguez-Amador *et al.*, 2013; Falcón-Ordaz *et al.*, 2014).

Clinostomidae Lühe, 1901

***Clinostomum complanatum* (Rudolphi, 1814) Braun, 1899**

Pez (M): Cavity del cuerpo, aletas, bránquias, gónadas, corazón, hígado, mesenterio, músculo, opérculos, escamas.

RÍO ATLAPEXCO: *Amatitlania nigrofasciatus*, *Herichthys cyanoguttatus* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO CANDELARIA (HUEJUTLA); *Herichthys cyanoguttatus* (Aguilar-Castellanos, 2002); LAGUNA DE METZTITLÁN (METZTITLÁN): *Poeciliopsis gracilis* (Monks *et al.*, 2005a); RÍO SAN PEDRO (ORIZATLÁN): *Herichthys labridens* (Aguilar-Aguilar *et al.*, 2004; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO TALOL: *Herichthys cyanoguttatus*, *Herichthys labridens* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004).

Cryptogonimidae Ward, 1917

Cryptogonimidae gen. sp.

Pez (M): Cavity del cuerpo, ojos, aletas, bránquias.

RÍO AMAJAC: *Gambusia vittata* (este estudio).

Ejemplares depositados: CNHE (4837).

Derogenidae Nicoll, 1910

***Genarchella astyanactis* (Watson, 1976) Scholz, Vargas-Vazquez y Salgado-Maldonado, 1995**

Pez (A): Estómago.

AFLUENTE RÍO TECOLUCO: *Astyanax mexicanus* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004).

Dicrocoeliidae Looss, 1899

***Caballerolecythus ibunami* Lamothe-Argumedo, Falcón-Ordaz, García-Prieto y Fernández, 2005**

Mamífero (A): Hígado.

SAN MIGUEL ALLENDE, TEPEAPULCO: *Peromyscus difficilis* (Pulido-Flores *et al.*, 2013).

Diplostomidae Poirier, 1886

Diplostomidae gen. sp.

Pez (M): Cavity del cuerpo, ojos, grasa, aletas, bránquias, mesenterio, boca, músculo, opérculos, piel.

RÍO ATLAPEXCO, RÍO TALOL: *Herichthys labridens* (Aguilar-Castellanos, 2002); LAGUNA DE METZTITLÁN (METZTITLÁN): *Astyanax mexicanus*, *Chirostoma jordani*, *Oreochromis niloticus*, *Poeciliopsis gracilis* (Monks *et al.*, 2005a); ARROYO TENANGO: *Dionda ipni*, *Poecilia mexicana* (Aguilar-Castellanos, 2002).

***Diplostomum* sp.**

Pez (M): Cerebro, ojos, aletas, cavity branquial, mesenterio, músculo.

RÍO ATLAPEXCO: *Amatitlania nigrofasciatum* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004), *Herichthys cyanoguttatus* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004), *Herichthys labridens* (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2007), *Poeciliopsis gracilis* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO ATLAPEXCO: *Poecilia mexicana* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO SAN PEDRO (ORIZATLÁN): *Herichthys labridens* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO TALOL: *Herichthys labridens*, *Poecilia mexicana* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO TECOLUCO: *Poeciliopsis gracilis* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); LAGO DE TECOCOMULCO: *Chirostoma jordani* (Hernández-Hernández *et al.*, 2008; Alemán-García *et al.*, 2008), *Girardinichthys viviparus* (Bautista-Hernández *et al.*, 2008).

***Posthodiplostomum* sp.**

Pez (M): Mesenterio.

LAGO DE TECOCOMULCO: *Chirostoma jordani* (Hernández-Hernández *et al.*, 2008; Alemán-García *et al.*, 2008).

***Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936**

Pez (M): Cavity del cuerpo, cerebro, ojos, aletas, bránquias, gónadas, riñones, hígado, mesenterio, músculo, opérculo.

RÍO AMAJAC: *Poecilia mexicana* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO ATLAPEXCO: *Amatitlania nigrofasciatus*, *Cichlasoma labridens*, *Herichthys cyanoguttatus*, *Xiphophorus* sp. (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO ATLAPEXCO: *Poecilia mexicana* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO CALABOZO: *Poecilia mexicana* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO CANDELARIA (HUEJUTLA): *Poecilia mexicana*, *Xiphophorus* sp. (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); LAGUNA DE METZTITLÁN (METZTITLÁN): *Herichthys labridens* (Monks *et al.*, 2005a); RÍO SAN PEDRO (ORIZATLÁN): *Aztecula sallaei*, *Poecilia mexicana*, *Poeciliopsis gracilis* (Salgado-Maldonado *et*

- al.*, 2004); *Herichthys labridens* (Aguilar-Aguilar *et al.*, 2004; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO TALOL: *Herichthys cyanoguttatus*, *Herichthys labridens*, *Poecilia mexicana* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO TECOLULCO: *Poecilia mexicana*, *Poeciliopsis gracilis* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); ARROYO TENANGO: *Dionda ipni*, *Poecilia mexicana*, *Xiphophorus* sp. (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO VENADOS: *Gambusia vittata* (Ortega-Olivares, 2004), *Poecilia mexicana* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004).
- Uvulifer ambloplites* (Hughes, 1927) Dubois, 1938**
Pez (M): Aletas, escamas y piel.
ARROYO TENANGO: *Dionda ipni*, *Poecilia mexicana*, *Xiphophorus* sp. (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO VENADOS: *Poecilia mexicana* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004).
- Echinostomatidae Poche, 1926
***Echinostomatidae* gen. sp.**
Pez (M): Cerebro.
LAGO DE TECOCOMULCO: *Chirostoma jordani* (Hernández-Hernández *et al.*, 2008).
- Echinostoma revolutum* (Froelich, 1802) Dietz, 1909**
Ave (A): Intestino.
TECOCOMULCO: *Anas discors* (Padilla, 2010)
Gorgoderidae (Looss, 1899) Looss, 1901
***Gorgoderina attenuata* (Stafford, 1902) Stafford, 1905**
Anfibio (A): Vejiga urinaria.
METZNOXTLA, RESERVA DE LA BIOSFERA BARRANCA DE METZTITLAN: *Lithobates spectabilis* (Pulido-Flores *et al.*, 2009).
- Haematoloechidae Odening, 1964
***Haematoloechus complexus* (Seely, 1906) Krull, 1933**
Anfibio (A): Pulmón.
METZNOXTLA, RESERVA DE LA BIOSFERA BARRANCA DE METZTITLAN: *Lithobates spectabilis* (Pulido-Flores *et al.*, 2009).
- Haploporidae Nicoll, 1914
***Saccocoelioides sogandaresi* Lumsden, 1963**
Pez (A): Intestino.
RÍO AMAJAC: *Poecilia mexicana* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO SAN PEDRO (ORIZATLÁN): *Poeciliopsis gracilis* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO TECOLULCO: *Poecilia mexicana*, *Poeciliopsis gracilis* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); ARROYO TENANGO: *Xiphophorus* sp. (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004).
- Heterophyidae Leiper, 1909
***Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) Price, 1932**
Pez (M): Cavidad del cuerpo, bránquias, hígado.
RÍO ATLAPEXCO: *Herichthys cyanoguttatus*, *Poeciliopsis gracilis*, *Poeciliopsis* sp., *Xiphophorus* sp. (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO CANDELARIA (HUEJUTLA): *Astyanax mexicanus*, *Poecilia mexicana*, *Poeciliopsis gracilis* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO TALOL: *Herichthys cyanoguttatus* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); ARROYO TENANGO: *Gambusia vittata* (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2007), *Xiphophorus* sp. (Aguilar-Castellanos, 2002); CENTRO ACUÍCOLA (TEZONTEPEC DE ALDAMA): *Aristichthys nobilis*, *Cyprinus carpio*, *Cyprinus rubrofasciatus*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Megalobrama amblycephala* (Nava-Honc, 1994), *Ctenopharyngodon idella* (Arizmendi-Espinosa, 1989), *Cyprinus carpio* (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996), *Ictalurus punctatus*, *Oreochromis aureus*, *Oreochromis* sp., *Poecilia reticulata* (Scholz y Salgado-Maldonado, 2000), *Mylopharyngodon piceus* (Arizmendi-Espinosa, 1992).
- Ave (A): Intestino.
CENTRO ACUÍCOLA (TEZONTEPEC DE ALDAMA): *Anas* sp.; *Gallus gallus* (Arizmendi-Espinosa, 1992).
Mamífero (A): Intestino.
CENTRO ACUÍCOLA (TEZONTEPEC DE ALDAMA): *Mus musculus* (Arizmendi-Espinosa, 1992).
Comentarios: el registro en aves y mamíferos fueron obtenidos por infecciones experimentales.
- Lecithodendriidae Luhe, 1901
***Maxbraunium tubiporum* (Braun, 1900) Caballero y Caballero y Zerecero, 1942**
Mamífero (A): Intestino.
SAN ISIDRO (TEZONTEPEC DE ALDAMA): *Pteronotus parnelli* (Caballero y Caballero y Zerecero, 1942).
Ejemplares depositados: CNHE (1373).
- Macroderoididae McMullen, 1937
***Glythelmins quieta* (Stafford, 1900) Stafford, 1905**
Anfibio (A): Intestino.
METZNOXTLA, RESERVA DE LA BIOSFERA BARRANCA DE METZTITLAN: *Lithobates spectabilis* (Pulido-Flores *et al.*, 2009).
- Magnivitellinum simplex* Kloss, 1966**
Pez (A): Intestino.
RÍO ACAMALULCO (ORIZATLÁN), RÍO ATLAPEXCO: *Astyanax mexicanus* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO VENADOS: *Astyanax mexicanus* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004).
- Plagiorchiidae Lühe, 1901
***Ochetosoma grandispinus* (Caballero y Caballero, 1938) Skrzabin y Antipin, 1959**
Reptil (A): Esófago.
TASQUILLO: *Drymarchon corais* (Caballero y Caballero, 1938a).
Ejemplares depositados: CNHE (960, 1455).

Proterodiplostomidae Dubois, 1936

Proterodiplostomidae gen. sp.

Pez (M): Cerebro.

LAGO DE TECOCOMULCO: *Chirostoma jordani* (Hernández-Hernández *et al.*, 2008)

Strigeidae Railliet, 1919

Apharyngostrigea sp.

Pez (M): Aletas, bránquias, intestino, hígado, mesenterio y opérculos.

RÍO CANDELARIA (HUEJUTLA): *Poecilia mexicana gracilis* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004), *Poeciliopsis gracilis* (Aguilar-Castellanos, 2002); RÍO SAN PEDRO (ORIZATLÁN): *Herichthys labridens* (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2007).

Clase Monogonoidea Bychowsky, 1937

Ancyrocephalidae Bychowsky, 1937

Actinocleidus sp.

Pez (A): Branquias.

LAGO DE TECOCOMULCO: *Cyprinus carpio* (Alemán-García *et al.*, 2008)

Actinocleidus cf. fergusonii Mizelle, 1938.

Pez (A): Branquias.

LAGUNA DE ATEZCA: *Micropterus salmoides* (Aguilar-Aguilar *et al.*, 2004).

Dactylogyridae Bychowsky, 1933

Dactylogyridae gen. sp.

Pez (A): Bránquias.

RÍO SAN PEDRO (ORIZATLÁN): *Cichlasoma cyanoguttatum* (Aguilar-Castellanos, 2002); ARROYO TENANGO: *Xiphophorus* sp. (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004).

Dactylogyrus sp.

Pez (ND): Bránquias.

CENTRO ACUÍCOLA (TEZONTEPEC DE ALDAMA): *Cyprinus carpio comunis* (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996).

Sciadicleithrum sp.

Pez (A): Bránquias.

RÍO TALOL: *Cichlasoma labridens* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO ATLAPEXCO: *Cichlasoma labridens* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004).

Urocleidoides strombicirrus (Price y Bussing, 1967) Kritsky y Thatcher, 1974

Pez (A): Bránquias.

RÍO CANDELARIA: *Astyanax mexicanus* (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004).

Gyrodactylidae Van Beneden y Hesse, 1863

Gyrodactylus sp.

Pez (A): Piel.

LAGO DE TECOCOMULCO: *Girardinichtys viviparus* (Bautista-Hernández *et al.*, 2008).

Polystomatidae Gamble, 1896

Polystomoidella whartoni Price, 1939

Reptil (A): Vejiga urinaria.

TASQUILLO: *Kinosternon hirtipes* (Caballero y Caballero, 1938b).

Ejemplares depositados: CNHE (112, 115, 231, 302).

Clase: Cestoda Rudolphi, 1808

Anoplocephalidae Cholodkovsky, 1902

Oochoristica sp.

Reptil (A): Intestino.

NOCHISTONGO: *Sceloporus grammicus* (USNPC), *Sceloporus parvus* (USNPC).

Ejemplares depositados: USNPC (91665, 91681).

O. scelopori Voge y Fox, 1950

Reptil (A): Intestino.

NA: *Sceloporus parvus* (Goldberg *et al.*, 2003).

Ejemplares depositados: USNPC (85037).

Bothriocephalidae Blanchard, 1849

Bothriocephalus acheliognathi Yamaguti, 1934

Pez (A): Intestino.

RÍO AMAJAC (ATOTONILCO EL GRANDE): *Dionda ipni* (Aguilar-Aguilar *et al.*, 2004; Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003); *Poeciliopsis* sp., (Aguilar-Castellanos, 2002); CENTRO ACUÍCOLA (TEZONTEPEC DE ALDAMA): *Ctenopharyngodon idellus* (Guillén-Hernández *et al.*, 1991; López-Jiménez, 1980); *Cyprinus carpio communis*, *Cyprinus rubrofusculus*, *Cyprinus carpio specularis* (García-Prieto y Osorio-Sarabia, 1991); *Hypophthalmichthys molitrix* (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996); *Megalobrama amblycephala* (García-Prieto y Osorio-Sarabia, 1991); *Mylopharyngodon piceus* (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996); PRESA ENDO: *Ctenopharyngodon idellus*, *Cyprinus carpio specularis* (García-Prieto y Osorio-Sarabia, 1991); RÍO VENADOS: *Gambusia vittata* (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003); *Poecilia mexicana* (Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO ATLAPEXCO: *Cichlasoma cyanoguttatum* (Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003; Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); TRIBUTARIO DEL RÍO ACAMOLUCO: *Poecilia mexicana* (Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003); RÍO TALOL: *Cichlasoma labridens* (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003); LAGUNA DE METZTITLÁN (METZTITLÁN): *Abramis brama* (Gutiérrez-Cabrera, 2004; Gutiérrez-Cabrera *et al.*, 2005; Monks *et al.*, 2005a); *Astyanax mexicanus* (Gutiérrez-Cabrera, 2004; Gutiérrez-Cabrera *et al.*, 2005; Monks *et al.*, 2005a); *Amatitlania nigrofasciatus* (Gutiérrez-Cabrera, 2004; Gutiérrez-Cabrera *et al.*, 2005); *Chirostoma jordani*, *Cyprinus carpio*, *Herichthys labridens*, *Poeciliopsis gracilis* (Gutiérrez-Cabrera, 2004; Gutiérrez-Cabrera *et al.*, 2005; Monks *et al.*, 2005a); LAGO DE TECOCOMULCO: *Chirostoma jordani* (Hernández-Hernández *et al.*, 2008).

- Ejemplares depositados: CNHE (446, 4935, 4936, 4937); CIB-UAEH (5097, P00001, P00002, P00003, P00004).
- Catenotaeniidae Spasskii, 1950
***Catenotaenia peromysci* Smith, 1954**
 Mamífero (A): Intestino.
 PASO DE LEÓN (METZTITLÁN): *Peromyscus difficilis* (García-Prieto *et al.*, 2012).
 XIHUINGO, TEPEAPULCO: *Peromyscus difficilis*.
 Comentario: Está es el segundo registro de la especie en el estado de Hidalgo, además no se ha registrado en otro estado de la república.
- Davaineidae Braun, 1900
***Railletina baeri* Meggitt y Subramanian, 1927**
 Mamífero (A): Intestino.
 HUEHUETLA: *Liomys irroratus* (García-Prieto *et al.*, 2012).
 Ejemplares depositados: CNHE (488).
- Gryporhynchidae Spassky y Spasskaya, 1973
***Glossocercus* sp.**
 Pez (Me): Mesenterio, vesícula biliar.
 LAGUNA DE METZTITLÁN (METZTITLÁN): *Chirosotoma jordani*, *Poeciliopsis gracilis* (Monks *et al.*, 2005a; Monks *et al.*, 2005b); LAGO DE TECOCOMULCO: *Cyprinus carpio* (Alemán-García *et al.*, 2008); *Girardinichthys viviparus* (Bautista-Hernández *et al.*, 2008).
 Ejemplares depositados: CIB-UAEH (P00005, P00006).
***G. auritus* (Rudolphi, 1819) Bona, 1994**
 Pez (C): Hígado, grasa.
 RÍO CALABOZO, XOCHIATIPAN: *Poecilia mexicana* (Scholz y Salgado-Maldonado, 2001, Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO TALOL: *Poecilia mexicana* (Aguilar-Castellanos, 2002).
 Ejemplares depositados: CNHE (4120).
- Hymenolepididae Ariola, 1899
***Cloacotaenia megalops* (Nitzsch in Creplin, 1929) Wolflügel, 1938**
 Ave (A): Intestino.
 TECOCOMULCO: *Anas discors* (Padilla, 2010).
***Vampirolepis* sp.**
 Mamífero (A): Intestino.
 PASO DE LEÓN (METZTITLÁN): *Peromyscus difficilis* (García-Prieto *et al.*, 2012).
 Ejemplares depositados: CNHE (487).
***Rodentolepis nana* (von Siebold, 1852) Blanchard, 1891**
 Mamífero (A): Intestino.
 METZTITLÁN, SAN CRISTOBAL: *Mus musculus* (Pulido-Flores *et al.*, 2005); PASO DE LEÓN: *Peromyscus difficilis* (Carmona-Huerta, 1994).
 Ejemplares depositados: CIB-UAEH (F00006), CHE (F00006).
 COMENTARIO: Los organismos registrados por Carmona-Huerta (2004) fueron descritos como *Vampirolepis nana*.
- Hymenolepis diminuta* (Rudolphi, 1819) Weiland, 1858**
 Mamífero (A): Intestino.
 PASO DE LEÓN (METZTITLÁN): *Peromyscus difficilis* (García-Prieto *et al.*, 2012).
 Ejemplares depositados: CNHE (490).
***H. horrida* (Von Linstow, 1901) Lühe, 1910**
 Mamífero (A): Intestino.
 PASO DE LEÓN (METZTITLÁN): *Peromyscus difficilis* (Carmona-Huerta, 1994).
- Nematotaeniidae Lühe, 1910
***Bitegmen gerrhonoti* (Telford, 1965) Jones, 1987**
 Reptil (A): Intestino.
 DURANGO: *Lepidophyma gaigeae* (Goldberg *et al.*, 2002).
 Ejemplares depositados: USNPC (91755).
- Proteocephalidae La Rue, 1911
Proteocephalidae gen. sp.
 Pez (P): Hígado.
 LAGUNA DE ATEZCA: *Micropterus salmoides* (Aguilar-Aguilar *et al.*, 2004).
Ophiotaenia perspicua La Rue, 1911
 Reptil (A): Intestino.
 TASQUILLO: *Crotalus* sp. (Flores-Barroeta *et al.*, 1961).
- Taeniidae Ludwing, 1886
***Taenia* sp.**
 Mamífero (C): Dermis, hígado.
 HUASCA: *Mus musculus*; RANCHO SANTA ELENA (TULANCINGO): *Peromyscus maniculatus* (Pulido-Flores *et al.*, 2005); SAN MIGUEL ALLENDE, TEPEAPULCO: *Peromyscus* sp., *Peromyscus difficilis* (Pulido-Flores *et al.*, 2013).
 Ejemplares depositados: CHE (F00012).
***T. multiceps* Leske, 1780**
 Mamífero (ND): ND
 PASO DE LEÓN (METZTITLÁN): *Peromyscus leucopus* (García-Prieto *et al.*, 2012).
 Ejemplares depositados: CNHE (491).
***T. pisiformis* (Bloch, 1780) Gmelin, 1790**
 Mamífero (ND): ND
 PASO DE LEÓN (METZTITLÁN): *Peromyscus difficilis* (García-Prieto *et al.*, 2012).
 Ejemplares depositados: CNHE (485).
***T. taeniformis* Batsch, 1786**
 Mamífero (C): Hígado.
 SAN CRISTOBAL *Rattus rattus* (Pulido-Flores *et al.*, 2005).
 Ejemplares depositados: CHE (P00027).
- Phylum Nematoda Rudolphi, 1808**
- Anisakidae (Railliet y Henry, 1912) Skrjabin y Karhokin, 1945
***Contracecum* sp.**
 Pez (L): Hígado, mesenterio, intestino, gónadas, cavidad del cuerpo, grasa.
 RÍO TALOL: *Cichlasoma labridens* (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO SAN

- PEDRO (ORIZATLÁN): *Cichlasoma cyanoguttatum*, *Cichlasoma labridens* (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO TECOLUCO: *Astyanax mexicanus*, *Poeciliopsis gracilis*, *Poecilia mexicana* (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO CALABOZO: *Poecilia mexicana* (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO CANDELARIA: *Cichlasoma cyanoguttatum* (Aguilar-Castellanos, 2002); RÍO ATLAPEXCO: *Cichlasoma cynoguttatum*, *Ictalurus mexicanus* (Aguilar-Aguilar *et al.*, 2004; Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); LAGUNA DE METZTITLÁN (METZTITLÁN): *Abramis brama*, *Astyanax mexicanus*, *Cyprinus carpio*, *Herichthys labridens*, *Poeciliopsis gracilis* (Monks *et al.*, 2005a; Monks *et al.*, 2005b); LAGUNA DE ATEZCA: *Tilapia rendalli* (Aguilar-Aguilar *et al.*, 2004).
Ejemplares depositados: COPA-UAEM (N-3886), CIB-UAEH (F00013).
- Ascaridiidae Travassos, 1919
***Ascaridia* sp.**
Reptil (L): Mesenterio.
DURANGO: *Lepidophyma gaigeae* (Goldberg *et al.*, 2002).
Ejemplares depositados: USNPC (91757).
***Toxascaris leonine* (Von Linstow, 1902) Leiper, 1907**
Mamífero (ND): Intestino.
TASQUILLO: *Urocyon cinereoargenteus* (Caballero y Caballero, 1937a).
Ejemplares depositados: CNHE (2043).
- Atractidae (Railliet, 1917) Travassos, 1919
***Cyrtosomum penneri* Gambino, 1957**
Reptil (A): Ciego, Intestino.
NA, SAN CRISTÓBAL: *Sceloporus parvus* (Goldberg *et al.*, 2003).
Ejemplares depositados: USNPC (91682).
- Camallanidae Railliet y Henry, 1915
Camallanidae gen. sp.
Pez (ND): Intestino.
RÍO CANDELARIA: *Astyanax mexicanus* NP.
Ejemplares depositados: CNHE (5239).
***Procamallanus neocaballeroi* (Caballero-De-loya, 1977) Moravec y Vargas-Vazquez, 1996**
Pez (A): Intestino.
RÍO CANDELARIA, RÍO TECOLUCO, RÍO CANDELARIA, RÍO CALABOZO, RÍO TECOLUCO, RÍO ACAMOLUCO: *Astyanax mexicanus* (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004).
Ejemplares depositados: CNHE (5237), COPA-UAEM (N-024).
***Serpinema trispinosum* (Elidí, 1852) Yeh, 1960**
Reptil (A): Intestino, estómago.
TASQUILLO: *Kinosternon hirtipes* (Caballero y Caballero, 1939).
Ejemplares depositados: CNHE (2081, 2082).
- Cosmocercidae Railliet, 1916
***Aplectana uaeht*^{NE} Falcón-Ordaz, Monks, Pulido-Flores y Rodríguez-Amador, 2014**
Anfibio (A): Intestino.
LAGO DE TECOCOMULCO: *Ambystoma velasci* (Falcón-Ordaz *et al.*, 2014).
Ejemplares depositados: CNHE (8583-8585); HWML (68540-68541); CHE (F0018)
***Cosmocercoides variabilis* (Harwood, 1930) Travassos, 1931**
Reptil (A): Intestino.
ZACUALTIPAN: *Barisia imbricata* (Goldberg *et al.*, 1999).
Ejemplares depositados: CNHE (3384)
***Raillietnema brachyspiculatum* Bursey, Goldberg, Salgado-Maldonado y Méndez de la Cruz, 1998**
Reptil (A): Intestino.
ZACUALTIPAN: *Barisia imbricata* (Goldberg *et al.*, 1999)
Ejemplares depositados: CNHE (3386).
- Cucullanidae Cobbold, 1864
***Cucullanus* sp.**
Pez (A): Intestino.
RÍO ATLAPEXCO: *Ictalurus mexicanus* (Aguilar-Aguilar *et al.*, 2004).
- Dioctophymatidae (Railliet, 1915)
***Eustrongylides* sp.**
Pez (L): Mesenterio
RÍO VENADOS: *Cichlasoma labridens* (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004).
Ejemplares depositados: CNHE (5235), COPA-UAEM (N-039).
- Gnathostomatidae Railliet, 1895
***Spiroxys* sp.**
Pez (L): Intestino.
RÍO ATLAPEXCO: *Poeciliopsis gracilis* (Aguilar-Castellanos, 2002).
- Gongylonematidae (Hall, 1916) Sobolev, 1949
***Gongylonema* sp.**
Mamífero (A): Estómago.
METZTITLÁN: *Mus musculus* (Pulido-Flores *et al.*, 2005).
- Habronematidae (Chitwood y Wehr, 1932)
***Habronema mansonii* Seurat, 1914**
Ave (ND): ND
TASQUILLO: *Buteo borealis* (Caballero y Caballero y Peregrina, 1938a).
Ejemplares depositados: CNHE (1942).
- Heligmonellidae (Skrjabin y Schikhobalova, 1952)
***Carolinensis carolinensis* (Dikmans, 1935) Travassos, 1937**
Mamífero (A): Intestino.
RANCHO SANTA ELENA (TULANCINGO): *Peromyscus maniculatus* (Pulido-Flores *et al.*, 2005).
Ejemplares depositados: CNHE (5321).

- Carolinensis huehuetlana*^{NE} Falcón-Ordaz y Sanabria-Espinoza, 1996**
Mamífero (A): Intestino.
HUEHUETLA: *Peromyscus difficilis* (Falcón-Ordaz y Sanabria-Espinoza, 1996); *Peromyscus mexicanus* (Falcón-Ordaz et al., 2013); SAN MIGUEL ALLENDE Y XIHUINGO, TECOCOMULCO: *Peromyscus difficilis*.
COMENTARIO: Los registros de la especie para el municipio de Tecocomulco son nuevos para el estado.
Ejemplares depositados: CNHE (6887).
***Hassalstrongylus aduncus* (Chandler, 1932) Durette-Desset, 1972**
Mamífero (A): Intestino.
HUEHUETLA: *Sigmodon hispidus* (García-Prieto et al., 2012).
Ejemplares depositados CNHE (6887).
***Stilestrongylus peromysci*^{NE} Falcón-Ordaz y Sanabria-Espinoza, 1999**
Mamífero (A): Intestino.
HUEHUETLA: *Peromyscus difficilis* (Falcón-Ordaz y Sanabria-Espinoza, 1999).
Ejemplares depositados CNHE (2296).
***S. hidalguensis*^{NE} Falcón-Ordaz y Sanabria-Espinoza, 1999**
Mamífero (A): Intestino.
ATLAPEXCO: *Peromyscus* sp. (Falcón-Ordaz y Sanabria-Espinoza, 1999).
Ejemplares depositados CNHE (2293-2295, 2297).
***Nippostrongylus brasiliensis* Travassos, 1914**
Mamífero (A): Intestino.
SAN CRISTÓBAL: *Rattus rattus* (Pulido-Flores et al., 2005).
Ejemplares depositados CNHE (5320).
Heterakidae
***Strongyluris similis* Caballero y Caballero, 1938**
Reptil (A): Intestino.
NA: *Sceloporus jarrovi* (Goldberg et al., 1996).
Heteroxyematidae Skrjabin y Schikhobalova, 1948
***Aspicularis* sp.**
Mamífero (A): Ciego.
SAN MIGUEL ALLENDE, TEPEAPULCO: *Peromyscus difficilis* (Pulido-Flores et al., 2013)
***Aspicularis* cf. *lahorica* Akhtar, 1955**
Mamífero (A): Intestino.
METZTITLÁN: *Mus musculus* (Pulido-Flores et al., 2005).
Ejemplares depositados: CIB-UAEH (F00001).
***A. huscaensis*^{NE} Falcón-Ordaz, Pulido-Flores y Monks, 2010**
Mamífero (A): Intestino.
HUASCA DE OCAMPO: *Mus musculus* (Falcón-Ordaz et al., 2010).
Ejemplares depositados: CNHE (6935-6937) y HWML (P-2009-023).
Kathlaniidae (Lane, 1914) Travassos, 1918
***Cruzia tentaculata* (Rudolphi, 1819) Travassos, 1917**
Mamífero (A): Intestino.
TASQUILLO: *Didelphis* sp. (Caballero y Caballero, 1937a).
Ejemplares depositados: CNHE (2106, 2107).
Molineidae (Skrjabin y Schulz, 1937) Durette-Desset y Chabaud, 1977
***Oswaldocruzia pipiens* Walton, 1929**
Reptil (A): Intestino, estómago.
ZACUALTIPAN: *Barisia imbricata* (Goldberg et al., 1999).
Onchocercidae Leiper, 1911
***Aproctella nuda* Hamann, 1940**
Ave (ND): Intestino.
TASQUILLO: *Phainopepla nitens* (Alencaster-Ybarra, 1948).
Ejemplares depositados CNHE (2048).
***Macdonaldius grassii* (Caballero y Caballero, 1954) Chabaud y Frank, 1960**
Reptil (A): Peritoneo.
ND: *Sceloporus jarrovi* (Goldberg et al., 1996).
***Ochoterenella digiticauda* Caballero y Caballero, 1944**
Anfibio (A): Mesenterio.
METZNOXTLA, RESERVA DE LA BIOSFERA BARRANCA DE METZTITLÁN: *Lithobates spectabilis* (Pulido-Flores et al., 2009).
Ornithostrongylidae (Travassos, 1937) Durette-Desset y Chabaud, 1981
***Vexillata vexillata* (Hall, 1916) Durette-Desset, 1971**
Mamífero (A): Intestino.
HUEHUETLA: *Liomys irroratus*, *Peromyscus difficilis* (Falcón-Ordaz y Sanabria-Espinoza, 1997; Sanabria-Espinoza et al., 1996).
Ejemplares depositados: CNHE (2290).
Oxyuridae Cobbold, 1864
***Passalurus abditus* Caballero y Caballero, 1937**
Mamíferos: (A): Ciego
TASQUILLO: *Spermophilus variegatus* (Caballero y Caballero, 1937b).
Ejemplares depositados: CNHE (2527, 2528)
***Syphacia* sp.**
Mamífero (A): Ciego.
CERRO DEL TEZONTLE, HUASCA: *Mus musculus*, *Rattus rattus*; SAN CRISTÓBAL: *Rattus rattus*.
SAN JUAN HUELLAPAN, HUASCA: *Mus musculus*; CAMINO A ZEMPOALA: *Peromyscus difficilis*; XIHUINGO, TEPEAPULCO: *Peromyscus difficilis*; HUHUETLA: *Peromyscus mexicanus* (Falcón-Ordaz et al., 2013).
COMENTARIO: Todos los ejemplares son hembras. Para las localidades de camino a Zempoala, Cerro del Tezontle, San Juan Huellapan y Xihuingo son nuevas localidades para el estado.

- S. obvelata* (Rudolphi, 1802) Seurat, 1918**
Mamífero (A): Ciego.
METZTITLÁN, SAN CRISTÓBAL: *Mus musculus* (Pulido-Flores *et al.*, 2005).
Ejemplares depositados: CNHE (5318), CIB-UAEH (F-00003).
- S. muris* (Yamaguti, 1935) Yamaguti, 1941**
Mamífero (A): Ciego.
SAN CRISTOBAL: *Rattus rattus* (Pulido-Flores *et al.*, 2005).
Ejemplares depositados: CNHE (5319).
- S. peromysci* Harkema, 1936**
Mamífero (A): Ciego.
RANCHO SANTA ELENA (TULANCINGO): *Peromyscus maniculatus* (Pulido-Flores *et al.*, 2005).
Ejemplares depositados: CNHE (5317).
- Heteromyoxuris ottomif*^{NE} García-Prieto, Falcón-Ordaz, Lira-Guerrero y Mendoza-Garfías, 2008**
Mamífero (A): Ciego.
IGNACIO ZARAGOZA (AJACUBA): *Perognathus flavus* (García-Prieto *et al.*, 2008).
Ejemplares depositados: CNHE (5480, 5482).
Pharyngodonidae Travassos, 1919
- Pharyngodonidae gen. sp.**
Pez (A): Intestino.
RÍO ATLAPEXCO: *Astyanax mexicanus* (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004).
- Skrjabinodon scelopori* (Caballero y Caballero, 1938) Inglis, 1968**
Reptil (A): Intestino.
MIXQUIAHUALA: *Sceloporus torquatus* (Caballero y Caballero, 1938c).
- Spauligodon giganticus* (Read y Amrein, 1953) Skrjabin, Schikhobalova y La-godovskaja, 1960**
Reptil (A): Intestino.
NA: *Sceloporus jarrovi* (Goldberg *et al.*, 1996). DURANGO: *Lepidophyma gageae* (Goldberg *et al.*, 2002).
- Spauligodon lamothe*^{NE} Monks, Escorcía-Ignacio y Pulido-Flores, 2008**
Reptil (A): Intestino.
BARRANCA DE METZTITLÁN (METZTITLÁN): *Sceloporus minor*, *Sceloporus grammicus* (Monks *et al.*, 2008).
Ejemplares depositados: CNHE (5292-5295) (H, P).
- Physalopterae (Railliet, 1893)
- Physaloptera* sp.**
Reptil (ND): Estómago.
SAN CRISTOBAL: *Sceloporus parvus* (USNPC)
Ejemplares depositados: USNPC (91684).
- Ph. clausa* Rudolphi, 1819**
Mamífero (ND): ND
TASQUILLO: *Urocyon cinereoargenteus* (Caballero y Caballero y Peregrina, 1938b).
Ejemplares depositados: CNHE (2078)
- Ph. maxillaris* Molin, 1860**
Mamífero (ND): ND
TASQUILLO: *Mephitis macroura* (Caballero y Caballero y Peregrina, 1938b).
Ejemplares depositados: CNHE (2079).
- Ph. retusa* Rudolphi, 1819**
Reptil (A): Estómago.
NA: *Sceloporus jarrovi* (Goldberg *et al.*, 1996); *Sceloporus parvus*, *Sceloporus grammicus*, *Sceloporus variabilis* (Goldberg *et al.*, 2003); NOCHISTONGO: *Sceloporus grammicus* (USNPC); ZACUALTIPAN: *Barisia imbricata* (Goldberg *et al.*, 1999).
Ejemplares depositados: USNPC (91667).
- Skrjabinoptera* sp.**
Reptil (L): ND
METZNOXTLA, RESERVA DE LA BIOSFERA BARRANCA DE METZTITLÁN: "Culebra".
Comentario: Está es la primera vez que se registra el género en México parasitando una serpiente.
- Skrjabinoptera phrynosoma* (Ortlepp, 1922) Schulz, 1927**
Reptil (A): Intestino, estómago.
ACTOPAN: *Sceloporus spinosus* (Caballero y Caballero, 1937a).
Thubunaea intestinalis Bursey y Goldberg, 1991
Reptil (A): Intestino.
NA: *Sceloporus parvus* (Goldberg *et al.*, 2003).
- Turgida turgida* (Rudolphi, 1819) Travassos, 1919**
Mamífero (A): Estómago
TASQUILLO: *Didelphis* sp. (Caballero y Caballero, 1937a).
Ejemplares depositados: CNHE (2072, 2086)
- Rhabdochonidae Travassos, Artigas y Pereira, 1928
- Rhabdochona* sp.**
Pez (A): Intestino.
LAGO DE TECOCOMULCO: *Girardinichthys viviparus* (Bautista-Hernández *et al.*, 2008).
- R. canadensis* Moravec y Arai, 1971**
Pez (A) Intestino.
ARROYO TENANGO: *Dionda ipni* (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004).
- R. kidderi* Pearse, 1936**
Pez (A): Intestino.
RÍO ATLAPEXCO: *Ictalurus mexicanus* (Aguilar-Aguilar *et al.*, 2004); *Amatitlania nigrofasciatum*, *Cichlasoma cyanoguttatum*, *Herichthys labridens* (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO SAN PEDRO (ORIZATLÁN): *Cichlasoma cyanoguttatum*, *Herichthys labridens* (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO CANDELARIA: *Cichlasoma cyanoguttatum* (Aguilar-Castellanos, 2002); RÍO TALOL: *Cichlasoma cyanoguttatum*, *Herichthys labridens* (Aguilar-Castellanos, 2002), Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); RÍO

TECOLUCO: *Cichlasoma cyanoguttatum* (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004).

R. xiphophor^{NE} Caspeta-Mandujano, Moravec y Salgado-Maldonado, 2001

Pez (A): Intestino.

ARROYO TENANGO *Xiphophorus* sp. (Caspeta-Mandujano *et al.*, 2001; Aguilar-Castellanos, 2002).

Ejemplares depositados: CNHE (3940, 3942).

Rictularidae (Hall, 1915)

Pterygodermatites peromysci Lichtenfels, 1970

Mamífero (A) Intestino.

XIHUINGO, TEPEAPULCO: *Peromyscus difficilis*.

Comentario: Primer registro en el estado.

Spiruridae

Protospirura mexicana^{NE} Falcón-Ordaz y Sanabria-Espinoza, 1995

Mamífero (A): Intestino.

HUEHUETLA: *Peromyscus difficilis* (Falcón-Ordaz y Sanabria-Espinoza, 1995).

Ejemplares depositados: CNHE (2291, 2292).

Thelaziidae Skrzabin, 1915

Oxispirura mansonii Cobbold, 1879

Ave (ND): ND.

TASQUILLO: *Circus hudsonius* (Alencaster-Ybarra, 1948).

Ejemplares depositados: CNHE (2143).

Trichinellidae

Trichinella sp.

Mamífero (L): Ciego.

SAN CRISTÓBAL: *Mus musculus* (Pulido-Flores *et al.*, 2005).

Ejemplares depositados: CHE (F00004).

Trichuridae (Ransom, 1911)

Capillaria sp.

Ave (A): ¿Esófago?.

TECOCOMULCO: *Oxyura jamaicensis* (Padilla, 2010).

Mamífero (A) Intestino.

XIHUINGO, TEPEAPULCO: *Peromyscus difficilis*.

Comentario: Nuevo registro en el estado.

Capillaria cyprinodonticola Huffman y Bullock, 1973

Pez (A): Intestino, hígado.

RÍO SAN PEDRO (ORIZATLÁN), RÍO CANDELARIA, RÍO TALOL: *Poecilia mexicana* (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004).

Trichuris sp.

Mamífero (A) Ciego.

CERRO DEL TEZONTLE y SAN JUAN HUELLAPAN, HUASCA: *Mus musculus*; XIHUINGO, TEPEAPULCO: *Peromyscus difficilis*.

T. fossor Hall, 1916

Mamífero (A): Ciego.

HUEHUETLA: *Peromyscus difficilis* (García-Prieto *et al.*, 2012; Lamothe-Argumedo *et al.*, 1997).

Ejemplares depositados: CNHE (2283)

T. muris Schrank, 1788

Mamífero (A): Ciego.

METZTITLÁN, SAN CRISTÓBAL: *Mus musculus* (Pulido-Flores *et al.*, 2005).

Ejemplares depositados: CNHE (5316), CIB-UAEH (F00005).

Comentario: Nuevos registros de localidad en el estado.

Phylum Acanthocephala

Neoechinorhynchidae Ward, 1917

Neoechinorhynchus golvani Salgado-Maldonado, 1978

Pez (A): Intestino.

RÍO ATLAPEXCO: *Cichlasoma labridens* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2004); *Cichlasoma nigrofasciatum*, *Cichlasoma cyanoguttatum* (Aguilar-Castellanos, 2002; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004).

Oligacanthorhynchidae Southwell y Macfie, 1925

Oligacanthorhynchidae gen. sp.

Reptil (C): Cavidad del cuerpo, mesenterio.

1 MILLA DE SANTA MÓNICA: *Conopsis lineata* (Goldberg y Bursey, 2004).

Polymorphidae Meyer, 1931

Pseudocorynosoma constrictum Van Cleave, 1918

Ave (A): Intestino.

TECOCOMULCO *Anas discors* (Padilla, 2010).

Lista Hospedero-Parásito

CLASE ACTINOPTERYGII

Orden Atheriniformes

Atherinopsidae

Chirostoma jordani

Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea

Diplostomidae gen. sp.-Digenea

Diplostomum sp.-Digenea

Echinostomatidae gen. sp.-Digenea

Glossocercus sp.-Digenea

Posthodiplostomum sp.-Digenea

Proterodiplostomatidae gen. sp.-Digenea

Order Characiformes

Characidae

Astyanax mexicanus

Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea

Camallanidae gen. sp.-Nematoda

Centrocestus formosanus-Digenea

Contracecum sp.-Nematoda

Diplostomidae gen. sp.-Digenea

Genarchella astyanactis-Digenea

Magnivitellinum simplex-Digenea

- Pharyngodonidae gen. sp.-Nematoda
Procamallanus neocaballeri-Nematoda
Urocleidoides strombicirrus-Monogenea
- Order Cypriniformes
 Cyprinidae
Abramis brama
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea
Contracecum sp.-Nematoda
Aristichtys nobilis
Centrocestus formosanus-Digenea
Azteca sallaei
Posthodiplostomum minimum-Digenea
Ctenopharygodon idellus
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea
Centrocestus formosanus-Digenea
Cyprinus carpio
Actinocleidus sp.-Monogenea
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea
Contracecum sp.-Nematoda
Glossocercus sp.-Cestoidea
C. carpio communis
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea
Centrocestus formosanus-Digenea
Dactylogyrus sp.-Monogenea
C. carpio specularis
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea
Centrocestus formosanus-Digenea
C. rubrofuscus
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea
Centrocestus formosanus-Digenea
Dionda ipni
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea
 Diplostomidae gen. sp.-Digenea
Posthodiplostomum minimum-Digenea
Rhabdocona canadensis-Nematoda
Uvulifer ambloplitis-Digenea
Hypophthalmichthys molitrix
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea
Centrocestus formosanus-Digenea
Megalobrama amblycephala
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea
Centrocestus formosanus-Digenea
Mylopharyngodon piceus
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea
Centrocestus formosanus-Digenea
- Poeciliidae
Gambusia vittata
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea
Centrocestus formosanus-Digenea
 Cryptogonimidae gen. sp.-Digenea
Posthodiplostomum minimum-Digenea
Poecilia mexicana
Apharyngostrigea sp.-Digenea
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea
Capillaria cyprinodonticola-Nematoda
Centrocestus formosanus-Digenea
Contracecum sp.-Nematoda
 Diplostomidae gen. sp.-Digenea
Diplostomum sp.-Digenea
Glossocercus auritus-Cestoidea
Posthodiplostomum minimum-Digenea
Saccocoelioides sogandaresi-Digenea
Uvulifer ambloplitis-Digenea
P. reticulata
Centrocestus formosanus-Digenea
***Poeciliopsis* sp.**
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea
Centrocestus formosanus-Digenea
Poeciliopsis gracilis
Apharyngostrigea sp.-Digenea
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea
Centrocestus formosanus-Digenea
Clinostomum complanatum-Digenea
Contracecum sp.-Nematoda
 Diplostomidae gen. sp.-Digenea
Diplostomum sp.-Digenea
Glossocercus sp.-Cestoidea
Posthodiplostomum minimum-Digenea
Saccocoelioides sogandaresi-Digenea
Spiroxys sp.-Nematoda
***Xiphophorus* sp.**
Centrocestus formosanus-Digenea
 Dactylogyridae gen. sp.-Monogenea
Posthodiplostomum minimum-Digenea
Rhabdochona xiphophori-Nematoda
Saccocoelioides sogandaresi-Digenea
Uvulifer ambloplitis-Digenea
- Order Cyprinodontiformes
 Goodeidae
Girardinichthys viviparus
Diplostomum sp.-Digenea
Glossocercus sp.-Cestoidea
Gyrodactylus sp.-Monogenea
Rhabdochona sp.-Nematoda
- Order Perciformes
 Centrarchidae
Micropterus salmoides
Actinocleidus fergusonii-Digenea
 Proteocephalidae gen. sp.-Monogenea
 Cichlidae
Amatitlania nigrofasciata
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea
Clinostomum complanatum-Digenea
Diplostomum sp.-Digenea
Neoechinorhynchus golvani-Acanthocephala
Posthodiplostomum minimum-Digenea
Rhabdochona kidderi-Nematoda
Herichthys cyanoguttatum
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea

Centrocestus formosanus-Digenea
Clinostomum complanatum-Digenea
Contracecum sp.-Nematoda
Crassicutis cichlasomae-Digenea
Dactylogiridae gen. sp.-Monogenea
Diplostomum sp.-Digenea
Neoechinorhynchus golvani-Acanthocephala
Posthodiplostomum minimum-Digenea
Rhabdochona kidderi-Nematoda

H. labridens

Apharyngostrigea sp.-Digenea
Bothriocephalus acheilognathi-Cestoidea
Clinostomum complanatum-Digenea
Contracecum sp.-Nematoda
Crassicutis cichlasomae-Digenea
Diplostomidae gen. sp.-Digenea
Diplostomum sp.-Digenea
Eustrongylides sp.-Nematoda
Neoechinorhynchus golvani-Acanthocephala
Posthodiplostomum minimum-Digenea
Rhabdochona kidderi-Nematoda
Sciadicleithrum sp.-Monogenea

Oreochromis sp.

Centrocestus formosanus-Digenea

O. aureus

Centrocestus formosanus-Digenea

O. niloticus

Diplostomidae gen. sp.-Digenea

Tilapia rendalli

Contracecum sp.-Nematoda
Proteocephalidae gen. sp.-Cestoidea

Order Siluriformes

Ictaluridae

Ictalurus mexicanus

Contracecum sp.-Nematoda
Cucullanus sp.-Nematoda
Rhabdochona kidderi-Nematoda

I. punctatus

Centrocestus formosanus-Digenea

CLASE AMPHIBIA

Orden Anura

Ranidae

Lithobates spectabilis

Glypthelmis quieta-Digenea
Gorgoderina attenuata-Digenea
Haematoloechus complexus-Digenea
Ochoterenella digiticauda-Nematoda

Orden Caudata

Ambystomatidae

Ambystoma velasci

Aplectana uaehi-Nematoda

Cephalogonimus americanus-Digenea

CLASE REPTILIA

Order Squamata

“Culuebra”

Skrjabinoptera sp.-Nematoda

Anguidae

Barisia imbricata

Cosmocercoides variabilis-Nematoda
Oswaldocruzia pipiens-Nematoda
Physaloptera retusa-Nematoda
Raillietnema brachyspiculatum-Nematoda

Phrynosomatidae

Phrynosoma cornutum

Skrjabinoptera phrynosoma-Nematoda

P. solare

Skrjabinoptera phrynosoma-Nematoda

Sceloporus grammicus

Oochoristica sp.-Cestoidea
Spauligodon lamothei-Nematoda

S. jarrovi

Macdonaldius grassii-Nematoda
Oochoristica scelopori-Cestoidea
Physaloptera retusa-Nematoda
Spaulidodon giganticus-Nematoda
Strongyluris similis-Nematoda

S. minor

Spauligodon lamothei-Nematoda

S. parvus

Cyrtosomum penneri-Nematoda
Oochoristica scelopori-Cestoidea
Physaloptera sp.-Nematoda
Physaloptera retusa-Nematoda
Thubunaea intestinalis-Nematoda

S. spinosus

Skrjabinoptera phrynosoma-Nematoda

S. torquatus

Skrjabinodon scelopori-Nematoda

Xantusidae

Lepidophyma gageae

Ascaridia sp.-Nematoda.
Bitegmen gerrhonoti-Cestoidea
Spauligodon giganticus-Nematoda

Order Serpentes

Colubridae

Conopsis lineata

Oligacanthorhynchidae gen. sp.-Acanthocephala

Dymarchon corais

Ochetosoma grandispinus-Digenea

Viperidae

Crotalus sp.

Ophiotaenia perspicua-Cestoidea

Order Testudines

Kinosternidae

Kinosternon hirtipes

Polystomoidella whartoni-Digenea

Serpinema trispinosum-Nematoda

CLASE AVES

Order Accipitriformes

Accipitridae

Buteo borealis

Habronema mansonii-Nematoda

Circus hudsonius

Oxyspirura mansonii-Nematoda

Order Anseriformes

Anatidae

Anas sp.

Centrocestus formosanus-Digenea

Anas discors

Echinostoma revolutum-Digenea

Cloacotaenia megalops-Cestoidea

Pseudocorynosoma constrictum-Acanthocephala

Oxyura jamaicensis

Capillaria sp.- Nematoda

Order Galliformes

Phasianidae

Gallus gallus

Centrocestus formosanus-Digenea

Order Passeriformes

Ptilonotidae

Phainopepla nitens

Aproctella nuda-Nematoda

CLASE MAMMALIA

Order Didelphimorphia

Didelphidae

Didelphis sp.

Cruzia tentaculata-Nematoda

Turgida turgida-Nematoda

Order Carnívora

Canidae

Urocyon cinereoargenteus

Physaloptera clausa-Nematoda

Toxascaris leonina-Nematoda

Mustelide

Mephitis macroura

Physaloptera maxillaris-Nematoda

Order Chiroptera

Mormoopidae

Pteronotus parnelli

Maxbraunium tubiporum-Digenea

Order Rodentia

Heteromyidae

Liromys irroratus

Railletina baeri-Cestoidea

Vexillata vexillata-Nematoda

Perognathus flavus

Heteromyoxyuris otomii-Nematoda

Muridae

Mus musculus

Aspicularis cf. lahorica-Nematoda

Aspicularis huascaensis-Nematoda

Gongylonema sp.-Nematoda

Rodentolepis nana-Cestoidea

Syphacia sp.-Nematoda

Syphacia obvelata-Nematoda

Taenia sp.-Cestoidea

Trichinella sp.-Nematoda

Trichuris sp.-Nematoda

Trichuris muris- Nematoda

Peromyscus sp.

Stilestrongylus hidalguensis-Nematoda

Taenia sp.-Cestoidea

P. difficilis

Aspicularis sp.-Nematoda

Brachylaima sp.-Digenea

Caballerolecythus ibunami-Digenea

Capillaria sp.-Nematoda

Carolinensis huehuetlana-Nematoda

Carolinensis petteri-Nematoda

Catenotaenia peromysci-Cestoidea

Hymeolepis diminuta-Cestoidea

Protospirura mexicana-Nematoda

Pterygodermatites peromysci-Nematoda

Stilestrongylus peromysci-Nematoda

Syphacia sp. -Nematoda

Taenia sp.-Cestoidea

Taenia pisiformis-Cestoidea

Trichuris sp.-Nematoda

Trichuris fossor-Nematoda

Vampirolepis sp.-Cestoidea

Vexillata vexillata-Nematoda

P. leucopus

Taenia multiceps-Cestoidea

P. maniculatus

Carolinensis carolinensis-Nematoda

Syphacia peromysci-Nematoda

Taenia sp.-Cestoidea

P. mexicanus

Carolinensis huehuetlana-Nematoda

Carolinensis petteri-Nematoda

Syphacia sp.-Nematoda

Rattus rattus

Nippostrongylus brasiliensis-Nematoda

Syphacia sp.-Nematoda
Syphacia muris-Nematoda
Taenia taeniformis-Cestoidea
 Sciuridae
Spermophilus variegates
Passalurus abditus-Nematoda

Discusión

El estado de Hidalgo, al localizarse entre dos zonas biogeográficas, presenta componentes de las regiones Neártica, Neotropical y de transición Mexicana (Falcón-Ordaz *et al.*, 2010); ejemplo de esto es la presencia de diversos géneros de nemátodos como *Heteromyoxyuris* que presenta una afinidad neártica (García-Prieto *et al.*, 2008), *Stilestrongylus* que hasta la fecha solo se a registrado en la región neotropical (Falcón-Ordaz y Sanabria-Espinoza, 1999), o bien, géneros que se distribuyen en las tres regiones ya mencionadas como son *Vexillata* y *Hassalstrongylus*, entre otros (Falcón-Ordaz y Sanabria-Espinoza, 1997; García-Prieto *et al.*, 2012).

Como resultado de este trabajo, se presenta el registro de cinco taxa en nuevas localidades para el estado de Hidalgo, de los cuales uno (*Skrjabinoptera* sp.) es reportado por primera vez en México parasitando una serpiente (ver Paredes-León *et al.*, 2008). Los resultados obtenidos establecen en 113 el número de taxa nominales de helmintos parásitos de vertebrados del estado de Hidalgo, pertenecientes a 3 phyla: Platyhelminthes con 53 taxa (Digenea, 26; Monogeneoidea, 8; Cestoidea, 19); Acanthocephala, es el grupo con menos taxa (3) y Nematoda, es el grupo más diverso con 61 taxa.

Considerando los 117 registros de especies de helmintos documentados por el presente trabajo, el estado de Hidalgo contiene el 7.9% del total de helmintos parásitos de vertebrados silvestres presentes en la República Mexicana, que es de 1,477 especies. Así mismo, el estado ocupa el 9 lugar en diversidad de helmintos al igual que Baja California Norte y el Distrito Federal en los que se han registrado 117 taxa (García-Prieto *et al.*, 2014 a, b, c).

De acuerdo García-Prieto *et al.* (2014 a,b,c), antes de este estudio se habían registrado un total de 71 especies de helmintos en Hidalgo; actualmente, este número asciende a 117. Sin embargo, dicha cantidad es muy reducida si consideramos que los estudios sobre helmintos parásitos de vertebrados se iniciaron en el estado hace más de 70 años; ésto habla

de un esfuerzo de colecta pobre y asimétrico, que se refleja en un inventario de helmintos incompleto y disperso. No obstante, representa también una oportunidad para investigaciones futuras, dado que los parásitos constituyen una fuente de información importante en la toma de decisiones para la conservación, no únicamente por el efecto deletéreo que pueden llegar a tener en las poblaciones de hospederos a los que parasitan, sino también por la información sobre la historia evolutiva y biogeográfica de la asociación que establecen con sus hospederos (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2010).

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento otorgado al proyecto de Ciencia Básica “El efecto de hibridización en la diversidad de helmintos parásitos de peces del género *Xiphophorus*”, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, clave CB-2009-01-127310.

Literatura citada

- Aguilar-Aguilar, R., G. Salgado-Maldonado, R. G. Moreno-Navarrete, y G. Cabañas-Carranza. 2004. Helmintos parásitos de peces dulceacuícolas. *En*: Luna, I., J.J. Morrone, y D. Espinosa (Eds). Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. Las Prensas de Ciencias, Distrito Federal, México. pp. 261-270.
- Aguilar-Castellanos, E. 2002. Inventario de helmintos parásitos de peces de la cuenca del Río Pánuco y parte del Lerma-Santiago. Tesis Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México. 53 p.
- Alemán-García, B., S. Monks, G. Pulido-Flores, y S. López-Jiménez. 2008. Helmintos parásitos de peces del Lago de Tecocomulco, Hidalgo. *En*: Pulido-Flores, G., S. Monks, R. Miranda, y D. Galicia (Eds.). Estudios científicos en el Lago de Tecocomulco, Hidalgo, y zonas aledañas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo, México. pp. 93-98.
- Alencaster-Ybarra, G. 1948. Estudio monográfico de nemátodos parásitos de las aves de México. Tesis Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México. 58 p.
- Arizmendi-Espinosa, M. A. 1989. Contribución al conocimiento del ciclo de vida de *Centrocestus formosanus* Nishigori, 1924 en la carpa *Mylopharyngodon piceus* de Tezontepec de Aldama, Hidalgo, México. Tesis Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México. 51 p.

- Arizmendi-Espinosa, M. A. 1992. Descripción de algunas etapas larvarias y de la fase adulta de *Centrocestus formosanus* de Tezontepec de Aldama, Hidalgo. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 63:1-11.
- Bautista-Hernández, C., S. Monks y G. Pulido-Flores. 2008. Registro helmintológico de *Girardinichthys viviparus* (Bustamante, 1837) del Lago de Tecocomulco, Hidalgo, México. *En: Pulido-Flores, G., S. Monks, R. Miranda, y D. Galicia (eds.). Estudios científicos en el lago de Tecocomulco, Hidalgo y zonas aledañas. Universidad del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo, México. pp. 77-91.*
- Brooks, R. D., V. León-Règagnon, y G. Pérez-Ponce de León. 2001. Los parásitos y la biodiversidad. *En: Hernández H. M., A. N. García-Aldrete, M. Ulloa, y F. Álvarez (comps.). Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo de Cultura Económica. Distrito Federal, México. pp. 245-289.*
- Caballero y Caballero, E. 1937a. Nematodos de algunos vertebrados del Valle del Mezquital, Hidalgo. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 8:189-200.
- Caballero y Caballero, E. 1937b. *Passalurus abditus* nouvelle espece de nematode, parasite d'un rongeur mexicain. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée* 15: 504-506.
- Caballero y Caballero, E. 1938a. Contribución al conocimiento de la Helmintología en México. Tesis de Doctorado, Facultad de Filosofía y Estudios Superiores, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, Mexico. pp. 103-149.
- Caballero y Caballero, E. 1938b. Algunos tremátodos de reptiles de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 9:103-120.
- Caballero y Caballero, E. 1938c. Nematodes parasites des reptiles de Mexique. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée* 16: 327-333.
- Caballero y Caballero, E. 1939. A new species of *Camallanus* from the stomach of *Kinosternon hirtipes* IV. *Parasitology* 31:448-450.
- Caballero y Caballero, E., y D. I. Peregrina. 1938a. Contribución al conocimiento de los nemátodos de las aves de México VII. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 9:151-163.
- Caballero y Caballero, E., y D. I. Peregrina. 1938b. Nematodos de los mamíferos de México I. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 9:289-306.
- Caballero y Caballero, E., y C. Zerecero. 1942. Tremátodos de los murciélagos de México II. Redescrípción y posición sistemática de *Distomum tubiporum* Braun, 1900. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 13: 97-104.
- Carmona-Huerta, A. 1994. Contribución al conocimiento de céstodos en roedores silvestres (Rodentia) del Estado de Hidalgo y Veracruz. Tesis Licenciatura en Biología, Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, Mexico. 79 p.
- COEDEH: Consejo Estatal de Ecología del Estado de Hidalgo. 2014. Página en red: <http://coedeh.hidalgo.gob.mx>; (consultada 4 de enero 2014).
- Escalante, T., E. A. Martínez-Salazar, J. Falcón-Ordaz, M. Linaje, y R. Guerrero. 2011. Análisis panbiogeográfico de *Vexillata* (Nematoda: Ornithostrongylidae) y sus huéspedes (Mammalia: Rodentia). *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 27:25-46.
- Esch, G. W., y J. C. Fernández. 1993. *A Functional Biology of Parasitism*. Chapman and Hall, Londres, 337 p.
- Falcón-Ordaz, J., S. Monks, y G. Pulido-Flores. 2013. Nematodos parásitos de roedores de Huehuetla Hidalgo, México. *En: G. Pulido-Flores, y S. Monks (eds.). Estudios Científicos en el estado de Hidalgo y Zonas Aledañas. Volumen II. Zea Book, University of Nebraska Lincoln, Nebraska. pp. 64-68.*
- Falcón-Ordaz, J., S. Monks, G. Pulido-Flores, y R. Rodríguez-Amador. 2014. A new species of *Aplectana* (Nematoda: Cosmocercidae) in *Ambystoma velasci* (Amphibia: Ambystomatidae) from Mexico. *Comparative of Parasitology* 81:220-224.
- Falcón-Ordaz, J., G. Pulido-Flores, y S. Monks. 2010. New species of *Aspiculuris* (Nematoda: Heteroxyematidae), parasite of *Mus musculus* (Rodentia: Muridae), from Hidalgo, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81:669-676.
- Falcón-Ordaz, J., y M. A. Sanabria-Espinosa. 1995. Especie nueva del género *Protospirura* (Nemata: Spiruridae) de *Peromyscus difficilis* (Rodentia:Cricetidae) de Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 66:7-26.
- Falcón-Ordaz, J., y M. A. Sanabria-Espinosa. 1996. Especie nueva del género *Carolinensis* (Nemata: Heligmosomidae) de *Peromyscus difficilis* de Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 67:67-75.
- Falcón-Ordaz, J., y M. A. Sanabria-Espinoza. 1997. *Vexillata vexillata* (Nematoda: Ornithostrongylidae) parásito de roedores de México. *Revista de Biología Tropical* 45:1693-1694.
- Falcón-Ordaz, J., y M. A. Sanabria-Espinoza. 1999. Dos nuevas especies de *Stilestrongylus* (Nematoda: Heligmonellidae) parásitos de *Peromyscus* (Rodentia: Cricetidae). *Revista de Biología Tropical* 47:29-937.
- Flores-Barroeta, L., E. Hidalgo-Escalante, y F. Montero-Gei. 1961. Céstodos de Vertebrados. VIII. *Revista de Biología Tropical* 9:187-207.

- García-Prieto, L., y D. Osorio-Sarabia. 1991. Distribución actual de *Bothriocephalus acheilognathi* en México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 62:523-526.
- García-Prieto, L., J. Falcón-Ordaz, G. Lira-Guerrero, y B. Mendoza-Garfias. 2008. A new species of *Heteromyoxyuris* (Nematoda: Oxyuridae), parasite of *Perognathus flavus* (Rodentia: Heteromyidae) from Mexico. Journal of Parasitology 94:860-865.
- García-Prieto, L., J. Falcón-Ordaz, y C. Guzmán-Cornejo. 2012. Helminth parasites of wild Mexican mammals: list of species, hosts and geographical distribution. Zootaxa 3290:1-92.
- García-Prieto, L., M. García-Varela, y B. Mendoza-Garfias. 2014a. Biodiversidad de Acanthocephala en México. Revista Mexicana de Biodiversidad Supl. 85:S177-S182.
- García-Prieto, L., B. Mendoza-Garfias, y G. Pérez-Ponce de León. 2014b. Biodiversidad de Platyhelminthes parásitos en México. Revista Mexicana de Biodiversidad Supl. 85:S164-S170.
- García-Prieto, L., D. Osorio-Sarabia, y M. R. Lamothe-Argumedo. 2014c. Biodiversidad de Nematoda parásitos en México. Revista Mexicana de Biodiversidad Supl. 85:S171-S176.
- Goldberg, S. R., y C. R. Bursey. 2004. *Conopsis lineata* (Lined Tolucan Ground Snake) and *Leptodeira maculata* (Southwestern Cat-eyed Snake). Endoparasites. Herpetological Review 35:59.
- Goldberg, S. R., C. R. Bursey, y R. L. Bezy. 1996. Gastrointestinal helminths of Yarrow's Spiny Lizard, *Sceloporus jarrovi* (Phrynosomatidae) in Mexico. American Midland Naturalist 135:299-305.
- Goldberg, S. R., C. R. Bursey, y J. L. Camarillo-Rangel. 1999. Helminths of two lizards, *Barisia imbricata* and *Gerrhonotus ophiurus* (Sauria: Anguillidae), from Mexico. Journal of the Helminthological Society of Washington 66:205-208.
- Goldberg, S. R., C. R. Bursey, y J. L. Camarillo-Rangel. 2002. Gastrointestinal helminths of Gaige's tropical night lizard, *Lepidophyma gaigeae* (Sauria: Xantusiidae) from Hidalgo, Mexico. Texas Journal of Science 54:282-285.
- Goldberg, S. R., C. R. Bursey, y J. L. Camarillo-Rangel. 2003. Gastrointestinal helminths of seven species of Sceloporine lizards from Mexico. Southwestern Naturalist 48:208-217.
- Guillén-Hernández, S., L. García-Prieto, y D. Osorio-Sarabia. 1991. Revisión histórica de la taxonomía de *Bothriocephalus acheilognathi* (Cestoda: Pseudophyllidae). Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 62:409-415.
- Gutiérrez-Cabrera, A. E. 2004. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoidea: Bothriocephalidae) en la ictiofauna del Río Metztlán y la Laguna de Metztlán, Hidalgo, México. Tesis de licenciatura en Biología, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo. 88 p.
- Gutiérrez-Cabrera, A. E., G. Pulido-Flores, S. Monks, y J. C. Gaytán-Oyazún. 2005. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoidea: Bothriocephalidae) en peces de Metztlán, Hidalgo, México. Hidrobiológica 15:283-288.
- Haverkost, T. R., S. L. Gardner, y A. T. Peterson. 2010. Predicting the distribution of a parasite using the ecological Niche model, GARP. Revista Mexicana de Biodiversidad 81:895-902.
- Hernández-Hernández, D. L., G. Pulido-Flores, y S. Monks. 2008. Registro helmintológico de *Chirostoma jordani* Woolman, 1894, del Lago de Tecocomulco, Hidalgo, México. En: Pulido-Flores, G., S. Monks, R. Miranda, y D. Galicia (eds.). Estudios científicos en el lago de Tecocomulco, Hidalgo y zonas aledañas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. pp. 57-76.
- Hudson, P. J., A. P. Dobson, y K. D. Lafferty. 2006. Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites?. TRENDS in Ecology and Evolution 21:381-385.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2013. Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo. 583 p.
- Lamothe-Argumedo, R., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia, y G. Pérez-Ponce de León. 1997. Catálogo de la Colección Nacional de Helminths. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y CONABIO. Distrito Federal, México. 211 p.
- López-Jiménez, S. 1980. Céstodos de peces I. *Bothriocephalus (Clestobothrium) acheilognathi* (Cestoda: Bothriocephalidae). Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 51:69-84.
- Martínez-Meyer, E., J. E. Sosa-Escalante, y F. Álvarez. 2014. El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección?. Revista Mexicana de Biodiversidad Supl. 85:S1-S9.
- Martínez-Salazar, E. A., T. Escalante, M. Linaje, y J. Falcón-Ordaz. 2013. Predicting the potencial distribution of *Vexillata* (Nematoda: Ornithostrongylidae) and its hosts (Mammalia: Rodentia) within America. Journal of Helminthology 87:400-408.
- Monks, S., R. Escorcia-Ignacio, y G. Pulido-Flores. 2008. A new species of *Spauligodon* (Nematoda: Pharyngodontidae) in *Sceloporus* (Reptil: Phrynosomatidae) from the Reserve of the Biosphere Barranca de Metztlán, Hidalgo, Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad 79S:129-133.
- Monks, S., V. R. Zárate-Ramírez, y G. Pulido-Flores. 2005a. Helminth of freshwater fishes from the Metztlán Canyon Reserve of the Biosphere, Hidalgo, Mexico. Comparative Parasitology 72:212-219.

- Monks, S., G. Pulido-Flores, J. Fenández-Fernández, y M. C. Corona-Vargas. 2005b. Inventario de las helmintiasis en peces y su riesgo potencial zoonótico en comunidades indígenas de la Reserva de la Biosfera Barrancas de Metztlán, Hidalgo, México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo - Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Pachuca, Hidalgo, México. 33 p.
- Morrone, J. J. 2000. La importancia de los atlas biogeográficos para la conservación de la biodiversidad. *En: Martin-Piera, F., J. J. Morrone, y A. Melic (Eds.). Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PriBES 2000, SEA - CYTED - Instituto Humboldt M3m: monografías Tercer milenio, Zaragoza. pp. 69-78.*
- Morrone, J. J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad 76:207-252.*
- Nava-Honc, T. 1994. Estudio de la Centrocestiasis en peces dulceacuícolas de dos localidades de México. Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, Mexico. 58 p.
- Ortega-Olivares, M. P. 2004. Estudio taxonómico y distribución geográfica de tres helmintos de aves en tres estados de la República Mexicana. Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, Mexico. 109 p.
- Padilla, A. P. 2010. Identificación de helmintofauna del tracto digestivo de aves acuáticas del Altiplano Central Mexicano. Tesis Licenciatura Médico Veterinario y Zootecnista. Instituto de Ciencias Agropecuarias, Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 97 p.
- Paredes-León, R., L. García-Prieto, C. Guzmán-Cornejo, V. León-Règagnon, y T. Pérez-Ortiz. 2008. Metazoan parasites of Mexican amphibians and reptiles. *Zootaxa 1904:1-166.*
- Pérez-Ponce de León, G., y L. García-Prieto. 2001. Diversidad de helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México. *Biodiversitas 6:7-11.*
- Pérez-Ponce de León, L., G. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia, y V. León-Règagnon. 1996. Listados Faunísticos de México VI. Helmintos parásitos de peces de aguas continentales de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México. 100 p.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, y B. Mendoza-Garfias. 2007. Trematode parasites (Platyhelminthes) of wildlife vertebrates in Mexico. *Zootaxa 1224: -247.*
- Pérez-Ponce de León G., L. García-Prieto, y B. Mendoza-Garfias. 2010. Helmintos parásitos de vertebrados silvestres. *En: Molina-Freaner, F. E., y T. R. Van Deventer (eds.). Diversidad biológica de Sonora. Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México. pp. 263-283.*
- Pulido-Flores, G., S. Moreno-Flores, y S. Monks. 2005. Helminths of rodents (Rodentia: Muridae) from Metztlán, San Cristobal, and Rancho Santa Elena, Hidalgo, México. *Comparative Parasitology 72:186-192.*
- Pulido-Flores, G., S. Monks, y G. Pérez-Romero. 2009. Helmintos parásitos de *Lithobates spectabilis* Hillis y Frost, 1985, de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. *En: Monks, S., G. Pulido-Flores, y M. López-Herrera (Eds.). Estudios científicos en el Estado de Hidalgo, y zonas aledañas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo, México. pp. 23-33.*
- Pulido-Flores, G., S. Monks, y J. Falcón-Ordaz. 2013. Helmintos parásitos de algunos roedores (Mammalia: Rodentia) en San Miguel de Allende, Tepeapulco, Hidalgo, México. *En: Pulido-Flores, G., y S. Monks (ed.). Estudios Científicos en el estado de Hidalgo y Zonas Aledañas. Volumen II. Zea Books, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska. pp. 35-40.*
- Rodríguez-Amador, R. 2009. Reporte helmintológico de *Ambystoma velasci* Dugés, 1891 de Lago de Tecocomulco, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. 65 p.
- Rodríguez-Amador, R., S. Monks, y G. Pulido-Flores. 2013. Primer reporte helmintológico de *Ambystoma velasci* Dugés, 1888 de Lago de Tecocomulco, Hidalgo, México. *En: Pulido-Flores, G., y S. Monks (Eds.). Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas Volumen II. Zea Books, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska. pp. 113-120.*
- Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza, E. Soto-Galera, R. Pineda-López, J. M. Caspeta-Mandujano, E. Aguilar-Castellanos, y N. Mercado-Silva. 2004. Helminth parasites of freshwater fishes of the Pánuco Basin, East Central Mexico. *Comparative Parasitology 71:190-202.*
- Salgado-Maldonado, G., y R. Pineda-López. 2003. The asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi*: a potential threat to native freshwater fish species in Mexico. *Biological Invasions 5:1-8.*
- Sanabria-Espinosa, M. A., J. A. Martínez, y M. P. Villeda. 1996. Redescrpción de *Vexillata vexillata* (Nemata: Ornithostrongylidae) en roedores silvestres de las familias Cricetidae y Heteromyidae en dos zonas del estado de Hidalgo, México. *Revista de Zoología 8:9-14.*
- Scholz, T., y G. Salgado-Maldonado. 2000. The introduction and dispersal of *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Digenea: Heterophyidae) in Mexico. *American Midland Naturalist 143:185-200.*
- Scholz, T., y G. Salgado-Maldonado. 2001. Metacestodes of the family Dilepididae (Cestoda: Cyclophyllidea) parasitising fishes in Mexico. *Systematic Parasitology 49:23-40.*
- Wilson, E. O. 1988. Biodiversity. National Academy Press, District of Columbia, Washington. 521 p.

Nuevos registros y redescrición de *Rhabdochona xiphophori* Caspeta-Mandujano, Moravec y Salgado-Maldonado, 2001 (Nematoda: Rhabdochonidae) en el Estado de Hidalgo, México

Jorge Falcón-Ordaz, Scott Monks, Griselda Pulido-Flores,
Christian Elizbeth Bautista-Hernández, y Sarahi Hernández-Hernández

Resumen

Teniendo en cuenta la diversidad de los ecosistemas acuáticos en México y la infinita riqueza de especies de peces en el país, la lista actual de nemátodos parásitos de peces de agua dulce en México está incompleta. Hasta la fecha en México el género *Rhabdochona* se encuentra registrado como parásito en una amplia gama de familias de peces de agua dulce. El objetivo del presente trabajo es redescibir ejemplares de *Rhabdochona xiphophori* parásita de *Xiphophorus malinche* colectados de dos localidades del estado de Hidalgo y compararlos morfológicamente.

Palabras claves: nemátodos, *Xiphophorus*, Huasteca

Introducción

El género *Rhabdochona* fue descrito por Railliet en 1916 cuyo motivo era incluir a la especie *R. denudata* (Dujardin, 1845), parásito de *Cyprinus erythrophthalmus* Linnaeus; 1758. Este género suele ser parásito intestinal de peces dulceacuícolas. En la actualidad se reconocen 121 especies, de las cuales sólo 92 son consideradas posibles especies válidas (Aguilar-Aguilar *et al.*, 2010; Bilqees y Ahmad, 2012; Bilqees y Kamran, 2010; Bilqees y Khan, 2012 a, b; González-Solís *et al.*, 2014; Kakar *et al.*, 2012; Moravec, 2010; Moravec y Jirků, 2014; Moravec y Yooyen, 2011; Moravec *et al.*, 2012 a, c; Moravec *et al.*, 2013; Nimbalkar *et al.*, 2013).

Los miembros del género *Rhabdochona* se encuentran parasitando numerosas especies de peces de agua dulce en todo el mundo. En Norteamérica se han registrado 21 especies que son frecuentemente parásitos de las familias Catastomidae, Cyprinidae, Salmonidae, Ictaluridae, Percidae, Cottidae y Characidae, y

con menor frecuencia en Goodeidae (Mejía-Madrid *et al.*, 2007).

Considerando la diversidad de los ecosistemas acuáticos en México y la infinita riqueza de especies de peces en el país, la lista actual de nemátodos parásitos de peces de agua dulce en México es sin duda incompleta. Hasta la fecha, en México para el género *Rhabdochona* se han registrado 11 especies parásitas de una amplia gama de familias de peces de agua dulce con once especies que en su mayoría habitan las cuencas del altiplano central mexicano (Caspeta-Mandujano, 2005; Garrido-Olvera *et al.*, 2006; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2009; Moravec *et al.*, 2012b) (ver Tabla 1).

Mejía-Madrid *et al.* (2007) demostraron que las especies de *Rhabdochona* en peces dulceacuícolas de México no son un grupo monofilético, es decir, su diversificación no está asociada con eventos de vicarianza / eventos de dispersión de un mismo ancestro, pero que se derivan de los diferentes linajes de ambos

Tabla 1. Registro de especies de *Rhabdochona* en México

Especie <i>Rhabdochona</i>	Hospedero (Familia)	Localidad (Estado)
<i>Rhabdochona</i> sp.	Atherinopsidae, Cichlidae, Cyprinidae, Eleotridae, Ictaluridae, Megalopidae y Scianidae	Morelos, Nuevo León, Puebla, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz
<i>R. acuminata</i>	Characidae	Chiapas
<i>R. ahuehuellensis</i>	Goodeidae	Jalisco, Morelos, Puebla y San Luis Potosí
<i>R. canadensis</i>	Cyprinidae	Hidalgo, México, Guerrero, Michoacán, Morelos, Oaxaca y Querétaro
<i>R. cascadilla</i>	Cyprinidae	Baja California Norte
<i>R. guerreroensis</i>	Gobiidae	Guerrero y Jalisco
<i>R. kidderi</i> *	Bythitidae, Cichlidae, Heptapteridae e Ictaluridae	Campeche, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz y Yucatán
<i>R. lichtenfelsi</i>	Goodeidae y Poeciliidae	Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Querétaro y San Luis Potosí
<i>R. mexicana</i>	Characidae	Guerrero, Jalisco, Morelos, Oaxaca, Querétaro y San Luis Potosí
<i>R. ovifilamenta</i>	Catostomidae	Durango
<i>R. salgadoi</i>	Profundulidae	Guerrero y Oaxaca
<i>R. xiphophori</i>	Poeciliidae y Goodeidae	Hidalgo, Michoacán y Nayarit.

y es posible que algunos factores históricos y ecológicos sean la causa de que hospederos intermediarios hayan contribuido a la evolución de los nemátodos.

En el Estado de Hidalgo se han reportado tres especies: *Rhabdochona canadensis* Moravec y Arai, 1971, en *Dionda ipni* (Álvarez y Navarro, 1953) de Tenango; *R. kidderi* Pearse, 1936, parásito de *Amatitlania nigrofasciatus* (Günther, 1867) y *Herichthys cyanoguttatus* Baird y Girard, 1854 de Atlapexco; y *R. xiphophori* Caspeta-Mandujano, Moravec y Salgado-Maldonado, 2001, en peces del género *Xiphophorus* sp. de Tenango (Garrido-Olvera *et al.*, 2006).

El objetivo del presente trabajo fue identificar los ejemplares de nemátodos del género *Rhabdochona*, parásitos de *Xiphophorus malinche* Rauchenberger, Kallman y Morizot, 1990, de los ríos Calnali y Cozintla en el estado de Hidalgo.

Material y Método

Para el presente trabajo se utilizó material previamente colectado en los años 2008 y 2009 proveniente de dos municipios: Calnali [Chicayotla (CHIC)] y Molango de Escamilla [Malila (MALI)]; los organismos se encontraban fijados en alcohol al 70%, se montaron en preparaciones semipermanentes y aclararon con una mezcla de glicerina y alcohol para llevar a cabo su observación en microscopio óptico. Las medidas de los ejemplares se tomaron con un objetivo micro-métrico, expresándose en μm y en mm donde se ha mencionado, presentándose como intervalo (media

\pm desviación estándar).

Algunos ejemplares de los nemátodos colectados se procesaron para microscopía electrónica, para ello se deshidrataron en una serie de alcoholes graduales de 80%, 90% y 100%, dejándose almacenados en este último hasta la toma de fotografías en un microscopio electrónico de barrido JEOL modelo 6300, del Área Académica de Ciencias de la Tierra, de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Resultados

Redescripción de *Rhabdochona xiphophori*

La especie *R. xiphophori* se caracteriza por ser nemátodos de tamaño mediano y cutícula lisa, con una apertura bucal de forma redonda recubierta de cutícula, alrededor de ésta presenta cuatro pequeñas papilas cefálicas y dos anfidios laterales. Un prostoma en forma de embudo sin dientes basales, en el margen anterior del prostoma se aprecian seis dientes (Figura 1B) (uno ventral, uno dorsal y dos laterales en cada lado); los dientes dorsales y ventrales suelen ser inusualmente anchos, con dos elevaciones laterales en vista apical. El vestíbulo es relativamente largo, y presenta dos pequeños deiridios bifurcados (Figuras 1C) con una base larga, situados en el primer tercio del vestíbulo. La cola en ambos sexos es en forma cónica.

En el macho el arreglo de las papilas caudales y preanales es de la siguiente manera: nueve papilas subventrales de un lado y diez del otro, las dos

espículas son desiguales (Figuras 1A). Las hembras presentan la vulva en la parte final anterior del cuerpo, los huevos son ovales e inmaduros (ver Tabla 2).

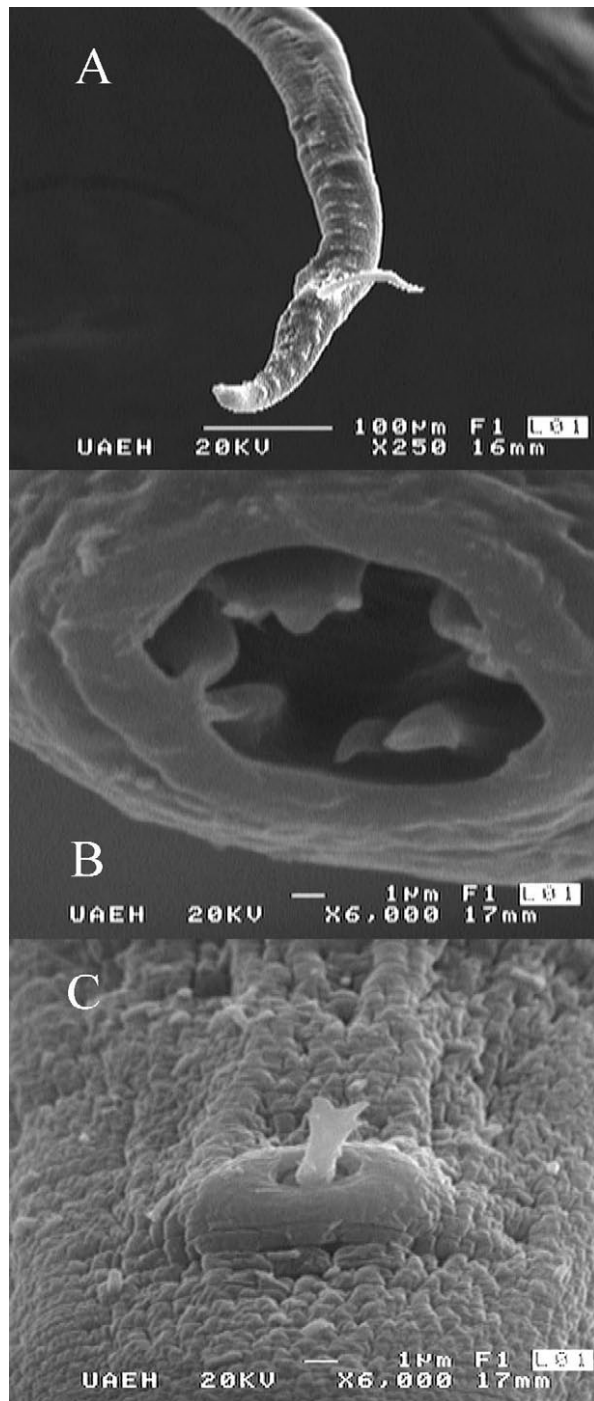


Figura 1. *Rhabdochona xiphophori* de dos localidades del estado de Hidalgo. **A.** Región caudal del macho mostrando la disposición de las papilas. **B.** Apertura oral de una hembra mostrando los dientes orales, diente dorsal y ventral con proyecciones laterales. **C.** Papila cervical bifurcada.

Discusión

Los ejemplares se identificaron como *Rhabdochona xiphophori* por exhibir una apertura bucal de forma redonda recubierta de cutícula, rodeada de cuatro pequeñas papilas cefálicas y dos anfidios laterales. El margen anterior del prosoma exhibe seis dientes (uno ventral, uno dorsal y dos laterales en cada lado). Con dos deiridios bifurcados con una base larga. En ambos sexos la cola es en forma cónica. El macho presenta nueve papilas preanales subventrales de un lado y 10 del otro; seis pares de papilas postanales y dos espículas diferentes en tamaño. Las hembras presentan la vulva en el primer tercio del cuerpo, y los huevos son ovales e inmaduros (Caspeta-Mandujano *et al.*, 2001). En el presente trabajo se estudió taxonómicamente *R. xiphophori* de las localidades de Chicayotla y Malila, en Hidalgo.

Los ejemplares analizados se diferencian de los descritos por Caspeta-Mandujano *et al.* (2001), en que los machos de las localidades de Chicayotla y Malila tienen una mayor longitud corporal (16.58 y 15.68, respectivamente), que los descritos por dichos autores (6.12).

En la descripción original de la especie no presentan la medida del oviector, carácter que adicionamos a la descripción (0.138 para los ejemplares de Chicayotla y Tianguistengo, 0.136 para los ejemplares de la localidad de Malila) (Tabla 2).

En lo que se refiere a rasgos diagnósticos de la especie, nuestros ejemplares tienen la misma forma del deiridio, guardan el mismo patrón papilar en el área caudal de los machos, además las espículas exhiben la misma morfología (la espícula izquierda es más grande que la derecha, curvándose la izquierda en su punta y la derecha con ornamentaciones en la misma región); cabe señalar que en la descripción original de *R. xiphophori* solo presentaron las medidas para un macho, en este trabajo se agrega un intervalo de medidas de los diferentes caracteres evaluados, lo que permite observar la gran variabilidad intraespecífica de la especie. Caspeta-Mandujano *et al.* (2001) reportan la longitud de la espícula derecha con 85 µm y la izquierda con 297 µm, mientras que en los ejemplares estudiados el intervalo es de 16.25 a 111.25 µm para la espícula derecha, y para la espícula izquierda es de 115 a 481.25 µm.

Rhabdochona xiphophori se ha registrado en las familias Goodeidae (*Allotoca catarinae* (de Buen, 1942), *Xenotoca eiseni* (Rutter, 1896)) y en Poeciiliidae (*Xiphophorus* sp. y *X. hellerii* Heckel, 1848)

Tabla 2. Medidas de *Rhabdochona xiphophori* parásitos de *Xiphophorus malinche* de Chicayotla y Malilla, Hidalgo

Localidad Hospedero Registro	CHICAYOTLA <i>Xiphophorus malinche</i> Presente estudio		MALILLA <i>Xiphophorus malinche</i> Presente estudio		TENANGO <i>Xiphophorus</i> sp. Caspeta-Mandujano et al., 2001	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Longitud total (mm)	2.29-6.75 (4.66±1.41)	2.55-16.58 (5.82±3.85)	0.78-7.28 (3.97±1.66)	1.72-15.68 (5.50±3.69)	6.14-10.05	6.12
Ancho medio	7.5-123.75 (78.5±40.23)	10-120 (57.37±40.59)	27.5-120 (84.37±33.32)	25-111.25 (60±28.97)	178-227	132
Prosoma ancho	6.25-15 (7.87±2.68)	5-7.5 (5.87±0.8)	6.25-16.25 (8.87±3.46)	5-6.25 (5.75±0.61)	13-16	16
Prosoma largo	12.5-75 (21.62±17.92)	12.5-18.75 (16.25-1.85)	16.25-22.5 (17.62±1.89)	16.25-20 (18.5±1.08)	19-29	19
Vestíbulo	53.75-93.75 (65.12±26.03)	52.5-118.75 (81.12±17.27)	56-122.5 (66.12±39.30)	57.5-111.25 (84±16.71)	237	108
Poros excretor	132.5-222.5 (188.03±89.10)	123.7-231.25 (131.25±73.97)	132-222.5 (184.16±86.91)	118-208.75 (131.75±73.07)	254-287	204
Anillo nervioso	106.25-231.25 (144.5±33.19)	112.5-196.25 (131±50.43)	125-153.75 (141.75±71.36)	100-333.75 (111.75±109.32)	165-171	168
Esófago muscular	106.25-650 (275.12±180.08)	143.75-198.75 (166.75±15.45)	138.75-678.75 (366.25±206.82)	150-306.25 (204.5±52.74)	201-237	171
Esófago glandular (mm)	0.28-1.63 (0.66±0.45)	0.28-1.23 (0.82±0.33)	0.29-1.54 (0.91±0.45)	0.320-1.24 (0.784±0.34)	1.39-2.07	1.41
Oviyector	68.75-138.75 (72.5±62.03)		128-136.25 (1.87±3.53)			
Vulva (mm)	1.75-2.40 (1.14±0.94)		1.74-196 (1.87±0.09)		3.63-5.63	
Espícula derecha		16.25-98.75 (62.62±27.72)		0.02-111.25 (59.37±36.16)		85
Espícula izquierda		115-481.25 (233.62±103.98)		115-478.75 (241.62±101.20)		297

de los ríos Pánuco, Santiago y Balsas así como del estado de Colima (Caspeta-Mandujano *et al.*, 2001; Mejía-Madrid *et al.*, 2005; Salgado-Maldonado *et al.*, 2001; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004). De los registros anteriores, *R. xiphophori* en el estado de Hidalgo se encontró parasitando a peces del género *Xiphophorus* sin determinar la especie del pez. En un río temporal del Arroyo Tenango del municipio de Tianguistengo (Caspeta-Mandujano *et al.*, 2001; Salgado-Maldonado *et al.*, 2004) por lo que este trabajo es el primero en el que se mencionan dos especies de *Xiphophorus* (*X. birchmanni* y *X. malinche*) parasitadas por *R. xiphophori* que habitan únicamente en ríos de la cuenca Pánuco en el estado de Hidalgo, lo que apoya lo mencionado por Moravec (2010), que propone que las especies de *Rhabdochona* sostienen una especialización hospedatoria a nivel de familia, subfamilia o género en peces; en México *R. lichtenfelsi* y *R. ahuehuellensis* se consideran como especialistas de la familia Goodeidae (Mejía-Madrid y Pérez-Ponce de León, 2003; Sánchez-Álvarez *et al.*, 1998); mientras que la especie de *R. xiphophori* es considerada como especialista de Poeciliidae por que se ha registrado en *Xiphophorus* sp. y *X. helleri* (Caspeta-Mandujano *et al.*, 2001; Mejía-Madrid *et al.*, 2005), lo que es apoyado por los registros obtenidos en el presente trabajo.

Por último, Mejía-Madrid *et al.* (2005) registraron a *R. xiphophori* infectando dos especies de Goodeidae (*A. catarinae* y *X. eiseni*), aunque los autores proponen que esta infección fue probablemente causada por una extensión ecológica de los hospederos.

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento otorgado al proyecto de Ciencia Básica “El efecto de hibridación en la diversidad de helmintos parásitos de peces del género *Xiphophorus*”, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, clave CB-2009-01-127310.

Literatura citada

Aguilar-Aguilar, R., R. Rosas-Valdez, y G. Pérez-Ponce de León. 2010. *Rhabdochona ictaluri* sp. nov. (Nematoda: Rhabdochoniidae) from ictalurid catfishes in Mexico. *Acta Parasitologica* 55:276-280.

Bilqees, F. M., y S. Ahmad. 2012. *Rhabdochona (Globochona) spinicauda* new species (Nematoda: Rhabdochoniidae) from the putitor mahaseer, Tor putitora, in Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology* 44:95-99.

Bilqees, F. M., y K. Kamran. 2010. *Rhabdochona (Filochona) gubernaculus* new species (Nematoda: Rhabdochoniidae) from riverine fish *Cyprinion watsoni* (Day, 1872) in Balochistan, Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology* 42:75-80.

Bilqees, F. M., y A. Khan. 2012a. On a new species of spirurid nematode *Rhabdochona (Rhabdochona) annai* (Spirurida: Thelazioidea) from freshwater Mahseer, Tor putitora (Ham.). *Pakistan Journal of Zoology* 44:845-849.

Bilqees, F. M., y K. Khan. 2012b. A new parasitic nematode species *Rhabdochona pakistanica*, new species from *Cyprinion watsoni* (Osteichthyes: Cyprinidae) in central Balochistan. *Pakistan Journal of Zoology* 44:851-857.

Caspeta-Mandujano, J. M., F. Moravec, y G. Salgado-Maldonado. 2001. Two new species of Rhabdochoniids (Nematoda: Rhabdochoniidae) from freshwater fishes in Mexico, with a description of a new genus. *Journal of Parasitology* 87:139-143.

Caspeta-Mandujano, J. M. 2005. Nematode parasites of freshwater fish in Mexico: key to species, descriptions and distribution. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México. 447 p.

Garrido-Olvera, L., L. García-Prieto, y G. Pérez-Ponce de León. 2006. Checklist of the adult nematode parasites of fishes in freshwater localities from Mexico. *Zootaxa* 1201:1-45.

González-Solís, D., S. P. Chavan, P. Kannevad, y G. Gyananath. 2014. A new species of *Rhabdochona* Railliet, 1916 (Nematoda: Rhabdochoniidae) from cyprinid fishes in the Western Ghats Region, India. *Systematic Parasitology* 87:273-281.

Kakar, A., F. M. Bilqees, y A. Khan. 2012. On a new species of spirurid nematode *Rhabdochona (Rhabdochona) annai* (Spirurida: Thelazioidea) from freshwater Mahseer, Tor putitora (Ham.). *Pakistan Journal of Zoology* 44:545-550.

Mejía-Madrid, H. H., A. Choudhury, y G. Pérez-Ponce de León. 2007. Phylogeny and biogeography of *Rhabdochona* Railliet, 1916 (Nematoda: Rhabdochoniidae) species from the Americas. *Systematic Parasitology* 67:1-18.

Mejía-Madrid, H. H., O. Domínguez-Domínguez, y G. Pérez-Ponce de León. 2005. Adult endohelminth parasites of Goodeinae (Cyprinodontiformes: Goodeidae) from Mexico with Biogeographical Considerations. *Comparative Parasitology* 72:200-211.

Mejía-Madrid, H. H., y G. Pérez-Ponce de León. 2003. *Rhabdochona ahuehuellensis* n. sp. (Nematoda: Rhabdochoniidae) from the Balsas goodeid, *Ilyodon whitei* (Osteichthyes: Goodeidae), in Mexico. *Journal of Parasitology* 89:356-361.

Moravec, F. 2010. Some aspects of the taxonomy, biology, possible evolution and biogeography of nematodes of the spirurine genus *Rhabdochona* Railliet, 1916 (Rhabdochoniidae, Thelazioidea). *Acta Parasitologica* 55:144-160.

- Moravec, F., S. J. Bilal, y S. M. Abdullah. 2012a. Two species of *Rhabdochona* (Nematoda: Rhabdochonidae) from the cyprinid fish *Luciobarbus kersin* (Heckel) in northern Iraq, including *R. (Globochona) kurdistanensis* sp. n. *Folia Parasitologica* 59:139-147.
- Moravec, F., G. Salgado-Maldonado, D. González-Solís, y J. M. Caspeta-Mandujano. 2012b. Host-parasite relationships of *Rhabdochona kidderi* Peatse, 1936 (Nematoda: Rhabdochonidae) in fishes of the Lacantún River in the Lacandon rain forest Chiapas State, southern Mexico, with a key to Mexican species of *Rhabdochona* Railliet, 1916. *Systematic Parasitology* 82:1-12.
- Moravec, F., S. Sheeba, y A. B. Kumar. 2012c. *Rhabdochona (Rhabdochona) keralaensis* sp. nov. (Rhabdochonidae) and some other nematodes in the Indian mottled eel *Anguilla bengalensis bengalensis* from India. *Acta Parasitologica* 57:74-82.
- Moravec, F., y M. Jirků. 2014. *Rhabdochona* spp. (Nematoda: Rhabdochonidae) from fishes in the Central African Republic, including three new species. *Folia Parasitologica* 61:157-172.
- Moravec, F., y K. Kamchoo. 2012. Description of *Rhabdochona (Globochona) rasborae* sp. n. (Nematoda: Rhabdochonidae) from the freshwater cyprinid fish *Rasbora paviana* Tirant in southern Thailand. *Folia Parasitologica* 59:209-215.
- Moravec, F., A. Pachanawan, y K. Kamchoo. 2013. *Rhabdochona (Rhabdochona) hypsibarbi* n. sp. (Nematoda: Rhabdochonidae) from the Freshwater Cyprinid Fish *Hypsibarbus wetmorei* (Smith) in Northeast Thailand. *The Journal of Parasitology* 99:297-302.
- Moravec, F., y T. Yooyen. 2011. Two new species of *Rhabdochona* (Nematoda: Rhabdochonidae) from freshwater fishes in Thailand. *Folia Parasitologica* 58:224-232.
- Nimbalkar, R. K., R. V. Deolalikar, y V. N. Kamtikar. 2013. New species of *Rhabdochona*, *Cyprinus carpio* (L.) in Jaikwadi Dam of Aurangabad (MS) India. *Bioscience Discovery* 4:245-249.
- Pérez-Ponce de León, G., R. Rosas-Valdez, B. Mendoza-Garfias, R. Aguilar-Aguilar, J. Falcón-Ordaz, L. Garrido-Olvera, R. Pérez-Rodríguez. 2009. Estudio de los parásitos endohelminintos de peces de agua dulce en la Cuenca Alta del Río Mezquital, estado de Durango, México. *Zootaxa* 2164:10-20.
- Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza, E. Soto-Galera, J. M. Caspeta-Mandujano, G. Moreno-Navarrete, P. Sánchez-Nava, y R. Aguilar-Aguilar. 2001. A checklist of helminth parasites of freshwater fishes from the Lerma-Santiago River Basin, Mexico. *Comparative Parasitology* 68:204-218.
- Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza, E. Soto-Galera, R. Pineda-López, J. M. Caspeta-Mandujano, E. Aguilar-Castellanos, y N. Mercado-Silva. 2004. Helminth parasites of freshwater fishes of the Pánuco River Basin, East Central México. *Comparative Parasitology* 71:190-202.
- Sánchez-Álvarez, A., L. García-Prieto, y G. Pérez-Ponce de León. 1998. A new species of *Rhabdochona* Railliet, 1916 (Nematoda: Rhabdochonidae) from endemic goodeids (Cyprinodontiformes) from two Mexican lakes. *Journal of Parasitology* 84:840-845.

Evaluación de las infracomunidades de tres especies de peces en dos localidades de la Huasteca Hidalguense

Christian Elizabeth Bautista-Hernández, Scott Monks, y Griselda Pulido-Flores

Resumen

Uno de los problemas más severos y menos controlados en México es el gran número de especies introducidas en las cuencas del país, hecho que pone en peligro la existencia de muchas de las especies endémicas. Además, las especies introducidas pueden transportar sus parásitos, que con frecuencia afectan a las poblaciones de especies endémicas. Anteriormente se realizó un estudio de las comunidades de parásitos de tres especies de peces, dos endémicas y una exótica (*Xiphophorus birchmanni*, *Pseudoxiphophorus bimaculata* y *Amatitlania nigrofasciata*). En ese trabajo se realizó el análisis de éstas comunidades evaluándolas a nivel infracomunidad, además se calculó la caracterización de las infecciones de cada población de los parásitos. Se midió la diversidad considerando el promedio de los atributos de: dominancia, diversidad y riqueza. Los monogéneos son la especie dominante en todas las infracomunidades y se observó que como todas las especies de agua dulce, las tres especies de peces aquí estudiadas son pobres en riqueza de parásitos.

Palabras clave: riqueza, abundancia, especificidad hospedatoria, Poeciliidae, Cichlidae

Introducción

Los peces en el territorio mexicano se destacan como uno de los grupos más diversos, y es el taxón con la mayor cantidad de investigaciones parasitológicas, debido a su importancia social y económica por ser una importante fuente de alimento. Como todos los vertebrados, los peces cumplen con alguna función dentro del ciclo de vida de los parásitos, ya sea como hospederos definitivos, intermediarios o paraténicos (Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001), por ende la composición y estructura de las comunidades de helmintos son diversas.

La alta riqueza de peces es el resultado de contar con una gran diversidad de ecosistemas acuáticos; México cuenta con alrededor de 304 cuencas hidrográficas que están física y biológicamente conectadas por el flujo del agua y el movimiento de las especies (Aguilar, 2003) que permite a su vez, un alto contenido de especies nativas. Se considera que diez familias

de peces aportan la mayor cantidad de especies endémicas al país, entre las más destacadas se encuentran: Petromyzontidae, Clupeidae, Cyprinidae, Cichlidae, Cyprinodontidae, Goodeidae, Atherinidae y Poeciliidae (de La Vega-Salazar, 2003).

Sin embargo uno de los problemas más severos y menos controlados en México que pone en peligro la existencia de muchas de las especies endémicas, es el gran número de especies introducidas en las cuencas del país. Tan solo en la región central del territorio nacional se han contabilizado 25 especies introducidas por motivos de comercio, ornato o deporte. Entre las familias con mayor número de especies exóticas, se considera a la familia Cichlidae y Cyprinidae (Contreras-MacBeath *et al.*, 2014), especies que en su mayoría se han importado con fines de cultivo piscícola.

La introducción de especies no solo representa un problema ecológico debido a que éstas usan los recursos de especies nativas, sino que se han reportado

casos en los que la distribución de cierta especie de pez ha originado la dispersión de sus parásitos que infectan especies endémicas. Entre los casos más graves y que ha generado gran impacto en la diversidad de peces, es el céstodo *Botriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 y la metacercaria *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924). El primero fue introducido con la importación de peces de uso comercial, *Ctenopharyngodon idellus* (Valenciennes, 1844) y la segunda especie fue consecuencia de la introducción accidental del caracol *Thiara tuberculata* (Mueller, 1774), especie usada como fuente de alimento en centros acuícolas (Salgado-Maldonado y Rubio-Godoy, 2014).

Particularmente en este trabajo, consideramos dos especies de peces nativas y una especie introducida que habitan simpátricamente en dos localidades de la cuenca del Río Pánuco. *Xiphophorus birchmanni* Lechner y Radda, 1987 y *Pseudoxiphophorus bimaculata* (Heckel, 1848) son dos especies pertenecientes a la familia Poeciliidae (Figura 1A y 1B), la primera tiene una distribución restringida que se limita en los afluentes de la cuenca del Pánuco, mientras que la

segunda tiene una distribución más amplia abarcando desde la vertiente del Pacífico mexicano hasta Honduras (Froese y Pauly, 2014).

En este caso, la especie introducida que comparte hábitat con los dos poecílicos nativos es *Amatitlania nigrofasciata* (Günther, 1867), un cíclido originario de América central, con distribución en el Salvador, Guatemala, Honduras y Costa Rica (de donde se creía era endémico) (Figura 1C); sin embargo por su belleza de ornato se ha aprovechado en el comercio acuarófilo. Uno de los pocos trabajos donde se ha reportado *A. nigrofasciata* en México es en el estudio de especies invasivas de Mejía-Mojica *et al.* (2012) en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos, México; reportando que la presencia de poblaciones de *A. nigrofasciata* podría estar alterando y disminuyendo las poblaciones de otro cíclido nativo *Cichlasoma istlanum* (Jordan y Snyder, 1899).

Anteriormente Bautista-Hernández *et al.* (2014) describieron las comunidades de parásitos de *X. birchmanni*, *P. bimaculata* y *A. nigrofasciata* (Figura 1) que co-habitan en dos localidades de la Huasteca de Hidalgo, sin embargo el enfoque fue solo a nivel componente de comunidad (todas las especies de parásitos infectando a una población de hospederos en un punto determinado del tiempo). Con el presente trabajo se amplía la información sobre las comunidades de parásitos en estas tres especies, calculando los parámetros de infección de cada especie y analizando las infracomunidades (todas las especies de parásitos infectando un hospedero individual) en cada especie de hospedero.

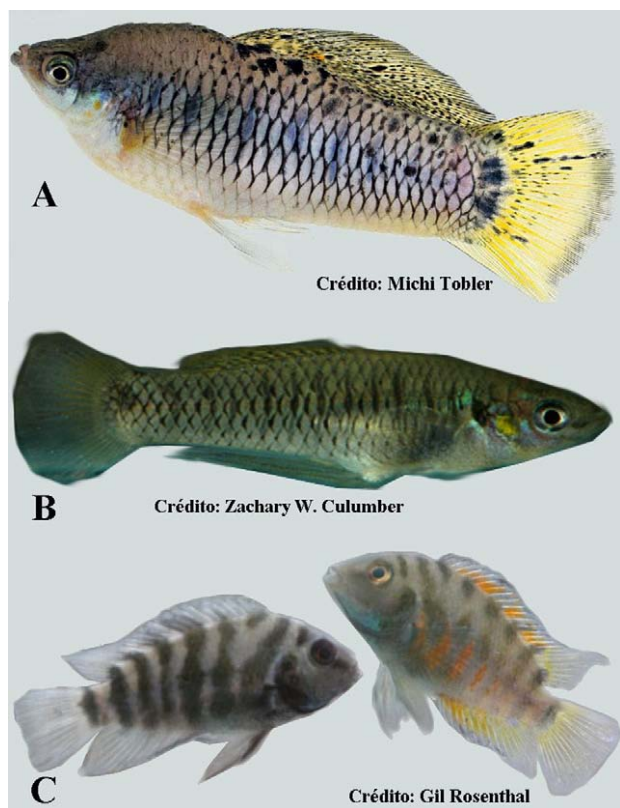


Figura 1. A = *Xiphophorus birchmanni*; B = *Pseudoxiphophorus bimaculata* C = *Amatitlania nigrofasciata*.

Material y Método

Así como se planteó el estudio de Bautista-Hernández *et al.* (2014), para realizar el presente estudio se retomaron los datos de abundancia y riqueza de las especies parásitas de trabajos previos (Bautista-Hernández, 2010; Quiroz-Rojo, 2010; López-Martínez, 2010). La identificación y clasificación taxonómica de los peces se realizó con base en Froese y Pauly (2014) y Agorreta *et al.* (2013).

Para cada especie de parásito se calcularon los parámetros de infección usando los términos propuestos por Bush *et al.* (1997) prevalencia, abundancia e intensidad promedio. Para la descripción de las infracomunidades de helmintos, se usaron los parámetros de riqueza, diversidad y dominancia, que se midieron de la siguiente forma: para medir la diversidad

Tabla 1. Registro helmintológico de tres especies de peces simpátricas

Hospedero	Helmintos colectados	Tipo de helminto	Localidad
<i>A. nigrofasciata</i>	<i>Rhabdochona kidderi</i> [^]	Nematoda	SPED, HZNP
<i>X. birchmanni</i>	<i>Urocleidoides vaginoclastrum</i> [^]	Monogenea	SPED, HZNP
	<i>Uvulifer</i> sp. *	Digenea	SPED
	<i>Centrocestus formosanus</i> *	Digenea	SPED, HZNP
<i>P. bimaculata</i>	<i>Rhabdochona</i> sp. [^]	Nematoda	SPED, HZNP
	<i>Spinitectus</i> sp. [^]	Nematoda	SPED, HZNP
	Gyrodactilidae [^]	Monogenea	SPED, HZNP

SPED = San Pedro; HZNP = Huiznopala

entre las comunidades se usó el promedio del índice de Brillouin, para la dominancia se usó el promedio del índice de Berger-Parker. La riqueza y abundancia de las infracomunidades se midió como el promedio de especies parásitas y el número promedio de parásitos. Para más detalles de metodología ver Bautista-Hernández (2010).

Resultados

Tal como lo reporta Bautista-Hernández *et al.* (2014) se enlistan siete especies de helmintos parasitando las tres especies de peces simpátricas. Tres nemátodos adultos, *Rhabdochona* sp., *R. kidderi* Pearse, 1936 y *Spinitectus* sp., dos digéneos en etapa larval metacercaria *Centrocestus formosanus* y *Uvulifer* sp. y dos monogéneos Gyrodactylidae sp. y *Urocleidoides vaginoclastrum* Jogunoori, Kritsky y Venkatanarasaiah, 2004 (Tabla 1). Ninguna de estas especies de parásitos se comparte entre las especies de peces.

Caracterización de las infecciones

El análisis de las poblaciones de los parásitos en cada especie de hospedero mostró que los valores de infección varían de acuerdo a la localidad. El nemátodo *R. kidderi* es más prevalente en la localidad de San Pedro (53%) que en Huiznopala (Tabla 1).

En las poblaciones de parásitos de *P. bimaculata* se observó que el monogéneo Gyrodactilidae tiene la más alta prevalencia y abundancia en peces de San Pedro y Huiznopala (SPED= 51%, 5.6 monogéneos por

hospedero revisado; HZNP=15%, 1.3 monogéneos por hospedero revisado). Mientras que en caso de poblaciones de *Spinitectus* sp. aunque está presente en las dos localidades, tiene una alta prevalencia en San Pedro (39%), registrando en promedio de seis nemátodos por hospedero, en comparación con Huiznopala donde solo el 15% de peces revisados resultó infectado con 1.5 gusanos por hospedero. Las poblaciones de la otra especie de nemátodo *Rhabdochona* sp. tuvo mayor incidencia en Huiznopala (12%) que en San Pedro (6%), observándose también una alta intensidad promedio con 2.3 helmintos en promedio en Huiznopala y 1.5 nemátodos por hospedero parasitado en San Pedro (Tabla 3).

Para *X. birchmanni*, dos de las tres especies de helmintos se encontraron en las dos localidades: *U. vaginoclastrum* y *C. formosanus*, las cuales registraron en San Pedro los valores más altos de infección con respecto a lo que se observó en Huiznopala. Mientras que las metacercarias de *Uvulifer* sp. en San Pedro presentaron una prevalencia del 38% y una abundancia de 0.08 por pez revisado e intensidad promedio de 2.3 metacercarias por pez infectado (Tabla 4).

Análisis de datos a nivel infracomunidad

Para *A. nigrofasciata* los análisis a nivel infracomunidad no fue posible realizarlos, debido a que se registra una sola especie de parásito infectando la población de hospederos en las dos localidades (Tabla 5). Aunque *X. birchmanni* como *P. bimaculata* presentan

Tabla 2. Parámetros de infección de los parásitos de *Amatitlania nigrofasciata*

<i>A. nigrofasciata</i>	SPED (n=34)				HZNP (n=19)			
	n	%	Ab.	I.P.	n	%	Ab.	I.P.
<i>Rhabdochona kidderi</i>	41	53	1.2	2.2	11	37	0.57	1.5

n = número de individuos; % = prevalencia; Ab. = abundancia relativa; I.P. = intensidad promedio.

Tabla 3. Parámetros de infección de los parásitos de *Pseudoxiphophorus bimaculata*

<i>P. bimaculata</i>	SPED (n=33)				HZNP (n=14)				
	Helmintos	n	%	Ab.	I.P.	n	%	Ab.	I.P.
Gyrodactylidae		184	51	5.58	10.8235294	43	15	1.30	8.6
<i>Spinictectus</i> sp.		80	39	2.42	6.15384615	3	6	0.09	1.5
<i>Rhadochona</i> sp.		3	6	0.09	1.5	9	12	0.27	2.25

n = número de individuos; % = prevalencia; Ab. = abundancia relativa; I.P. = intensidad promedio.

Tabla 4. Parámetros de infección de los parásitos de *Xiphophorus birchmanni*

<i>X. birchmanni</i>	SPED (n=60)				HZNP (n=40)				
	Helmintos	n	%	Ab.	I.P.	n	%	Ab.	I.P.
<i>Ur. vaginoclastrum</i>		854	83	14.2	17.1	391	78	10.5	13.4
<i>Uvulifer</i> sp.		48	38	0.8	2.3				
<i>C. formosanus</i>		543	80	9	11.3	3	5	0.08	1.5

n = número de individuos; % = prevalencia; Ab. = abundancia relativa; I.P. = intensidad promedio.

tres especies de helmintos, a excepción de la localidad de Huiznopala donde *X. birchmanni* solo presenta dos especies, el número de hospederos que se registraron con por lo menos dos especies de parásitos fueron bajos.

En el caso particular de *P. bimaculata*, en la localidad de San Pedro tuvo el valor más alto de infección (78.8%), de 33 hospederos, 21 registraron una infección con una sola especie de parásito y solo cinco infracomunidades se registraron con dos especies. La localidad de Huiznopala, tuvo un 57% de peces infectados, de éstos cinco infracomunidades tuvieron una especie y tres hospederos albergaban dos especies. Al comparar los valores del índice de diversidad se observó que en San Pedro tuvo un valor más alto que en Huiznopala (SPED=0.39; HZNP=0.35). Sin embargo, esta diferencia debería analizarse con precaución debido a que podría deberse a la diferencias del número de peces colectados en las dos localidades y

el número de infracomunidades con más de dos especies (Tabla 5).

Con respecto a los peces de *X. birchmanni*, no se pueden hacer comparaciones con base en el índice de diversidad, debido a que en la localidad de Huiznopala el número de infracomunidades con más de dos especies fueron muy pocas (2 hospederos). En la localidad de San Pedro, las infracomunidades presentaron una riqueza de especies de 0.78 y una abundancia de 25.4 helmintos por hospedero revisado.

A pesar que en *P. bimaculata* y *X. birchmanni* son dos especies de Poeciliidae habitando en las mismas localidades, las infracomunidades fueron dominadas por monogéneos de especies diferentes. No se pudo diferenciar a nivel especie los monogéneos de Gyrodactylidae, pero conocemos que los monogéneos de *U. vaginoclastrum* no pertenecen a esta familia sino son considerados dentro de Dactylogyridae, lo que sustenta clasificarlas como especies diferentes.

Tabla 5. Análisis de las infracomunidades de helmintos de tres especies simpátricas de la Huasteca Hidalguense. SPED (San Pedro); HZNP (Huiznopala); U=*Urocleidoides vaginoclastrum*; G=Gyrodactylidae.

	<i>X. birchmanni</i>		<i>P. bimaculata</i>		<i>A. nigrofasciata</i>	
	SPED	HZNP	SPED	HZNP	SPED	HZNP
Riqueza (S)	3	2	3	3	1	1
Número de Helmintos	1445	394	267	55	41	394
Especie Dominante	U	U	G	G	--	--
Dominancia Berger-Parker	0.59	0.99	0.43	0.78	--	--
Diversidad de Simpson (1-D)	0.5	0.01	0.68	0.35	--	--

Discusión

Las siete especies de parásitos encontrados en las tres especies de este estudio ya se habían reportado con anterioridad en cuerpos de agua de México (Salgado-Maldonado, 2006). Sin embargo los nemátodos de *Spinitectus mexicanus* y *Urocleidoides vaginoclastrum* se reportan por primera vez infectando peces en el estado de Hidalgo.

Los nemátodos fueron el grupo mejor representado (tres especies). Los ejemplares de *Rhabdochona* recolectados en *P. bimaculata* no fueron identificados a nivel de especie debido al escaso número de nemátodos colectados. Además se requiere de por lo menos un macho para llevar a cabo las medidas necesarias para su identificación y de acuerdo con Sánchez-Álvarez *et al.* (1998), *Rhabdochona* es un género que presenta diversos problemas taxonómicos, no sólo porque existe una larga lista de especies que son ampliamente distribuidos en la ictiofauna dulceacuícola, sino también porque ha sido inadecuadamente y erróneamente descritos.

En México se han reportado 6 especies del género *Spinitectus* (*S. humbertoi*, *S. mexicanus*, *S. osorioi*, *S. mariaisabellae* y *S. tabascoensis*) parasitando peces de agua dulce en Chiapas, Guerrero, Michoacán Tabasco y Veracruz (Caspeta-Mandujano, 2010). Hasta la fecha, esta especie de nemátodo solo se ha reportado infectando peces de la familia Poeciliidae (*Pseudoxiphophorus* (= *Heterandria*) *bimaculata* y *Poecilia mexicana*). Por lo que podría suponerse que ésta especie es especialista a nivel familia de hospedero.

Rhabdochona kidderi es un nemátodo con una distribución más amplia, se ha encontrado parasitando a por lo menos 17 especies de peces de agua dulce, entre los que se destaca la familia Cichlidae. Se ha reportado también infectando *Amatitlania nigrofasciata* en las cuencas del Río Balsas y el Río Pánuco. Así mismo se ha encontrado parasitando *Poecilia mexicana* en el Río Papaloapán (Salgado-Maldonado, 2006).

En cuanto a los monogéneos, existen varias especies dentro de la familia Gyrodactilidae que se han reportado en las cuencas mexicanas y varias de ellas no han sido identificadas, debido a la complicada taxonomía genérica y a que algunas especies han sido incorrectamente descritas (Vidal-Martínez *et al.*, 2001). En México, se conoce que algunos de los géneros de esta familia, afectan a muchas especies de peces dulceacuícolas y que en muchas ocasiones, estos monogéneos se vuelven un problema de epizootia.

Las metacercarias de *Centrocestus formosanus* y *Uvulifer* sp. son parásitos definitivos de aves ictiófagas que ocupan a los peces como segundo hospedero intermediario. Estas dos metacercarias se consideran especies generalistas ya que se les ha encontrado infectando a una gran variedad de peces dulceacuícolas por varias cuencas mexicanas (Salgado-Maldonado, 2006). En particular, *C. formosanus* se considera como especie introducida con gran potencial patógeno en poblaciones silvestres debido a que se ha observado que infecta mayormente a especies nativas y con altas intensidades de infección, se ha reportado peces infectados con 100 quistes hasta aquellos infectados con miles de metacercarias (Salgado-Maldonado y Rubio-Godoy, 2014). De acuerdo con Salgado-Maldonado y Rubio-Godoy (2014) la presencia de *C. formosanus* en las cuencas mexicanas esta teniendo un efecto negativo sobre las poblaciones de peces dulceacuícolas nativas que debería tener mayor consideración para su control.

El conocimiento sobre los monogéneos del género *Urocleidoides* parasitando ictiofauna mexicana es aun escaso. Por lo menos ocho especies de este género se han reportado en el país; mayormente en los cenotes de Yucatán. En el estado de Hidalgo, solo se ha reportado una sola especie (*Ur. strombicirrus* Salgado-Maldonado, 2006) parasitando las branquias de *Astyanax mexicanus* (De Filippi, 1853) en la cuenca del Pánuco. Sin embargo, los monogéneos que reportamos para *X. birchmanni* no coinciden con la morfología de la diagnosis de esa especie.

Infracomunidades

Bautista-Hernández *et al.* (2014) al analizar la comunidad componente de *A. nigrofasciata*, *P. bimaculata* y *X. birchmanni* argumentaron que son pobres en especies y están dominadas por monogéneos. Con el análisis de infracomunidades de estas tres especies de peces en este trabajo, se confirma lo reportado por los autores. Las infracomunidades son pobres en riqueza de especies y altamente dominadas por monogéneos. Este patrón se ha observado en otras comunidades de peces dulceacuícolas en México (Martínez-Aquino *et al.*, 2004; Martínez-Aquino *et al.*, 2007). Por su parte, Violante-González (2006) explicó que debido a la falta de interacciones entre las especies así como a una alta influencia de especies generalistas en la estructuración de las comunidades, las infracomunidades pueden ser consideradas como muestras aleatorias de las comunidades componente.

A pesar que *X. birchmanni*, *P. bimaculata* y *A. nigrofasciata*, comparten el mismo hábitat, es claro que no comparten el mismo nicho. Los poecilidos son peces que habitan las partes menos profundas, de aguas someras y con alta cubierta vegetal, mientras que el cíclido prefiere ambientes rocosos.

La presencia de los primeros hospederos definitivos es otro aspecto que debe considerarse. Los peces de *Xiphophorus birchmanni* en San Pedro estuvieron parasitados por *Uvulifer* sp. pero esta metacercaria no se reportó en Huiznopala, es probable que esta diferencia, sea porque en un lugar se encuentran todas las condiciones necesarias para que el ciclo de vida del parásito continúe, mientras que en la otra localidad una variable del ciclo no está presente lo que evita que el parásito infecte a los peces.

Así también se debe considerar la especificidad hospedatoria de los helmintos, pues como se observó en este trabajo en las dos especies de Poeciliidae con comunidades dominadas por monogéneos, éstos no fueron de la misma especie. Por definición, una especie especialista es aquel parásito que presenta una marcada afinidad por una familia, género o especie de hospedero. Es posible que estos hospederos estén infectados por especies especialistas estrictas a nivel género, sin embargo esta asunción no puede ser validada hasta corroborar la identificación taxonómica a nivel de especie de los monogéneos clasificados dentro de la familia Gyrodactylidae. Por lo que se hace imprescindible que en futuros trabajos, la fijación y preservación de los especímenes sea llevado a cabo de la manera adecuada con el fin de identificar correctamente a los ejemplares y que la interpretación de los resultados pueda ser más precisa.

Otro factor que debe tomarse en cuenta en la estructuración de las infracomunidades de estas tres especies, son los hábitos alimenticios de cada especie de hospedero. *Amatitlania nigrofasciata* es un cíclido omnívoro (Froese y Pauly, 2014) mientras que los dos poecilidos son insectívoros. Es conocido que los parásitos pueden infectar a su hospedero mediante las cadenas tróficas, pero también por el contacto entre los individuos de la misma población, tal es el caso de los monogéneos, que cumplen un ciclo de vida directo y pasan de un hospedero a otro en una misma población de peces.

El origen de los hospederos, juega un rol importante en la composición y estructura de las comunidades de parásitos, los dos poecilidos son especies

endémicas a las cuencas de México, mientras que el cíclido es una especie introducida. Se ha documentado la nocividad de la introducción de especies de peces a ambientes naturales, debido a que pueden desplazar a las especies endémicas o transferir sus parásitos (Miranda *et al.*, 2012; Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003).

En el caso de *Amatitlania nigrofasciata*, se desconoce si desde su sitio de origen estaba infectado con *R. kidderi*, pero considerando que este nemátodo se ha encontrado parasitando a otras especies de peces en diferentes estados de México, mayormente en el sureste del país. Sumado a que *A. nigrofasciata* es una especie exclusiva del comercio acuarófilo, donde los criadores siempre mantienen a poblaciones de peces con el mayor cuidado posible para evitar parasitosis que puedan ser dispersadas con facilidad en los acuarios que se refleje en la salud y aspecto de los peces. Podríamos descartar que *A. nigrofasciata* haya fungido como vector de *R. kidderi* en las poblaciones estudiadas aquí. Es posible que cuando *A. nigrofasciata* colonizó las localidades de San Pedro y Huiznopala se infectó con *R. kidderi*, nemátodo que probablemente está presente en otros cíclidos nativos que habitan en estas localidades. Así como lo reporta Salgado-Maldonado *et al.* (2004), que enlistan los parásitos de varias especies del Río Pánuco, incluido *R. kidderi* infectando dos especies de cíclidos nativos de la cuenca (*Herichthys cyanoguttatum* y *Crassicutis cichlasomae*).

También, Salgado-Maldonado (2006) hace un listado de por lo menos 13 especies de helmintos parásitos de *A. nigrofasciata*, en su mayoría son especies generalistas (10 especies) con ciclos de vida involucrando aves ictiófagas, lo que es un indicador que *A. nigrofasciata* es infectada por un conjunto de especies que están disponibles localmente.

Tal y como lo sugiere Bautista-Hernández (2010) los componentes de comunidad de peces dulceacuícolas del altiplano mexicano, tienden a ser pobres en riqueza de especies y dominadas por especies generalistas. Como se ha demostrado en el presente, las comunidades de helmintos solo presentan un máximo de tres especies de parásitos y en el caso de *A. nigrofasciata*, solo se presentó una sola especie. Aunque no dominaron las especies generalistas, si se registraron, *Centrocestus formosanus* y *Uvulifer* sp. que son metacercarias con una amplia distribución neártica, debido a que son parásitos de aves ictiófagas migratorias.

En conclusión, los componentes de comunidad de *X. birchmanni*, *P. bimaculata* y *A. nigrofasciata* son pobres en especies y altamente influenciadas por los hábitos alimenticios de los hospederos y sus requerimientos de nicho.

Agradecimientos

Este estudio fue apoyado por el Patronato Universitario (Presidente Gerardo Sosa Castelán) de UAEH, el Consorcio de Universidades Mexicanas (CUMEX), por el proyecto "Helminthos de algunas especies de *Xiphophorus* de la Huasteca Hidalguense" (Clave 091431) a SM y la Red de Calidad Ambiental y Desarrollo Sustentable. CEB-H agradece al fondo CONACYT por la beca de posgrado (número 217861).

Literatura citada

- Agorreta, A., O. Domínguez-Domínguez, R. G. Reina, R. Miranda, E. Bermingham, y I. Doadrio. 2013. Phylogenetic relationships and biogeography of *Pseudoxiphophorus* (Teleostei: Poeciliidae) based on mitochondrial and nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 66:80-90.
- Aguilar, V. 2003. Aguas continentales y diversidad biológica de México: un recuento actual. *Biodiversitas* 48:1-16.
- Bagge, A. M., R. Poulin, y E. T. Valtonen. 2004. Fish population size, and not density, as the determining factor of parasite infection: a case study. *Parasitology* 128:305-313.
- Bautista-Hernández, C. E. 2010. Helminthos parásitos de *Xiphophorus malinche* (Rauchenberger, Kallman y Morizot, 1990), *X. birchmanni* (Lechner y Radda, 1987) y su híbrido en la Huasteca Hidalguense. Tesis de Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Conservación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo. 102 p.
- Bautista-Hernández, C. E., S. Monks, y G. Pulido-Flores. 2014. Comunidades de helminthos parásitos de algunas especies de peces de dos localidades de la Huasteca Hidalguense. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan* 2:476-480.
- Bush, A. O., K. D. Lafferty, J. M. Lotz, y A. W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology* 83:575-583.
- Caspeta-Mandujano, J. M. 2010. Nemátodos parásitos de peces de agua dulce de México; Clave de identificación descripción y distribución de las especies. AGT Editor. Distrito Federal, México. 216 p.
- Contreras-MacBeath, T., M. T. Gaspar-Dillanes, L. Huidobro-Campos, y H. Mejía-Mojica. 2014. Peces invasores en el centro de México. *En: Mendoza R., y P. Koleff (Eds.), Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. pp. 413-424.*
- de la Vega-Salazar, M. Y. 2003. Situación de los peces dulceacuícicos en México. *Ciencias*. 72:20-30.
- Froese, R., y D. Pauly. (Eds.). 2014. World Wide Web electronic publication (www.fishbase.org; última consulta, 04 de septiembre del 2014).
- López-Martínez, T. 2010. Helminthos parásitos de *Heterandria bimaculata* (Heckel, 1948) en tres localidades del municipio de Calnali, Hidalgo, México. Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo. 37 p.
- Martínez-Aquino, A., G. Salgado-Maldonado, R. Aguilar-Aguilar, G. Cabañas-Carranza, y M. Ortega-Olivares. 2004. Helminth Parasites of *Chapalichthys encaustus* (Pisces: Goodeidae), an endemic freshwater fish from Lake Chapala, Jalisco, México. *Journal of Parasitology* 90:889-890.
- Martínez-Aquino, A., G. Salgado-Maldonado, R. Aguilar-Aguilar, G. Cabañas-Carranza, y C. Mendoza-Palmero. 2007. Helminth parasite communities of *Characodon audax* and *C. lateralis* (Pisces: Goodeidae), endemic freshwater fishes from Durango, Mexico. *Southwestern Naturalist* 52:125-130.
- Mejía-Mojica, H., F. J. Rodríguez-Romero, y E. Díaz-Pardo. 2012. Recurrencia histórica de peces invasores en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, México. *Revista de Biología Tropical* 60:669-681.
- Miranda, R., D. Galicia, S. Monks, y G. Pulido-Flores. 2012. Diversity of freshwater fishes in Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, Mexico, and recommendations for conservation. *Southwestern Naturalist* 57:285-291.
- Pérez-Ponce de León, G., y L. García-Prieto. 2001. Diversidad de helminthos parásitos de vertebrados silvestres de México. *Biodiversitas* 37:7-11.
- Quiroz-Rojo, M. R. 2010. Helminthos parásitos de *Amatitlania nigrofasciata* (Günther, 1867) Schmitter-Soto, 2007 en dos localidades del municipio de Calnali, Hidalgo, México. Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo. 43 p.
- Salgado-Maldonado, G. 2006. Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico. *Zootaxa* 1324:1-357.
- Salgado-Maldonado, G., y M. Rubio-Godoy. 2014. Helminthos parásitos de peces de agua dulce introducidos. *En: Mendoza R., y P. Koleff (Eds.), Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 269-285.*
- Salgado-Maldonado, G., y R. F. Pineda-López. 2003. The Asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi*: a potential threat to native freshwater fish species in Mexico. *Biological Invasions* 5:261-268.

- Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza, E. Soto-Galera, R. F. Pineda-López, J. M. Caspeta-Mandujano, E. Aguilar-Castellanos, y N. Mercado-Silva. 2004. Helminth parasites of freshwater fishes of the Pánuco River Basin, East Central Mexico. *Comparative Parasitology* 71:190-202.
- Sánchez-Álvarez, A., L. García-Prieto, y G. Pérez-Ponce de León. 1998. A new species of *Rhabdochona* Railliet, 1916 (Nematoda: Rhabdochonidae) from endemic goodeids (Cyprinodontiformes) from two mexican lakes. *Journal of Parasitology* 84:840-845.
- Vidal-Martínez, V. M., M. L. Aguirre-Macedo, T. Scholz, D. González-Solís, y E. F. Mendoza-Franco. 2001. Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of México. Academia Prague, the Publisher of the Academy of Sciences of the Czech Republic. 165 p.
- Violante-González, J. 2006. Comunidades de parásitos metazoarios de peces, en dos lagunas costeras del Estado de Guerrero, México. Tesis de Doctorado en Ciencias. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, Mérida, Yucatán, México. 141 p.

Helmintos parásitos de fauna silvestre en las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México

Griselda Pulido-Flores, Scott Monks, Jorge Falcón-Ordaz, y Juan Violante-González

Resumen

La costa sureste del Pacífico en México es rica en biodiversidad, en parte por la posición en la intersección de las corrientes oceánicas ecuatoriales. Sin embargo, los helmintos son un grupo de organismos que ha sido poco estudiado en la región y los registros están en diversas fuentes de información. El propósito de este trabajo es juntar todos los registros de las diferentes especies de helmintos en uno solo. Los registros publicados de helmintos parásitos de vertebrados de la zona incluyen 192 especies de Digenea, Monogenea, Cestoda, Acanthocephala, Nematoda e Hirudinea. Los Digenea son los mejor representados con 34 familias y 91 especies, seguido de los Monogenea, con 15 familias y 43 especies. Nematoda, Cestoda, Acanthocephala e Hirudinea son los menos representados (23 familias con 36 especies, 8 familias con 10 especies; 5 familias con 10 especies y 2 familias con 2 especie, respectivamente). Los peces son el grupo de hospederos más estudiados (69 especies; 73% del total). Seguidos por las aves y reptiles (9 especies, 10% para cada uno). Los anfibios y mamíferos no han recibido mucha atención (4 y 3 especies, 4% y 3% respectivamente), y los invertebrados aún menos (3 especies de equinodermos). La distribución geográfica de las especies registradas es asimétrica, ya que gran cantidad de ellas se han reportado en Acapulco, Guerrero. Sin embargo, este patrón es el resultado de la concentración de los estudios en una región, y no representa la distribución real de las especies.

Palabras clave: Platyhelminthes, Acanthocephala, Nematoda, Hirudinea, Pacífico, México

Introducción

Los helmintos parásitos son un grupo polifilético de organismos altamente especializados, con amplia distribución geográfica, y que conforman un grupo en el que comúnmente se incluyen a miembros de los Phyla Platyhelminthes (Aspidogastrea, Digenea, Monogenea, Gyrocotylidea, Amphilinidea, Eucestoda), Nematoda, Acanthocephala y Annelida (Schmidt y Roberts, 1977; Alonso-Aguirre, 2001). En su mayoría, son endoparásitos del tracto digestivo de vertebrados, con excepción de los miembros de Monogenea e Hirudinea que se les considera ectoparásitos de peces, anfibios y reptiles (Schmidt y Roberts, 1977; Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001a).

En México, el estudio de los helmintos se remonta al siglo XIX, periodo en el que los parásitos recibieron escasa atención en el país, y por lo general, las publicaciones consistieron en el registro de especies con importancia médica o veterinaria. Estos trabajos fueron publicados en periódicos o revistas de difusión de sociedades científicas y/o médicas. Lamothe-Argumedo (1993) señaló que en 1869, en el periódico *La Naturaleza*, Antonio Peñafiel publicó un trabajo sobre *Fasciola hepática* Linnaeus, 1758; así mismo indicó que en el mismo año, Alfonso Herrera publicó un trabajo sobre *Strongylus micrurus* Mehlis, 1831, una especie de Nematoda que causa la bronquitis verminosa en el ganado de los alrededores de la ciudad de México (Lamothe-Argumedo, 1993). Posteriormente,

en la década de los años 30, se dio inicio al estudio de los helmintos de fauna silvestre, los trabajos consistieron en estudios taxonómicos con el registro, distribución y/o descripción de nuevas especies. Por mencionar algunos, se encuentran los estudios de Caballero y Caballero (1930a, b) sobre las helmintiasis de México y su profilaxis, y sus contribuciones al conocimiento de los hirudíneos, particularmente de *Limnobdella mexicana* Blanchard, 1893.

Después, se continuó con estudios de sistemática y las relaciones filogenéticas a nivel de género y familia, ecología de poblaciones y comunidades de helmintos en fauna silvestre y biogeografía (Bautista-Hernández *et al.*, 2013). Recientemente, los helmintos se han abordado como indicadores de calidad ambiental de los ecosistemas (Pulido-Flores *et al.*, 2005; Monks *et al.*, 2013); además, su presencia y ausencia permite inferir la riqueza de las especies que los albergan y el estrés que sufren los ecosistemas (Pulido-Flores y Monks, 2008). Los helmintos son un componente importante de la biodiversidad, que con frecuencia son excluidos por falta de conocimiento, o por considerarse que son organismos patógenos y sin valor. Sin embargo, los helmintos juegan un papel importante en los ecosistemas, aportan información para el entendimiento de las interacciones ecológicas, patrones de distribución de hospederos, y la historia de regiones y biotas (Pérez-Ponce de León y García Prieto, 2001).

El registro helmintológico de parásitos de vertebrados en México es grande, si consideramos que al menos por cada especie de vertebrado existe una especie de helminto, y si se compara el número de especies de helmintos con otros grupos de animales. Los vertebrados que se han estudiado con mayor énfasis en la helmintología son los peces, hecho que se refleja en la cantidad de registros de su presencia en todo el territorio nacional, y las costas del océano Pacífico, particularmente las de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, no son la excepción (Tabla 1). Sin embargo, el estudio de los helmintos parásitos en invertebrados en México es prácticamente nulo, Lamothe-Argumedo *et al.* (1997) reportaron 26 especies de helmintos parásitos de invertebrados: 5 en moluscos, 9 en miriapoda, 11 en crustacea y una en equinodermos; hecho que contrasta con el trabajo de Peoples quien registró la presencia de 35 especies de helmintos parásitos únicamente en Poliquetos, en diversas localidades a nivel mundial; los poliquetos actúan como hospederos intermediarios de varias especies de helmintos,

de éstos los Digenea son el grupo de helmintos más abundante; seguido por los Nematoda y en tercera posición se encuentran los Cestoda; también se ha registrado la presencia de Turbellaria en este tipo de invertebrados (Peoples, 2013).

Pérez Ponce de León *et al.* (2011) mencionaron que el registro de los helmintos parásitos de fauna silvestre en México ascendía a 1900 especies (5 Aspidogastrea, 634 Digenea, 331 Monogenea, 271 Cestoda; 87 Acanthocephala; 538 Nematoda y 34 Annelida), parásitos de 1145 especies de vertebrados. Asimismo, estos autores concluyeron que el registro de helmintos en los vertebrados silvestres de México es asimétrico, con la mayor cantidad de especies en peces (1064), seguidos por los mamíferos (332), aves (275), reptiles (242), y anfibios (156). Cabe mencionar que, el número total (2069), no corresponde con las 1900 especies mencionadas, porque algunas de las especies de helmintos se han registrado en dos o más grupos de vertebrados.

Sistemática

La nomenclatura y clasificación para cada especie de helminto se realizó con base en las claves taxonómicas de Gibson *et al.* (2002, 2008), Schmidt (1986), literatura especializada para cada grupo de helminto, así como en Index of the Described Animalia of the World (Hallan, 2008). Los nombres científicos de los peces y anfibios fueron revisados en FishBase (Froese y Pauly, 2013) y Amphibian Species of the World (Frost 2013), respectivamente.

Los registros de la Tabla 1 (pp. 64–77), corresponde al registro taxonómico de la zona de estudio.

Importancia ecológica y económica

Los peces son un grupo de vertebrados de importancia para el hombre, por su valor alimenticio y porque su captura es una actividad económica indiscutible. Desde este punto de vista, el conocimiento de sus parásitos es importante, ya que tienen un efecto negativo sobre los peces al reducir su valor comercial, limitar sus poblaciones, o producir mortalidad en masa. Además, algunos de los parásitos pueden transmitirse al hombre cuando los peces se consumen crudos o mal cocidos, causando diferentes tipos de ictiozoonosis (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2012).

Por lo anterior, las enfermedades parasitarias que afectan a los peces de ambientes marinos, dulceacuícolas y salobres representan un grave problema desde

el punto de vista biológico, económico y sanitario para el hombre (Grabda, 1991; Rohde, 1993; Williams y Jones, 1994, Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996, 1999). Básicamente, los helmintos pueden causar: 1) enfermedades o muerte a sus hospederos en la naturaleza, 2) afectan a peces bajo condiciones de cultivo, 3) producen detrimento de la salud humana o animal, y 4) cuando su abundancia y prevalencia son influenciadas por el hombre, pueden indicar una alteración en el ambiente en el que habitan (Williams y Jones, 1994). Independientemente del efecto negativo que los parásitos pueden causar al hombre, estos organismos pueden actuar como indicadores biológicos en investigaciones sobre pesquerías, calidad del agua, cambios ambientales (naturales o inducidos por el hombre) y como agentes de control biológico (Monks *et al.*, 2013; Williams y Jones, 1994).

Colecciones

Las especies de helmintos presentados en el listado de este trabajo se encuentran depositadas en la Colección Nacional de Helmintos (CNHE) del Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México. La CNHE cuenta con registro nacional ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), y alberga ejemplares (holotipos, paratipos y vouchers) de los grupos de Temnocephala, Aspidogastrea, Digenea, Aspidogastrea, Monogenea, Cestoda, Acanthocephala, Nematoda e Hirudinea, parásitos de todas las clases de vertebrados y de algunos invertebrados.

Lista de especies

El listado de especies de helmintos que se presenta en las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas fue esencialmente obtenido de 140 referencias primarias formalmente publicadas en artículos especializados para cada grupo de helminto, así como en monografías y el catálogo de la Colección Nacional de Helmintos.

El registro de especies de helmintos parásitos de vertebrados para la zona de estudio es de 192 especies. El grupo mejor representado son los Digenea (34 familias y 91 especies), seguido de Monogenea (15, 43), Nematoda (23, 36), Cestoda (8, 10), Acanthocephala (5, 10), e Hirudinea (2, 2) (Tabla 1). Cabe mencionar que, no se cuenta con el registro de ninguna especie de Aspidogastrea para las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Sin embargo, Pérez-Ponce de León *et al.*

(1999) mencionan la presencia de especies de este grupo de helmintos en la zona; señalando la presencia de *Lobatostoma pacificum* Manter, 1940 en *Trachinotus rhodopus* en Chamela, Jalisco. Asimismo, esta especie de Aspidogastrea fue registrada en *Trachinotus paloma* en San Blas, Nayarit (Lamothe-Argumedo *et al.*, 1997), y las Islas Galápagos (Manter, 1940).

Las especies biológicas son una unidad básica en la biodiversidad, en la que se agrupan a organismos que son similares en morfología, en desarrollo y en sus demandas ecológicas (White *et al.*, 2010). Por su parte, Hohenegger (2012) define a las especies como un pool de genotipos similares que están interconectados a través de las generaciones sucesivas. El “pool genético” puede ser homogéneo o estar dividido en “subpools”, y la interconectividad entre estos está determinada por la transferibilidad, que significa el potencial de pasar el genoma completo o la mitad de este a la siguiente generación, perpetuándose la transferibilidad del genoma. Un cambio en la frecuencia de los genotipos en las futuras generación puede ser consecuencia de diferentes factores intrínsecos o extrínsecos. Cuando se interrumpe la transferibilidad entre las generaciones se lleva a cabo el proceso de especiación, el cual se define como el cambio del “pool genético” en diferentes pools con frecuencias genotípicas diferentes, y con una pérdida de la transferibilidad del genoma o la mitad de este entre los “pools” de las siguientes generaciones (Hohenegger, 2012).

Entre algunos de los factores extrínsecos que interrumpen la transferibilidad del “pool” genético entre generaciones se encuentran las barreras biogeográficas. La barrera terrestre del continente Americano forma un bloque total, que impide el movimiento de las especies marinas tropicales entre el Pacífico este y el Atlántico oeste. Esta condición ha existido desde el Pleistoceno tardío (aproximadamente 2.59 millones de años), de tal forma que las faunas del Pacífico este y del Atlántico oeste son distintas (Okolodkov, 2010).

Por lo antes mencionado, se recomienda tomar con reserva el registro de 20 especies de helmintos en la zona de estudio, las cuales fueron registradas en regiones biogeográficas diferentes, que no tienen continuidad con las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, como consecuencia no existe o en su caso se ha perdido la transferibilidad del genoma.

Entre las especies de Digenea, se encuentran *Stephanostomum baccatum* Nicoll, 1907; *Stephanostomum casum* (Linton, 1910) McFarlane, 1936;

Stephanostomum ditrematis (Yamaguti, 1939) Manter, 1947 [= *Echinostephanus ditrematis* Yamaguti, 1939]; *Homalometron mexicanum* (Manter, 1937) Dronen, 2009; *Crassicutis cichlasomae* Manter, 1936; *Neopocreadium marina* (Manter, 1947) Cribb y Bray, 1999; *Echinochasmus leopoldinae* Scholz, Ditrich y Vargas-Vázquez, 1996; *Bucephalus margaritae* Ozaqui e Ishibashi, 1934; *Mehrastomum minutum* Sak-sena, 1959; *Tergestia laticollis* (Rudolphi, 1819) Stos-sich, 1899; *Saccocoelioides sogandaresi* Lumsden, 1963; *Lecithochirium microstomum* Chandler, 1935; *Cladocystis trifolium* (Braun, 1901) Poche, 1926. En el caso particular de *Echinochasmus leopoldinae*, se registró como estadio larval en una especie de ave migratoria (Scholz *et al.*, 1996). Los ejemplares de *Digenea* recolectados por Violante-González *et al.* (2011a) y que fueron identificados como *Mehrastomum minutum* en *Phalacrocorax brasilianus*, se recomienda revisar con detalle la identificación taxonómica, ya que esta especie fue originalmente descrita como parásito de un ave de la familia Ciconidae, *Dissura episcopa episcopa* en la India (Sakesena, 1959). A su vez, los ejemplares de *Digenea* reportados como *Tergestia laticollis* (Lamothe-Argumedo *et al.*, 1997), se recomienda revisar su identificación, ya que dicha especie fue descrita como parásito de *Caranx trachurus* en Napoles, Italia (Yamaguti, 1971).

Con respecto a los Monogenea, las especies *Ahpua piscicola* Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1973; *Aristocleidus hastatus* Mueller, 1936; *Ligophorus mugilinus* (Hargis, 1955) Euzet y Suriano, 1977; *Bicotylophora trachinoti* (MacCallum, 1921) Price, 1936; *Solostamenides pseudomugilis* (Hargis, 1957) Unnithan, 1971; *Mexicotyle mexicana* (Meserve, 1938) Lebedev, 1984; *Thoracocotyle crocea* MacCallum, 1913 también fueron registradas en localidades de las costas del Atlántico y Golfo de México (Hargis, 1954, 1955; Lebedev, 1984; Amato, 1994; Lamothe-Argumedo *et al.*, 1997; Hallan, 2008) por lo que se recomienda revisar con detalle la identificación de los ejemplares recolectados y registrados en las costas del Pacífico.

En el caso de los Nematoda, en la Tabla 1 la especie *Philometra* sp. [registrada como *Philometra centropomi* Caballero-Rodríguez, 1974], actualmente es reconocida como *Spirophilometra centropomi* (Caballero y Rodríguez, 1974) Moravec, Santana-Piñeros, González-Solís y Torres-Huerta, 2007 también fue registrada en el Golfo de México (Caballero y Rodríguez, 1974); por su parte, *Rhabdochona mexicana*

Caspeta-Mandujano, Moravec y Salgado-Maldonado, 2000 fue registrada en peces de agua dulce en la cuenca del río Pánuco (Caspeta-Mandujano *et al.*, 2000); por lo que también es necesario revisar con detalle la identificación taxonómica de los ejemplares colectados en peces marinos de la costa del Pacífico, pues los ejemplares no comparten el tipo de ecosistema y zona biogeográfica.

El conocimiento sobre los helmintos parásitos en la fauna silvestre en la zona de estudio es asimétrico. El registro asciende a 94 especies de hospederos (vertebrados). De éstos, los peces son el grupo más estudiado con 69 especies, representando el 73% del total de especies de hospederos estudiadas; seguido por aves y reptiles con 9 especies cada grupo (10% para cada uno), anfibios con 4 especies (4%), mamíferos con 3 especies (3%). El patrón asimétrico de la biodiversidad de helmintos en la zona de estudio es similar a lo que ocurre en el territorio nacional (Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001b; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2011).

Asimismo, el registro de las especies de helmintos entre las diferentes localidades de las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas es asimétrico. Guerrero es la entidad federativa con mayor número de especies de helmintos registradas (144), seguido por Oaxaca (56), y Chiapas (5) (Tabla 1). Sin embargo, es importante destacar que algunas especies de helmintos se han registrado en dos entidades federativas, tal es el caso de *Bivesiculoplana lamothei* Pineda-López y González-Bulnes, 1984 (Turbellaria) que fue encontrada en la Barrita y Zihuatanejo, Guerrero, y en el Carrizalillo, Oaxaca (Pineda-López y González-Bulnes, 1984).

Por su parte, de las especies de *Digenea*, *Pachypsolus irroratus* (Rudolphi, 1819) Looss, 1902 se registró en *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) en Mazunte, Oaxaca, y *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) en Acapulco, Guerrero (Lamothe-Argumedo *et al.*, 1997; Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996, 2007); *Enodiotrema megachodrus* (Looss, 1899) Looss, 1901 se registró como parásito de *Ch. mydas* en Acapulco, Guerrero (Lamothe-Argumedo *et al.*, 1997), y *L. olivacea* en Mazunte, Oaxaca (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996); *Adenogaster serialis* Looss, 1901 en *Ch. mydas* de Acapulco, Guerrero (Lamothe-Argumedo *et al.*, 1997) y *L. olivacea* en Mazunte, Oaxaca (Gámez-Vivaldo *et al.*, 2006).

Las especies de Monogenea *Allopyragraphorus caballeroi* (Zecerecero, 1960) Yamaguti, 1963

(= *Pyragraphorus caballeroi* Zecerecero, 1960); *Pseudomazocraes monsvaisae* Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1955 y *Microcotyloides impudica* Caballero y Caballero, Bravo-Hollis y Grocott, 1955 también se han registrado en Zihuatanejo, Guerrero, y Salina Cruz, Oaxaca (Lamothe-Argumedo, 1970a y 1997; Bravo-Hollis, 1981b y 1985).

La especie de Acanthocephala *Floridosentis pacifica* Bravo-Hollis, 1969 [registrado como *Floridosentis mugilis* Bullock, 1962] se ha encontrado en Tres Palos, Guerrero (Violante-González *et al.*, 2007) y Salina Cruz, Oaxaca (Bravo-Hollis, 1969; Rosas-Valdez *et al.*, 2012); *Neoechinorhynchus brentnickoli* Monks, Pulido-Flores y Violante-González, 2011 (Fig. 1C) [registrado como *Neoechinorhynchus golvani* Salgado-Maldonado, 1978; *Neoechinorhynchus cf. golvani* Salgado-Maldonado, 1978] se ha encontrado en Tres Palos, Chautengo, Coyuca, Mitla, y Tecomate, Guerrero, y Netzahualcoyotl y Chicoasen, Chiapas (Salgado-Maldonado, 1978a; Violante-González *et al.*, 2010; Monks *et al.*, 2011). De Nematoda, *Gnathostoma* sp. se registró en Coyuca, Tres Palos, Corralero, Chila y Superior, Guerrero (Garrido-Olvera *et al.*, 2004; León-Règagnon *et al.*, 2005; Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007) y Oaxaca (Cabrera-Guzmán *et al.*, 2007).

Es conocido que los helmintos utilizan a los hospederos intermediarios y definitivos cuyas relaciones tróficas permiten que los ciclos de vida de los parásitos se completen en los ecosistemas (Schmidt y Roberts, 1977). En las lagunas costeras de Tres Palos y Coyuca, Guerrero, 6 especies de Digenea (*Clinostomum complanatum* (Rudolphi, 1814) Braun, 1899; *Austrodiplostomum mordax* Szidat y Nani, 1951; *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) Price, 1932; *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 192) Dubois, 1936; *Echinochasmus leopoldinae* Scholz, Ditrich y Vargas-Vázquez, 1996; *Ascocotyle longa* Ransom, 1920) utilizan varias especies de peces como hospederos intermediarios en sus ciclos de vida, en los cuales se han registrado sus metacercarias (Garrido-Olvera *et al.*, 2004; Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007, 2008, 2009b, 2011a y 2012). Las formas adultas de esas especies han sido registradas en 3 especies de aves ictiófagas: *Nyctanassa violacea* (Linnaeus, 1758); *Phalacrocorax brasilianus* (Gmelin, 1789); y *Ardea alba* Linnaeus, 1758 (Violante-González *et al.*, 2011a, 2012).

De igual forma, el ciclo de vida del céstodo

Parvitaenia cochlearii Coil, 1955, está establecido en las lagunas de Tres Palos y Coyuca. Este helminto utiliza a 3 especies de peces *Eleotris picta* Kner, 1863; *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844); *Gobiomorus maculatus* (Günther, 1859) como hospederos intermediarios (Scholz *et al.*, 2002; Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007), y 2 especies de aves *Ardea alba* y *Nyctanassa violacea* como hospederos definitivos (Violante-González *et al.*, 2012).

La larva de Acanthocephala, *Southwellina hispida* Van Cleave, 1916 también se ha registrado en diversas especies de peces, mientras que las forma adultas se encontraron en aves de Tres Palos y Coyuca, Guerrero. Las formas adultas de los nemátodos *Gnathostoma turgidum* Stossich, 1902 y *Contracecum multipapillatum* Drasche, 1882 se han registrado en *Didelphis virginiana* Kerr, 1792 (León-Règagnon *et al.*, 2005); asimismo, se han registrado larvas de *Gnathostoma* sp. en varias especies de peces en las lagunas de Tres Palos, Coyuca, Chila, Superior y Corralero, Guerrero (García-Prieto *et al.*, 2003; Garrido-Olvera *et al.* 2004; León-Règagnon *et al.*, 2005; Martínez-Salazar y León-Règagnon, 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007).

Algunas especies de helmintos registradas para la zona de estudio tienen potencial de riesgo zoonótico. Las metacercarias de *Clinostomum complanatum*, *Austrodiplostomum mordax*, *Centrocestus formosanus*, *Echinochasmus leopoldinae*, *Ascocotyle longa* pueden parasitar al hombre. En Brasil, Uruguay, España y otros países se ha registrado su riesgo zoonótico (Arizmendi-Espinosa, 1992; Carnevia *et al.*, 2005; Monks *et al.*, 2005; Morais *et al.*, 2011). De igual forma, las especies de Nematoda *Contracecum multipapillatum*, *Eustrongyloides* sp., *Gnathostoma turgidum*; *Gnathostoma binucleatum* e *Hysterothylacium perezii* también se han registrado como especies de riesgo zoonótico en México y otros países (Lamothe-Argumedo *et al.*, 1989; Martínez-Cruz *et al.*, 1989; Lamothe-Argumedo, 1997; León-Règagnon *et al.*, 2000; Barros *et al.*, 2004; Palmer *et al.*, 2011).

El litoral de la República Mexicana es de 11,600 km, y consta de 1567,000 ha cubiertas por superficies estuarinas, de las cuales 892,800 ha se encuentran en la costa del Pacífico (Contreras-Espinosa y Castañeda, 2004). Para el estado de Guerrero, el sistema lagunar costero consta de 10 lagunas: Sistema de

Apozahualco, Chautengo, Tecomate, Tres Palos, Coyuca, Mitla, El Tular, Husco, Sistema del Cuajo y Potosí. En Oaxaca, el sistema lagunar está conformado por Corralero, Chacahua y Patoría, Superior e Inferior y Mar Muerto; mientras que en Chiapas se encuentran las lagunas Joya-Buenavista, Buenavista, Carretas, Pereyra, Bobo, Cerritos, Chantuto, Teculapa, Panzacola y Campón (Contreras-Espinosa y Castañeda, 2004). Únicamente se han estudiado, desde el punto de vista helmintológico, algunas localidades de Guerrero (Acapulco, las lagunas de Tres Palos, Coyuca, Chautengo, Mitla, Tecomate) (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007, 2008, 2009a, b, 2010, 2011a, b, 2012). En Oaxaca (Salina Cruz, Puerto Ángel, Puerto Escondido, Mazunte y Chila) (Bravo-Hollis, 1968, 1981b; Bravo-Hollis y Manter, 1957; Bravo-Hollis y Brenes-Madrigal, 1958; Caballero y Caballero, 1946; Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1961, 1963; Caballero y Caballero y Zerecero-D., 1950; Manter, 1937, 1940; Coil, 1957; Lamothe-Argumedo 1969a, b, c, 1970 a, b; Lamothe-Argumedo *et al.*, 1997; Oliver, 1984; Pérez-Ponce de León y Brooks, 1995; Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996); y en Chiapas (Mar Muerto, Malpaso, La Conquista Pijijiapan y Joaquín Amaro) (Martínez-Aquino *et al.*, 2009; Pinacho-Pinacho *et al.*, 2012). Lo anterior refleja la falta de conocimiento de la biodiversidad de helmintos en el sur del territorio nacional, particularmente en los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

Literatura citada

- Aguirre-Macedo, M. L., y J. Violante-González. 2008. *Saccocoelioides lamothei* n. sp. from *Dormitator latifrons* (Pisces: Eleotridae) from coastal lagoons of Guerrero, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79:33S-40S.
- Alonso-Aguirre, A. 2001. Introduction. pp. 3-5 *In*: Chowdhury, N. y S. Alonso-Aguirre (eds.). *Helminths of Wildlife*. Science Publishers, New Hampshire.
- Amato, J. F. R. 1994. *Pseudobicotylophora atlantica* n. gen., n. sp. (Monogenea: Bicytlophoridae n. fam.) parasite of *Trachinotus* spp. (Osteichthyes: Carangidae) and the re-description of *Bicytlophora trachinoti*. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 3:99-108.
- Arizmendi-Espinosa, M. A. 1992. Descripción de algunas etapas larvianas y de la fase adulta de *Centrocestus formosanus* de Tezontepec de Aldama, Hidalgo. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 63:1-11.
- Barros, L. A., R. Tortelly, R. M. Pinto, y D. C. Gomes. 2004. Effects of experimental infections with larvae of *Eustrongylides ignotus* Jäegerskiöld, 1909 and *Contraecum multipapillatum* (Drasche, 1882) Baylis, 1920 in rabbits. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 56:325-332.
- Bautista-Hernández, C. E., S. Monks, y G. Pulido-Flores. 2013. Los parásitos y el estudio de su biodiversidad: un enfoque sobre los estimadores de la riqueza de especies. pp. 13-17 *In*: Pulido-Flores, G., y S. Monks (Eds). *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas*. Zea Books, Lincoln, Nebraska.
- Bravo-Hollis, M. 1954. Tremátodos de peces marinos de aguas mexicanas. VII. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 25:219-252.
- Bravo-Hollis, M. 1968. Helmintos de peces del Pacífico mexicano. XXVII. Descripción de *Neotetraonchus bychowskyi* gen. nov., sp. nov. (Neotetraonchidae fam. nov.) de las branquias de *Galeichthys seemani* (Gunther). *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 39:13-28.
- Bravo-Hollis, M. 1969. Helmintos de peces del Pacífico mexicano. XXVIII. Sobre dos especies del género *Floridosentis* Ward, 1953, acantocéfalos de la familia Neochinorhynchidae Van Cleave, 1919. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 40:1-14.
- Bravo-Hollis, M. 1981a. Helmintos de peces del Pacífico mexicano. XXXVIII. Estudio de monogéneos del suborden Microcotylinea Lebedev, 1972, con la presentación de una subfamilia y una especie nuevas. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 52:13-26.
- Bravo-Hollis, M. 1981b. Helmintos de peces del Pacífico Mexicano. XXXVII. Sobre seis especies conocidas de monogéneos del suborden Microcotylinea Lebedev, 1972. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 52:1-12.
- Bravo-Hollis, M. 1985. Helmintos de peces del Pacífico mexicano. XLI. Una especie del género *Polynemicola*. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 56:277-290.
- Bravo-Hollis, M., y R. R. Brenes-Madrigal. 1958. Tremátodos de peces marinos de aguas mexicanas. XV. Una nueva especie de *Multitestis* Manter, 1931 de la familia Allocreadiidae Stossich, 1904. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 29:203-207.
- Bravo-Hollis, M., y H. W. Manter. 1957. Trematodes of marine fishes of Mexican waters. X. Thirteen Digenea, including nine new species and two new genera, from the Pacific Coast. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 24:35-48.
- Bravo-Hollis, M., y G. Salgado-Maldonado. 1985. Helmintos

- de peces del Pacífico mexicano. XLII. *Neomicrocotyle pacifica* (Meserve, 1938) Yamaguti, 1968 (Monogenea: Protomicrocotylidae) parásito de *Caranx hippos*. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 56:651-670.
- Bravo-Hollis, M., y F. Sogandares-Bernal. 1956. Trematodes of marine fishes of Mexican waters. IX. Four gastrostomes from the Pacific coast. Journal of Parasitology 42:536-539.
- Brooks, D. R., G. Pérez-Ponce de León, y L. García-Prieto. 1999. Two new species of *Oochoristica* Luhe, 1898 (Eucestoda: Cyclophyllidae: Linstowiinae) parasitic in *Ctenosaura* spp. (Iguanidae) from Costa Rica and Mexico. Journal of Parasitology 86:893-897.
- Caballero y Caballero, E. 1930a. Las helmintiasis de México y su profilaxis. Folleto de Divulgación Científica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Número 1:1-9.
- Caballero y Caballero, E. 1930b. Contribución al conocimiento de los hirudíneos de México, *Limnobia mexicana* R. Blanchard. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 1(3):247-251.
- Caballero y Caballero, E. 1938. Nematodes of the reptiles of Mexico II. Annals of Tropical Medicine and Parasitology 32:225-229.
- Caballero y Caballero, E. 1939. Nemátodos de los reptiles de México III. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 10:65-72.
- Caballero y Caballero, E. 1946. Un nuevo género de tremátodos de los peces marinos del puerto de Salina Cruz, Oaxaca, México. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 17:167-174.
- Caballero y Caballero, E. 1959. Tremátodos de las tortugas de México. VII. Descripción de un tremátodo digeneo que parasita a tortugas marinas comestibles del puerto de Acapulco, Guerrero. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 30:159-166.
- Caballero y Caballero, E., y M. Bravo-Hollis. 1961. Tremátodos de peces de aguas mexicanas del Pacífico XX. Tres especies de Monogenoidea Bychowsky, 1937. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 32:201-217.
- Caballero y Caballero, E., y M. Bravo-Hollis. 1963. Helmintos de peces de aguas mexicanas del Pacífico. XXIII. Descripción de cuatro nuevos monogéneos y una breve consideración sobre nomenclatura de esta clase. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 34:163-203.
- Caballero y Caballero, E., y R. Brenes-Madrugal. 1957. Helmintos de la República de Costa Rica. VI. Algunos tremátodos de peces, reptiles y mamíferos. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 28:217-224.
- Caballero y Caballero, E., y D. I. Peregrina. 1938. Nemátodos de los mamíferos de México I. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 9:289-306.
- Caballero y Caballero, E., y M. C. Zerecero-D. 1950. Tremátodos de las tortugas de México. VI. Revista de Medicina Veterinaria y Parasitología (Caracas) 9:123-132.
- Caballero y Rodríguez, G. 1974. Contribución al conocimiento de los nemátodos de peces de los litorales de México. III. Dos nuevas formas. Publicaciones Biológicas, Instituto de Investigaciones Científicas 1:33-40.
- Cabrera-Guzmán, E. 2002. Comunidades de helmintos parásitos de *Rana forreri* Boulenger, 1883 (Amphibia: Ranidae) en dos localidades del municipio de Acapulco, Guerrero, México. Boletín de la Sociedad Herpetológica de México 10:63.
- Cabrera-Guzmán, E., V. León-Règagnon, y L. García-Prieto. 2007. Helminth parasites of the leopard frog *Rana* cf. *forreri* (Amphibia: Ranidae) in Acapulco, Guerrero, Mexico. Comparative Parasitology 74:96-107.
- Carnevia, D., O. Castro, A. Perretta, y J. M. Venzal. 2005. Identification in Uruguay of metacercariae of *Ascocotyle (Phagicola) longa* (Digenea: Heterophyidae) parasitizing mullets, *Mugil platanus* (Pisces: Mugilidae) and evaluation of the risk of zoonosis and infection in pets. Veterinaria (Montevideo) 40:19-23.
- Caspeta-Mandujano, J. M., F. Moravec, y G. Salgado-Maldonado. 2000. *Rhabdochona mexicana* sp. n. (Nematoda: Rhabdochonidae) from the intestine of characid fishes in México. Folia Parasitologica 47:211-215.
- Coil, W. H. 1955. *Parvitaenia cochlearii* sp. nov. (Cestoda: Dilepididae) a new tapeworm parasitic in the boat-billed heron, *Cochlearius cochlearius*. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 22:66-69.
- Coil, W. H. 1956. *Carneophallus muellhaupti*, n. sp., a microphallid trematode from the sanderling from Southern Mexico. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 23:138-140.
- Coil, W. H. 1957. *Parastrigea mexicanus* sp. nov., a strigeid trematode from the avocet. Transactions of the American Microscopical Society 76:70-72.
- Contreras-Espinosa, F., y O. Castañeda-L. 2004. La biodiversidad de las lagunas costeras. Ciencias 76:46-56.
- Cribb, T. H., y R. A. Bray. 1999. A review of the Apocreadiidae Skrjabin, 1942 (Trematoda: Digenea) and description of Australian species. Systematic Parasitology 44:1-38.
- Cruz-Reyes, A. 1973. Céstodos de peces de México. I. Redescripción del subgénero *Otobothrium* (*Pseudotobothrium*) (Dollfus, 1942) y de la especie *Otobothrium* (*P.*) *dipsagun*

- (Linton, 1807). Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoolo-
gía 44:25-34.
- Dyer, W. G., y J. L. Carr. 1990. Some ascaridid, spirurid,
and rhabditid nematodes of the neotropical turtle genus
Rhinoclemmys in Mexico and South America. *Journal of
Parasitology* 76:259-262.
- Flores-Barroeta, L. 1953. Cestodos de vertebrados. I. Cien-
cia 5:31-36.
- Froese, R., y D. Pauly. (Eds.) 2013. FishBase. World Wide
Web electronic publication. Página en red: www.fishbase.
org, version (08/2013); (consultada en agosto, 2013).
- Frost, D. R. 2013. Amphibian Species of the World: an
Online Reference. Electronic Database. Página en red:
http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.
html. American Museum of Natural History, New York,
USA. Version 5.6; (onsultada en enero, 2013).
- Fujii, H. 1944. Three monogenetic trematodes from marine
fishes. *Journal of Parasitology* 30:153-158.
- Gámez-Vivaldo, S., D. Osorio-Sarabia, C. Peñaflores-Sala-
zar, A. García-Hernández, y J. Ramírez-Lezama. 2006.
Identificación de parásitos y epibiontes de la tortuga gol-
fina (*Lepidochelys olivacea*) que arribó a playas de Mi-
choacán y Oaxaca. *Veterinaria Mexico* 37:431-440.
- García-Grajales, J., y A. Buenrostro-Silva. 2011. Infestación
y distribución corporal de sanguijuelas en el cocodrilo
americano (*Crocodylus acutus* Cuvier 1807) (Reptilia:
Crocodylidae) del estero La Ventanilla, Oaxaca, México.
Acta Zoológica Mexicana 27(3):565-575.
- García-Prieto, L., F. Bertoni-Ruiz, D. Osorio-Sarabia, V.
León-Régagnon, R. Lamothe-Argumedo, y H. Akahane.
2003. Gnathostomiasis in Tres Palos Lagoon, Acapulco,
Mexico. *Bulletin of Central Research Institute, Fukuoka
University*, Serie E: Interdisciplinary 1(E):207-212.
- García-Prieto, L., M. García-Varela, B. Mendoza-Gar-
fías, y G. Pérez-Ponce de León. 2010. Checklist of the
Acanthocephala in wildlife vertebrates of Mexico. *Zoo-
taxa* 2419:1-50.
- Garrido-Olvera, L., L. García-Prieto, y B. Mendoza-Garfías.
2004. Helminth parasites of the Pacific fat sleeper, *Dor-
mitator latifrons* (Richardson, 1844) (Osteichthyes: Eleo-
tridae) from Tres Palos Lagoon, Guerrero, Mexico. *Ameri-
can Midland Naturalist* 151:165-169.
- Gibson, D. I., R. A. Bray, y A. Jones. 2008. Keys to the Tre-
matoda Vol. 3. CABI Publishing and The Natural History
Museum, London, U.K., 848 p.
- Gibson, D. I., A. Jones, y R. A. Bray. 2002. Keys to the Tre-
matoda. Vol. 1. CABI Publishing and The Natural His-
tory Museum, London, U.K., 521 p.
- Grabda, J. 1991. Marine fish parasitology: An outline. Pwn-
Polish Scientific Publishers Warszawa. 306 p.
- Hallan, J. 2008. Index of the Described Animalia of the
World. Web Electronic publication. Página en red:
https://insects.tamu.edu/research/collection/hallan/;
(consultada en agosto 2013).
- Hargis, W. J. Jr. 1954. Monogenetic trematodes of some Gulf
of Mexico fishes. *Journal of Parasitology* 14:1-4.
- Hargis, W. J. Jr. 1955. Monogenetic trematodes of Gulf of
Mexico fishes. Part III. The superfamily Gyrodactyloi-
dea. *Quarterly Journal of the Florida Academy of Scien-
ces* 18:33-47.
- Hoberg, E. P., D. R. Brooks, H. Molina-Urena, y E. Erbe.
1998. *Echinocephalus janzeni* n. sp. (Nematoda:
Gnathostomatidae) in *Himantura pacifica* (Chondri-
chthyes: Myliobatiformes) from the Pacific coast of Costa
Rica and Mexico, with historical biogeographic analysis
of the genus. *Journal of Parasitology* 84:571-581.
- Hohenegger, J. 2012. Transferability of genomes to the next
generation: the fundamental criterion for the biological
species. *Zootaxa* 3572:11-17.
- Lamothe-Argumedo, R. 1965. Tremátodos de peces II. Pre-
sencia de los tremátodos *Bianum plicatum* (Linton, 1928)
Stunkard, 1931 y *Lecithochirium microstomum* Chand-
ler, 1935, en peces del Pacífico mexicano. Anales del Ins-
tituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma
de México, Serie Zoolo-
gía 36:147-157.
- Lamothe-Argumedo, R. 1966. Monogéneos de peces I. Des-
cripción de *Pseudochauhanea mexicana* n. sp. (Gas-
trocotylidae) parásitos de *Sphyaena ensis* Jordan y
Evermann. Anales del Instituto de Biología de la Uni-
versidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoolo-
gía 37:129-134.
- Lamothe-Argumedo, R. 1967a. Monogéneos de peces III.
Polymicrocotyle manteri, gen. nov., sp., nov., (Micro-
cotylinae), parásitos de peces de la costa del Pacífico de
México. *Bulletin of Marine Science* 17:935-948.
- Lamothe-Argumedo, R. 1967b. Monogéneos de peces V. Re-
descripción de *Tagia ecuadori* (Meserve, 1938) Sproston,
1946. Anales del Instituto de Biología de la Universidad
Nacional Autónoma de México, Serie Zoolo-
gía 38:35-46.
- Lamothe-Argumedo, R. 1968. Monogéneos de peces VI. *Ca-
ballerocotyla marielenae* sp. nov. (Monogenea: Capsali-
nae), parásitos de las branquias de *Istiophorus greyi* Jor-
dan y Hill, de Puerto Angel, Oaxaca, México. *Rivista di
Parassitologia* 29:171-184.
- Lamothe-Argumedo, R. 1969a. Monogéneos de peces VII.
Mexicotrema bychowskyi gen. et. sp. n. (Monogenea:
Ancyrocephalidae), parásitos de las branquias del *Cen-
tropomus nigriscens*, de la Laguna de Chila, Oaxaca, Mé-
xico. *Parasitologicheskii Sbornik* 24:146-155.
- Lamothe-Argumedo, R. 1969b. Tremátodos de peces III.
Cuatro especies nuevas de tremátodos parásitos de pe-
ces del Pacífico mexicano. Anales del Instituto de Biolo-
gía de la Universidad Nacional Autónoma de México, Se-
rie Zoolo-
gía 40:21-42.

- Lamothe-Argumedo, R. 1969c. Tremátodos de peces IV. Registro de cuatro especies de tremátodos de peces marinos de la costa del Pacífico mexicano. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 40:179-184.
- Lamothe-Argumedo, R. 1970a. Monogéneos de peces II. Reporte de tres especies de Monogenea parásitas de las branquias de *Caranx hippos* del Pacífico mexicano y re-descripción de *Zeuxapta seriolae* (Meserve, 1938) Price, 1962. *Revista de Biología Tropical* 16:153-169.
- Lamothe-Argumedo, R. 1970b. Tremátodos de los peces V. Descripción de *Polycryptocylis leonilae* gen. nov., sp. nov. (Trematoda: Cryptogonimidae) parásito de *Lutjanus guttatus* de Puerto Escondido, Oaxaca, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 31:183-191.
- Lamothe-Argumedo, R. 1993. La colección helmintológica del Instituto de Biología. pp. 3-22 *In*: Brailovsky, H., y B. Gómez Varela. Colecciones Zoológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal.
- Lamothe-Argumedo, R. 1996. Monogéneos de peces. X. Especie nueva del género *Capsaloides*, parásitos de *Tetrapturus audax* de Mazatlán, Sinaloa, México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 67:163-171.
- Lamothe-Argumedo, R. 1997. Hospederos definitivos, intermediarios y paraténicos de *Gnathostoma* en Veracruz y Oaxaca, México. *Cuadernos Mexicanos de Zoolología* 3:22-28.
- Lamothe-Argumedo, R., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia, y G. Pérez-Ponce de León. 1997. Catálogo de la Colección Nacional de Helminths. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y CONABIO, Ciudad de México, México, 211 p.
- Lamothe-Argumedo, R., R. L. Medina-Vences, S. López-Jiménez, y L. García-Prieto. 1989. Hallazgo de la forma infectiva de *Gnathostoma* sp., en peces de Temascal, Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 60:311-320.
- Lebedev, B. I. 1984. Parásitos de plantas y animales. pp. 17-24 *In*: Mamaev, B. L., B. A. Dboritki y E. Erozenki. *Acad. Cienc. U. R. S.S., Inst. Biol. Edafol. Asia Central y Extremo oriente. Vladivostok.*
- León-Règagnon, V., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia, y A. Jiménez-Ruiz. 2000. Gnathostomosis in fish from Tres Palos Lagoon, Guerrero, Mexico. *Emerging Infectious Diseases* 6:3.
- León-Règagnon, V., y D. R. Brooks. 2003. Molecular Phylogeny of *Haematoloechus* Looss, 1899 (Digenea: Plagiorchiidae), with Emphasis on North American Species. *Journal of Parasitology* 89(6):1206-1211.
- León-Règagnon, V., D. Osorio-Sarabia, L. García-Prieto, R. Lamothe-Argumedo, F. Bertoni-Ruiz, y A. Ocegüera-Figueroa. 2005. New host records of the nematode *Gnathostoma* sp. in Mexico. *Parasitology International* 54:51-53.
- Manter, H. W. 1937. A new genus of distomes (Trematoda, Digenea) with lymphatic vessels. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 2:11-22.
- Manter, H. W. 1940. Digenetic trematodes of fishes from the Galapagos Islands and the neighboring Pacific. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 2:329-457.
- Martínez-Aquino, A., M. E. Reyna-Fabián, R. Rosas-Valdez, U. Razo-Mendivil, G. Pérez-Ponce de León, y M. García-Varela. 2009. Detecting a complex of cryptic species within *Neoechinorhynchus golvani* (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) inferred from ITSs and LSU rDNA gene sequences. *Journal of Parasitology* 95:1040-1047.
- Martínez-Cruz, J. M., R. Bravo-Zamudio, A. Aranda-Patracá, y R. Martínez-Marañón. 1989. La gnatostomiasis en México. *Salud Pública de México* 31:541-549.
- Martínez-Salazar, E. A., y V. León-Règagnon. 2005. Confirmation of *Gnathostoma binucleatum* Almeyda-Artigas, 1991, advanced third-stage larvae in Tres Palos Lagoon, Mexico, by morphological and molecular data. *Journal of Parasitology* 91:962-965.
- Mata-López, R., V. León-Règagnon, y L. García-Prieto. 2013. Helminth infracommunity structure of *Leptodactylus melanonotus* (Anura) in Tres Palos, Guerrero, and other records for this host species in Mexico. *Journal of Parasitology* 99:564-569.
- Mendoza-Franco, E. F., J. Violante-González, y V. M. Vidal-Martínez. 2008. New species of *Rhabdosynochus* Mizelle and Blatz 1941 (Monogenoidea: Diplectanidae) from the gills of centropomid fishes (Teleostei) off the Pacific coast of Mexico. *Journal of Parasitology* 94:28-35.
- Mendoza-Franco, E. F., J. Violante-González, y A. A. Rojas Herrera. 2011. Six new and one previously described species of *Pseudorhabdosynochus* (Monogenoidea, Diplectanidae) infecting the gills of groupers (Perciformes, Serranidae) from the Pacific coasts of Mexico and Panama. *Journal of Parasitology* 97:20-35.
- Miller, T. L., y T. H. Cribb. 2008a. Eight new species of *Siphoderina* Manter, 1934 (Digenea, Cryptogonimidae) infecting Lutjanidae and Haemulidae (Perciformes) off Australia. *Acta Parasitologica* 53:344-364.
- Miller, T. L., y T. H. Cribb. 2008b. Family Cryptogonimidae Ward, 1917. Pp. 51-112 *In*: Gibson, D. I., R. A. Bray, y A. Jones (eds.). *Keys to the Trematoda* (Vol. 3). CABI Publishing and The Natural History Museum, London, U.K.
- Monet-Mendoza, A., D. Osorio-Sarabia, y L. García-Prieto. 2005. Helminths of the Virginia opossum *Didelphis virginiana* (Mammalia: Didelphidae) in Mexico. *Journal of Parasitology* 91:213-219.
- Monks, S., G. Pulido-Flores, C. E. Bautista-Hernández, B. Alemán-García, J. Falcón-Ordaz, y J. C. Gaytán-Oyarzún.

2013. El uso de helmintos parásitos como bioindicadores en la evaluación de la calidad del agua: Lago de Tecocomulco vs. Laguna de Metztlán, Hidalgo, México. pp. 25-34 *In*: Pulido-Flores, G., y S. Monks (eds.). Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas. Vol. II. Zea Books, Lincoln, Nebraska.
- Monks, S., G. Pulido-Flores, y J. Violante-González. 2011. A new species of *Neoechinorhynchus* (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) in *Dormitator latifrons* (Perciformes: Eleotridae) from the Pacific coast of Mexico. *Comparative Parasitology* 78:21-28.
- Monks, S., V.R. Zárate-Ramírez, y G. Pulido-Flores. 2005. Helminths of freshwater fishes from the Metztlán Canyon Reserve of the Biosphere, Hidalgo, Mexico. *Comparative Parasitology* 72:212-219.
- Morais, A. M., A. M. B. Varella, B. M. M. Fernandes, y J. C. O. Malta. 2011. *Clinostomum marginatum* (Braun, 1899) and *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928) metacercariae with zoonotic potencial on *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) (Characiformes: Serrasalminidae) from Central Amazon, Brazil. *Neotropical Helminthology* 5:8-15.
- Moravec, F., A. M. Santana-Piñeros, D. González-Solis, y A. M. Torres-Huerta. 2007. A new species of *Spirophilometra* (Nematoda: Philometridae) from the yellowfin snook *Centropomus robalito* (Osteichthyes) in southern Mexico. *Folia Parasitologica* 54:215-219.
- Oliver, G. 1984. Description de deux nouvelles especes du genre *Cycloplectanum* Oliver, 1968 (Monogenea, Monopisthocotylea, Diplectanidae). *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée* 59:31-39.
- Okolodkov, Y. B. 2010. Biogeografía Marina. Universidad Autónoma de Campeche (UAC). Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX) 217 p.
- Palmer, S. R., L. Soulsby, P. Torgerson, y D. W. G. Brown. 2011. Oxford textbook of zoonoses: biology, clinical practice, and public health control. 2nd ed. New York, USA, Oxford University Press; 2011 p.
- Paredes-León, R., L. García-Prieto, C. Guzmán-Cornejo, V. León-Règagnon, y T. M. Pérez. 2008. Metazoan parasites of Mexican amphibians and reptiles. *Zootaxa* 1904:1-166.
- Peoples, R. C. 2013. A review of the helminth parasites using polychaetes as hosts. *Parasitology Research* 112:3409-3421.
- Pérez-Ponce de León, G., y D. R. Brooks. 1995. Phylogenetic relationships of the genera of the Pronocephalidae Looss, 1902 (Digenea: Paramphistomiformes). *Journal of Parasitology* 81:267-277.
- Pérez-Ponce de León, G., y L. García-Prieto. 2001a. Los parásitos en el contexto de la biodiversidad y la conservación. *Biodiversitas*, Convention on Biological Diversity 6:11-14.
- Pérez-Ponce de León, G., y L. García-Prieto. 2001b. Diversidad de helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México. *Biodiversitas* 37:7-11.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, y V. León-Règagnon. 1996. Gastrointestinal digenetic trematodes of olive Ridley's turtle (*Lepidochelys olivacea*) from Oaxaca, Mexico. Taxonomy and infracommunity structure. *Journal of the Helminthological Society of Washington* 63:76-82.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, y B. Mendoza-Garfias. 2007. Trematode parasites (Platyhelminthes) of wildlife vertebrates in Mexico. *Zootaxa* 1534:1-247.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, B. Mendoza-Garfias, V. León-Règagnon, G. Pulido-Flores, C. Aranda-Cruz, y F. García-Vargas. 1999. Listados faunísticos de México. IX. Biodiversidad de helmintos parásitos de peces marinos y estuarinos de la Bahía de Chamela, Jalisco. pp 1-51 *In*: García-Aldrete, A. N. (eds.). Listados Faunísticos de México. Vol. IX. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Distrito Federal, México.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, y B. Mendoza-Garfias. 2011. Describing parasite biodiversity: the case of the helminth fauna of wildlife vertebrates in Mexico. Pp. 33-54 *In*: Grillo, O. (Ed). Changing Diversity in Changing Environment, InTech. Rijeka, Croatia.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia, y V. León-Règagnon. 1996. Listados Faunísticos de México VI. Helmintos parásitos de peces de aguas continentales de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 100 p.
- Pérez-Ponce de León, G., B. Mendoza-Garfias, y L. García-Prieto. 2012. Biodiversidad de helmintos parásitos de peces marinos y estuarinos de México. pp. 109-120 *In*: Del Moral, F. L. F., P. J. A. Martínez, L. J. Franco, V. A. J. Ramírez, y M. J. L. Tello (Eds). Investigación Ictiológica en México. Temas selectos en honor al Dr. José Luis Castro Aguirre. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Pinacho-Pinacho, C. D., G. Pérez-Ponce de León, y M. García-Varela. 2012. Description of a new species of *Neoechinorhynchus* (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) a parasite of *Dormitator latifrons* from Southwestern Mexico based on morphological and molecular characters. *Parasitology International* 61:634-644.
- Pineda-López, R. F., y L. González-Bulnes. 1984. Turbellarios de México. II Descripción de un género y especie nuevos de policládidos ectocomensales de Archeogasterópodos del Pacífico mexicano. *Universidad y Ciencia* 1:25-33.
- Pritchard, M. H. 1963. Studies on digenetic trematodes of Hawaiian fishes, primarily families Lepocreadiidae and Zoogonidae. *Journal of Parasitology* 49:578-587.
- Pulido-Flores, G., y S. Monks. 2008. Especies de helmintos introducidas como bioindicadores de la calidad ambiental en la Laguna de Metztlán, Hidalgo, México. pp.

- 97-105 *In*: Pulido-Flores, G., A. L. López-Escamilla y M. T. Pulido-Silva (eds.). IV Foro de Investigadores por la Conservación y II Simposio de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo.
- Pulido-Flores, G., S. Monks, y A. J. Gordillo-Martínez. 2005. Monitoreo de bajo costo en la evaluación de la calidad ambiental. *Revista Internacional de Ciencias Ambientales* 21(suppl. 1):578-583.
- Razo-Mendivil, U. J., y V. León-Règagnon. 2001. *Glythelmins poncedeleoni* n. sp. (Trematoda: Macroderoididae) of amphibians from the neotropical region of Mexico. *Journal of Parasitology* 87:686-691.
- Razo-Mendivil, U. J., V. León-Règagnon, y G. Pérez-Ponce de León. 2006. Monophyly and systematic position of *Glythelmins* (Digenea), based on partial lsrDNA sequences and morphological evidence. *Organisms Diversity y Evolution* 6:308-320.
- Rohde, K. 1993. *Ecology of Marine Parasites*. CABI Publishing. Wallingford, United Kingdom. 298 p.
- Rosas-Valdez, R., J. J. Morrone, y M. García-Varela. 2012. Molecular phylogenetics of *Floridosentis* Ward, 1953 (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) parasites of mullets (Osteichthyes) from Mexico, using 28S rDNA sequences. *Journal of Parasitology* 98:855-862.
- Saksena, J. N. 1959. On *Mehrastomum minutum* n. g., n. sp. (Trematoda: Digenea) from the intestine of white necked stork, *Dissoura episcopa episcopa*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of India*, 29B: 240-244.
- Salgado-Maldonado, G. 1978a. Acantocéfalos de peces. IV. Descripción de dos especies nuevas de *Neoechinorhynchus* Hamann, 1892 (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) y algunas consideraciones sobre este género. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 49:35-48.
- Salgado-Maldonado, G. 1978b. Acantocéfalos de peces. V. Redescipción de cuatro especies de palaeacantocéfalos parásitos de peces de México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 49:49-70.
- Salgado-Maldonado, G. 1979. Acantocéfalos de mamíferos. I. Hallazgo de *Pachysentis gethi* (Machado, 1950) Schmidt, 1972, parásito de *Spilogale pygmaea* en México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 50:51-61.
- Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza, J. M. Caspeta-Mandujano, E. Soto-Galera, E. Mayén-Peña, D. Brailovsky, R. Báez-Vale. 2001. Helminth Parasites of Freshwater Fishes of the Balsas River Drainage Basin of Southwestern Mexico. *Comparative Parasitology* 68(2):196-203.
- Salgado-Maldonado, G., R. Pineda-López, V. M. Vidal-Martínez, C. R. Kennedy. 1997. checklist of metazoan parasites of cichlid fish from Mexico. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 64(2):195-207.
- Salgado-Maldonado, G. 2006. Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico. *Zootaxa* 1324:1-357.
- Schmidt, G. D. 1986. *Handbook of Tapeworm Identification* Vol. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Schmidt, G. D., y L. S. Roberts. 1977. *Foundations in Parasitology*. The C.V. Mosby Co., St. Louis, 604 p.
- Scholz, T., O. Ditrich, y J. Vargas-Vázquez. 1996. *Echinostomus leopoldinae* n. sp. (Trematoda: Echinostomatidae) and data on its life-cycle. *Systematic Parasitology* 33:157-165.
- Scholz, T., R. Kuchta, y G. Salgado-Maldonado. 2002. Cestodes of the family Dilepididae (Cestoda: Cyclophyllidae) from fish-eating birds in Mexico: a survey of species. *Systematic Parasitology* 52:171-182.
- Sereno-Uribe, A. L., C. D. Pinacho-Pinacho, M. García-Varela, y G. Pérez-Ponce de León. 2013. Using mitochondrial and ribosomal DNA sequences to test the taxonomic validity of *Clinostomum complanatum* Rudolphi, 1814 in fish-eating birds and freshwater fishes in Mexico, with the description of a new species. *Parasitology Research* 112:2855-2870.
- Unnithan, R. V. 1971. On the functional morphology of a new fauna of Monogenoidea on fishes from Trivandrum and Environs. Part IV. Microcotylidae sensu stricto and its repartition into subsidiary taxa. *American Midland Naturalist* 85:366-398.
- Van Cleave, H. J., y J. F. Mueller. 1932. Parasites of the Oneida Lake fishes. Part 1. Descriptions of new genera and new species. *Roosevelt Wild Life Annals* 3:9-71.
- Violante-González, J., y M. L. Aguirre-Macedo. 2007. Metazoan parasites of fishes from Coyuca Lagoon, Guerrero, Mexico. *Zootaxa* 1531:39-48.
- Violante-González, J., M. L. Aguirre-Macedo, y E. F. Mendoza-Franco. 2007. A checklist of metazoan parasites of fish from Tres Palos lagoon, Guerrero, Mexico. *Parasitology Research* 102:151-161.
- Violante-González, J., M. L. Aguirre-Macedo, y A. Rojas-Herrera. 2008. Comunidad de parásitos metazoarios de la charra *Cichlasoma trimaculatum* en la laguna de Tres Palos, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79:405-412.
- Violante-González, J., M. L. Aguirre-Macedo, A. Rojas-Herrera, y S. Gil-Guerrero. 2009a. Metazoan parasite community of blue sea catfish *Sciades guatemalensis* (Ariidae) from Tres Palos lagoon, Guerrero, México. *Parasitology Research* 105:997-1005.
- Violante-González, J., M. García-Varela, A. Rojas-Herrera, y S. Guerrero. 2009b. Diplostomiasis in cultured and wild tilapia *Oreochromis niloticus* in Guerrero State, Mexico. *Parasitology Research* 105:803-807.

- Violante-González, J., E. F. Mendoza-Franco, A. Rojas-Herrera, y S. Gil-Guerrero. 2010. Factors determining parasite community richness and species composition in black snook *Centropomus nigrescens* (Centropomidae) from coastal lagoons in Guerrero, Mexico. *Parasitology Research* 107:59-66.
- Violante-González, J., S. Monks, S. Gil-Guerrero, A. Rojas-Herrera, R. Flores-Garza, y E. Larumbe-Morán. 2011a. Parasite communities of the neotropical cormorant *Phalacrocorax brasilianus* (Gmelin) (Aves, Phalacrocoracidae) from two coastal lagoons in Guerrero state, Mexico. *Parasitology Research* 109:1303-1309.
- Violante-González, J., S. Monks, S. Gil-Guerrero, A. Rojas-Herrera, y P. Flores-Rodríguez. 2012. Helminth communities of two species of piscivorous birds, *Ardea alba* (Linnaeus) and *Nyctanassa violacea* (Gmelin) (Ciconiiformes: Ardeidae), in two coastal lagoons from Guerrero state, Mexico. *Parasitology Research* 111:309-315.
- Violante-González, J., S. Monks, A. Rojas-Herrera, y S. Gil-Guerrero. 2011b. Richness and species composition of helminth communities in yellowfin snook (*Centropomus robalito*) (Centropomidae) from coastal lagoons in Guerrero, Mexico. *Comparative Parasitology* 78:84-94.
- White, W. T., P. R. Last, G. J. P. Naylor, K. Jensen, y J. N. Caira. 2010. Clarification of *Aetobatus ocellatus* (Kuhl, 1823) as a valid species, and a comparison with *Aetobatus narinari* (Euphrasen, 1790) (Rajiformes: Myliobatidae). *CSIRO Marine and Atmospheric Research Paper* 32:141-164.
- Williams, H., y A. Jones. 1994. Parasitic worms of fish. *Folia Parasitologica* 42:38.
- Winter, H. A. 1953. Presencia de *Spirocamallanus spiralis* (Baylis, 1923) Olsen, 1952 (Nematoda) en peces marinos de aguas Mexicanas. *Ciencia* 13:137-140.
- Winter, H. A. 1955. "*Capsala caballeroi*" sp. n., parásito de *Sarda orientalis*, con un catálogo de los tremátodos monogéneos de los peces del Océano Pacífico de las Américas. *Revista Brasileira de Biologia* 15:9-32.
- Yamaguti, S. 1963. *Systema Helminthum: Monogenea and Aspidocotylea*. Vol. IV. Wiley Interscience Publications, New York, 699 p.
- Yamaguti, S. 1968. Monogenetic trematodes of Hawaiian fishes. University of Hawaii Press, Honolulu, 287 p.
- Yamaguti, S. 1971. Synopsis of digenetic trematodes of vertebrates. Vol. Keigaku Publishing Co., Tokyo, Japan, 1074 p.
- Zaragoza-Tapia, F., S. Monks, G. Pulido-Flores, y J. Violante-González. 2013. Distribution extension of *Escherbothrium molinae* Berman and Brooks, 1994 (Cestoda: Tetrphyllidea: Triloculariidae) in *Urotrygon* sp. from the Pacific coast of Mexico. *Check List* 9:1124-1125.

Tabla 1. Registro de helmintos parásitos/hospederos de las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México

** = Forma larvaria

Taxón	Hospedero	Distribución			Referencias
		Guerrero	Oaxaca	Chiapas	
Phylum Platyhelminthes					
Clase Turbellaria Ehrenberg, 1831					
Familia Leptoplanidae Stimpson, 1857					
<i>Bivesiculaplana lamothiei</i> Pineda-López y González-Bulnes, 1984	<i>Fissurella gemmata</i> Menke, 1847	•	•		Pineda-López y González-Bulnes (1984)
	<i>Siphonaria gigas</i> Sowerby, 1825				Pineda-López y González-Bulnes (1984)
Familia Umagillidae Whal, 1910					
<i>Syndesmis franciscana</i> (Lehman, 1946) Stunkard y Corliss, 1951 [= <i>Syndisyrinx franciscana</i> Lehman, 1946]	<i>Echinometra vanbrunti</i> A. Agassiz, 1863		•		Pineda-López y González-Bulnes (1984)
Clase Trematoda Rudolphi, 1808					
Familia Acanthocolpidae Lühe, 1906					
<i>Pseudacaeoendera cristata</i> Yamaguti, 1965	<i>Diapterus peruvianus</i> (Cuvier, 1830)	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Centropomus nigrescens</i> Günther, 1864	•			Violante-González <i>et al.</i> (2010)
<i>Stephanostomum baccatum</i> Nicoll, 1907	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2010)
	<i>Centropomus robalito</i> Jordan y Gilbert, 1882	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011b)
<i>Stephanostomum casum</i> (Linton, 1910) McFarlane, 1936	<i>Lutjanus novemfasciatus</i> Gill, 1862		•		Manter (1940)
<i>Stephanostomum ditrematis</i> (Yamaguti, 1939) Manter, 1947 [= <i>Echinostephanus ditrematis</i> Yamaguti, 1939]	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2010)
	<i>Caranx caninus</i> Günther, 1867 [identificado como <i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766 distribución solo en el Atlántico)	•			Manter (1940)
<i>Stephanostomum hispidum</i> (Yamaguti, 1934) Manter 1940	<i>Seriola lalandi</i> Valenciennes, 1833 [= <i>Seriola dorsalis</i> (Gill, 1863)]		•		Manter (1940)
<i>Stephanostomum longisomum</i> Manter, 1940	<i>Caranx caninus</i>	•			Manter (1940)
<i>Stephanostomum megacephalum</i> Manter, 1940	<i>Caranx caninus</i>	•			Manter (1940)
	<i>Caranx caninus</i>		•		Manter (1940)
	<i>Centropomus robalito</i>	•			Manter (1940)
	<i>Diapterus peruvianus</i>	•			Manter (1940)
Familia Allocreadiidae Looss, 1902					
<i>Creptotrema agonostomi</i> Salgado-Maldonado, Cabañas-Carranza y Caspeta-Mandujano, 1998	<i>Agonostomus monticola</i> (Bancroft, 1834)	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
Familia Apocreadiidae Skrjabin, 1942					
Subfamilia Apocreadiinae Skrjabin, 1942					
<i>Crassicutis cichlasomae</i> Manter, 1936	<i>Cichlasoma trimaculatum</i> (Günther, 1867)	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
	<i>Cichlasoma urophthalmum</i>	•			Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (1997)
<i>Dactyloctenium squamatum</i> Bravo-Hollis y Manter, 1957	<i>Gerres</i> sp.	•			Bravo-Hollis y Manter (1957)
<i>Homalometron mexicanum</i> (Manter, 1937) Dronen 2009 [= <i>Apocreadium mexicanum</i> Manter, 1937]	<i>Labrisomus xanti</i> Gill, 1860		•		Manter (1937)
<i>Neopocreadium marina</i> (Manter, 1947) Cribb y Bray, 1999	<i>Diapterus peruvianus</i>	•			Cribb y Bray (1999)
	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2010)
Familia Brachycoellidae (Looss, 1899)					
<i>Cymatocarpus solearis</i> Braun, 1899 [= <i>Cymatocarpus undulatus</i> Looss, 1899]	<i>Chelonia mydas</i> (Linnaeus, 1758)	•			Caballero y Caballero (1959)
Familia Brachylaimidae (Joyeux y Foley, 1930)					
<i>Brachylaima</i> sp.	<i>Didelphis virginiana</i> Kerr, 1792	•			Monet-Mendoza <i>et al.</i> (2005)
Familia Bucephalidae Poche, 1907					
<i>Bucephalus heterotentaculatus</i> Bravo-Hollis y Soqandares, 1956	<i>Scomberomorus sierra</i> Jordan y Starks, 1895	•			Bravo-Hollis y Soqandares-Bernal (1956)
<i>Bucephalus introversus</i> Manter, 1940	<i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810)	•			Manter (1940)
<i>Bucephalus margaritae</i> Ozaqui e Ishibashi, 1934	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2010)

Tabla 1. Registro de helmintos parásitos/hospederos de las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México (continuación)
** = Forma larvaria

Taxón	Hospedero	Distribución			Referencias
		Guerrero	Oaxaca	Chiapas	
Familia Calycodidae Dollfus, 1929					
<i>Calycodes anthos</i> (Braun, 1899) Loss, 1901	<i>Lepidochelys olivacea</i> (Eschscholtz, 1829)		•		Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (1996)
Familia Clinostomidae Lühe, 1901					
Subfamilia Clinostominae Lühe, 1901					
<i>Clinostomum complanatum</i> (Rudolphi, 1814) Braun, 1899					
	<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Ariopsis guatemalensis</i> (Günther, 1864) [= <i>Hexanematichthys guatemalensis</i> (Günther, 1864)]	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
	<i>Cichlasoma trimaculatum</i> (Günther, 1867)	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007); Violante-González y Aguirre-Macedo (2007); Violante-González <i>et al.</i> (2008a)
	<i>Dormitator latifrons</i> (Richardson, 1844)	•			Garrido-Olvera <i>et al.</i> (2004)
	<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792) Especie reportada para el Atlántico	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
	<i>Eleotris picta</i> Kner, 1863	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Gobiomorus maculatus</i> (Günther, 1859)	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Nyctanassa violacea</i> (Linnaeus, 1758) Valenciennes, 1836	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Gmelin, 1789)	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011a)
<i>Clinostomum tataxumui</i> Sereno-Uribe, Pinacho-Pinacho, García-Varela y Pérez-Ponce de León, 2013					
	<i>Dormitator latifrons</i>	•			Sereno-Uribe <i>et al.</i> (2013)
Familia Cryptogonimidae Ward, 1917					
<i>Metadena</i> sp.					
**	<i>Ariopsis guatemalensis</i>	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
	<i>Ctenogobius sagittula</i> (Günther, 1862) [= <i>Gobionellus sagittula</i> (Günther, 1862)]	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
	<i>Gobiomorus maculatus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Lutjanus argentiventris</i> (Peters, 1869)	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Poecilia sphenops</i> Valenciennes, 1846	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
<i>Polycryptoclyx leonilae</i> Lamothe-Argumedo, 1970	<i>Lutjanus guttatus</i> (Steindachner, 1869)		•		Lamothe-Argumedo (1970b)
<i>Pseudoacanthostomum panamense</i> Caballero y Caballero, Bravo-Hollis y Grocott, 1953					
	<i>Ariopsis guatemalensis</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Centropomus robalito</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	•			Violante González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Ctenogobius sagittula</i>	•			Violante González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Diapterus peruvianus</i>	•			Violante González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Dormitator latifrons</i>	•			Garrido-Olvera <i>et al.</i> (2004)
	<i>Eleotris picta</i>	•			Violante González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Gobiomorus maculatus</i>	•			Violante González y Aguirre-Macedo (2007)

Tabla 1. Registro de helmintos parásitos/hospederos de las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México (continuación)
 ** = Forma larvaria

Taxón	Hospedero	Distribución			Referencias
		Guerrero	Oaxaca	Chiapas	
	<i>Lutjanus argentiventris</i>	•			Violante González y Aguirre-Macedo (2007); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
	<i>Mugil curema</i>	•			Violante González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Poecilia sphenops</i> Valenciennes, 1846	•			Violante González y Aguirre-Macedo (2007)
<i>Siphoderina americanus</i> (Manter, 1940) [= <i>Paracryptogonimus americanus</i> Manter, 1940]	<i>Lutjanus</i> sp.		•		Manter (1940)
<i>Siphoderina yamagutii</i> (Lamothe-Argumedo, 1969) Miller y Cribb, 2008 [= <i>Paracryptogonimus yamagutii</i> Lamothe-Argumedo, 1969]	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007); Miller y Cribb (2008a)
	<i>Centropomus robalito</i>	•			Pérez Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
<i>Siphoderina</i> sp. [= <i>Paracryptogonimus</i> sp.]	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Miller y Cribb (2008b)
	<i>Centropomus robalito</i>	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
	<i>Lutjanus argentiventris</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
Familia Cyathocotylidae Mühling, 1898					
Subfamilia Muhlinginae Mehra, 1950					
<i>Mesostephanus</i> sp.	<i>Lithobates</i> cf. <i>forreri</i> (Boulenger, 1883)	•			Cabrera-Guzmán (2002)
Familia Cyclocoelidae Kossack, 1911					
<i>Cyclocoelum</i> sp.	<i>Recurvirostra americana</i> Gmelin, 1789		•		Coil (1957)
Familia Diplostomidae Poirier, 1886					
Subfamilia Diplostominae Poirier, 1886					
<i>Austrodiplostomum mordax</i> Szidat y Nani, 1951 [= <i>Austrodiplostomum compactum</i> Lutz, 1928]	<i>Ariopsis guatemalensis</i>	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
	<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Centropomus robalito</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Diapterus peruvianus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Eleotris picta</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Gobiomorus maculatus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Lutjanus argentiventris</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Mugil curema</i>	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
	<i>Nyctanassa violacea</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters, 1852)	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (1996)
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011a)
	<i>Poecilia sphenops</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859	•			Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2001)
Diplostomidae gen. sp.	<i>Lithobates</i> cf. <i>forreri</i>	•			Cabrera-Guzmán (2002)
<i>Tylodelphys</i> sp.	<i>Ardea alba</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2008)
	<i>Eleotris picta</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
Subfamilia Crassiphialinae Sudarikov, 1960					
<i>Posthodiplostomum minimum</i> (MacCallum, 1921) Dubois, 1936	<i>Ardea alba</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)

Tabla 1. Registro de helmintos parásitos/hospederos de las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México (continuación)

** = Forma larvaria

Taxón	Hospedero	Distribución			Referencias
		Guerrero	Oaxaca	Chiapas	
	<i>Nyctanassa violacea</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Poecilia sphenops</i>	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
Familia Echinostomatidae Looss, 1899					
Subfamilia Echinochasminae Odhner, 1910					
<i>Echinochasmus leopoldinae</i> Scholz, Ditrich y Vargas-Vázquez, 1996					
	<i>Ardea alba</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
**	<i>Astyanax fasciatus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
**	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
**	<i>Ctenogobius sagittula</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
**	<i>Dormitator latifrons</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
**	<i>Lutjanus argentiventris</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Nyctanassa violacea</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011a)
**	<i>Poecilia sphenops</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
<i>Drepanocephalus olivaceus</i> Nasir y Guevara, 1968					
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011a)
	<i>Phalacrocorax olivaceus</i> (Humboldt, 1805)	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
<i>Mehrastomum minutum</i> Saksena, 1959					
	<i>Ardea alba</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Nyctanassa violacea</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011a)
<i>Microparyphium facetum</i> Dietz, 1909					
	<i>Nyctanassa violacea</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
Familia Fellodistomidae (Nicoll, 1909) Nicoll, 1913					
Subfamilia Fellodistominae Nicoll, 1909					
<i>Lintonium srivastavai</i> Lamothe-Argumedo, 1969					
	<i>Spherooides annulatus</i> (Jenyns, 1842)		•		Lamothe-Argumedo (1969b)
<i>Monascus typicus</i> (Odhner, 1911) Yamaguti, 1954					
	<i>Caranx caninus</i>		•		Lamothe-Argumedo (1969c)
	<i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793)		•		Lamothe-Argumedo (1969c)
Subfamilia Tergestiinae Skrjabin y Koval, 1957					
<i>Tergestia laticollis</i> (Rudolphi, 1819) Stossich, 1899					
	<i>Caranx caninus</i>		•		Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
Familia Gordoderidae Looss, 1901					
<i>Phyllodistomum mirandai</i> Lamothe-Argumedo, 1969					
	<i>Spherooides annulatus</i>		•		Lamothe-Argumedo (1969b)
<i>Plesiochorus cymbiformis</i> (Rudolphi, 1819) Looss, 1901					
	<i>Lepidochelys olivacea</i>		•		Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
<i>Xystretum caballeroi</i> Bravo-Hollis, 1953					
	<i>Balistes polylepsis</i> Steindachner, 1876	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
	<i>Sufflamanen verres</i> (Gilbert y Starks, 1904)	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
Familia Haploporidae Nicoll, 1914					
Subfamilia Chalcinotrematinae Overstreet y Curran in Jones, Bray y Gibson, 2005					
<i>Saccocoelioides</i> sp.					
	<i>Dormitator latifrons</i>	•			Garrido-Olvera <i>et al.</i> (2004)
<i>Saccocoelioides sogandaresi</i> Lumsden, 1963					
	<i>Poecilia sphenops</i>	•			Salgado-Maldonado <i>et al.</i> (2001a); Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
<i>Saccocoelioides lamothei</i> Aguirre-Macedo y Violante-González, 2008					
	<i>Dormitator latifrons</i>	•			Aguirre-Macedo y Violante-González (2008)

Tabla 1. Registro de helmintos parásitos/hospederos de las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México (continuación)
 ** = Forma larvaria

Taxón	Hospedero	Distribución			Referencias	
		Guerrero	Oaxaca	Chiapas		
Familia Haematolechidae Odening, 1964						
<i>Haematolechus coloradensis</i> (Cort, 1915) Ingles, 1932	<i>Lithobates cf. forreri</i>	•			Cabrera-Guzmán (2002)	
<i>Haematolechus elongatus</i> Caballero y Sokoloff, 1934	<i>Lithobates zweifeli</i> (Hillis, Frost y Webb, 1984)	•			León-Règagnon y Brooks (2003)	
Familia Hemiuridae Lühe, 1901						
<i>Lecithochirium microstomum</i> Chandler, 1935	<i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus, 1758)	•			Lamothe-Argumedo (1965)	
	<i>Lutjanus guttatus</i>	•			Lamothe-Argumedo (1965)	
	<i>Mycteroperca rosacea</i> (Streets, 1877) [= <i>Mycteroperca pardalis</i> Gilbert, 1892]	•			Lamothe-Argumedo (1965)	
Familia Heterophyidae Leiper, 1909						
<i>Ascocotyle longa</i> Ransom, 1920 [= <i>Ascocotyle (Phagicola) longa</i> Ransom, 1920]	<i>Ardea alba</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)	
	<i>Astyanax fasciatus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)	
	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)	
	<i>Centropomus robalito</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)	
	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)	
	<i>Diapterus peruvianus</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)	
	<i>Dormitator latifrons</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)	
	<i>Eleotris picta</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)	
	<i>Gobiomorus maculatus</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)	
	<i>Mugil curema</i>	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)	
	<i>Nyctanassa violacea</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)	
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011a)	
	<i>Poecilia sphenops</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)	
	<i>Ascocotyle</i> sp. [= <i>Ascocotyle (Phagicola)</i> sp.]	<i>Nyctanassa violacea</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Centrocestus formosanus</i> (Nishigori, 1924) Price, 1932	<i>Ardea alba</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
		<i>Astyanax fasciatus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
		<i>Poecilia sphenops</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Euhaplorchis californiensis</i> Martin, 1950	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011a)
	<i>Haplorchis pumilio</i> Looss, 1896	<i>Nyctanassa violacea</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Haplorchis</i> sp.	<i>Diapterus peruvianus</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
		<i>Poecilia sphenops</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
Familia Lepocreadiidae (Odhner, 1905) Nicoll, 1935						
<i>Bianium plicatum</i> (Linton, 1928) Stunkard, 1931	<i>Spherooides annulatus</i> (Jenyns, 1842) [= <i>Cheilichthys politus</i> Girard, 1858]	•			Lamothe-Argumedo (1965)	
	<i>Hypocreadium myohelicatum</i> Bravo-Hollis y Manter, 1957	<i>Trachinotus rhodopus</i> Gill, 1863		•	Bravo-Hollis y Manter (1957)	
<i>Lepidapedoides oaxacensis</i> (Lamothe-Argumedo, 1969) [= <i>Lepidapedon oaxacensis</i> Lamothe-Argumedo, 1969]	<i>Epinephelus labriformis</i> (Jenyns, 1840)		•		Lamothe-Argumedo (1969b)	
<i>Multitestis nasusi</i> Bravo-Hollis y Brenes, 1958 [= <i>Multitestis (Multitestis) nasusi</i> Bravo-Hollis y Brenes, 1958]	<i>Menticirrhus nasus</i> (Günther, 1868)		•		Bravo-Hollis y Brenes-Madrigal (1958)	
Familia Macroderoididae McMullen, 1937						

Tabla 1. Registro de helmintos parásitos/hospederos de las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México (continuación)
** = Forma larvaria

Taxón	Hospedero	Distribución			Referencias
		Guerrero	Oaxaca	Chiapas	
<i>Choledocystis hepaticus</i> (Lutz, 1928) Sullivan, 1977	<i>Rhinella marina</i> (Linnaeus, 1758)	•			Razo-Méndivil <i>et al.</i> (2006)
<i>Magnivittellinum simplex</i> Kloss, 1966	<i>Astyanax fasciatus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
<i>Rauschiella poncedeleoni</i> (Razo-Méndivil y León-Régagnon, 2001) Razo-Méndivil, León-Régagnon y Pérez-Ponce de León, 2006	<i>Rhinella marina</i>	•			Razo-Méndivil y León-Régagnon (2001)
	<i>Leptodactylus melanonotus</i> (Hallell, 1861)	•			Razo-Méndivil y León-Régagnon (2001)
Familia Microphallidae Ward, 1901					
Subfamilia Maritreminae Nicoll, 1907					
<i>Carneophallus muellhaupti</i> Coil, 1956	<i>Tringa</i> sp.		•		Coil (1956)
<i>Odhneria raminellae</i> (Dery, 1958) Travassos, 1921	<i>Ardea alba</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011a)
Familia Opistholebetidae Fukui, 1929					
<i>Maculifer japonicus</i> Layman, 1930	<i>Lutjanus guttatus</i>	•			Bravo-Hollis (1954)
	<i>Spherooides</i> sp.				Lamothe-Agumedo (1997)
Familia Opecoelidae Ozaki, 1925					
Subfamilia Opecoelinae Ozaki, 1925					
<i>Paropecoelus parupenei</i> Yamaguti, 1970	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2010)
	<i>Centropomus robalito</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011b)
Subfamilia Plagioporinae Manter, 1947					
<i>Cainocreadium lariosi</i> (Caballero, 1946) Cribb, 2005	"Mero"		•		Caballero y Caballero (1946)
<i>Hamacreadium mutabile</i> Linton, 1910	<i>Epinephelus labriformis</i>		•		Lamothe-Argumedo (1969c)
<i>Helicometrina nimia</i> Linton, 1910	<i>Centropomus robalito</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011b)
	<i>Lutjanus guttatus</i>	•			Bravo-Hollis (1954)
<i>Monascus typicus</i> (Odhner, 1911) Yamaguti, 1954	<i>Caranx caninus</i>		•		Lamothe-Argumedo (1969c)
	<i>Selar crumenophthalmus</i>		•		Lamothe-Argumedo (1969c)
Plagioporinae gen. sp. [= reportado como <i>Plagiocirrus</i> cf. <i>primus</i> Van Cleave y Mueller, 1932]	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Van Cleave y Mueller (1932)
Familia Opisthorchiidae Looss, 1899					
Subfamilia Meteorchiinae Lithe, 1909					
<i>Cladocystis trifolium</i> (Braun, 1901) Poche, 1926	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
Familia Pachypsolidae Yamaguti, 1922					
<i>Pachypsolus brachus</i> Baker, 1922	<i>Chelonia mydas</i>	•			Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
<i>Pachypsolus irroratus</i> (Rudolphi, 1819) Looss, 1902	<i>Lepidochelys olivacea</i>		•		Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (1996)
Familia Philophthalmidae Looss, 1899					
Subfamilia Cloacitrematinae Yamaguti, 1958					
<i>Cloacitrema ovatum</i> Yamaguti, 1935	<i>Nyctanassa violacea</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
<i>Parorchis avitus</i> Linton, 1914	<i>Recurvirostra americana</i> Gmelin, 1789		•		Coil (1957)
Familia Plagiiorchiidae (Lühe, 1901)					
<i>Enodiotrema megachodrus</i> (Looss, 1899) Looss, 1901	<i>Chelonia mydas</i>	•			Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
	<i>Lepidochelys olivacea</i>		•		Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (1996)
Familia Pronocephalidae Looss, 1902					
Subfamilia Adenogasterinae Pérez-Ponce de León y Brooks, 1995					
<i>Adenogaster serialis</i> Looss, 1901	<i>Chelonia mydas</i>	•			Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
	<i>Lepidochelys olivacea</i>		•		Pérez-Ponce de León y Brooks (1995)
Subfamilia Charaxicephalinae Pérez-Ponce de León y Brooks, 1995					

Tabla 1. Registro de helmintos parásitos/hospederos de las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México (continuación)
 ** = Forma larvaria

Taxón	Hospedero	Distribución			Referencias
		Guerrero	Oaxaca	Chiapas	
<i>Pleurogonius lobatus</i> (Looss, 1901) [= <i>Himasomum lobatus</i> (Looss, 1901) Pérez Ponce de León y Brooks, 1995]	<i>Lepidochelys olivacea</i>		•		Pérez-Ponce de León y Brooks (1995)
<i>Pleurogonius linearis</i> Looss, 1901	<i>Eretmochelys imbricata</i> (Linnaeus, 1766)		•		Caballero y Caballero y Zerecero-D. (1950)
	<i>Lepidochelys olivacea</i>		•		Pérez-Ponce de León y Brooks (1995)
<i>Pyelosomum cochlear</i> Looss, 1899	<i>Eretmochelys imbricata</i>		•		Caballero y Caballero y Zerecero-D. (1950)
<i>Pylosomum renicapite</i> (Leidy, 1856) Ruíz, 1946	<i>Lepidochelys olivacea</i>		•		Pérez-Ponce de León y Brooks (1995)
Familia Psilostomidae Looss, 1900					
Subfamilia Ribeiroiinae Travassos, 1951					
<i>Ribeiroia ondatrae</i> (Price, 1931) Price, 1942	<i>Ardea alba</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Nyctanassa violacea</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011a)
Familia Rhytidodidae Odhner, 1926					
<i>Rhytidodes gelatinosus</i> (Rudolphi, 1819) Looss, 1901	<i>Chelonia mydas</i>	•			Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
Familia Sclerodistomidae (Odhner, 1927) Yamaguti, 1958					
Subfamilia Prosorchiinae Yamaguti, 1934					
<i>Prosorchis psenopsis</i> Yamaguti, 1934	<i>Lepidochelys olivacea</i>		•		Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (1996)
Subfamilia Sclerodistominae Odhner, 1927					
<i>Sclerodistomum bravoae</i> Pritchard, 1963 [= <i>Sclerodistomum diodontis</i> Yamaguti, 1942]	<i>Diodon holocanthus</i> Linnaeus, 1758	•			Bravo-Hollis (1954); Pritchard (1963)
Familia Telorchidiidae Dollfus, 1925					
Subfamilia Orchidasmatinae Dollfus, 1937					
<i>Orchidasma amphiorchis</i> (Braun, 1899) Braun, 1901	<i>Eretmochelys imbricata</i>		•		Caballero y Caballero y Zerecero-D. (1950)
	<i>Lepidochelys olivacea</i>		•		Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (1996)
Familia Strigeidae Railliet, 1919					
Subfamilia Strigeinae Railliet, 1919					
<i>Apharyngostrigea</i> sp.	<i>Lithobates cf. forreri</i>	•			Cabrera-Guzmán <i>et al.</i> (2007)
<i>Apharyngostrigea cornu</i> (Zeder, 1800) Dubois, 1968	<i>Ardea alba</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Nyctanassa violacea</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
<i>Apatemon gracilis</i> (Rudolphi, 1819) Szidat, 1928	<i>Casmerodius albus</i> (Linnaeus, 1758)	•			Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2007)
<i>Parastrigea mexicanus</i> Coil, 1957	<i>Recurvirostra americana</i>		•		Coil (1957)
<i>Strigeoidea</i> gen. sp.	<i>Lithobates cf. forreri</i>	•			Cabrera-Guzmán (2002)
Clase Monogenea (van Beneden, 1858)					
Familia Allopyrgraphoridae Yamaguti, 1963					
<i>Allopyrgraphorus caballeri</i> (Zerecero, 1960) Yamaguti, 1963 [= <i>Pyragrphorus caballeri</i> Zerecero, 1960]	<i>Caranx caballus</i> Günther, 1868	•			Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
	<i>Caranx caninus</i>		•		Bravo-Hollis (1985)
<i>Mexicotrema bychowskyi</i> Lamothe-Argumedo, 1969	<i>Centropomus nigrescens</i>		•		Lamothe-Argumedo (1969a)
Familia Axinidae Monticelli, 1903					
<i>Zeuxapta seriola</i> (Meserve, 1938) Price, 1962	<i>Caranx caninus</i>	•			Lamothe-Argumedo (1970a)
Familia Capsalidae Baird, 1858					

Tabla 1. Registro de helmintos parásitos/hospederos de las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México (continuación)

** = Forma larvaria

Taxón	Hospedero	Distribución			Referencias
		Guerrero	Oaxaca	Chiapas	
<i>Allobenedenia pseudomarginata</i> (Bravo-Hollis, 1958) Tingbao, Kritsky y Yuan, 2004 [= <i>Trachopus pseudomarginatus</i> Bravo-Hollis, 1958]	<i>Epinephelus analogus</i> Gill, 1863	•			Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
<i>Benedenia jaliscana</i> Bravo-Hollis, 1951	<i>Epinephelus analogus</i>	•			Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
<i>Capsala caballeroi</i> (Winter, 1955) [= <i>Caballeroctyla caballeroi</i> Winter, 1955]	<i>Sarda orientalis</i> (Temminck y Schlegel, 1844)	•			Winter (1955)
<i>Capsaloides perugiai</i> (Setti, 1898) Price, 1938 [= <i>Caballeroctyla marielena</i> Lamothe-Argumedo, 1968; <i>Capsaloides marielena</i> (Lamothe-Argumedo, 1968) Lamothe-Argumedo, 1996; <i>Capsala marielena</i> (Lamothe-Argumedo, 1968) Chisholm y Whittington, 2006]	<i>Istiophorus platypterus</i> (Shaw, 1792) [= <i>Istiophorus greyi</i> Jordan y Evermann, 1926]		•		Lamothe-Argumedo (1968, 1996)
Familia Chauhanidae Lebedev, 1972					
<i>Ahpua piscicola</i> Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1973	<i>Caranx caballus</i>		•		Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
	<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831		•		Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
<i>Oaxacotyle oaxacaensis</i> (Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1964) Lebedev, 1984 [= <i>Pseudomazocraes oaxacensis</i> Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1964]	Palometa media (nombre común--nombre científico desconocido)		•		Caballero y Caballero y Bravo-Hollis (1963)
<i>Pseudochauhanea mexicana</i> Lamothe-Argumedo, 1966	<i>Sphyaena ensis</i> Jordan y Gilbert, 1882	•			Lamothe-Argumedo (1966)
<i>Pseudomazocraes monsvaisae</i> Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1955	<i>Caranx caninus</i>	•	•		Lamothe-Argumedo (1970a)
	<i>Selar crumenophthalmus</i>		•		Lamothe-Argumedo (1970a)
<i>Pseudomazocraes riojai</i> (Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1963) Lebedev, 1970 [= <i>Vallisia riojai</i> Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1963]	<i>Caranx caninus</i>		•		Caballero y Caballero y Bravo-Hollis (1963)
<i>Salinacotyle mexicana</i> (Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1964) Lebedev, 1984 [= <i>Allodiscocotyla mexicana</i> Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1964]	<i>Caranx caninus</i>		•		Caballero y Caballero y Bravo-Hollis (1963)
Familia Dactylogyridae Bychowsky, 1933					
<i>Aristocleidus hastatus</i> Mueller, 1936	<i>Diapterus peruvianus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
<i>Ligophorus mugilinus</i> (Hargis, 1955) Euzet y Suriano, 1977 [= <i>Pseudohaliotrema mugilinus</i> Hargis, 1955]	<i>Mugil curema</i>		•		Hargis (1955)
<i>Mexicana bychowskyi</i> Caballero y Caballero y Bravo-Hollis 1959	<i>Haemulon maculicauda</i> (Gill, 1862) [= <i>Orthostoechus maculicauda</i> Gill, 1862]		•		Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
<i>Parancytodicooides zonatus</i> Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1961 [= <i>Pseudohaliotrematoides chaetodipteri</i> (Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1961) Yamaguti, 1963]	<i>Chaetodipterus zonatus</i> (Girard, 1858)		•		Caballero y Caballero y Bravo-Hollis (1961)
Familia Diclidophoridae Cerfontaine, 1895					
<i>Heterobothrium ecuadori</i> Meserve, 1938 [= <i>Tagia ecuadori</i> (Meserve, 1938) Sproston, 1946]	<i>Spherooides annulatus</i>		•		Caballero y Caballero y Brenes-Madrigal (1957); Lamothe-Argumedo (1967b)
Familia Diplectanidae Monticelli, 1903					
Subfamilia Diplectaninae Monticelli, 1903					
<i>Pseudorhabdosynochus caballeroi</i> (Oliver, 1984) Kritsky y Beverley-Burton, 1986 [= <i>Cycloplectanum caballeroi</i> Oliver, 1984]	<i>Stereolepis gigas</i> Ayres, 1859		•		Oliver (1984)
<i>Pseudorhabdosynochus guerreroensis</i> Mendoza-Franco, Violante-González y Rojas Herrera, 2011	<i>Alphestes immaculatus</i> Breder, 1936	•			Mendoza-Franco <i>et al.</i> (2011)
	<i>Alphestes multiguttatus</i> (Günther, 1867)	•			Mendoza-Franco <i>et al.</i> (2011)

Tabla 1. Registro de helmintos parásitos/hospederos de las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México (continuación)
 ** = Forma larvaria

Taxón	Hospedero	Distribución			Referencias
		Guerrero	Oaxaca	Chiapas	
	<i>Epinephelus analogus</i>	•			Mendoza-Franco <i>et al.</i> (2011)
<i>Pseudorhabdosynochus spirani</i> Mendoza-Franco, Violante-González y Rojas Herrera, 2011	<i>Epinephelus labriformis</i>	•			Mendoza-Franco <i>et al.</i> (2011)
<i>Rhabdosynochus alterinstitus</i> Mendoza-Franco, Violante-González y Vidal-Martínez, 2008	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Mendoza-Franco <i>et al.</i> (2008)
<i>Rhabdosynochus lituparvus</i> Mendoza-Franco, Violante-González y Vidal-Martínez, 2008	<i>Centropomus robalito</i>	•			Mendoza-Franco <i>et al.</i> (2008)
<i>Rhabdosynochus nigrescens</i> (Mendoza-Franco, Violante-González y Vidal-Martínez, 2006) Domingues y Boeger, 2008 [= <i>Cornutohaptor nigrescens</i> Mendoza-Franco, Violante-González y Vidal-Martínez, 2006]	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Centropomus robalito</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011b)
<i>Rhabdosynochus siliquaus</i> Mendoza-Franco, Violante-González y Vidal-Martínez, 2008	<i>Centropomus robalito</i>	•			Mendoza-Franco <i>et al.</i> (2008)
<i>Rhabdosynochus volucris</i> Mendoza-Franco, Violante-González y Vidal-Martínez, 2008	<i>Centropomus robalito</i>	•			Mendoza-Franco <i>et al.</i> (2008)
<i>Rhabdosynochus</i> sp.	<i>Centropomus robalito</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
Familia Discocotylidae Price, 1936					
<i>Bicotyphora trachinoti</i> (MacCallum, 1921) Price, 1936	<i>Trachinotus rhodopus</i>	•			Amato (1994)
Familia Gastrocotylidae Price, 1943					
<i>Alloposeudodielidophora opelu</i> Yamaguti, 1965	<i>Decapterus muroadsi</i> (Temminck y Schlegel, 1844) [= <i>Decapterus hypodus</i> Gill, 1862]		•		Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
Familia Microcotylidae Taschenberg, 1879					
Subfamilia Metamicrocotylinae Yamaguti, 1963					
<i>Cynoscionicola sciaenae</i> Tantalean, 1974	<i>Umbrina xanti</i> Gill, 1862		•		Bravo-Hollis (1981a)
<i>Cynoscionicola srivastavai</i> Bravo-Hollis y Caballero y Caballero, 1970	<i>Umbrina roncadorensis</i> Jordn y Gilbert, 1882		•		Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
<i>Microcotyloides incisa</i> (Linton, 1910) Fujii, 1944 [= <i>Microcotyle incisa</i> Linton, 1910]	<i>Lutjanus argentiventris</i>	•			Fujii (1944)
	<i>Lutjanus guttatus</i>	•			Bravo-Hollis (1981b)
<i>Microcotyloides impudica</i> Caballero y Caballero, Bravo-Hollis y Grocott, 1955	<i>Polydactylus approximans</i> (Lay y Bennett, 1839)		•		Bravo-Hollis (1981b)
	<i>Lutjanus inermis</i> (Peters, 1869) [= <i>Rabirubia inermis</i> (Peters, 1869)]	•			Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
<i>Polymicrocotyle manteri</i> Lamothe-Argumedo, 1967	<i>Lutjanus colorado</i> Jordan y Gilbert, 1882		•		Lamothe-Argumedo (1967a)
<i>Solostamenides pseudomugilis</i> (Hargis, 1957) Unnithan, 1971 [= <i>Microcotyle pseudomugilis</i> Hargis, 1957]	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	•			Unnithan (1971)
Familia Neotetraonchidae Bravo-Hollis, 1968					
<i>Neotetraonchus bychowskyi</i> Bravo-Hollis, 1968	<i>Ariopsis seemanni</i> (Günther, 1864) [= <i>Arius seemanni</i> Günther, 1864]]		•		Bravo-Hollis (1968)
<i>Neotetraonchus</i> sp.	<i>Ariopsis guatemalensis</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
Familia Protomicrocotylidae Poche, 1926					
<i>Neomicrocotyle pacifica</i> (Meserve, 1938) Yamaguti, 1968 [= <i>Protomicrocotyle pacifica</i> Meserve, 1938]	<i>Caranx caballus</i>		•		Yamaguti (1968); Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
	<i>Caranx caninus</i>		•		Yamaguti (1963); Bravo-Hollis y Salgado-Maldonado (1985)
<i>Protomicrocotyle manteri</i> Bravo-Hollis, 1966	<i>Caranx caninus</i>		•		Lamothe-Argumedo (1970a)
	<i>Caranx</i> sp.		•		Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
Familia Pseudodielidophoridae Yamaguti, 1965					
<i>Pseudodielidophora decapteri</i> Yamaguti, 1965	<i>Decapterus muroadsi</i>		•		Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)

Tabla 1. Registro de helmintos parásitos/hospederos de las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México (continuación)
** = Forma larvaria

Taxón	Hospedero	Distribución			Referencias
		Guerrero	Oaxaca	Chiapas	
Familia Pyragraphoridae Yamaguti, 1963					
<i>Pyragraphorus hollisae</i> Euzet y Ktari, 1970 [= <i>Pyragraphorus hollisae</i> Euzet y Ktari, 1970]	<i>Trachinotus rhodopus</i>	•			Lamothe-Argumedo <i>et al.</i> (1997)
Familia Thoracocotylidae Price, 1936 [= Neothoracocotylidae Lebedev, 1969]					
<i>Mexicocotyle mexicana</i> (Meserve, 1938) Lebedev, 1984 [= <i>Pseudoaxine mexicana</i> Meserve, 1938]	<i>Scomberomorus maculatus</i> (Mitchill, 1815)	•			Lebedev (1984)
<i>Thoracocotyle crocea</i> MacCallum, 1913 [= <i>Thoracocotyle paradoxica</i> Meserve, 1938]	<i>Scomberomorus sierra</i>	•			Hargis (1954)
Clase Cestoidea Rudolphi, 1808					
Familia Anoplocephalidae Cholodkovsky, 1902					
<i>Ochoristica acapulcoensis</i> Brooks, Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 1999	<i>Ctenosaura pectinata</i> (Wiegmann, 1834)	•			Brooks <i>et al.</i> (1999)
Familia Bothriocephalidae Blanchard, 1849					
<i>Bothriocephalus manubriformis</i> (Linton, 1889) Ariola, 1900	<i>Istiophorus platypterus</i>	•			Flores-Barroeta (1953)
Familia Dilepididae Fuhrmann, 1907					
Subfamilia Lateriporinae Spassky y Spasskaya, 1977					
<i>Parvitaenia cochlearii</i> Coil, 1955	<i>Cochlearius cochlearius</i> Linnaeus, 1766			•	Coil (1955)
	<i>Ardea alba</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
**	<i>Dormitator latifrons</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
**	<i>Eleotris picta</i>	•			Scholz <i>et al.</i> (2002)
**	<i>Gobiomorus maculatus</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Nyctanassa violacea</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
<i>Paradilepis caballeroi</i> Ryšavy y Macko, 1971	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011a)
Familia Dyphyllobothriidae Lühe, 1910					
Dyphyllobothriidae gen. sp.	<i>Lithobates forreri</i>	•			Cabrera-Guzmán <i>et al.</i> (2007)
Familia Nematotaeniidae Lühe, 1910					
<i>Nematotaenia dispar</i> (Goeze, 1782) [= <i>Cylindrotaenia americana</i> Jewell, 1916]	<i>Rhinella marina</i>	•			Paredes-León <i>et al.</i> (2008)
Family Proteocephalidae La Rue, 1911					
Subfamilia Proteocephalinae La Rue, 1911					
<i>Proteocephalus</i> sp.	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
<i>Proteocephalus chamelensis</i> Pérez-Ponce de León, Brooks y Berman, 1995	<i>Eleotris picta</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
**					
Familia Otobothriidae Dollfus, 1942					
<i>Otobothrium dipsacum</i> Linton, 1897	<i>Balistes polylepis</i>		•		Cruz-Reyes (1973)
Familia Triloculariidae Yamaguti, 1959					
<i>Escherbothrium molinae</i> Berman y Brooks, 1994	<i>Urotrygon</i> sp.	•			Zaragoza-Tapia <i>et al.</i> (2013)
Phylum Acanthocephala (Rudolphi, 1808) Lankester 1900					
Familia Cavisomidae Meyer, 1932					
<i>Filisoma bucerium</i> Van Cleave, 1940	<i>Caranx caninus</i>		•		Salgado-Maldonado (1978b)
Familia Neoechinorhynchidae Ward, 1917					
Subfamilia Atactorhynchinae Petrotschenko, 1956					
<i>Floridosentis pacifica</i> Bravo-Hollis, 1969 [reportado como <i>Floridosentis mugilis</i> Bullock, 1962]	<i>Mugil curema</i>		•		Bravo-Hollis (1969)

Tabla 1. Registro de helmintos parásitos/hospederos de las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México (continuación)
** = Forma larvaria

Taxón	Hospedero	Distribución			Referencias
		Guerrero	Oaxaca	Chiapas	
<i>Floridosentis mugilis</i> Bullock, 1962	<i>Mugil curema</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2010)
	<i>Mugil curema</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
Subfamilia Neoechinorhynchinae Travassos, 1926					
<i>Neoechinorhynchus bretnickoli</i> Monks, Pulido-Flores y Violante-González, 2011 [reportado como <i>Neoechinorhynchus golvani</i> Salgado-Maldonado, 1978 y <i>Neoechinorhynchus cf. golvani</i> Salgado-Maldonado, 1978]	<i>Ariopsis guatemalensis</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2009a)
	<i>Centropomus nigrescens</i>	•		•	Salgado-Maldonado (1978a); Violante-González <i>et al.</i> (2010)
	<i>Centropomus robalito</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Cichlasoma pearsei</i> (Hubbs, 1936) [reportado como <i>Vieja pearsei</i> , una especie del Atlántico, que ahora es reconocida como <i>C. pearsei</i> , también de la costa Atlántico]			•	Martínez-Aquino <i>et al.</i> (2009)
	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Ctenogobius sagittula</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Diapterus peruvianus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Dormitator latifrons</i>	•			Garrido-Olvera <i>et al.</i> (2004)
	<i>Eleotris picta</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Gobiomorus maculatus</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Lutjanus argentiventris</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
<i>Neoechinorhynchus mamesi</i> Pinacho-Pinacho, Pérez-Ponce de León y García-Varela, 2012	<i>Dormitator latifrons</i>			•	Pinacho-Pinacho <i>et al.</i> (2012)
Familia Oligacanthoynchidae Southwell y Mcflee, 1925					
<i>Oncicola</i> sp.	<i>Lithobates cf. forreri</i>	•			Cabrera-Guzmán <i>et al.</i> (2007)
<i>Pachysentis gethi</i> (Machado, 1950) Schmidt, 1972	<i>Spilogale pygmaea</i> Thomas, 1898	•			Salgado-Maldonado (1979)
Familia Polymorphidae Meyer, 1931					
Subfamilia Polymorphinae Meyer, 1931					
<i>Polymorphus</i> sp.	<i>Eleotris picta</i>	•			García-Prieto <i>et al.</i> (2010)
<i>Southwellina hispida</i> Van Cleave, 1916	<i>Ardea alba</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
**	<i>Astyanax fasciatus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
**	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
**	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
**	<i>Eleotris picta</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
**	<i>Gobiomorus maculatus</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
**	<i>Lutjanus argentiventris</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Nyctanassa violacea</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011a)
Familia Rhadinorhynchidae Lühe, 1912					
Subfamilia Gorgorhynchinae Van Cleave y Lincicome, 1940					
<i>Pseudoleptorhynchoides lamothei</i> Salgado-Maldonado, 1976	<i>Ariopsis guatemalensis</i>	•			Salgado-Maldonado (2006)
	<i>Astyanax fasciatus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)

Tabla 1. Registro de helmintos parásitos/hospederos de las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México (continuación)
** = Forma larvaria

Taxón	Hospedero	Distribución			Referencias
		Guerrero	Oaxaca	Chiapas	
	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2010)
	<i>Ctenogobius sagittula</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
Phylum Nematoda Rudolphi, 1808					
Familia Angiostrongylidae Böhm y Gebauer, 1934					
<i>Didelphostrongylus hayesi</i> Prestwood, 1976	<i>Didelphis virginiana</i> Kerr, 1792	•			Monet-Mendoza <i>et al.</i> (2005)
Familia Anisakidae Railliet y Henry, 1912					
Subfamilia Anisakinae Railliet y Henry, 1912					
<i>Contracaecum</i> sp.	**				
	<i>Ariopsis guatemalensis</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Centropomus robalito</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Ctenogobius sagittula</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
	<i>Diapterus peruvianus</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Dormitator latifrons</i>	•			Garrido-Olvera <i>et al.</i> (2004)
	<i>Eleotris picta</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Gobiomorus maculatus</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Lithobates cf. forreri</i>	•			Cabrera-Guzmán <i>et al.</i> (2007)
	<i>Lutjanus argentiventris</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Mugil curema</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Poecilia sphenops</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
<i>Contracaecum multipapillatum</i> Drasche, 1882	<i>Ardea alba</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2010)
	<i>Nyctanassa violacea</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
Familia Ascarididae Baird, 1853					
Ascarididae gen. sp.	<i>Leptodactylus melanonotus</i> (Hallowell, 1861)	•			Mata-López <i>et al.</i> (2013)
<i>Ophidascaris ochoterena</i> Caballero y Caballero, 1939	<i>Drymarchon corais</i> (Boie, 1827)	•			Caballero y Caballero (1939)
Familia Atractidae Railliet, 1917					
<i>Atractis impura</i> Caballero, Bravo-Hollis y Cerecero, 1944	<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i> (Gray, 1855)	•			Dyer y Carr (1990)
Familia Camallanidae Railliet y Henry, 1915					
<i>Spirocamallanus spiralis</i> (Baylis, 1923) Olsen, 1952	<i>Micropogonias ectenes</i> (Jordan y Gilbert, 1882) [= <i>Micropogon ectenes</i> Jordan y Gilbert, 1882]		•		Winter (1953)
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) gobiomori</i> Moravec, Salgado-Maldonado y Caspeta Mandujano, 2000 (= <i>Procamallanus gobiomori</i> Moravec, Salgado-Maldonado y Caspeta-Mandujano, 2000)	<i>Eleotris picta</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
Familia Capillariidae Railliet, 1915					
<i>Capillaria</i> sp.	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011a)
	<i>Nyctanassa violacea</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2012)
Familia Cosmocercidae Railliet, 1916					
Subfamilia Cosmocercinae Railliet, 1916					
<i>Aplectana incerta</i> Caballero y Caballero, 1949	<i>Lithobates forreri</i>	•			Cabrera-Guzmán <i>et al.</i> (2007)
<i>Cosmocerca podicipinus</i> Baker y Vaucher, 1984	<i>Dormitator latifrons</i>	•			Garrido-Olvera <i>et al.</i> (2004)
	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	•			Mata-López <i>et al.</i> (2013)
	<i>Lithobates cf. forreri</i>	•			Cabrera-Guzmán <i>et al.</i> (2007)

Tabla 1. Registro de helmintos parásitos/hospederos de las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México (continuación)
 ** = Forma larvaria

Taxón	Hospedero	Distribución			Referencias
		Guerrero	Oaxaca	Chiapas	
Familia Cucullanidae Cobbold, 1864					
Subfamilia Cucullaninae Cobbold, 1864					
<i>Cucullanus</i> sp.	<i>Centropomus robalito</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011b)
Familia Cyindrocorporidae Goodey, 1939					
<i>Longibucca</i> sp.	<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	•			Dyer y Carr (1990)
Familia Diaphanocephalidae Travassos, 1920					
<i>Kalicephalus coronellae</i> Ortlepp, 1923 [= <i>Kalicephalus inermis coronellae</i> Ortlepp, 1923]	<i>Drymarchon corais</i>	•			Caballero y Caballero (1939)
Familia Dioctophymatidae Railliet, 1915					
<i>Eustrongylides</i> sp.					
**	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2010)
Familia Gnathostomatidae Railliet, 1895					
Subfamilia Gnathostomatinae Railliet, 1895					
<i>Gnathostoma</i> sp.	<i>Ariopsis guatemalensis</i>	•			García-Prieto <i>et al.</i> (2003); León-Règagnon <i>et al.</i> (2005)
	<i>Ariopsis</i> sp.	•?	•		León-Règagnon <i>et al.</i> (2005)
	<i>Cathorops</i> sp.	•?	•		León-Règagnon <i>et al.</i> (2005)
	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			León-Règagnon <i>et al.</i> (2005)
	<i>Dormitator latifrons</i>	•			Garrido-Olvera <i>et al.</i> (2004)
	<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	•			León-Règagnon <i>et al.</i> (2005)
	<i>Eleotris picta</i>	•	•		León-Règagnon <i>et al.</i> (2005); Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Gobiomorus maculatus</i>	•			León-Règagnon <i>et al.</i> (2000)
	<i>Lithobates cf. forreri</i>	•			León-Règagnon <i>et al.</i> (2005)
	<i>Oreochromis mossambicus</i>	•			León-Règagnon <i>et al.</i> (2005)
	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	•			León-Règagnon <i>et al.</i> (2005)
<i>Gnathostoma binucleatum</i> Almeyda-Artigas, 1991	<i>Ariopsis guatemalensis</i>	•			García-Prieto <i>et al.</i> (2003)
	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	•			León-Règagnon <i>et al.</i> (2000)
	<i>Eleotris picta</i>	•			León-Règagnon <i>et al.</i> (2000)
	<i>Gobiomorus maculatus</i>	•			León-Règagnon <i>et al.</i> (2000)
	<i>Kinosternon integrum</i>	•			Paredes-León <i>et al.</i> (2008)
	<i>Lithobates zweifeli</i>	•			Paredes-León <i>et al.</i> (2008)
<i>Gnathostoma turgidum</i> Stossich, 1902	<i>Didelphis virginiana</i>	•			León-Règagnon <i>et al.</i> (2005)
<i>Echinocephalus janzeni</i> Hoberg, Brooks, Molina-Ureña y Erbe, 1998	<i>Himantura pacifica</i> (Beebe and Tee-Van, 1941)			•	Hoberg <i>et al.</i> (1998)
<i>Echinocephalus</i> sp.	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2010)
Familia Kathlaniidae Lane, 1914					
<i>Cruzia americana</i> Maplestone, 1930	<i>Didelphis virginiana</i>	•			Monet-Mendoza <i>et al.</i> (2005)
<i>Cruzia mexicana</i> Khalil, 1926	<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	•			Dyer y Carr (1990)
Familia Molineidae Skrjabin y Schulz, 1937					
Subfamilia Molineinae Skrjabin y Schulz, 1937					
<i>Oswaldocruzia subauricularis</i> Rudolphi, 1819	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	•			Mata-López <i>et al.</i> (2013)
	<i>Lithobates cf. forreri</i>	•			Cabrera-Guzmán <i>et al.</i> (2007)
Familia Oswaldofiliariidae Chabaud y Choquet, 1953					

Tabla 1. Registro de helmintos parásitos/hospederos de las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México (continuación)
** = Forma larvaria

Taxón	Hospedero	Distribución			Referencias
		Guerrero	Oaxaca	Chiapas	
<i>Oswaldofilaria brevicaudata</i> (Rodhain y Vuylsteke, 1937) Freitas y Lent, 1937	<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758)	•			Caballero y Caballero (1939)
Familia Oxyuridae Weinland, 1858					
<i>Passalurus ambiguus</i> (Rudolphi, 1819) Dujardin, 1845.	<i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778	•			Caballero y Caballero y Peregrina (1938)
Familia Pharyngodonidae Travassos, 1919					
<i>Ozolaïmus cirratus</i> (von Linstow, 1906) Railliet y Henry, 1912	<i>Iguana iguana</i>	•			Caballero y Caballero (1938)
<i>Ozolaïmus megatyphlon</i> (Rudolphi, 1819) Dujardin, 1845	<i>Iguana iguana</i>	•			Paredes-León <i>et al.</i> (2008)
Familia Philometridae Baylis y Daubney, 1926					
Subfamilia Philometrinae Baylis y Daubney, 1926					
<i>Philometra</i> sp. 1 [reportado como <i>Philometra centropomi</i> , ahora reconocido como <i>Spirophilometra centropomi</i>]	<i>Centropomus robalito</i>	•			Caballero y Rodríguez (1974)
<i>Philometra</i> sp. 2 [reportado como <i>Philometra</i> sp.]	<i>Centropomus robalito</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
<i>Spirophilometra pacifica</i> Moravec, Santana-Piñeros, González-Solis y Torres-Huerta, 2007	<i>Centropomus robalito</i>			•	Moravec <i>et al.</i> (2007)
Familia Physalopteridae Railliet, 1893					
<i>Physaloptera</i> sp.	<i>Lithobates forreri</i>	•			Cabrera-Guzmán <i>et al.</i> (2007)
<i>Turgida turgida</i> Rudolphi, 1819	<i>Didelphis virginiana</i>	•			Monet-Mendoza <i>et al.</i> (2005)
Familia Rhabdochoniidae Travassos, Artigas y Pereira, 1928					
<i>Rhabdochona mexicana</i> Caspeta-Mandujano, Moravec y Salgado- Maldonado, 2000	<i>Astyanax fasciatus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2007)
Familia Raphidascarididae Hartwich, 1954					
Subfamilia Raphidascaridinae Hartwich, 1954					
<i>Hysterothylacium perezii</i> Gopar-Merino, Osorio-Sarabia y García-Prieto, 2005	<i>Ariopsis guatemalensis</i>	•			Violante-González y Aguirre-Macedo (2007)
	<i>Centropomus nigrescens</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2010)
	<i>Centropomus robalito</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011b)
Familia Syngamidae Leiper, 1912					
Subfamilia Syngaminae Leiper, 1912					
<i>Syngamus trachea</i> Montagu, 1811	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	•			Violante-González <i>et al.</i> (2011a)
Familia Viannaiidae Neveu-Lamaire, 1944					
<i>Viannia</i> sp.	<i>Didelphis virginiana</i>	•			Monet-Mendoza <i>et al.</i> (2005)
Phylum Annelida Lamarck, 1809					
Clase Hirudinea Lamarck, 1818					
Familia Glossiphoniidae Vaillant, 1890					
<i>Placobdella</i> sp.	<i>Crocodylus acutus</i> (Cuvier, 1807)			•	García-Grajales y Buenrostro-Silva (2011)
Familia Ozobanchidae Pinto, 1921					
Subfamilia Ozobanchinae Pinto, 1921					
<i>Ozobanchus branchiatus</i> Menzies, 1791	<i>Lepidochelys olivacea</i>			•	Gómez-Vivaldo <i>et al.</i> (2006)

Parasitofauna de peces de lagunas costeras del estado de Guerrero, México

Juan Violante-González, Griselda Pulido-Flores, Scott Monks, Agustín A. Rojas-Herrera, Jaime Salvador Gil-Guerrero, Sergio García-Ibáñez, y Jonatan Carbajal-Violante

Resumen

No obstante que los parásitos representan un porcentaje muy importante de la biodiversidad global a nivel mundial, en muchas ocasiones son excluidos de estudios con este enfoque, debido principalmente a que han sido considerados durante muchos años, como simples agentes causantes de enfermedad. A partir de los datos obtenidos de varios estudios parasitológicos de peces y aves, efectuados en algunas lagunas costeras del estado de Guerrero a lo largo de varios años, se presenta un análisis global de la riqueza de la parasitofauna de peces, en estos altamente productivos y complejos sistemas acuáticos. La parasitofauna total estuvo constituida por 66 especies de parásitos metazoarios (425,980 individuos). En los peces se registraron 52 especies de helmintos (34 adultos y 18 larvas), en tanto que en las aves 23 (17 digéneos, dos cestodos, un acantocéfalo y tres nemátodos). Solo nueve especies principalmente digéneos, recuperadas de las aves en forma adulta, fueron encontradas también en los peces en forma larvaria. La parasitofauna estuvo conformada por dos grupos principales de parásitos, uno de origen marino constituido principalmente por monogéneos y digéneos autogénicos, y otro por especies dulceacuícolas alogénicas. Las comunidades de parásitos en peces, presentaron una riqueza de especies muy variable (7 a 26 especies), la cual fue relacionada con el número de lagunas examinadas para cada uno de los hospederos. De manera general, los resultados indicaron que la riqueza de la parasitofauna puede ser aún mayor a la aquí reportada, si un mayor número de hospederos y lagunas son examinados.

Palabras clave: Parásitos, riqueza de especies, lagunas, Guerrero, México

Introducción

El parasitismo es considerado como una de las formas de vida más exitosas sobre nuestro planeta (Price, 1980). Diversas estimaciones sugieren que al menos el 50% de las especies de plantas y animales, son parasitados en alguna etapa de su ciclo de vida (Esch y Fernández, 1993; Bush *et al.*, 2001), por lo que los parásitos representan un porcentaje muy importante de la biodiversidad global. No obstante, la idea generalizada de que el término parásito sugiere forzosamente efectos adversos sobre el hospedero tales como estados de enfermedad y patogenicidad, se debe a que en algunas ocasiones, los parásitos pueden llegar a causar

algún daño considerable en individuos intensamente infectados (Overstreet y Curran, 2004). Sin embargo, las especies que pueden ocasionar algún tipo de enfermedad tanto en los humanos, como en los animales cultivados, representan solo una pequeña fracción del total de especies existentes y no tienen un efecto importante en las poblaciones de hospederos silvestres (Price, 1980; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2011).

A lo largo de los últimos años, se ha incrementado de manera significativa el interés por los estudios sobre biodiversidad de diversos grupos de animales y vegetales, debido principalmente a los cambios ambientales ocasionados por el calentamiento global y sus efectos en las poblaciones y comunidades de seres

vivos. Sin embargo, uno de los grupos zoológicos que ha recibido una menor atención en estos estudios, han sido los organismos parasitarios (Luque, 2008). Esto puede deberse, a que los parásitos viven en un mundo totalmente diferente, al que los seres humanos percibimos normalmente (Luque, 2008; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2011).

Existen muchas razones para incluir a los parásitos en los estudios sobre la diversidad de la fauna de una localidad y una de ellas, es que juegan un papel muy importante en la estructuración de los ecosistemas (Marcogliese, 2001, 2005). Los parásitos son también importantes en la dinámica poblacional y estructuración de las comunidades de sus hospederos, dado su papel regulador. Además, pueden proporcionar información sobre el estrés ambiental (Lafferty, 1997, 1999; Vidal-Martínez *et al.*, 2009) y la estructura de las redes alimenticias (Marcogliese, 2001, 2005), por lo que son considerados como piezas clave en la regulación de la biodiversidad animal en distintos ecosistemas (Luque, 2008).

Los estudios sobre biodiversidad y riqueza de comunidades de parásitos, se han centrado principalmente en el grupo de los metazoarios, que incluye a los helmintos (Monogenea, Aspidogastrea, Digenea, Cestoda, Nematoda y Acanthocephala) y Crustacea. Estos parásitos se caracterizan por ser de mayor tamaño y por tener una tasa de reproducción menor que la observada en otros organismos tales como los virus, bacterias, hongos y protozoarios. Además, la mayoría tienen un ciclo de vida bastante complejo y la patología inducida por ellos, esta correlacionada positivamente con el número de individuos dentro del hospedero (Anderson, 1993). Por otra parte, a diferencia de las comunidades de organismos de vida libre, las comunidades de parásitos están jerarquizadas en tres niveles: el más básico la infracomunidad, se define como la agrupación de especies de parásitos dentro de un hospedero individual. El siguiente nivel de organización es el de la comunidad componente, la cual es el conjunto de especies de parásitos que se encuentra en una población de hospederos; mientras que el último es el de la comunidad compuesta, la cual está constituida por todas las comunidades de parásitos contenidas en una comunidad de hospederos en un momento dado en una localidad (Holmes y Price, 1986; Bush *et al.*, 2001).

Los estudios sobre diversidad y riqueza de diferentes grupos de parásitos metazoarios en México,

se han realizado en un mayor grado para poblaciones de vertebrados, siendo los peces el grupo de hospederos de los cuales se tiene un mayor conocimiento en la actualidad. Esto es atribuido principalmente, a que constituyen el grupo más numeroso (2,692 especies descritas) y a la importancia económica que presentan, dado que algunos parásitos pueden afectar a los peces cultivados, y llegar a ocasionar problemas al ser humano, a partir de la infección accidental de algunos parásitos (por ejemplo nemátodos), los cuales emplean a los peces como hospederos intermedios (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2011). Sin duda alguna, los helmintos de peces dulceacuícolas son el grupo mejor conocido, entre los parásitos de vertebrados en México. De acuerdo con Pérez-Ponce de León *et al.* (2011) la helmintofauna de los vertebrados examinados hasta septiembre del 2009, consistía de 258 especies incluidas 37 de digéneos adultos y 43 larvas (metacercarias), 62 monogéneos, 15 céstodos adultos y 18 larvas (metacestodos), seis acantocéfalos adultos y cuatro larvas (cistacantos) y 54 nematodos adultos y 15 larvas (L₃).

No obstante, algunos otros grupos de vertebrados como las aves, han sido menos estudiados, debido principalmente a la dificultad que conlleva el obtener tamaños de muestras suficientes, dado el reducido número de sus poblaciones, o a que se encuentran bajo algún tipo de protección (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2011). De acuerdo a algunos estudios, de las 1,096 especies de aves registradas en México (Sarukhán *et al.*, 2009), solo para un 12% de estas especies, se han efectuado estudios parasitológicos (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2011).

En este contexto, las lagunas costeras se encuentran entre los ambientes acuáticos de más alta productividad en el mundo y representan áreas de gran potencial pesquero, debido a la gran cantidad de especies de peces que en ellas se capturan (Yáñez-Arancibia, 1978). Por otra parte, las características que presentan las lagunas del estado de Guerrero, en cuanto a diversidad de especies de peces de diferentes ambientes y una gran variedad de organismos invertebrados bentónicos y planctónicos, que pueden actuar como hospederos intermediarios en el ciclo de vida de helmintos, así como de aves acuáticas las cuales actúan hacen hospederos finales, constituyen un marco ideal para estudios sobre biodiversidad de parásitos.

El estado de Guerrero cuenta con unas 10 lagunas costeras distribuidas a lo largo de su línea de

costa, en las cuales se capturan una gran variedad de especies de peces de diferentes ambientes (dulceacuícolas, salobres y marinos). Sin embargo, solo en 2 lagunas (Coyuca y Tres Palos), se han realizado algunos estudios sobre los parásitos de peces (Violante-González, 2006; Violante-González y Aguirre-Macedo 2007; Violante-González *et al.*, 2007, 2010), así como de al menos unas tres especies de aves ictiófagas que habitan en esas mismas lagunas (Violante-González *et al.*, 2011, 2012). Los datos obtenidos de estos estudios, así como de otros efectuados sobre la riqueza de especies de parásitos en dos especies de Centropomidae (*Centropomus nigrescens* y *C. robalito*) de cinco lagunas costeras del estado (Violante-González *et al.*, 2010, 2011), incluidas las dos anteriores, son utilizados aquí para tratar de establecer un patrón de la riqueza de la parasitofauna de peces, en estos tan importantes y complejos sistemas acuáticos.

Material y Métodos

Colecta y biometría de los hospederos

Un total de 3,005 peces de diferentes ambientes, fueron colectados entre abril del 2000 y diciembre del 2008, principalmente de dos lagunas costeras: Coyuca (16°57' N; 100°02' W, $n = 1,079$) y Tres Palos (16°48' N; 99°47' W, $n = 1,611$). Datos de parásitos de peces de dos especies de Centropomidae, obtenidos de otras tres lagunas costeras: Chautengo (16°36' N; 99°09' W, $n = 177$), Mitla (16°59' N; 100°14' W, $n = 12$) y Tecomate (16°41' N; 99°19' W, $n = 126$), también se incluyeron en el análisis.

Los peces examinados correspondieron a 13 especies de 10 familias: Ariidae-*Ariopsis guatemalensis* (Günther 1864), Characidae-*Astyanax fasciatus* (Cuvier 1819), Centropomidae-*Centropomus nigrescens* (Günther 1864), *C. robalito* (Jordan y Gilbert 1882), Cichlidae-*Cichlasoma trimaculatum* (Günther 1867), Eleotridae-*Dormitator latifrons* (Richardson 1937), *Eleotris picta* (Kner y Steindachner 1864), *Gobiomorus maculatus* (Günther 1859), Gobiidae-*Ctenogobius sagittula* (Günther, 1862) [= *Gobionellus sagittula* (Günther 1865)], Gerridae-*Diapterus peruvianus* (Cuvier 1839), Mugilidae-*Mugil curema* (Cuvier y Valenciennes 1836), Lutjanidae-*Lutjanus argentiventris* (Peters 1869) y Poeciliidae-*Poecilia sphenops* (Cuvier y Valenciennes 1846). Solo los Centropomidae *C. nigrescens* y *C. robalito* fueron examinados de las cinco

lagunas consideradas en el estudio. De manera complementaria, durante los mismos años de estudio se examinaron un total de 91 aves ictiófagas de las lagunas de Coyuca y Tres Palos: 48 *Phalacrocorax brasilianus* (Gmelin), 30 *Ardea alba* (Linnaeus) y 13 *Nyctanassa violacea* (Gmelin).

Examen helmintológico

A todos los ejemplares de cada especie de pez, se les practicó a un examen parasitológico completo, incluyendo la revisión de todos los órganos a excepción de la sangre. Los parásitos internos y externos recuperados de las diferentes especies de hospederos, fueron procesados de acuerdo con los métodos descritos por Lamothe-Argumedo (1997) y Vidal-Martínez *et al.*, (2001). El examen de las aves incluyó la revisión de casi todas las estructuras internas como la traquea, esófago, corazón, pulmones, riñón, hígado, páncreas, bazo, intestino y cloaca. Los helmintos registrados en cada estructura fueron contados y colocados temporalmente en una solución salina antes de ser fijados.

El procesamiento de los helmintos tanto de peces como de aves, fue de acuerdo a la metodología sugerida para este tipo de organismos. Los digéneos y céstodos fueron fijados temporalmente en AFA (Alcohol-formol-ácido acético) y fijados finalmente en alcohol al 70%; en tanto que los acantocéfalos fueron colocados en agua destilada y puestos en refrigeración entre 6 y 12 horas para que evertieran la probóscide y después fijados en alcohol al 70%. Los digéneos, céstodos y acantocéfalos fueron teñidos con carmín clorhídrico o tricrómica de Gomori, siendo deshidratados con una serie de alcoholes y aclarados con salicilato de metilo, para ser montados finalmente en resina sintética. Los nemátodos fueron aclarados con glicerina o lactofenol para el examen de sus estructuras y poder ser identificados, siendo posteriormente fijados también en alcohol al 70%.

Caracterización de las infecciones

Para caracterizar las infecciones de cada especie de helminto, se emplearon dos de los parámetros de infección propuestos por Bush *et al.* (1997): a) Prevalencia: Número de individuos de una especie de hospedero infectados con una especie de parásito entre el número de hospederos revisados (se expresa en porcentajes). b) Abundancia promedio: Número total de individuos de una especie particular de parásito

en una muestra de hospederos entre el número total de hospederos revisados. Se incluyó además, el número mínimo y máximo de parásitos registrados en cada hospedero, el cual es expresado como un intervalo. Con base en sus estrategias de colonización, las especies de parásitos se clasificaron como: autógenas, las cuales alcanzan la madurez en hospederos acuáticos y tienen una limitada habilidad para la colonización de nuevas localidades y alogénicas, aquellas que utilizan aves como hospederos finales y presentan una amplia distribución geográfica, debido a la migración de sus hospederos (Esch y Fernández, 1993). A partir de la información existente sobre el registro de las especies de parásitos en diferentes hospederos en México y a nivel mundial, se efectuó una clasificación de las mismas con base en su origen (dulceacuícolas, salobres y marinas). Se utilizó el estadístico G (Sokal y Rohlf, 1998), para determinar si existía diferencia significativa entre los porcentajes de infección de las especies de helmintos entre hospederos y lagunas. En tanto que para determinar diferencias entre las abundancias promedio de las especies de helmintos, se empleó un análisis de covarianza (Ancova), utilizado a la longitud de los peces como covariable.

Caracterización de las comunidades

La descripción de las comunidades de parásitos se efectuó al nivel de componente de comunidad (número total de parásitos presentes en una muestra de hospederos), utilizando el número total de especies, el número total de parásitos, el índice de diversidad de Simpson, así como el índice de Berger-Parker (IBP) como una medida de abundancia numérica (Magurran, 2004); este índice mide la proporción del total de individuos parásitos en la muestra que es debida a la especie más abundante. La normalidad de los datos fue evaluada empleando la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Sokal y Rohlf, 1998); cuando los datos no presentaron una distribución normal, éstos fueron log-transformados (\log_{x+1}). Se utilizaron pruebas de χ^2 , para determinar posibles diferencias significativas entre los parámetros de las comunidades componentes, así como pruebas de correlación por rangos de Spearman (r_s), para determinar si existía relación entre los diferentes tamaños de muestra de los peces y los parámetros de comunidad utilizados. La significancia en todos los análisis estadísticos fue establecida a un nivel de $P \leq 0.05$.

Resultados

Composición de la parasitofauna

Un total de 66 especies de parásitos metazoarios (425,980 individuos) fueron recuperadas, de 3,005 peces de 13 especies y 91 aves ictiófagas de 3 especies (Tabla 1). Del total, en los peces se recuperaron 52 especies de parásitos de diferentes orígenes (34 adultos y 18 larvas), el número de especies marinas (23 especies) fue muy similar al de dulceacuícolas (22), siendo significativamente menor el de las de origen salobre (7 especies) ($\chi^2 = 9.27$, $P < 0.05$). El grupo de especies marinas, estuvo constituido principalmente por monogéneos (9 especies) y digéneos adultos (8); mientras que las especies dulceacuícolas estuvo conformado por digéneos (cuatro adultos y nueve larvas). Considerando las estrategias de colonización de las especies de parásitos, un 60% de las dulceacuícolas fueron clasificadas como alogénicas (especies que maduran en aves acuáticas), mientras que el 91% de las especies de origen marino fueron autógenas (especies que maduran en peces) (Tabla 1).

En las aves el registro parasitológico consistió de unas 23 especies (17 digéneos, dos céstodos, un acantocéfalo y tres nemátodos) de las cuales unas nueve principalmente de digéneos, fueron encontradas en los peces en forma larvaria. Un 60% de las especies de helmintos registradas en las aves, no fueron registradas en forma larvaria en los peces.

Distribución de la parasitofauna entre los hospederos

Considerando las estrategias de colonización de las especies de parásitos, tres hospederos de origen marino (*C. nigrescens*, *C. robalito*, y *Di. peruvianus*) presentaron un número mayor de especies autógenas, el cual varió entre seis y 17 (Fig. 1). Mientras que en cinco (*Ci. trimaculatum*, *D. latifrons*, *E. pictus*, *G. maculatus* y *P. sphenops*) las especies alogénicas fueron más abundantes, variando entre seis y nueve. En tanto que en el resto de hospederos el número de especies autógenas y alogénicas fue más equilibrado (Fig. 1).

Representatividad de los muestreos

La curva acumulativa de especies construida a partir de los hospederos examinados (peces y aves), no alcanzó una estabilización en el número total de hospederos examinados (16 especies), sugiriendo que el registro parasitológico, aún no está completo (Figura 2).

Tabla 1. Parásitos de peces y aves registrados en lagunas costeras del estado de Guerrero, México. Distribución de los parásitos y los hospederos: Dulceacuícola (Dul), Salobre (Sal), Marino (Mar). Estrategia de colonización: Au = autogénica, Al = alogénica. Laguna: Coyuca (Co), Mitla (Mi), Tres Palos (TP), Tecomate (Te), Chautengo (Ch). P (%) = prevalencia de infección (porcentaje de infectados). Total = número total de parásitos. Abundan. = número promedio de parásitos por hospedero infectado \pm desviación estándar. Rango: = intervalo de intensidad (mínimo-máximo). Valores significativos de prevalencia (G-test) y abundancia (Ancova), son presentados en negrita

Parásito	Hábitat	Hospederos	Laguna	P (%)	Total	Abundan.	Intervalo
Monogenea							
Ancyrocephalidae Bychowsky y Nagibina, 1968							
<i>Ligophorus mugilinus</i> Hargis, 1955 ^{Mar, Au}	Branquias	<i>M. curema</i> ^{Mar}	TP	10.6	74	0.4 \pm 3.9	1 - 19
			Co	12.1	102	1.2 \pm 7.0	1 - 45
Dactylogyridae Bichowski, 1933							
<i>Aristocleidus hastatus</i> Mueller, 1936 ^{Mar, Au}	Branquias	<i>Di. peruvianus</i> ^{Mar}	TP	42.1	1015	10.7 \pm 16.6	4 - 1269
			Co	92.9	1014	24.1 \pm 21.7	2 - 126
<i>Neotetraonchus</i> sp. ^{Sal, Au}	Branquias	<i>A. guatemalensis</i> ^{Sal}	TP	28.6	183	0.1 \pm 2.5	1 - 19
			Co	56.1	1611	7.2 \pm 13.1	1 - 73
Diplectanidae Monticelli, 1903							
<i>Rhabdosynochus nigrescens</i> (Mendoza-Franco, Violante-González y Vidal-Martínez, 2006) Domingues y Boeger, 2008 [= <i>Cornutohaptor nigrescens</i> Mendoza-Franco, Violante-González y Vidal-Martínez, 2006] ^{Mar, Au}	Branquias	<i>C. nigrescens</i> ^{Mar}	TP	13.8	81	1.4 \pm 3.9	2 - 37
			Co	85.7	506	10.3 \pm 10.2	1 - 45
			Ch	81.7	6637	57.7 \pm 87.1	1 - 466
		<i>C. robalito</i> ^{Mar}	Co	2	1	0.02	0 - 1
<i>Rhabdosynochus</i> sp. ^{Mar, Au}	Branquias	<i>C. robalito</i>	TP	44.7	151	3.3 \pm 4.9	1 - 32
<i>Rhabdosynochus alterinstitus</i> Mendoza-Franco, Violante-González y Vidal-Martínez, 2008 ^{Mar, Au}	Branquias	<i>C. nigrescens</i>	Ch	39.1	1441	12.5 \pm 37.5	1 - 160
			Te	88.9	2068	28.72 \pm 32.5	2 - 215
			TP	14	81	1.42 \pm 11.9	2 - 37
<i>R. lituparvus</i> Mendoza-Franco, Violante-González y Vidal-Martínez, 2008 ^{Mar, Au}	Branquias	<i>C. robalito</i>	Ch	38.7	93	1.5 \pm 3.0	1 - 11
			Co	26.5	59	1.2 \pm 4.3	1 - 12
			Te	13	9	0.2 \pm 0.5	1 - 2
			TP	11	13	1.1 \pm 0.7	1 - 3
<i>R. siliquaus</i> Mendoza-Franco, Violante-González y Vidal-Martínez, 2008 ^{Mar, Au}	Branquias	<i>C. robalito</i>	Ch	77.4	254	4.1 \pm 5.1	1 - 24
			Co	46.9	83	1.7 \pm 4.2	1 - 16
			Te	29.6	56	1.0 \pm 1.8	1 - 8
			TP	19.7	69	0.8 \pm 2.5	2 - 9
<i>R. volucrisi</i> Mendoza-Franco, Violante-González y Vidal-Martínez, 2008 ^{Mar, Au}	Branquias	<i>C. robalito</i>	Ch	98.4	532	8.6 \pm 9.5	1 - 45
			Co	77.8	226	4.6 \pm 6.8	1 - 30
			Te	59.3	153	2.8 \pm 2.2	2 - 10
			TP	34.7	182	2.2 \pm 4.6	1 - 20
Microcotylidae Taschenberg, 1879							
<i>Microcotylodes incisa</i> (Linton, 1910) Fujii, 1944 ^{Mar, Au}	Branquias	<i>L. argentiventris</i> ^{Mar}	TP	12.5	28	1.2 \pm 3.5	3 - 16
Digenea (adultos)							
Acanthocolpidae Lühe, 1906							
<i>Pseudacaenodera cristata</i> Yamaguti, 1965 ^{Mar, Au}	Intestino	<i>Di. peruvianus</i>	TP	43.2	116	1.2 \pm 2.1	1 - 19
			Co	57.1	75	1.8 \pm 3.9	1 - 19
		<i>C. nigrescens</i>	Ch	0.87	1	0.01	0 - 1
<i>Stephanostomum baccatum</i> Nicoll, 1907 ^{Mar, Au}	Intestino	<i>C. nigrescens</i>	Ch	0.87	1	0.04	0 - 1
			Te	1.39	5	0.07	0 - 5
		<i>C. robalito</i>	Te	5.6	9	0.2 \pm 1.0	2 - 4
<i>Stephanostomum ditrematis</i> (Yamaguti, 1939) Manter, 1947 ^{Mar, Au}	Intestino	<i>C. nigrescens</i>	Te	1.4	8	0.11	0 - 8
Allocreadiidae Stossich, 1903							
<i>Plagiocirrus</i> cf. <i>primus</i> Van Cleave y Mueller, 1932 ^{Mar, Au}	Intestino	<i>C. nigrescens</i>	Ch	1.7	7	0.06 \pm 3.5	1 - 6
			Te	1.4	2	0.03	0 - 2
			TP	2	1	0.02	0 - 1
Apocreadiidae Skrjabin, 1942							
<i>Crassicutis</i> cf. <i>cichlasomae</i> Manter, 1936 ^{Dul, Au}	Intestino	<i>Ci. trimaculatum</i> ^{Dul}	TP	17.6	629	3.0 \pm 8.2	1 - 207
			Co	27.2	86	0.5 \pm 1.7	1 - 12

Tabla 1. Parásitos de peces y aves registrados en lagunas costeras del estado de Guerrero, México. (continuación)

Parásito	Hábitat	Hospederos	Laguna	P (%)	Total	Abundanc.	Intervalo												
<i>Neopocreadium</i> cf. <i>marina</i> (Manter, 1947) Cribb y Bray, 1999 <small>Mar, Au</small>	Intestino	<i>Di. peruvianus</i>	TP	28.4	590	6.3 ± 12.3	1 - 100												
			Co	45.2	574	13.7 ± 29.1	1 - 100												
			Ch	0.87	3	0.03	0 - 3												
Bucephalidae Poche, 1907																			
<i>Bucephalus</i> cf. <i>margaritae</i> Ozaqui e Ishibashi, 1934 <small>Mar, Au</small>	Intestino	<i>C. nigrescens</i>	Ch	9.6	205	1.8 ± 22.9	1 - 60												
Clinostomidae Lühe, 1901																			
<i>Clinostomum complanatum</i> (Rudolphi, 1814) Braun, 1899 <small>Dul, Al</small>	Estómago	<i>Ph. brasiliensis</i>	TP	8.3	2	0.08	0 - 1												
			Co	28.6	7	0.5 ± 1.0	1 - 3												
			TP	12.5	26	1.6 ± 11.3	5 - 21												
Cryptogonimidae Ward, 1917 <i>Paracryptogonimus</i> sp. <small>Mar, Au</small>	Intestino	<i>C. nigrescens</i>	TP	46.9	668	6.2 ± 26.8	1 - 92												
			Ch	93	11745	102.1 ± 152.5	2 - 948												
			Co	61.2	1165	23.9 ± 75.4	1 - 278												
<i>Pseudoacanthostomum panamense</i> Caballero-Caballero, Bravo-Hollis y Grocott, 1953 <small>Sal, Au</small>	Intestino	<i>A. guatemalensis</i> <small>Sal</small>	TP	16.9	285	1.4 ± 2.7	1 - 59												
			Co	85.7	1435	6.4 ± 10.7	1 - 78												
			Diplostomidae Poirier, 1886 <i>Austrodiplostomum mordax</i> Szidat y Nani, 1951 [= <i>Austrodiplostomum compactum</i> Lutz, 1928] <small>Dul, Al</small>	Intestino y cloaca	<i>Ph. brasiliensis</i>	Co	25	12	0.50 ± 0.89	1 - 3									
						TP	100	474	19.75 ± 16.98	1 - 54									
						TP	7.7	2	0.1	0 - 2									
						<i>Posthodiplostomum minimum</i> (MacCallum, 1921) Dubois, 1936 <small>Dul, Al</small>	Intestino	<i>Ar. alba</i>	TP	12.5	6	0.4 ± 1.4	2 - 4						
									TP	76.9	12	9.8 ± 10.5	2 - 32						
									TP	6.2	3	0.2	0 - 3						
									<i>Tylodelphys</i> sp.	Intestino	<i>Ar. alba</i>	TP	6.2	3	0.2	0 - 3			
												Echinostomatidae Looss, 1899 <i>Drepanocephalus olivaceus</i> Nasir y Marval, 1968 <small>Dul, Al</small>	Intestino	<i>Ph. brasiliensis</i>	Co	91.7	690	28.7 ± 38.4	1 - 136
TP	83.33	282													11.75 ± 8.53	1 - 29			
<i>Echinochasmus leopoldinae</i> Scholz, Ditrich y Vargas-Vázquez, 1996 <small>Dul, Al</small>	Intestino	<i>Ph. brasiliensis</i>													TP	25	22	0.92 ± 2.6	2 - 79
			TP	25	978										61.1 ± 280	2 - 487			
			TP	23.1	36										2.8 ± 12.1	1 - 25			
			<i>Mehrastomum</i> cf. <i>minutum</i> Saksena, 1959 <small>Dul, Al</small>	Cloaca	<i>Ph. brasiliensis</i>										Co	16.67	6	0.25 ± 0.6	1 - 2
						TP	8.33	2							0.08	0 - 1			
						Co	21.4	3							0.2	0 - 1			
						TP	12.5	2							0.1	0 - 1			
						TP	15.4	25	1.9 ± 16.3	1 - 24									
						TP	15.4	3	0.2 ± 0.7	1 - 4									
						<i>Microparyphium facetum</i> Dietz, 1909 <small>Dul, Al</small>	Cloaca	<i>Ny. violacea</i>	TP	15.4	3	0.2 ± 0.7	1 - 4						
Haploporidae Nicoll, 1914 <i>Saccocoelioides</i> sp. <small>Dul, Au</small>	Intestino	<i>D. latifrons</i> <small>Dul</small>							TP	42	3119	15.1 ± 13.3	1 - 426						
									Co	41	1090	4.2 ± 10.2	1 - 75						
									<i>Saccocoelioides</i> cf. <i>sogandaresi</i> Lumsden, 1963 <small>Dul, Au</small>	Intestino	<i>P. sphenops</i> <small>Dul</small>	TP	5.6	9	0.1 ± 0.2	1 - 5			
			Co	10.7	12							0.3 ± 2.3	1 - 5						
			Heterophyidae Leiper, 1909 <i>Ascocotyle</i> sp.	Intestino	<i>Ny. violacea</i>							TP	15.4	5	0.4 ± 0.7	2 - 3			
												<i>Ascocotyle longa</i> Ransom, 1920 <small>Sal, Au</small>	Intestino	<i>Ph. brasiliensis</i>	Co	25	172	7.2 ± 24.6	1 - 52

Tabla 1. Parásitos de peces y aves registrados en lagunas costeras del estado de Guerrero, México. (continuación)

Parásito	Hábitat	Hospederos	Laguna	P (%)	Total	Abundan.	Intervalo
			TP	50	312	13.0 ± 25.3	3 - 61
		<i>Ar. alba</i>	Co	64.3	2214	158.1 ± 244.1	2 - 700
			TP	100	1938	121.1 ± 153.5	3 - 415
		<i>Ny. violacea</i>	TP	15.4	15	1.1 ± 6.4	3 - 12
<i>Centrocestus formosanus</i> (Nishigori, 1924) Price, 1932 ^{Dul, Al}	Intestino	<i>Ar. alba</i>	Co	50	255	18.2 ± 39.0	4 - 120
			TP	37.5	480	30 ± 41.4	37 - 129
<i>Euhaplorchis californiensis</i> Martin, 1950 ^{Dul, Al}	Estómago	<i>Ph. brasilianus</i>	Co	8.3	2	0.08	0 - 1
<i>Haplorchis pumilio</i> Looss, 1896 ^{Dul, Al}	Intestino	<i>Ny. violacea</i>	TP	30.8	233	1.9 ± 70.3	5 - 160
Macroderoididae McMullen, 1937							
<i>Magnivittellinum simplex</i> Kloss, 1966 ^{Dul, Au}	Intestino	<i>A. fasciatus</i> ^{Fw}	TP	10.8	1	1	1 - 1
Microphallidae Ward, 1901							
<i>Odhneria raminellae</i> (Dery, 1958) Travassos, 1921		<i>Ph. brasilianus</i>	Co	8.3	99	4.13 ± 21.9	34 - 65
		<i>Ar. alba</i>	Co	7.1	69	4.9	0 - 69
Opecoelidae Ozaqui, 1925							
<i>Paropecoelus parupenei</i> Yamaguti, 1970 ^{Mar, Au}	Intestino	<i>C. nigrescens</i>	Te	1.39	6	0.08	0 - 6
		<i>C. robalito</i>	Te	3.7	9	0.2 ± 2.1	3 - 6
Philophthalmidae Looss, 1899							
<i>Cloacitrema ovatum</i> Yamaguti, 1935 ^{Dul, Al}	Cloaca	<i>Ny. violacea</i>	TP	7.7	2	0.1	0 - 2
Psilostomidae Looss, 1900							
<i>Riberoia ondatrae</i> (Price, 1931) Price, 1942 ^{Dul, Al}	Intestino, estómago	<i>Ph. brasilianus</i>	Co	8.3	8	0.33	0 - 4
			TP	75	646	26.9 ± 22.0	6 - 70
		<i>Ar. alba</i>	Co	21.4	5	0.4 ± 0.6	1 - 2
			TP	62.5	60	3.7 ± 7.1	1 - 19
		<i>Ny. violacea</i>	TP	46.1	0.4	7.2 ± 25.3	1 - 66
Strigeidae Railliet, 1919							
<i>Apharyngostrigea cornu</i> Zeder, 1800 ^{Dul, Al}	Intestino	<i>Ar. alba</i>	Co	71.4	150	10.7 ± 15.1	2 - 39
			TP	87.5	194	12.1 ± 15.4	2 - 49
		<i>Ny. violacea</i>	TP	36.5	15	1.1 ± 1.4	1 - 4
Digenea (larvas)							
Clinostomidae Lühe, 1901							
<i>Clinostomum complanatum</i> (Rudolphi, 1814) Braun, 1899 ^{Dul, Al}	Hígado, mesenterio, músculo	<i>E. picta</i> ^{Dul}	TP	53.4	1403	11.2 ± 28.2	1 - 152
			Co	32.3	575	18.5 ± 25.4	2 - 167
		<i>Ci. trimaculatum</i>	TP	19.2	362	1.6 ± 11.6	1 - 144
		<i>D. latifrons</i>	TP	18.5	480	2.4 ± 9.4	1 - 110
			Co	33.1	889	2.5 ± 1.3	1 - 97
		<i>M. curema</i>	TP	2.8	2	0.04	2 - 2
			Co	1.2	2	0.02	1 - 2
		<i>A. guatemalensis</i>	TP	4.53	16	0.1	1 - 2
			Co	0.9	4	0.02 ± 1.4	1 - 3
		<i>G. maculatus</i> ^{Dul}	TP	23	180	0.1	1 - 48
Cryptogonimidae Ward, 1917							
<i>Metadena</i> sp. ^{Sal, Al}	Hígado	<i>Ct. sagittula</i> ^{Sal}	TP	55.6	37	1.4 ± 1.2	1 - 9
	Estómago	<i>A. guatemalensis</i>	TP	6.3	34	0.3 ± 1.8	1 - 12
			Co	1.8	76	0.3 ± 4.5	1 - 54
	Hígado, intestino	<i>L. argentiventris</i>	Co	16.7	36	1.3	8 - 8
		<i>G. maculatus</i>	Co	4.1	41	0.6 ± 4.2	9 - 17
<i>Pseudoacanthostomum panamense</i> Caballero y Caballero, Bravo-Hollis y Grocott, 1953 ^{Sal, Au}	Braquias, músculo, pared del intestino	<i>D. latifrons</i>	TP	32	408	1.2 ± 2.1	1 - 25
			Co	85.3	8006	22.9 ± 30.6	1 - 297
		<i>C. nigrescens</i>	TP	10.3	11	0.2 ± 0.7	1 - 3
			Co	11.1	7	0.2	0 - 2
			Mi	16.7	3	0.2	1 - 2
		<i>C. robalito</i>	TP	3.9	12	0.1	1 - 5
			Co	4.1	10	0.2 ± 2.8	3 - 7
		<i>Ci. trimaculatum</i>	TP	21.5	128	1.2 ± 2.3	1 - 30

Tabla 1. Parásitos de peces y aves registrados en lagunas costeras del estado de Guerrero, México. (continuación)

Parásito	Hábitat	Hospederos	Laguna	P (%)	Total	Abundan.	Intervalo
			Co	9.4	45	0.3 ± 2.8	1 - 13
		<i>L. argentiventris</i>	TP	8.3	257	10.7 ± 17.5	3 - 125
			Co	33.3	1198	42.8 ± 16.5	3 - 154
		<i>G. maculatus</i>	TP	43.1	4061	21.2 ± 34.5	1 - 516
			Co	86.3	12932	177.2 ± 470.8	1 - 2878
		<i>Di. peruvianus</i>	TP	15.8	187	2.1 ± 5.7	1 - 91
			Co	26.2	122	2.9 ± 8.6	1 - 50
		<i>E. picta</i>	TP	15.3	101	0.8 ± 3.8	1 - 33
			Co	12.9	20	5.0 ± 4.6	1 - 11
		<i>Ct. sagittula</i>	TP	70.4	109	4.0 ± 3.3	1 - 19
		<i>P. sphenops</i>	TP	2.8	131	1.8 ± 5.9	9 - 122
			Co	2.8	131	2.9 ± 7.6	2 - 65
		<i>M. curema</i>	Co	3.6	8	0.1 ± 1.5	1 - 4
Diplostomidae Poirier, 1886							
<i>Austrodiplostomum mordax</i> Szidat y Nani, 1951 [= <i>Austrodiplostomum compactum</i> Lutz, 1928] ^{Dul, Al}	Ojos	<i>A. guatemalensis</i>	TP	14.9	71	0.3 ± 0.2	1 - 11
			Co	2.2	3	0.02	0 - 1
		<i>Ci. trimaculatum</i>	TP	29.8	117	0.7 ± 1.2	1 - 10
			Co	18.8	90	0.6 ± 5.1	1 - 21
		<i>E. picta</i>	TP	4.6	1	0.04	1 - 1
			Co	6.5	3	0.1 ± 0.7	1 - 2
		<i>G. maculatus</i>	TP	1.6	1	0.01	1 - 1
			Co	1.4	1	0.01	1 - 1
		<i>M. curema</i>	TP	6.9	18	0.1	1 - 2
			Co	10.8	25	0.3 ± 2.4	1 - 8
		<i>A. fasciatus</i> ^{Dul}	TP	29.7	11	0.1	1 - 1
		<i>C. nigrescens</i>	TP	5.3	12	0.1	1 - 2
			Co	6.1	5	0.1	1 - 1
			Mi	16.7	2	0.2	1 - 1
		<i>C. robalito</i>	TP	8.3	10	0.2 ± 1.2	1 - 5
			Ch	22.6	38	0.6 ± 1.7	1 - 7
			Co	40.8	52	1.1 ± 1.5	1 - 6
			Te	3.7	6	0.1	0 - 3
		<i>Di. peruvianus</i>	TP	5.3	15	0.2	1 - 4
		<i>P. sphenops</i>	TP	29.2	92	1.3 ± 1.8	1 - 9
			Co	35.7	16	0.4 ± 0.3	1 - 2
		<i>L. argentiventris</i>	Co	16.7	6	0.2	1 - 1
<i>Posthodiplostomum minimum</i> (MacCallum, 1921) Dubois, 1936 ^{Dul, Al}	Músculo, parte post. del ojo	<i>C. nigrescens</i>	TP	10.3	12	0.2 ± 0.7	3 - 9
			Co	2.04	1	0.02	0 - 1
		<i>P. sphenops</i>	TP	37.5	105	1.4 ± 2.7	1 - 22
			Co	46.4	117	2.8 ± 7.8	1 - 22
		<i>Ci. trimaculatum</i>	TP	22.4	201	1.1 ± 2.1	1 - 27
			Co	21	86	0.8 ± 4.1	1 - 13
<i>Tylodelphys</i> sp. ^{Dul, Al}	Ojos	<i>E. picta</i>	TP	4.6	2	0.1	0 - 2
			Co	3.2	1	1	0 - 1
Echinostomatidae Looss 1899							
<i>Echinostomus</i> cf. <i>leopoldinae</i> Scholz, Ditrich y Vargas-Vázquez, 1996 ^{Dul, Al}	Bránquias, pared del estómago	<i>A. fasciatus</i>	TP	94.6	224	6.0 ± 5.4	1 - 23
		<i>C. nigrescens</i>	TP	1.7	2	0.03	2 - 2
			Co	1.7	2	0.06	1 - 2
		<i>Ct. sagittula</i>	TP	29.6	13	0.5	1 - 3
		<i>L. argentiventris</i>	TP	20.8	17	0.7	1 - 7
			Co	20.8	20	0.7 ± 2.5	1 - 3
		<i>D. latifrons</i>	TP	56.6	39025	188.5 ± 116.1	2 - 1400
			Co	30.5	16504	62.2 ± 172.3	11 - 2250
		<i>P. sphenops</i>	TP	95.8	9394	130.5 ± 137.6	15 - 655
			Co	97.2	2893	68.9 ± 86.8	15 - 426
Heterophyidae Odhner, 1914							
<i>Ascocotyle longa</i> Ransom, 1920 ^{Sal, Al}	Corazón, mesenterio, hígado	<i>Ci. trimaculatum</i>	TP	4.4	16	0.1 ± 0.2	1 - 3
			Co	2.5	147	1.2 ± 81.4	1 - 14
		<i>D. latifrons</i>	TP	5.5	14	0.1	2 - 4

Tabla 1. Parásitos de peces y aves registrados en lagunas costeras del estado de Guerrero, México. (continuación)

Parásito	Hábitat	Hospederos	Laguna	P (%)	Total	Abundan.	Intervalo
			Co	0.6	10	0.3 ± 2.3	1 - 5
			TP	45.5	1212	55.1 ± 60.1	2 - 690
			Co	9.7	147	49.0 ± 62.4	3 - 120
			TP	29	692	11.2 ± 23.8	1 - 173
			Co	2.7	4	0.01 ± 1.4	1 - 3
			TP	100	67708	346.9 ± 113.8	174 - 805
			Co	100	29584	354.0 ± 239.8	35 - 1512
			TP	2.7	2	0.05	0 - 2
			TP	5.2	12	0.2 ± 1.2	2 - 7
			Co	5.2	12	0.2 ± 2.7	2 - 7
			TP	2.1	6	0.1	0 - 6
			Co	2	3	0.1	1 - 3
			TP	5.3	15	0.1 ± 0.2	1 - 4
			Co	5.3	15	0.1 ± 1.2	1 - 4
			TP	29.2	92	1.3 ± 1.7	1 - 9
Co	29.2	105	2.5 ± 2.5	1 - 9			
<i>Centrocestus formosanus</i> (Nishigori, 1924) Price, 1932 ^{Dul, Al}	Branquias	<i>A. fasciatus</i>	TP	21.6	56	1.5 ± 6.1	1 - 34
			TP	81.9	1907	26.5 ± 23.0	1 - 100
			Co	96.4	2041	48.6 ± 46.8	1 - 230
			TP	10.5	27	0.3 ± 1.7	1 - 10
<i>Haplorchis</i> sp. ^{Dul, Al}	Branquias	<i>Di. peruvianus</i>	Co	11.9	8	0.2 ± 0.6	1 - 2
Opisthorchiidae Looss, 1899							
<i>Cladocystis</i> cf. <i>trifolium</i> (Braun, 1901) Poche, 1926 ^{Dul, Al}	Branquias	<i>Ci. trimaculatum</i>	TP	11.3	65	0.4 ± 0.2	1 - 27
			Co	42.4	529	2.7 ± 6.6	1 - 53
Cestoda (adultos)							
Dilepididae Fuhrmann, 1907							
<i>Parvitaenia cochlearii</i> Coil, 1955 ^{Dul, Al}	Intestino	<i>Ar. alba</i>	Co	21.4	6	0.4 ± 1.7	1 - 4
			TP	12.5	10	0.6 ± 1.4	4 - 6
		<i>Ny. violacea</i>	TP	92.3	444	34.1 ± 38.3	3 - 91
Gryporhynchidae Spassky y Spasskaya, 1973							
<i>Paradilepis caballeri</i> Rysavy y Macko, 1971 ^{Dul, Al}	Intestino	<i>Ph. brasiliensis</i>	Co	66.7	90	3.7 ± 6.4	1 - 20
			TP	33.3	144	6.0 ± 23.5	1 - 55
Proteocephalidae La Rue, 1911							
<i>Proteocephalus</i> sp. ^{Mar, Au}	Intestino	<i>C. nigrescens</i>	TP	39.7	72	1.2 ± 2.4	1 - 9
			Co	20.4	35	0.7 ± 3.6	1 - 96
			Mi	25	6	0.5	0 - 2
			Te	12.5	21	0.29 ± 2.2	1 - 7
<i>Proteocephalus chamelensis</i> Pérez-Ponce de León, Brooks y Berman, 1995 ^{Dul, Au}	Intestino	<i>E. picta</i>	TP	76.6	1006	8.1 ± 12.3	1 - 93
			Co	77.4	352	14.7 ± 24.7	1 - 121
Cestoda (larvas)							
Dilepididae Fuhrmann, 1907							
<i>Parvitaenia cochlearii</i> Coil, 1955 ^{Dul, Al}	Hígado	<i>E. picta</i>	TP	13.6	17	0.7 ± 1.3	1 - 5
			Co	6.5	10	3.5 ± 2.8	3 - 7
		<i>D. latifrons</i>	TP	42	1949	9.4 ± 12.9	1 - 200
			Co	49.5	2945	7.6 ± 24.1	1 - 500
		<i>G. maculatus</i>	TP	8.1	42	0.7 ± 6.0	1 - 37
			Co	32.9	98	1.3 ± 2.7	1 - 10
Acanthocephala (adultos)							
Illiosentidae Golvan, 1960							
<i>Pseudoleptorhynchoides lamothei</i> Salgado-Maldonado, 1976 ^{Sal, Au}	Intestino	<i>Ct. sagittula</i>	TP	29.6	13	0.5 ± 0.7	1 - 26
		<i>A. fasciatus</i>	TP	94.6	224	6.0 ± 1.1	1 - 4
		<i>C. nigrescens</i>	Mi	66.67	27	2.25 ± 2.1	2 - 7
		<i>A. guatemalensis</i>	TP	51.7	1717	8.3 ± 15.2	1 - 179
			Co	18.4	87	0.4 ± 2.2	1 - 12
Neoechinorhynchidae Ward, 1917							
<i>Floridosentis pacifica</i> Bravo-Hollis, 1969 [reportado como <i>Floridosentis mugilis</i> Bullock, 1962] ^{Mar, Au}	Intestino	<i>M. curema</i>	TP	35.3	163	0.8 ± 1.8	1 - 11
			Co	9.6	20	0.2 ± 2.0	1 - 7

Tabla 1. Parásitos de peces y aves registrados en lagunas costeras del estado de Guerrero, México. (continuación)

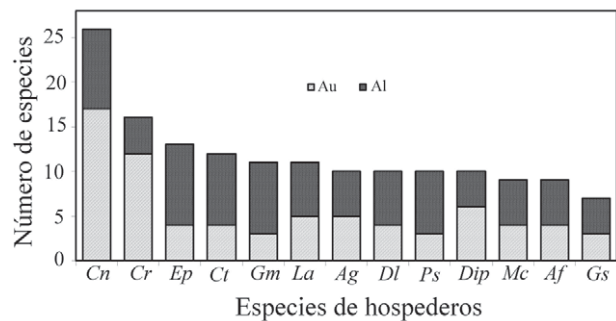
Parásito	Hábitat	Hospederos	Laguna	P (%)	Total	Abundan.	Intervalo
<i>Neoechinorhynchus brentnicksoli</i> Monks, Pulido-Flores y Violante-González, 2011 ^{Dul, Au}	Intestino	<i>C. nigrescens</i>	Ch	1.74	3	0.03 ± 0.7	1 - 2
		<i>C. nigrescens</i>	TP	37.9	153	2.6 ± 9.1	1 - 56
			Co	11.1	4	0.1	1 - 1
			Ch	0.87	3	0.03	1 - 3
			Te	4.17	10	0.1 ± 2.1	1 - 5
		<i>C. robalito</i>	TP	47.9	288	2.6 ± 6.6	1 - 47
			Ch	1.6	1	0.02	0 - 1
			Te	29.6	134	2.5 ± 8.7	1 - 29
		<i>D. latifrons</i>	TP	97.2	7171	34.6 ± 31.9	1 - 269
			Co	84	2959	8.9 ± 16.6	1 - 112
		<i>Di. peruvianus</i>	TP	32.6	705	7.4 ± 13.3	1 - 145
		<i>Ci. trimaculatum</i>	TP	4.2	89	0.4 ± 1.7	1 - 63
			Co	8	18	0.3 ± 0.2	2 - 5
		<i>G. maculatus</i>	TP	25.9	131	0.7 ± 3.0	1 - 17
			Co	16.4	235	3.2 ± 20.3	1 - 64
		<i>E. picta</i>	TP	22.7	14	0.6	1 - 8
			Co	3.2	2	2.9	0 - 2
		<i>Ct. sagittula</i>	TP	7.4	2	0.1	0 - 1
		<i>L. argentiventris</i>	TP	45.8	69	2.9 ± 4.9	2 - 26
	Co	16.7	20	0.7	0 - 4		
Polymorphidae Meyer, 1931							
<i>Southwellina hispida</i> Van Cleave, 1916 ^{Dul, Al}	Intestino	<i>Ph. brasilianus</i>	Co	33.3	24	1.00 ± 3.17	1 - 9
			TP	66.7	64	2.67 ± 4.03	1 - 13
		<i>Ar. alba</i>	Co	64.3	29	2.1 ± 1.7	1 - 6
			TP	62.5	16	1.0 ± 0.8	1 - 3
		<i>Ny. violacea</i>	TP	92.3	45	3.5 ± 2.1	1 - 8
Acanthocephala (larvas)							
Polymorphidae Meyer 1931							
<i>Southwellina hispida</i> Van Cleave, 1916 ^{Dul, Al}	Hígado, mesenterio	<i>Ci. trimaculatum</i>	TP	12	63	0.3 ± 1.3	1 - 19
			Co	13.1	26	0.2 ± 0.8	1 - 3
		<i>G. maculatus</i>	TP	16.2	54	0.3 ± 1.3	1 - 17
			Co	4.1	4	0.5 ± 0.6	1 - 2
		<i>E. picta</i>	TP	19.5	70	0.6 ± 1.2	1 - 6
			Co	22.6	19	0.7 ± 2.9	1 - 9
		<i>A. fasciatus</i>	TP	8.1	4	0.1 ± 0.6	1 - 2
		<i>C. nigrescens</i>	TP	3.4	3	0.05	1 - 2
			Co	2	3	0.02	1 - 9
			Mi	16.7	2	0.17	0 - 1
			Te	2.8	2	0.03	0 - 1
		<i>L. argentiventris</i>	TP	12.5	8	0.4 ± 1.3	1 - 3
			Co	12.5	10	0.3 ± 2.9	1 - 6
		Nematoda (adultos)					
Anisakidae Skrjabin y Karokhin, 1945							
<i>Contraecum multipapillatum</i> Drasche, 1882 ^{Dul, Al}	Estómago, intestino	<i>Ph. brasilianus</i>	Co	100	2530	105.4 ± 71.2	1 - 263
			TP	83.33	860	35.8 ± 33.9	12 - 128
		<i>Ar. alba</i>	Co	100	40	2.9 ± 2.1	1 - 9
			TP	50	42	2.6 ± 4.1	1 - 10
		<i>Ny. violacea</i>	TP	84.6	160	12.3 ± 10.8	2 - 34
Camallanidae Railliet y Henry, 1915							
<i>Procamallanus gobiomori</i> Moravec, Salgado-Maldonado y Caspeta-Mandujano, 2000 ^{Dul, Al}	Intestino	<i>E. picta</i>	TP	88.7	6696	53.6 ± 76.7	1 - 657
Cucullanidae Cobbold, 1864							
<i>Cucullanus</i> sp. ^{Mar, Au}	Intestino	<i>C. robalito</i>	Te	3.7	5	0.1 ± 0.7	2 - 3
Philometridae Baylis y Daubney, 1926							
<i>Philometra centropomi</i> Caballero-Rodríguez, 1974 ^{Mar, Au}	Piel	<i>C. robalito</i>	TP	68.9	445	4.1 ± 6.1	1 - 35
			Ch	19.4	48	0.8 ± 3.4	1 - 11
			Co	85.7	593	12.1 ± 12.4	1 - 52
			Te	22.2	48	0.9 ± 4.7	2 - 14
Raphidascarididae Hartwich, 1954							
<i>Hysterothylacium perezii</i> Gopar-Merino, Osorio-Sarabia y García-Prieto, 2005 ^{Sal, Au}	Intestino	<i>A. guatemalensis</i>	Co	37.2	394	1.8 ± 5.4	1 - 30

Tabla 1. Parásitos de peces y aves registrados en lagunas costeras del estado de Guerrero, México. (continuación)

Parásito	Hábitat	Hospederos	Laguna	P (%)	Total	Abundan.	Intervalo
			TP	46.6	1180	5.7 ± 12.1	1 - 239
Rhabdochonidae Travassos, Artigas y Pereira, 1928							
<i>Rhabdochona mexicana</i> Caspeta-Mandujano, Moravec y Salgado-Maldonado, 2000 ^{Dul, Au}	Intestino	<i>A. fasciatus</i>	TP	27	17	0.4 ± 0.9	1 - 4
Syngamidae Leiper, 1912							
<i>Syngamus trachea</i> Montagu, 1811 ^{Dul, Al}	Esófago	<i>Ph. brasiliensis</i>	Co	58.3	68	2.8 ± 3.9	1 - 12
			TP	25	6	0.25	0 - 1
Capillariidae Railliet, 1915							
<i>Capillaria</i> sp.	Intestino	<i>Ph. brasiliensis</i>	TP	16.67	146	6.1 ± 22.5	17 - 56
		<i>Ny. violacea</i>	TP	15.4	5	0.4 ± 2.1	1 - 4
Nematoda (larvas)							
Anisakidae Railliet y Henry, 1912							
<i>Contracaecum</i> sp. ^{Sal, Al}	Intestino, mesenterio, hígado	<i>P. sphenops</i>	TP	6.9	7	0.1	0 - 2
			Co	7.1	5	0.1 ± 0.7	1 - 3
		<i>Ci. trimaculatum</i>	TP	28	355	1.7 ± 3.6	1 - 39
			Co	47.4	398	2.3 ± 6.2	1 - 19
		<i>D. latifrons</i>	TP	10.7	69	0.3 ± 2.4	1 - 15
		<i>G. maculatus</i>	TP	57.8	651	3.5 ± 4.3	1 - 45
			Co	42.5	157	2.2 ± 9.2	1 - 48
		<i>C. nigrescens</i>	TP	17.2	17	1.2 ± 1.6	1 - 6
			Co	37.8	59	2.9 ± 8.6	1 - 62
			Mi	50	16	1.20 ± 2.6	1 - 9
			Te	44.44	91	1.33 ± 2.0	1 - 5
		<i>Ct. sagittula</i>	TP	51.8	23	0.8 ± 1.2	1 - 5
		<i>C. robalito</i>	TP	22.9	75	0.7 ± 3.2	1 - 17
			Ch	11.3	17	0.3 ± 2.0	1 - 6
			Co	18.4	14	0.3 ± 0.9	1 - 3
			Te	11.1	10	0.2 ± 1.0	1 - 3
		<i>Di. peruvianus</i>	TP	14.7	36	0.4 ± 2.7	1 - 11
			Co	2.4	1	0.02	0 - 1
		<i>A. guatemalensis</i>	TP	10.2	25	0.3 ± 1	1 - 4
		<i>L. argentiventris</i>	TP	25	15	0.6 ± 1.8	1 - 5
			Co	16.7	19	0.7	0 - 4
		<i>M. curema</i>	TP	66.1	642	3.3 ± 4.1	1 - 39
			Co	50.6	319	3.8 ± 10.1	1 - 50
Dictyophmatidae Railliet, 1915							
<i>Eustrongylides</i> sp. ^{Mar, Al}	Intestino	<i>C. nigrescens</i>	Ch	1.74	2	0.02	0 - 1
		<i>E. picta</i>	Co	93.6	3672	16.5 ± 28.1	1 - 657
Gnathostomatidae Railliet, 1895							
<i>Echinocephalus</i> sp. ^{Mar, Al}	Mesenterio	<i>C. nigrescens</i>	Ch	1.74	3	0.03 ± 0.71	1 - 2
<i>Gnathostoma</i> sp. ^{Dul, Al}	Músculo	<i>E. picta</i>	TP	13.7	19	0.2 ± 0.7	1 - 3
			Co	16.1	6	1.2 ± 0.5	1 - 2
		<i>G. maculatus</i>	TP	3.1	2	0.03	0 - 1
			Co	1.4	1	0.01	0 - 1
Crustacea							
<i>Argulus</i> sp. ^{Dul, Au}	Piel, aletas	<i>C. nigrescens</i>	TP	3.4	2	0.03	1 - 1
		<i>D. latifrons</i>	TP	3	4	0.03	1 - 1
			Co	3.4	21	0.1 ± 1.7	1 - 6
		<i>E. picta</i>	TP	16.6	100	0.8 ± 3.4	1 - 40
			Co	29	47	1.5 ± 6.2	1 - 35
		<i>G. maculatus</i>	TP	2.2	8	0.1	1 - 2
			Co	1.4	1	0.1	0 - 1
		<i>A. guatemalensis</i>	TP	2.8	7	0.4	1 - 3
			Co	1.3	3	0.01	1 - 2
		<i>A. fasciatus</i>	TP	5.4	1	0.02	1 - 1
		<i>Ci. trimaculatum</i>	TP	3.7	5	0.03	1 - 1
			Co	6.2	8	0.01 ± 0.5	1 - 2

Tabla 1. Parásitos de peces y aves registrados en lagunas costeras del estado de Guerrero, México. (continuación)

Parásito	Hábitat	Hospederos	Laguna	P (%)	Total	Abundan.	Intervalo
<i>Ergasilus</i> sp. ^{Sal, Au}	Brarquias	<i>Di. peruvianus</i>	TP	2.1	3	0.03	1 - 2
			Co	4.8	3	0.1 ± 0.7	1 - 2
		<i>L. argentiventris</i>	TP	8.3	2	0.08	1 - 1
			Co	33.3	9	0.3	0 - 1
		<i>M. curema</i>	TP	4.8	10	0.1	1 - 4
		<i>P. shenops</i>	TP	4.2	3	0.04	1 - 1
			Co	7.1	4	0.1	0 - 1
		<i>A. guatemalensis</i>	TP	3.2	33	0.2	1 - 8
			Co	0.9	2	0.01	1 - 1
		<i>C. nigrescens</i>	TP	91.4	4716	81.3 ± 109.2	2 - 428
			Co	88.9	6125	175.0 ± 143.6	2 - 382
		<i>C. robalito</i>	TP	29.8	74	1.6 ± 4.2	1 - 31
		<i>L. argentiventris</i>	TP	58.3	2876	119.8 ± 12.9	2 - 396
			Co	100	5174	184.8 ± 156.8	8 - 380
		<i>D. latifrons</i>	TP	70.1	2167	10.9 ± 12.1	1 - 62
			Co	84.1	3887	13.1 ± 14.1	1 - 77
		<i>E. picta</i>	TP	100	21136	169.1 ± 70.6	100 - 551
			31/Co	100	5434	175.3 ± 127.5	28 - 551
		<i>Ci. trimaculatum</i>	TP	100	38914	389.1 ± 89.7	65 - 698
			Co	100	27532	275.3 ± 54.7	74 - 558
<i>P. shenops</i>	TP	1.4	1	0.01	1 - 1		
	Co	1.4	1	0.01	1 - 1		
<i>M. curema</i>	TP	68.2	1771	9.1 ± 11.1	1 - 88		
	Co	81.9	682	8.2 ± 10.3	1 - 63		
<i>Di. peruvianus</i>	TP	12.6	39	0.4 ± 3.6	1 - 21		
	Co	11.9	28	0.7 ± 8.6	1 - 21		
<i>G. maculatus</i>	TP	31.3	275	1.5 ± 3.9	1 - 50		
	Co	17.8	38	0.5 ± 4.6	1 - 18		
<i>Ct. sagittula</i>	TP	59.7	18	0.7	1 - 2		
Pentastomida (larva)							
<i>Sebekia</i> sp. ^{(Fw, Al) *}	Hígado, mesenterio	<i>C. nigrescens</i>	Ch	10.4	20	0.17 ± 1.1	1 - 4
			Te	4.17	3	0.04	0 - 1



Cn = *Centropomus nigrescens*; Cr = *Centropomu robalito*; Ep = *Eleotris picta*; Ct = *Cichlasoma trimaculatum*, Gm = *Gobiomorus maculatus*; La = *Lutjanus argentiventris*, Ag = *Ariopsis guatemalensis*; Dl = *Dormitator latifrons*; Ps = *Poecilia sphenops*, Dip = *Diapterus peruvianus*; Mc = *Mugil curema*; Af = *Astyanax fasciatus*, Gs = *Ctenogobius sagittula*.

Figura 1. Distribución de especies autogénicas (Au) y alo-génicas (Al) entre las especies de peces examinadas.

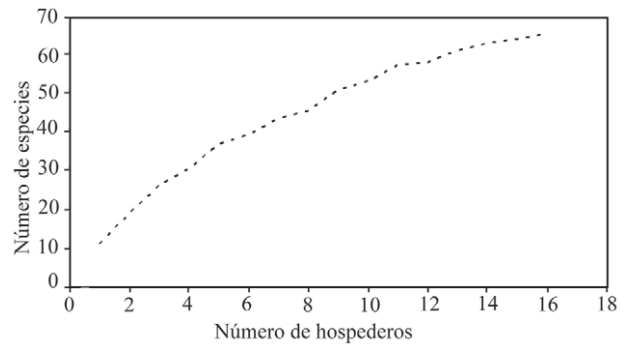


Figura 2. Curva acumulativas de especies de parásitos en peces y aves de lagunas costeras del estado de Guerrero.

Comunidades componentes

La riqueza de especies a nivel componente (número total de peces por muestra), varió significativamente de siete (*Ct. sagittula*) a 26 especies (*C. nigrescens*) ($\chi = 18.5$, $P < 0.05$), aunque en términos generales las comunidades presentaron entre nueve y 11 especies distintas (Tabla 2). No obstante que no se registró correlación entre los diferentes tamaños de muestra de los hospederos y el número total de especies (riqueza), los hospederos para los cuales se muestrearon un mayor número de lagunas *C. nigrescens* (cinco lagunas) y *C. robalito* (cuatro), presentaron una riqueza de especies significativamente más alta (Tabla 2).

Los valores del índice de diversidad de Simpson (S) fluctuaron entre 0.23 y 0.93, en seis de las comunidades los valores para este índice fueron mayores a 0.50, sugiriendo una alta dominancia, como también lo indicaron los valores del índice de Berger-Parker (IBP), obtenidos para estas mismas comunidades (Tabla 2). Las comunidades que presentaron un menor grado de dominancia por parte de una sola especie de parásito, fueron las de los hospederos *C. robalito*, *C. nigrescens* y *A. guatemalensis*.

Un total de 7 especies de parásitos dominaron numéricamente en las 13 comunidades de parásitos de los peces: un monogéneo (*Aristocleidus hastatus*), 4 digéneos: 3 metacercarias (*A. (Ph.) longa*, *Ec. leopoldinae*, *P. panamense*) y un adulto (*Paracryptogonimus* sp.), un acantocéfalo (*Ps. lamothei*) y un copépodo (*Ergasilus* sp.). La especie que dominó en un mayor número de comunidades, fue el copépodo *Ergasilus* sp. (4/13), seguida por el digéneo *Echinochasmus leopoldinae* (3/13) (Tabla 2).

Las cargas parasitarias más altas (número total de individuos parásitos), se registraron en las comunidades de los hospederos *M. curema*, *D. latifrons* y *Ci. trimaculatum*, siendo éstas mayores a los 60,000 individuos (Tabla 2); en tanto que los hospederos *Ct. sagittula* y *A. fasciatus*, presentaron las más bajas ($P < 0.05$), aunque el tamaño de muestra en éstos dos últimos, fue menor en comparación con los demás hospederos (Tabla 2). En este sentido, al correlacionar el tamaño de las muestras del total de hospederos con las mediciones a nivel componente, se observó una relación positiva significativa, entre el número de peces examinados de cada especie y el número total de individuos parásitos ($r_s = 0.702$, $P < 0.05$, $n = 13$); sin embargo no se registró correlación entre el tamaño de muestra y la riqueza o la diversidad de especies ($P > 0.05$).

En el caso de las comunidades de las aves, estas no presentaron un patrón diferente al de los peces, esto es, presentaron una riqueza de especies muy similar (13 a 16), aunque fueron menos dominadas por una especie de helminto en particular. Cada una de las 3 especies de aves, presentó un distinto helminto dominante dentro su comunidad componente (Tabla 2).

Principales especies compartidas entre los hospederos

Un total de 35 especies de las 66 registradas fueron recuperadas de una sola especie de hospedero, en tanto que las 31 restantes, fueron compartidas por dos o más (Tabla 1). Las especies más ampliamente dispersas entre los hospederos, incluyeron dos especies de crustáceos (*Ergasilus* sp. y *Argulus* sp.), tres de digéneos (*A. (P.) longa*, *P. panamense* y *A. compactum*) y una de nemátodo (*Contracecum* sp.). Sólo tres especies de helmintos se registraron tanto en forma larvaria como adulta en las comunidades de los peces; aunque éstas se caracterizaron por presentar siempre un solo hospedero indispensable (en el que alcanza la madurez). Por ejemplo, *P. panamense* y *Ps. lamothei* fueron recuperados en forma adulta únicamente de *A. guatemalensis*, en tanto que *N. brentnickoli* alcanzó el estadio adulto sólo en *D. latifrons*. Por otra parte, el digéneo *Paracryptogonimus* sp. fue la única especie compartida en forma adulta hasta por tres hospederos de origen marino, los dos centropómidos (*Centroponus nigrescens* y *C. robalito*) y el único Lutjanidae (*L. argentiventris*) (Tabla 1).

Se registraron diferencias significativas entre las prevalencias y las abundancias de las especies de parásitos compartidas por un mayor número de hospederos (Tabla 1). El copépodo *Ergasilus* sp., no obstante que se registró en 12 de los hospederos, solo fue significativamente más abundante en *Ci. trimaculatum* y *E. pictus* (Ancova $F = 192.40$, $P < 0.05$). En el caso de los digéneos, *P. panamense* presentó una mayor abundancia en *D. latifrons* y *G. maculatus* (Ancova $F = 6.51$, $P < 0.05$), mientras que *Ec. leopoldinae* lo hizo en *D. latifrons* y *P. sphenops* (Ancova $F = 47.5$, $P < 0.05$). En tanto que las especies *C. complanatum* y *A. (Ph.) longa*, se caracterizaron por registrar mayores abundancias en un solo hospedero (*E. pictus* y *M. curema*, respectivamente) ($P < 0.05$). Dentro del grupo de los acantocéfalos, la especie más compartida entre los hospederos fue *N. brentnickoli*, la cual se recuperó de 8 hospederos

Tabla 2. Parámetros de las comunidades componentes de parásitos de peces y aves de la laguna de Tres Palos, Guerrero, México

Especie de hospederos	No. de Hosp.	No. de especies	No. total de indiv.	Divers. S	IBP	Especie dominante
Peces						
<i>A. guatemalensis</i> ^{Sal}	443	10	7,149	0.23	0.25	Plam
<i>Ci. trimaculatum</i> ^{Dul}	358	12	69,909	0.9	0.95	Erg
<i>D. latifrons</i> ^{Dul}	529	10	90,717	0.4	0.61	Echi
<i>E. picta</i> ^{Dul}	136	13	38,372	0.51	0.69	Erg
<i>G. maculatus</i> ^{Dul}	258	11	19,615	0.75	0.87	Pse
<i>M. curema</i> ^{Mar}	277	9	101,123	0.93	0.96	Asc
<i>A. fasciatus</i> ^{Dul}	37	9	430	0.36	0.52	Echi
<i>C. nigrescens</i> ^{Mar}	454	24	44,121	0.27	0.41	Erg
<i>C. robalito</i> ^{Mar}	277	16	44,363	0.17	0.26	Para
<i>Di. peruvianus</i> ^{Mar}	137	11	4,588	0.29	0.44	Aris
<i>Ct. sagittula</i> ^{Sal}	27	7	214	0.31	0.5	Pse
<i>L. argentiventris</i> ^{Mar}	52	11	11,387	0.54	0.71	Erg
<i>P. sphenops</i> ^{Dul}	114	10	16,975	0.58	0.72	Echi
Aves						
<i>Ar. alba</i>	30	13	6,533	0.44	0.63	Asc
<i>Ny. violacea</i>	13	16	1,066	0.25	0.42	Parv
<i>Ph. brasilianus</i>	48	14	6,661	0.3	0.51	Con

Distribución de los hospederos: Dulceacuícola (Dul), Salobre (Sal), Marino (Mar). S = índice de diversidad de Simpson. IBP = índice de dominancia de Berger-Parker. Especie dominante: Aris = *Aristocleidus hastatus*, Asc = *Ascocotye (Ph.) longa*, Con = *Contracaecum* sp., Echi = *Echinochasmus leopoldinae*, Erg = *Ergasilus* sp., Para = *Paracryptogonimus* sp., Parv = *Parvitaenia cochlearii*, Plam = *Pseudoleptorhynchoides lamothai*, Pse = *Pseudoacanthostomum panamense*.

en estadio juvenil, aunque sólo presentó una mayor abundancia en *Di. peruvianus* (Ancova $F = 7.28$, $P < 0.05$). En el caso de los nemátodos, *Contracaecum* sp. fue la especie más compartida (11 hospederos), siendo más abundante en *E. pictus* (Ancova $F = 10.69$, $P < 0.05$).

Discusión

Composición de la parasitofauna

La composición de la fauna parasitológica de una o varias especies de hospedero en un área determinada, así como la prevalencia y la intensidad de infecciones con que dichas infestaciones se presentan, tienen una gran importancia ecológica, ya que nos proporcionan información no sólo sobre la interacción entre los parásitos y sus hospederos, sino también de los factores que influyen sobre sus hábitos alimenticios y ciclos de vida (Bush *et al.*, 2001). Por lo tanto, generalmente los primeros datos que se requieren en el estudio de una comunidad de parásitos de tipo descriptivo, consisten en un listado de especies presentes.

En este sentido, la parasitofauna de 13 especies de peces y tres de aves colectadas principalmente de dos lagunas costeras del estado de Guerrero, estuvo constituida por 66 especies de parásitos (64 helmintos y dos crustáceos). No obstante, es probable que la parasitofauna real de las lagunas del estado sea mucho más rica, si consideramos que tan solo para la laguna de Tres Palos Gil (2005), reporta una ictiofauna constituida por unas 38 especies de peces, en tanto que Yañez-Arancibia (1978) reporta unas 34 especies para la laguna de Coyuca. Por lo que del total de especies presentes en cada laguna, solo han sido examinadas hasta ahora entre un 29 (Coyuca) y un 34% (Tres Palos).

Por otra parte, el registro parasitológico de las tres especies de aves ictiófagas *Ardea alba*, *Nyctanassa violacea* y *Phalacrocorax brasilianus* examinadas en las lagunas de Coyuca y Tres Palos, estuvo constituido por un total de 23 especies de helmintos (Tabla 1), de las cuales hasta la fecha solo unas nueve especies principalmente de digéneos, han sido registradas en los peces de estas lagunas en forma larvaria (Violante-González, 2006; Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007), por

lo que es posible estimar que tan solo de estas aves, se pueden registrar unas 14 especies más en los peces de estas lagunas en forma larvaria.

De acuerdo con la composición de especies de la parasitofauna, el grupo de los digéneos fue el mejor representado en cuanto a porcentaje de especies (48%) y de individuos (58%). Esta parece ser una característica de muchas comunidades de parásitos de peces dulceacuícolas (Salgado-Maldonado y Kennedy, 1997; Salgado-Maldonado *et al.*, 2001, 2004; Pineda-López *et al.*, 2005) y salobres (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007) en México, a diferencia de lo observado en las comunidades dulceacuícolas de regiones templadas, donde los acantocéfalos están mejor representados y los digéneos contribuyen en menor grado a la riqueza de especies (Leong y Holmes, 1981; Kennedy, 1990; Valtonen y Crompton, 1990), o en ambientes salobres donde los céstodos y los nemátodos son los grupos que contribuyen en un mayor grado (Valtonen *et al.*, 2001).

Los acantocéfalos y los nemátodos fueron también dos grupos importantes de parásitos dentro de la parasitofauna registrada, ya que representaron en conjunto un 25% del total de especies y el (8%) del total de individuos. Los nemátodos constituyen un grupo ampliamente diversificado entre los helmintos dulceacuícolas en México, en cambio los acantocéfalos son muy escasos (Salgado-Maldonado *et al.*, 2001, 2004; Pineda-López *et al.*, 2005). La abundancia de nemátodos y acantocéfalos en las lagunas estudiadas (16 especies), así como de la presencia de cuatro especies de céstodos (*P. cochlearii*, *Pa. caballeroi*, *Pr. chamelensis* y *Proteocephalus* sp.), pueden ser atribuidas a la gran abundancia de zooplancton que existe en estos cuerpos de agua salobre, como resultado de la gran productividad existente. Muchos integrantes del zooplancton como copépodos, ostrácodos y anfípodos, actúan como primeros hospederos intermediarios de helmintos de estos grupos de helmintos (Marcogliese, 1995). Por otra parte, algunos integrantes del plancton como los copépodos, no sólo juegan un papel importante en los procesos de transmisión de helmintos a los peces, sino que pueden actuar también como parásitos, como es el caso de *Ergasilus* sp., el cual infectó a 12 de los 13 hospederos examinados y representó el 30 % del total de parásitos recuperados en los peces, siendo por lo tanto el ectoparásito más importante registrado durante los muestreos.

Principales especies compartidas entre los peces

La composición de la parasitofauna de las dos principales lagunas estudiadas (Coyuca y Tres Palos), presentó dos componentes principales de especies, uno de origen dulceacuícola constituido principalmente por especies alogénicas generalistas, las cuales maduran en aves (por ejemplo, *A. (Ph.) longa*, *Au. compactum*, *Ec. leopoldinae*, *Contraecum* sp., *S. hispida*) y se encuentran ampliamente dispersas tanto entre hospederos de este mismo origen, como de aquellos salobres y marinos. Un segundo componente de origen marino, estuvo representado por especies autogénicas, principalmente monogéneos y digéneos las cuales son exclusivas de peces marinos, y no son compartidas con peces de otros orígenes.

La gran influencia de especies dulceacuícolas principalmente en las lagunas de Coyuca y Tres Palos, puede ser atribuida a las condiciones oligohalinas de estas lagunas (1.5 a 5 ups), como resultado de un gran aporte de agua dulce principalmente durante la temporada de lluvias, y a su conexión temporal con el medio marino (Violante-González, 2006). Una situación similar ha sido reportada por Valtonen *et al.* (2001) en la Bahía de Bothnian, la mayor área oligohalina del mar Báltico, en la cual las especies marinas representaron solo el 13%, de las 63 especies parásitos recuperadas de 31 especies de peces y las dulceacuícolas dominaron la composición de especies de la comunidad.

Valtonen *et al.* (2001) señalan además, que el intercambio de especies de parásitos entre peces marinos y dulceacuícolas observado en las aguas salobres del mar Báltico, ha sido probablemente el resultado de factores ecológicos que actúan a lo largo de cortas escalas de tiempo, más que de procesos evolutivos que actúan a través de periodos más largos; además de que el factor clave probablemente ha sido la presencia inmediata de hospederos intermediarios adecuados y definitivos. En las lagunas costeras estudiadas, ocurre un situación similar a lo observado en el Báltico, no obstante la abundancia de especies de origen marino (23/52) principalmente de monogéneos y varios digéneos adultos como *Neoapocreadium marina*, *Bucephalus margaritae*, *Pseudacaenodera cristata*, *Paropecoelus parupenei* y *Paracryptogonimus* sp., sólo la última especie es compartida entre tres hospederos de origen marino (*C. nigrescens*, *C. robalito* y *L. argentiventris*). Por lo tanto, la mayor parte de las especies de parásitos que intercambian los peces marinos con los dulceacuícolas o salobres, son parásitos que

son adquiridos una vez que han ingresado en las lagunas costeras, principalmente por medio de la predación de peces residentes o de invertebrados infectados. Esto parece indicar, que pocas especies de digéneos de origen marino, han podido encontrar hospederos adecuados (gasterópodos) en estas lagunas costeras.

Representatividad de los muestreos

Los resultados de la curva acumulativa de especies construida a partir del número de hospederos examinados (peces y aves), sugieren también que el registro parasitológico aún no está completo, dado que la curva no alcanza a estabilizarse (Fig. 2). Las curvas de acumulación de especies también llamadas curvas de colecta, son una herramienta útil para estimar la riqueza de especies en función del esfuerzo de muestreo empleado (Magurran, 2004). El esfuerzo de muestreo puede ser aplicado en este caso, no solo al número de hospederos examinados, sino también al número de lagunas muestreadas para cada uno de los hospederos. Por ejemplo, la riqueza de especies registrada para los Centropomidae *C. nigrescens* y *C. robalito* (24 y 16, respectivamente) fue significativamente mayor en comparación con las demás especies de peces (Tabla 2), lo cual puede ser atribuido a que estos hospederos fueron muestreados hasta en cinco lagunas distintas (Tabla 1). Las lagunas costeras presentan generalmente características ambientales muy diferentes, las cuales son determinadas por el grado de aporte de agua dulce, su tamaño, profundidad y nivel de conexión con el ambiente marino, factores que determina muchas veces las características de la composición de su ictiofauna (Yañez-Arancibia, 1978), y por lo tanto de su parasitofauna (Violante-González *et al.*, 2010, 2011).

Comunidades de parásitos

No obstante que las comunidades de parásitos de los peces examinados, pueden ser consideradas como pobres en especies (7 a 13 especies), poco diversas y altamente dominadas por una sola especie de parásito, la riqueza promedio estimada (4 especies) considerando solo las especies registradas en los peces (52 especies en 13 hospederos), fue más alta a la reportada por Pérez-Ponce de León *et al.* (1999) para peces de la Bahía de Chamela (0.80: 92 especies registradas, en 114 especies de peces) y por Valtonen *et al.* (2001) en peces de la Bahía de Bothnian (2.03: 63 especies

registradas en 31 especies de peces). Por otra parte, si consideramos además que de las 23 especies de helmintos registradas en las aves, solo unas 14 especies han sido registradas en forma larvaria en los peces de lagunas costeras de Guerrero (Violante-González *et al.* 2011, 2012), es posible que aún puedan ser registrados helmintos en forma larvaria de varias especies como: *Ap. cornu*, *A. (Phagicola) sp.*, *Cl. ovatum*, *Dr. olivaceus*, *E. californiensis*, *H. pumilio*, *M. facetum*, *Me. minutum*, *O. raminellae*, *R. ondatrae*, *Pa. caballeroi* y *S. trachea*. Por ejemplo, en los casos de las especies *Dr. olivaceus* y *R. ondatrae*, algunos estudios señalan que las metacercarias de estas especies se localizan generalmente sobre las escamas y la línea lateral de varias especies de cíclidos dulceacuícolas (Vidal-Martínez *et al.*, 2001). En este sentido, en las lagunas costeras del estado de Guerrero, habitan dos especies de cíclidos, una especie nativa (*Cichlasoma trimaculatum*) y otra introducida (*Oreochromis niloticus*), las cuales posiblemente sean los hospederos intermediarios de los dos helmintos anteriores, esto naturalmente puede incrementar aún más la riqueza de las comunidades componentes de algunas especies de peces y por lo tanto de la parasitofauna local.

La parasitofauna y el estatus trófico de las lagunas costeras

De acuerdo a la distribución de la parasitofauna entre los hospederos examinados, las especies alogénicas fueron más abundantes en cinco comunidades componentes (*Ci. trimaculatum*, *D. latifrons*, *E. pictus*, *G. maculatus* y *P. sphenops*), además de estar presentes en todas las comunidades de hospederos de origen marino (*C. nigrescens*, *C. robalito*, *L. argentiventris*, *Di. peruvianus* y *M. curema*). Algunas de las especies alogénicas más abundantes y más ampliamente dispersas entre los hospederos, como *A. (Ph.) longa*, *Au. compactum*, *Contraeaecum sp.*, *Ec. leopoldinae* y *S. hispida*, representaron en conjunto el 42% del total de parásitos registrados en peces. Todas estas especies de helmintos alogénicos, han sido registradas en las tres especies de aves ictiófagas examinadas, en las cuales alcanzan altos niveles de infección (Violante-González *et al.*, 2011, 2012).

Varios autores han señalado que las características presentadas por un cuerpo de agua principalmente su estatus trófico, tienen un efecto importante sobre la composición de la parasitofauna de peces en ambientes dulceacuícolas. En este sentido, Wisniewski (1958)

y Esch (1971) sugirieron que la proporción de larvas de parásitos que maduran en aves o mamíferos (alógenicas), se incrementa de los sistemas oligotróficos a los eutróficos. La eutrofización de un cuerpo de agua tiende con frecuencia a incrementar los niveles de parasitismo en peces, debido a que el incremento en la productividad origina un gran crecimiento poblacional de crustáceos y moluscos herbívoros y detritívoros, los cuales son utilizados como primeros hospederos intermediarios por muchas especies de helmintos (Zander y Reimer, 2002).

Por lo tanto, la abundancia de especies alógenicas registrada en las lagunas estudiadas, puede ser considerado como un reflejo de las condiciones ambientales existentes. De acuerdo con Banderas y González (2000) la productividad existente en la laguna de Tres Palos [clorofila-*a* = 80 a 106 μg^{-1}] corresponde a un sistema altamente hipertroficado, en el cual, la producción fotosintética se incrementa significativamente durante la temporada de lluvias, debido a un mayor volumen de aguas residuales que es transportado el río La Sabana y al poco intercambio de agua con el medio marino. Las condiciones que presenta esta laguna, son muy similares a las registradas en las otras lagunas estudiadas (Mitla, Coyuca, Tecomate y Chautengo). Por otra parte, las grandes poblaciones de aves acuáticas que viven de manera temporal o permanente en los márgenes de las lagunas costeras, contribuyen también al incremento de la eutrofización, ya que sus heces ricas en fósforo, fertilizan aún más el agua. Las aves juegan además un papel importante en el ciclo de vida de los parásitos alógenicos, al actuar como sus hospederos finales, así como en su diseminación a otros cuerpos lagunares.

Finalmente como conclusión podemos decir, que es muy posible que la riqueza de la parasitofauna de peces, así como de aves de las lagunas costeras de Guerrero, se incrementa de manera significativa, si un mayor número de hospederos y lagunas son examinados, como lo sugieren los resultados presentados.

Agradecimientos

Una mayor parte de los datos examinados en la presente investigación, fueron obtenidos con recursos proporcionados a los proyectos denominados: Parásitos del chiquilique *Emerita analoga* y su posible repercusión en la salud pública, Parásitos de rayas de importancia económica y ecológica en la bahía de Acapulco, Guerrero, financiados por la Universidad

Autónoma de Guerrero, así como con recursos proporcionados por el PROMEP (Programa de Mejoramiento del Profesorado) a la Red de Calidad y Desarrollo Sustentable, de la cual los autores forman parte.

Literatura citada

- Anderson, R. M. 1993. Epidemiology, in modern Parasitology (ed. F.E.G. Cox), Blackwell, Oxford 75-116 p.
- Banderas, T., y R. González. 2000. Eutrofización y estrategias de manejo de la laguna costera de Tres Palos, Acapulco, México. Resumen. XII Congreso Nacional de Oceanografía, Huatulco, Oaxaca, México.
- Bush, A. O., J. Fernandez, G. Esch, y J. R. Seed. 2001. Parasitism: The diversity and ecology of animal parasites. Cambridge University Press, 566 p.
- Esch, G. W. 1971. Impact of ecological succession the parasite fauna in centrarchids from oligotrophic and eutrophic ecosystems. The American Midland Naturalist, 86: 160-168.
- Esch, G. W., y J. C. Fernández. 1993. A functional biology of parasitism. Chapman and Hall, London.
- Gil, J. S. 2005. Sobreexplotación de las pesquerías en la laguna de Tres Palos México, Guerrero, México. Tesis de Maestría. U.C.D.R, UAGro.
- Holmes, J. C., y P. W. Price. 1986. Communities of parasites in chapter 9. In: Kikkawa, and D. J. Anderson (eds). Patterns and process. J. Community ecology: 1^a. Ed. Chapman and Hall. London. Pags, 335 p.
- Kennedy, C. R. 1990. Helminth communities in freshwater fishes: structures communities or stochastic assemblages? In: Esch, G.W., A. O. Bush, and J. M. Aho. (eds). Parasite communities: patterns and process, Chapman and Hall, London, pp. 131-156.
- Lafferty, K. D. 1997. Environmental parasitology: what can parasites tell us about human impacts on the environment?. Parasitology Today 13:251-255.
- Lafferty, K. D., y A. M. Kuris. 1999. How environmental stress affects the impacts of parasites. Limnology and Oceanography 44:925-931.
- Lamothe-Argumedo, R. 1997. Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres. AGT Editor, México, 43 p.
- Leong, T. S., y J. C. Holmes. 1981. Communities of metazoan parasites in open water fishes of Cold Lake, Alberta. Journal of Fish Biology 18:693-713.
- Magurran, A. E. 2004. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Marcogliese, D. J. 1995. The role of zooplankton in the transmission of helminth parasites of fish. Reviews in Fish Biology 5:336-371.
- Marcogliese, D. J. 2001. Pursuing parasites up the food

- chain: Implications of food web structure and function on parasite communities in aquatic systems. *Acta Parasitologica* 46:82-93.
- Marcogliese, D. J. 2005. Parasites of the superorganism: Are they indicators of ecosystem health?. *International Journal for Parasitology* 35:705-716.
- Overstreet, R., y S. Curran. 2004. Defeating diplostomoid dangers in USA catfish aquaculture. *Folia Parasitologica* 51:153-165.
- Pérez-Ponce de León, G. 2001. The Diversity of Digeneans (Platyhelminthes: Cercomeria: Trematoda) in Vertebrates in Mexico. *Comparative Parasitology* 68: 1-8.
- Pineda-López, R., G. Salgado-Maldonado, E. Soto-Galera, N. Hernández-Camacho, A. Orozco-Zamorano, S. Contreras-Robledo, G. Cabañas-Carranza, y R. Aguilar-Aguilar. 2005. Helminth parasites of viviparous fishes in México. *In: Harry, J. Grier, and Mary Carmen Uribe (eds). Viviparous Fishes. New Life Publications, Florida, pp. 437-456.*
- Price, P. W. 1980. Evolutionary biology of parasites. Princeton University Press, New Jersey. 237 p.
- Salgado-Maldonado, G., y C. R. Kennedy. 1997. Richness and similarity of helminth communities in the tropical cichlid fish *Cichlasoma urophthalmus* from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Parasitology* 114: 581-590.
- Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza, J. M. Caspeta-Mandujano, E. Soto-Galera, E. Mayén-Peña, D. Brailovski, y R. Báez-Valé. 2001. Helminth parasites of freshwater fishes of the Balsas river drainage basing of southwestern Mexico. *Comparative Parasitology* 68:196-203.
- Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza, E. Soto-Galera, R. Pineda-López, J. M. Caspeta-Mandujano, E. Aguilar-Castellanos, y N. Mercado-Silva. 2004. Helminth parasites of freshwater fishes of the Pánuco river basin, East Central Mexico. *Comparative Parasitology* 71:190-202.
- Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente, G. Halfter, R. González, I. March, A. Mohar, S. Anta, y J. De la Maza. 2009. Capital Natural de México. Síntesis: Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad (Primera edición), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México. 100 p.
- Sokal, R. R., y F. J. Rohlf. 1998. Biometry, 2nd ed. Freeman WH and Company, San Francisco, California. 859 p.
- Valtonen, E. T., y W. T. Crompton. 1990. Acanthocephala in fish from the Bothnian Bay, Finland. *Journal of Zoology* 220:619-639.
- Valtonen, E.T., K. Pulkinen, R. Poulin, y M. Julkunen. 2001. The structure of parasite component communities in brackish water fishes of the northeastern Baltic Sea. *Parasitology* 122:471-481.
- Vidal-Martínez, V. M., D. Pech, B. Sures, S. T. Purucker, y R. Poulin. 2009. Can parasites really reveal environmental impact?. *Trends in Parasitology* 26:44-51.
- Vidal-Martínez, V. M., L. Aguirre-Macedo, T. Scholz, D. González-Solís, y E. F. Mendoza-Franco. 2001. Atlas of helminth parasites of Cichlid fish of Mexico. Academy of Sciences of the Czech Republic, 165 p.
- Violante-González, J. 2006. Comunidades de parásitos metazoarios de peces, en dos lagunas costeras del Estado de Guerrero, México. Tesis Doctoral. CINVESTAV-IPN, Mérida, México, 154 p.
- Violante-González, J., y M. L. Aguirre-Macedo. 2007. Metazoan parasites of fishes from Coyuca Lagoon, Guerrero, Mexico. *Zootaxa* 1531:39-48.
- Violante-González, J., M. L. Aguirre-Macedo, y E. F. Mendoza-Franco. 2007. A checklist of metazoan parasites of fish from Tres Palos lagoon, Guerrero, Mexico. *Parasitology Research* 102:151-161.
- Violante-González, J., E. F. Mendoza-Franco, A. Rojas-Herrera, y S. Gil Guerrero. 2010. Factors determining parasite community richness and species composition in Black snook *Centropomus nigrescens* (Centropomidae) from coastal lagoons in Guerrero, Mexico. *Parasitology Research* 107:59-66.
- Violante-González, J., S. Monks, A. Rojas-Herrera, y S. Gil-Guerrero. 2011. Richness and Species Composition of Helminth Communities in Yellowfin Snook (*Centropomus robalito*) (Centropomidae) from Coastal Lagoons in Guerrero, Mexico. *Comparative Parasitology* 78:84-94.
- Violante-González, J., S. Monks, S. Gil Guerrero, A. Rojas-Herrera, R. Flores-Garza, y Edvino Larumbe-Morán 2011. Parasite communities of the Neotropical cormorant *Phalacrocorax brasilianus* (Gmelin) (Aves, Phalacrocoracidae) from two costal lagoons in Guerrero state, Mexico. *Parasitology Research* 109:1303-1309.
- Violante-González, J., S. Monks, S. Gil-Guerrero, A. A. Rojas-Herrera, y P. Flores-Rodríguez. 2012. Helminth communities of two species of piscivorous birds, *Ardea alba* (Linnaeus) and *Nyctanassa violacea* (Gmelin) (Ciconiiformes: Ardeidae), in two coastal lagoons from Guerrero state, Mexico. *Parasitology Research* 111:309-315.
- Wisniewski, W. L. 1958. Characterization of the parasitofauna of an eutrophic lake. *Acta Parasitologica Polonica* 6:1-64.
- Yáñez-Arancibia, A. 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. Centro de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Autónoma de México. *Publicaciones Especiales* 2:1-306.
- Zander, C. D., y L. W. Reimer. 2002. Parasitism at the ecosystem level in the Baltic Sea. *Parasitology* 124:119-135.

Revisión del uso de céstodos como indicadores de contaminación por metales pesados en mamíferos de medios terrestres

Jorge Falcón-Ordaz, Scott Monks, y Griselda Pulido-Flores

Resumen

En México son pocos los estudios realizados con invertebrados para conocer la concentración de metales pesados en el ambiente, los primeros trabajos fueron realizados con organismos acuáticos. Sin embargo, la necesidad de conocer la contaminación ambiental en medios terrestres ha llevado a los investigadores a utilizar otras herramientas, por ejemplo los helmintos, que se utilizan como bioindicadores de contaminación ambiental basados en su capacidad de absorción, y concentración de contaminantes del medio en su cuerpo. El uso de bioindicadores es ventajoso y económico comparado con el análisis directo de contaminantes por que solo las fracciones que están biológicamente disponibles son tomadas y concentradas por los animales. Por otro lado, los bioindicadores pueden ser utilizados como auxiliares en la detección de concentraciones bajas de contaminantes en el medio o en áreas que se cree están libres de contaminación.

Los céstodos, son parásitos del intestino de vertebrados, quienes al vivir en ese entorno pueden contener parte de los metales pesados que el vertebrado desecha debido a su capacidad de absorción por que cuentan con un tegumento a lo largo del cuerpo que permite el paso de los metales pesados al parásito. Es por esta particularidad que los céstodos pueden servir como excelentes bioacumuladores de metales pesados, sobre todo en ambientes terrestres.

Introducción

¿Qué es un organismo indicador de contaminación?

La importancia de encontrar indicadores para monitorear los efectos de la contaminación en el ambiente fue puesta de manifiesto hace más de veinte años, durante este tiempo se ha visto la necesidad de contar con diversas herramientas, por ejemplo, organismos cuya presencia y capacidad de absorción de sustancias permita conocer el grado de contaminación de un lugar. La evaluación de contaminación con organismos es a través de:

Bioindicador: organismo, parte de él o comunidad de organismos que contienen información de la calidad del ambiente o parte de éste por su capacidad de acumulación, dando información acerca del

estado químico de su medio por cambios en su fisiología y/o comportamiento (Market *et al.*, 2003; Sures, 2004).

Biomonitor: organismo, parte de un organismo o comunidad de organismos que contienen información en aspectos de cantidad de la calidad del ambiente. En estos casos el camino de un biomonitor es el ser un bioindicador pero éste no necesariamente debe cumplir los requerimientos de un biomonitor (Market *et al.*, 2003).

Un tercer tipo de organismo es el denominado indicador de acumulación, también llamado monitor o centinela, son organismos que demuestran específicamente o no, efectos en la respuesta a la exposición de ciertos elementos, compuestos o un número de sustancias que están disponibles biológicamente (Beeby, 2001; Market *et al.*, 2003; Sures, 2004).

Los organismos centinelas sirven para mapear la fracción de contaminación biodisponible en un ecosistema por su capacidad de retención para dichos contaminantes en sus tejidos. Estos organismos son efectivos si integran una señal de contaminación de un área en un intervalo de tiempo, el cual puede medirse y mostrar una correspondencia simple entre los niveles del tejido y el ambiente.

Los centinelas pueden ser utilizados de tres maneras: Acumulador, que incrementa analíticamente la sensibilidad para un contaminante; compara la concentración entre sitios, resume la señal de un complejo de contaminantes. Integrador, que provee datos a lo largo del tiempo y del espacio; y Medida de exposición, que sirve para cuantificar la biodisponibilidad de un contaminante en particular (Beeby, 2001).

Sures (2004) menciona nueve puntos que deben cumplir los organismos que son utilizados como centinelas:

- 1.- Alto potencial de acumulación y la misma correlación entre el contenido del contaminante del centinela y el promedio de la concentración del contaminante en el medio en todas las localizaciones, y bajo todas las condiciones.
- 2.- No se deben utilizar organismos muertos.
- 3.- Sedentario o con una distribución geográfica definida, para encontrar una relación entre áreas estudiadas.
- 4.- Cuerpo grande para proveer suficiente tejido para su análisis.
- 5.- Especie abundante para no alterar la estructura de edad o tener un efecto significativo en la población.
- 6.- Dispersos para facilitar comparaciones entre diferentes áreas.
- 7.- Fácil de coleccionar e identificar.
- 8.- Fisiológicamente bien estudiados, incluyendo los efectos de edad, tamaño, estacionalidad, y actividad reproductiva en la asimilación de los contaminantes.
- 9.- Organismos con periodos de vida largos para la integración de contaminantes por amplios lapsos de tiempo.

Parásitos como indicadores de contaminación

Los parásitos han incrementado su atractivo desde que se estudian desde el punto de vista ecológico y por que son potenciales indicadores de la calidad ambiental ya que responden de diferente manera a la

contaminación antropogénica. Durante la búsqueda de indicadores para monitorear los efectos de la contaminación en el ambiente se han utilizado los helmintos por su capacidad de absorción, y concentración de contaminantes del medio en su cuerpo. Con base en esta capacidad pueden ser utilizados como auxiliares en la detección de concentraciones bajas de contaminantes en el medio o en áreas que se cree están libres de contaminación, ya que estos parásitos pueden acumular concentraciones que pueden ser altas en comparación con sus hospederos o el ambiente (Sures, 2004; Sures *et al.*, 1999).

La gran mayoría de estudios sobre contaminación involucrando parásitos han sido en medios acuáticos (Sures *et al.*, 1999), los primeros en ser utilizados fueron *Gyrodactylus* sp., parásitos de peces con los cuales se detectó la contaminación de sedimentos; acantocéfalos en la contaminación de efluentes municipales e industriales y *Ligula intestinalis* como indicador de metales pesados (Billiard y Khan, 2003; Marcoglise *et al.*, 1998; Oyoo-Okoth *et al.*, 2010; Tekin-Ozan y Kir, 2005; Tekin-Ozan y Barlas, 2008; Tenora *et al.*, 2000). En México se han realizado investigaciones de calidad ambiental utilizando a los helmintos parásitos de peces como bioindicadores en el río Metztlán, y Laguna de Tecocomulco, Hidalgo (Pulido-Flores *et al.*, 2005; Monks y Pulido-Flores, 2008; Monks *et al.*, 2013) y en los lagos de San Miguel, Limón y Caracol, Chiapas (Sánchez-Ramírez *et al.*, 2007).

En contraste, las investigaciones con parásitos en ambientes terrestres es menor, por eso la necesidad de buscar centinelas para este tipo de ambientes es inminente. Hasta la fecha sólo se han llevado a cabo estudios para parásitos de mamíferos como roedores, cerdos, ovinos y también en algunas aves. Los resultados que se han encontrado evidencian que los nemátodos de mamíferos son similares a los de peces ya que no son eficientes indicadores de acumulación de contaminantes (Sures, 2004), por que a diferencia de los otros helmintos utilizados, estos organismos cuentan con una cutícula que no permite la libre absorción a través de su cuerpo.

El uso de helmintos parásitos de mamíferos como centinelas de contaminación por metales pesados

Son pocos los trabajos publicados a nivel mundial (61) que versan sobre el uso de helmintos parásitos

de diferentes vertebrados como centinelas de contaminación por metales pesados.

La información disponible de parásitos indicadores de contaminación por metales pesados que utilizan como hospederos mamíferos es escasa, estos estudios detallan el análisis de metales como Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Zinc (Zn) y Níquel (Ni). Se han analizado acantocéfalos (*Macracanthorhynchus hirudinaceus*), nemátodos (*Ascaris suum*) y digéneos (*Fasciola hepatica*) de ganado porcino y bovino provenientes de rastros de Bolivia y Alemania (Greichus, 1980; Sures *et al.*, 1998; Sures *et al.*, 2000). El estudio con acantocéfalos realizado por Sures y colaboradores (2000) quienes experimentalmente observaron la acumulación de plomo en *Molniliiformis moniliformis* arrojó que las hembras acumulan más plomo, que los órganos de su hospedero (ratas) a diferencia de los machos, que acumulan la misma cantidad de metal que los órganos de los roedores.

En el caso de los nemátodos solo dos estudios se han realizado con estos parásitos en mamíferos silvestres, el primero fue con *Protospirura muricola* parásito de un topo (*Heliophobius argenteocinereus*) proveniente de Malawi, África, en el cual se detectaron concentraciones altas de Pb, Cd, Cu y Zn con respecto a su hospedero (Barus *et al.*, 2003). El segundo trabajo se llevó a cabo en una zona contaminada de la República Checa con ejemplares de zorras rojas parasitadas por *Toxocara leonina*, de quienes se analizaron metales como Pb, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni y Zn, observando que el nemátodo acumuló mayor cantidad de metales pesados que su hospedero con excepción de Cd (Jankovska *et al.*, 2010a). Con los estudios anteriores se vislumbra una gran oportunidad para el uso de los helmintos de contaminación en medios terrestres.

Céstodos como indicadores de contaminación por metales pesados

Los céstodos son organismos pertenecientes al phylum Platyhelminthes que se caracterizan por tener el cuerpo aplanado dorsoventralmente, su cuerpo está dividido en tres regiones: escólex, cuello y estróbilo con forma de cinta, carecen de cutícula y presencia de parénquima. Llegan a medir desde 1 milímetro hasta varios metros como en el caso de *Taenia solium* que mide de 6 a 8 m (Lamothe-Argumedo, 1983).

El tegumento que cubre el cuerpo de los céstodos es un tejido vivo, puesto que a través de él absorben los nutrientes necesarios ya sea por difusión o por

transporte activo, debido a que carecen de aparato digestivo. El tegumento se encuentra constituido por dos capas: la externa formada por una serie de proyecciones citoplasmáticas (microvellosidades o microtricos), que cubren todo el cuerpo del parásito, aumentando la superficie de absorción. La segunda capa es llamada citoplasmática donde se localizan un gran número de organelos celulares (Lamothe-Argumedo, 1983; Lamothe-Argumedo y García-Prieto, 1988).

El monitoreo de metales pesados en diferentes tipos de ambientes utilizando céstodos se inició hace 15 años (Tabla 1), los primeros estudios fueron en ambientes acuáticos donde se involucraron peces con sus parásitos, el trabajo inicial se realizó con los céstodos *Bothriocephalus scorpii* y *Monobothrium wagneri* parasitando a *Scophthalmus maximus* y *Tinca tinca* respectivamente; tanto en los peces como en los parásitos se analizaron metales como Pb y Cd, encontrando concentraciones de los contaminantes más altas en los cestodos, que las encontradas en sus hospederos (Sures, *et al.*, 1997).

Posteriormente se hizo un estudio donde se revisaron larvas del céstodo *Ligula intestinalis* encontradas en peces, además de analizar Pb y Cd se agregó el Cr (Tenora, *et al.*, 2000). Así mismo, se ha trabajado con céstodos parásitos de aves en los cuales se incluyó Ni como metal pesado analizado (Barus *et al.*, 2000; Tenora *et al.*, 2001).

A partir del año 2002 se iniciaron investigaciones con céstodos parásitos de mamíferos dentro de las cuales aparte de analizar Cd, Cr, Ni y Pb se incluyeron los metales Cu, Mn, Mb y Zn, los resultados de estos estudios han demostrado que los céstodos son buenos indicadores de la bioacumulación de metales pesados principalmente para Pb en céstodos parásitos de roedores de la familia Muridae (Sures *et al.*, 2003; Sures *et al.*, 2002; Torres *et al.*, 2006), lo que queda de manifiesto en los trabajos con *Hymenolepis diminuta* y *Cysticercus fasciolaris*, parásitos de *Rattus norvegicus* y *R. rattus* provenientes de El Cairo, Egipto y Teherán, Irán (Sures *et al.*, 2003, Teimoori *et al.*, 2014). En lo que se refiere a estudios con helmintos parásitos de mamíferos silvestres se tienen investigaciones en Europa, donde se ha analizado la presencia de Cd y Pb en el ambiente a través de los céstodos de los roedores (*Apodemus sylvaticus*), en dicho estudio se ratifican los céstodos como indicadores de la presencia de Pb en el ambiente (Torres *et al.*, 2004; Torres *et al.*, 2006).

Tabla 1. Estudios de bioacumulación de metales pesados en céstodos parásitos de diferentes hospederos

ESPECIE DE CÉSTODO	HOSPEDERO	Al	As	Ba	Be	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Se	Sn	Te	Ti	Ti	U	Zn	REFERENCIA	
<i>Cysticercus fasciolaris</i> y <i>H. diminuta</i>	<i>Rattus norvegicus</i> y <i>R. rattus</i> (M)						X																Teimoori et al., 2014	
Dilepididae	<i>Peromyscus difficilis</i> (M)	X				X		X						X									X	Falcón-Ordaz et al., 2013
<i>Songa parva</i>	<i>Chama micropeltes</i> (P)					X		X				X			X								X	Yen Nhi et al., 2013
<i>Bathylabium rectangulum</i>	<i>Barbus barbatus</i> (P)					X	X							X	X									Banus et al., 2012
<i>Moniezia expanda</i>	<i>Ovis aries</i> (M)					X		X				X											X	Jankovska et al., 2011
<i>M. expanda</i>	<i>O. aries</i> (M)														X									Jankovska et al., 2010a
<i>Rodentolepis microstoma</i>	<i>Mus domesticus</i> (M)					X									X									Torres et al., 2011
Mesocostoides spp.	<i>Vulpes vulpes</i> (M)					X	X	X				X		X	X								X	Jankovska et al., 2010
<i>Ligula intestinalis</i>	<i>Rastroneobola argentea</i> (P)					X	X	X							X									Oyoo-Okoth et al., 2010
<i>Railletina micracantha</i>	<i>Columba livia</i> (A)					X	X	X		X		X			X								X	Torres et al., 2010
<i>Paranocephala dentata</i>	<i>Microtus agrestis</i> (M)		X			X	X	X						X	X								X	Jankovská et al., 2009
<i>P. dentata</i>	<i>Clethrionomys glareolus</i> (M)					X								X	X								X	Jankovská et al., 2009
<i>Proteocephalus macrocephalus</i>	<i>Anguilla anguilla</i> (P)					X								X	X								X	Eira C. et al., 2009
<i>L. intestinalis</i>	<i>Tinca tinca</i>					X			X			X			X								X	Tekin-Ozan y Barlas, 2008
<i>Trienocephalus nodulosus</i>	<i>Perca fluviatilis</i> (P)					X	X	X						X	X								X	Popielek et al., 2007
<i>Anthobothrium</i> sp.	<i>Carcharhinus dussumieri</i> (Ch)					X									X									Malek et al., 2007
<i>Paronygmatobothrium</i> sp.	<i>C. dussumieri</i> (Ch)					X									X									Malek et al., 2007
<i>Bathriocephalus acheilognathi</i>	<i>Laboebarbus kimberleyensis</i> (P)					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Retief et al., 2006
<i>Skjoldiaetania labata</i>	<i>Apodemus sylvaticus</i> (M)					X									X									Torres et al., 2006
<i>L. intestinalis</i>	<i>Tinca tinca</i> (P)					X	X	X	X			X			X								X	Tekin-Ozan y Kir, 2005
<i>Mosgovia ctenoides</i>	<i>Oxytelagus curvicaulus</i> (M)					X									X									Eira et al., 2005
<i>Galligoides sarfaei</i>	<i>A. sylvaticus</i> (M)					X									X									Torres et al., 2004
<i>Hymenolepis diminuta</i>	<i>R. norvegicus</i> (M)					X									X									Sures et al., 2003
<i>Inemicapsifer anvicanthidis</i>	<i>Heliothobius argenteocinerus</i> (M)					X									X								X	Barus et al., 2003
<i>H. diminuta</i>	<i>R. norvegicus</i> (M)					X									X									Sures et al., 2002
<i>Proteocephalus percae</i>	<i>Perca fluviatilis</i> (P)					X									X								X	Turcekova et al., 2002
<i>Diploposthe laevis</i>	<i>Aythya terina</i> (A)					X								X	X									Tenora et al., 2001
<i>Microsomacanthus compressa</i>	<i>Aythya nyroca</i> (A)					X								X	X									Tenora et al., 2001
<i>Ligula intestinalis</i>	<i>Phalacrocorax carbo</i> (A)					X									X									Barus et al., 2000
<i>Confluenta capillaroides</i>	<i>Podiceps cristatus</i> (A)					X									X									Barus et al., 2000
<i>Cladotaenia globifera</i>	<i>Buteo buteo</i> (A)					X									X									Barus et al., 2000
Mesocostoides perlatus	<i>Accipiter gentilis</i> (A)					X									X									Barus et al., 2000
<i>L. intestinalis</i>	<i>Abramis brama</i> (P)					X	X	X							X									Tenora et al., 2001
<i>L. intestinalis</i>	<i>Rutilus rutilus</i> (P)					X	X	X							X									Tenora et al., 2001
<i>L. intestinalis</i>	<i>Blicca bjoerkna</i> (P)					X	X	X							X									Tenora et al., 2001
<i>Monobothrium wagneri</i>	<i>Tinca tinca</i> (P)					X									X									Sures et al., 1997
<i>Bathriocephalus scorpii</i>	<i>Scophthalmus maximus</i> (P)					X									X									Sures et al., 1997

Estudios con *Mosgovoyia ctenoides* parásita de *Oryctolagus cuniculis* e *Inermicapsifer arvicanthidis* proveniente de *Heliophobius argenteocinereus* registraron concentraciones bajas de metales pesados con respecto a lo obtenido en sus hospederos (Barus *et al.*, 2003; Eira *et al.*, 2005), por lo que se concluye que estos dos modelos no son convenientes para el estudio de contaminación por metales pesados a diferencia de los trabajos anteriores.

Estudios de contaminación por metales pesados en México

En México son escasos los estudios realizados para conocer la contaminación ambiental por metales pesados utilizando como indicadores algún organismo invertebrado; dos de ellos fueron en el año de 1998: el primero fue realizado por Villanueva y colaboradores en dos localidades del estado de Veracruz (Río Coatzacoalcos y Laguna del Ostión) utilizando como organismos de bioacumulación peces, crustáceos y moluscos, dichos autores analizaron Cu, Fe, Mn, Ni y Zn en los tejidos de los diferentes organismos, encontrando que las concentraciones de los metales es baja, presentando una acumulación los elementos analizados en la siguiente secuencia: moluscos>crustáceos>peces.

En el segundo estudio se analizaron cuatro organismos filtradores: moluscos (*Crassostrea corteziensis* y *Mytella strigata*) y esponjas (*Sigmadocia caerulea* y *Zygomycela parishii*), provenientes de las costas de Mazatlán, extrayendo los Cu, Cr, Co, Cd, Fe, Mn,

Ni, Pb y Zn, encontrando que las concentraciones de los metales pesados en el tejido de estos organismos son bajas, correspondiendo a los niveles naturales de dichas especies filtradoras (Paez-Osuna *et al.*, 1988).

En el mismo tenor del estudio anterior está el de Lango-Reynoso *et al.*, (2010), ya que evaluaron la concentración de metales pesados (Ar, Cd y Pb) en ostiones provenientes de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, observando que las concentraciones de Cd en estos moluscos rebasan los límites permisibles de consumo que establecen las normas sanitarias, representando un riesgo para la salud humana.

Sánchez-Ramírez *et al.* (2007) evaluaron la presencia y abundancia de monogéneos de la especie *Cichlidogyrus sclerosus* como parásito de *Oreochromis niloticus*, los cuales estuvieron expuestos a diferentes concentraciones de hidrocarburos policíclicos y metales pesados en tres lagos de Chiapas.

Falcón-Ordaz y colaboradores en 2013 realizaron un análisis de metales pesados en céstodos de la familia Dilipididae parásitos de roedores (*Peromyscus difficilis*), provenientes de un área rural poco perturbada del municipio de Otumba México, encontrando que los metales pesados fueron Al, Cd, Zn, Fe, Ni y Pb, de los cuales este último fue el que se encontró con mayor concentración, en comparación con registros previos a nivel mundial (Tabla 2).

Conclusiones

A pesar de los resultados presentados por Barus, *et al.* (2003) y Eira, *et al.* (2005) el uso de céstodos como

Tabla 2. Concentraciones (mg kg⁻¹ peso seco) de metales pesados en céstodos parásitos de algunos roedores

Especie/ Familia	Pb	Cd	Cr	Zn	Ni	Fe	Al	Referencia
<i>Cysticercus fasciolaris</i> / 4		0.12	0.21					Teimoori <i>et al.</i> , 2014
<i>Hymenolepis diminuta</i> / 1		0.37	0.39					Teimoori <i>et al.</i> , 2014
Dilepididae	31.533	ND		85.476	14.422	106.98	49.64	Falcón-Ordaz <i>et al.</i> , 2013
<i>Rodentolepis microstoma</i> / 1	0.241	0.048						Torres <i>et al.</i> , 2011
<i>Paranocephala dentata</i> / 2	4.67-11.43	0.102-0.360		156.0-199.7	0.350-0.506			Jankovská <i>et al.</i> , 2009
<i>Paranocephala dentata</i> / 2	1.60-6.83	0.305-3.641		90.7-199.0	0.350-0.699			Jankovská <i>et al.</i> , 2009
<i>Skrjabinotaenia lobata</i> */ 3	0.581	0.132						Torres <i>et al.</i> , 2006
<i>Skrjabinotaenia lobata</i> + / 3	1.229	0.169						Torres <i>et al.</i> , 2006
<i>Gallegoides sarfaai</i> / 2	0.364	0.075						Torres <i>et al.</i> , 2004
<i>Hymenolepis diminuta</i> ^ / 1	19							Sures <i>et al.</i> , 2003
<i>Hymenolepis diminuta</i> # / 1	19.5							Sures <i>et al.</i> , 2003
<i>Inermicapsifer arvicanthidis</i> / 2	1.42	0.17		584.57				Barus <i>et al.</i> , 2003
<i>Hymenolepis diminuta</i> / 1	27.2							Sures <i>et al.</i> , 2002

Datos de dos localidades en el mismo trabajo * Parque Nacional Begues a 32 Km de Barcelona, España. + Tiradero de residuos municipales Garraf en Gavã, Barcelona, España. ^ Helwan, Egipto. # Abou Rawash, Egipto. Familia de céstodo 1) Hymenolepididae, 2) Anoplocephalidae, 3) Catenotaeniidae y 4) Taeniidae.

“indicadores de bioacumulación” o centinelas en medios terrestres ha sido de gran ayuda puesto que estos organismos cumplen con varios de los puntos propuestos por Sures (2004):

Presentan un tamaño adecuado para la obtención de materia orgánica seca, además de su capacidad de absorción por presentar un tegumento vivo.

Se pueden considerar organismos centinelas con base en su alto potencial de acumulación de contaminantes en su cuerpo [lo que se ha comprobado en los diversos trabajos presentados en la Tabla 2] (Falcón-Ordaz *et al.*, 2013; Jankovská *et al.*, 2009, 2010a, 2010b, 2011; Retief *et al.*, 2006; Torres *et al.*, 2004, 2006, 2011).

Los organismos siempre se obtienen vivos, los estudios han sido puntuales de acuerdo con la localización geográfica de los hospederos, proporcionan suficiente tejido (por el tamaño que llegan a presentar) para el análisis de metales y son fáciles de colectar.

Con base en los trabajos de céstodos, estos organismos tienen una gran capacidad de bioacumulación de Pb y Zn. Como se observa en la Tabla 2, existen diferencias para la acumulación de estos metales dependiendo de la familia de céstodos analizados, teniendo que para el Pb las que más acumulan son Hymenolepididae y Dilipididae (cabe mencionar que de esta familia solo existe un trabajo), mientras que para el Zn es la Anoplocephalidae.

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento otorgado al proyecto de Ciencia Básica “El efecto de hibridación en la diversidad de helmintos parásitos de peces del género *Xiphophorus*”, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, clave CB-2009-01-127310.

Literatura citada

Barus, V., F. Tenora, y S. Kracmar. 2000. Heavy metal (Pb, Cd) concentrations in adult tapeworms (Cestoda) parasitizing birds (Aves). *Helminthologia* 37:131-136.

Barus, V., F. Tenora, y R. Sumbera. 2003. Relative concentrations of four heavy metals in the parasites *Protopolysiphon muricola* (Nematoda) and *Inermicapsifer arvicanthidis* (Cestoda) in their definitive host silver mole-rat (*Heliophobius argenteocinereus*: Rodentia). *Helminthologia* 40:227-232.

Barus, V., A. Simkova, M. Prokes, M. Penaz, y L. Vetesnik. 2012. Heavy metals in two host-parasite systems: tapeworm vs. fish. *Acta Veterinaria Brno* 81: 313-317.

Beeby, A. 2001. What do sentinels atand for?. *Environmental Pollution*. 112:285-298.

Billiard, S. M., y R. A. Khan. 2003. Chronic stress in cunner, *Tautoglabrus adspersus* exposed to municipal and industrial effluents. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 55:9-18.

Eira, C., J. Torres, J. Vingada, y J. Miquel. 2005. Concentration of some toxic elements in *Oryctolagus cuniculus* and in its intestinal cestode *Mosgovoyia ctenoides*, in Dunas de Mira (Portugal). *Science of the Total Environment* 346: 81-86.

Falcón-Ordaz, J., S. Monks, G. Pulido-Flores, y C. Romo-Gómez. 2013. Análisis de metales pesados en un céstodo de la familia Dilipididae. *En* G. Pulido-Flores, G., y S. Monks. (Ed.). *Estudios Científicos en el estado de Hidalgo y Zonas Aledañas. Volumen II. Zea Book*, University of Nebraska Lincoln. Nebraska, U.S.A. pp. 59-63.

Greichus, A. 1980. Identification and quantification of some elements in the hog roundworm, *Ascaris lumbricoides suum*, and certain tissues of its host. *International Journal for Parasitology* 10:89-91.

Jankovská, I., D. Miholová, I. Langrová, V. Bejcek, J. Vadlejch, D. Koliová, y M. Sulcs. 2009. Influence of parasitism on the use of small terrestrial rodents in environmental pollution monitoring. *Environmental Pollution* 157: 2584-2586.

Jankovska, I., D. Lukesova, J. Szakova, I. Langrova, J. Vadlejch, Z. Cadkova, P. Valek, M. Petrtyl, y M. Kudrnacova. 2011. Competition for minerals (Zn, Mn, Fe, Cu) and Cd between sheep tapeworm (*Moniezia expansa*) and its definitive host sheep (*Ovis aries*). *Helminthologia* 48: 237-243.

Jankovska, I., D. Miholová, V. Bejcek, J. Vadlejch, M. Sulc, J. Szakova, y I. Langrova. 2010a. Influence of parasitism on trace element contents in tissues of Red Fox (*Vulpes vulpes*) and its parasites *Mesocestoides* spp. (Cestoda) and *Toxascaris leonia* (Nematoda). *Archives Environmental Contamination and Toxicology* 58: 469-477.

Jankovska, I., J. Vadlejch, J. Szakova, D. Miholova, P. Kunc, I. Knizkova, y I. Langrova. 2010b. Experimental studies on the lead accumulation in the cestode *Moniezia expansa* (Cestoda: Anoplocephalidae) and its final host (*Ovis aries*). *Ecotoxicology* 19:928-932.

Lamothe-Argumedo, R. 1983. *Introducción a la Biología de los Platelminetos*. México, Distrito Federal, México. AGT Editor, S. A. 143 p.

Lamothe-Argumedo, R., y L. García-Prieto. 1988. *Helminthiasis del hombre en México. Tratamiento y profilaxis*. México, Distrito Federal, México. AGT Editor, S. A. 139 p.

Lango-Reynoso, F., C. Landeros-Sánchez, y M. del R. Castañeda Chávez. 2010. Bioaccumulation of Cadmium (Cd), Lead (Pb) and Arsenic (As) in *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791), from Tamiahua Lagoon system,

- Veracruz, Mexico. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 26: 201-210.
- Malek, M., M. Haseli, I. Mobedi, M. Ganjali, y K. MacKenzie 2007. Parasites as heavy metal bioindicators in the shark *Carcharhinus dussumieri* from the Persian Gulf. *Parasitology* 134: 1053-1056.
- Marcoglise, D. J., J. J. Nagler, y D. G. Dyr. 1998. Effects of exposure to contaminated sediments on the parasite fauna of American plaice (*Hippoglossoides platessoides*). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 61: 88-95.
- Market, B. A., A. M. Breure, y H. G. Zechmeister. 2003. Definitions, strategies and principles for bioindication/bio-monitoring of the environment. *En* Market, B. A., A. M. Breure, y H. G. Zechmeister. (Ed.) *Bioindicators and biomonitoring*. London, England. Elsevier Science Ltd. pp. 3-36.
- Monks, S., y G. Pulido-Flores. 2008. Helmintos bioindicadores de la calidad del agua en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlan, Hidalgo, México. *En* Pulido-Flores, G., A. L. López-Escamilla, y M. T. Pulido-Silva (Eds.), *Estudios biológicos en las áreas naturales del estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. pp. 107-115.
- Monks, S., Pulido-Flores, G., Bautista-Hernández, C. E., Alemán-García, B., Falcón-Ordaz, J., y J. C. Gaytán-Oyazún. 2013. El uso de helmintos parásitos como bioindicadores en la evaluación de la calidad del agua: Lago de Tecocomulco vs. Laguna de Metztitlán, Hidalgo, México. *En* Pulido-Flores, G., y S. Monks (Eds.), *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas Vol. II*. Lincoln, Nebraska: Zea Books. pp. 25-34.
- Oyoo-Okoth, E., A. Wim, O. Osano, M. H. Kraak, V. Ngure, J. Makwali, y P. S. Orina. 2010. Use of the fish endoparasite *Ligula intestinalis* (L. 1758) in an intermediate cyprinid host (*Rastreneobola argentea*) for biomonitoring heavy metal contamination in Lake Victoria, Kenya. *Lakes and Reservoirs. Research and Management* 15:63-73.
- Paez-Osuna, F., G. Izaguirre-Fierro, R. Godoy-Meza, F. Gonzalez-Farias, y J. I. Osuna-Lopez. 1988. Metales pesados en cuatro especies de organismos filtradores de la región costera de Mazatlan: técnicas de extracción y niveles de concentración. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 4:33-41.
- Popiolek, M., A. Okulewicz, W. Dobicki, y R. Nowak. 2007. Heavy metal concentration in plerocercoids of *Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781) (Cestoda: Triaenophoridae) and in different organs of their host-perch *Perca fluviatilis* (L.). *Wiadomości Parazytologiczne* 53:21-24.
- Pulido-Flores, G., S. Monks, y J. A. Gordillo-Martínez. 2005. Monitoreo de bajo costo en la evaluación de la calidad ambiental. *Revista Internacional de Ciencias Ambientales*. 21 (suppl. 1):578-583.
- Retief, N. R., A. Avenant-Oldewage, y H. du Preez. 2006. The use of cestode parasites from the largemouth yellowfish, *Labeobarbus kimberleyensis* (Gilchrist and Thompson, 1913) in the Vaal Damm, South Africa as indicators of heavy metals bioaccumulation. *Physics and Chemistry of the Earth* 31:840-847.
- Sánchez-Ramírez, C., V. M. Vidal-Martínez, M. L. Aguirre-Macedo, R. P. Rodríguez-Canul, G. Gold-Bouchot, y B. Sures. 2007. *Cichlidogyrus sclerosus* (Monogenea: Ancyrocephalinae) and its host, the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), as bioindicators of chemical pollution. *Journal of Parasitology*, 93:1097-1106.
- Sures, B. 2004. Environmental parasitology: relevancy of parasites in monitoring environmental pollution. *Trends in Parasitology* 20: 170-177.
- Sures, B., M. Franken, y H. Taraschewski. 2000. Element concentrations in the archiacanthocephalan *Macracanthorhynchus hirudinaceus* compared with those in the porcine host from a slaughterhouse in la Paz, Bolivia. *International Journal for Parasitology* 30:1071-1076.
- Sures, B., K. Grube, y H. Taraschewski. 2002. Experimental studies on the lead accumulation in the cestode *Hymenolepis diminuta* and its final host, *Rattus norvegicus*. *Ecotoxicology* 11:365-368.
- Sures, B., G. Jürges, y H. Taraschewski. 1998. Relative concentrations of heavy metals in the parasites *Ascaris suum* (Nematoda) and *Fasciola hepatica* (Digenea) and their respective porcine and bovine definitive hosts. *Hepatica*. *International Journal for Parasitology* 28:1173-1178.
- Sures, B., T. Scheible, A. R. Bashtar, y H. Taraschewski. 2003. Lead concentrations in *Hymenolepis diminuta* adults and *Taenia taeniaeformis* larvae compared to their rat hosts (*Rattus norvegicus*) sampled from the city of Cairo, Egypt. *Parasitology* 127:483-487.
- Sures, B., R. Siddall, y H. Taraschewski. 1999. Parasites as Accumulation Indicators of Heavy Metal Pollution. *Parasitology Today* 15:16-21.
- Sures, B., H. Taraschewski, y J. Rokicki. 1997. Lead and cadmium content of two cestodes, *Monobothrium wagneri* and *Bothriocephalus scorpii*, and their fish hosts. *Parasitology Research* 83:618-623.
- Teimoori, S., A. Sabour-Yaraghi, M. S. Makki, F. Shahbazi, S. Nazmara, M. B. Rokni, A. Mesdaghinia, A. Salah-Moghaddam, M. Hosseini, A. Rakhshanpour, y G. Mowlavi. 2014. Heavy metal bioabsorption capacity of intestinal helminths in urban rats. *Iranian Journal of Public Health* 43: 310-315.
- Tekin-Ozan, S., y M. Barlas. 2008. Concentrations of selected heavy metals in *Ligula intestinalis* L. 1758 plerocercoids (Cestoda) compared to it host's (*Tinca tinca* L., 1758) organs from Beysehir Lake (Turkey). *Helminthologia* 45:76-80.

- Tekin-Ozan, S., y I. Kir. 2005. Comparative study on the accumulation of heavy metals in different organs of tench (*Tinca tinca* L. 1758) and plerocercoids of its endoparasite *Ligula intestinalis*. *Parasitology Research* 97:156-159.
- Tenora, F., V. Barus, S. Kracmar, y J. Dvoracek. 2000. Concentrations of some heavy metals in *Ligula intestinalis* plerocercoids (cestoda) and *Philometra ovata* (Nematoda) compared to some of their hosts (Osteichthyes). *Helminthologia* 37:131-136.
- Tenora, F., S. Kracmar, M. Prokes, V. Barus, y J. Sitko. 2001. Heavy metal concentrations in tapeworms *Diploposthe laevis* and *Microsomacanthus compressa* parasitizing aquatic birds. *Helminthologia* 38:63-66.
- Torres, J., J. de Lapuente, C. Eira, y J. Nadal. 2004. Cadmium and lead concentrations in *Gallegoides sarfaai* (Cestoda: Anoplocephalidae) and *Apodemus sylvaticus* (Rodentia: Muridae) from Spain. *Parasitology Research* 94:468-479.
- Torres, J., C. Eira, J. Miquel, P. Foronda, y C. Feliu. 2011. Cadmium and lead concentrations in *Moniliformis moniliformis* (Acanthocephala) and *Rodentolepis microstoma* (Cestoda), and in their definitive hosts, *Rattus rattus* and *Mus domesticus* in El Hierro (Canary Archipelago, Spain). *Acta Parasitologica* 56:320-324.
- Torres, J., P. Foronda, C. Eira, J. Miquel, y C. Feliu. 2010. Trace element concentrations in *Raillietina micracantha* in comparison to its definitive host, the Feral Pigeon *Columba livia* in Santa Cruz de Tenerife (Canary Archipelago, Spain). *Archives Environmental Contamination and Toxicology* 58:176-182.
- Torres, J., J. Peig, C. Eira, y M. Borrás. 2006. Cadmium and lead concentrations in *Skrjabinotaenia lobata* (Cestoda: Catenotaeniidae) and its host, *Apodemus sylvaticus* (Rodentia: Muridae) in the urban dumping site of Garraf (Spain). *Environmental Pollution* 143:4-8.
- Turcekova, L., V. Hanzelova, y M. Spakulova. 2002. Concentration of heavy metals in perch and its endoparasites in the polluted water reservoir in Eastern Slovakia. *Helminthologia* 39:23-28.
- Villanueva, S., A. Botello, y F. Paez-Ozuna. 1998. Evaluación de algunos metales pesados en organismos del río Coatzacoalcos y de la Laguna del Ostion, Veracruz. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 4:19-31.
- Yen Nhi, T. T., N. A. Mohd Shazili, y F. Shaharom-Harrison. 2013. Use of cestodes as indicator of heavy-metal pollution. *Experimental Parasitology* 133:75-79.

Importancia de las aves ictiófagas como hospederos finales de helmintos, en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México

Juan Violante-González, Griselda Pulido-Flores, Scott Monks,
Agustín A. Rojas-Herrera, Miguel A. Melo-García, Sergio García-Ibáñez,
Edgar León Esparza-Ibarra, Edvino Larumbe-Morán, y Jonatan Carbajal-Violante

Resumen

Se examinó la composición y riqueza de comunidades de helmintos en tres especies de aves ictiófagas: *Ardea alba*, *Nyctanassa violacea* y *Phalacrocorax brasilianus* en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México. La helmintofauna estuvo constituida por 23 especies: 17 digéneos, un acantocéfalo, dos céstodos y tres nemátodos. Cinco especies (*Ascocotyle longa*, *Mehrastomum minutum*, *Riberoia ondatrae*, *Southwellina hispida* y *Contracaecum multipapillatum*) co-ocurrieron en las tres especies de aves de ambas lagunas. Los niveles de infección de un 50% de las especies identificadas, variaron significativamente entre las especies de aves y lagunas. A nivel componente, la riqueza de especies varió significativamente de 10 (*A. alba* de Coyuca) a 16 especies (*N. violacea* de Tres Palos). Diferentes especies de helmintos dominaron las comunidades de cada especie de hospedero. La similitud de las comunidades de helmintos fue más alta entre poblaciones de la misma especie de ave. Diferencias en el comportamiento alimenticio de las aves (hábitos diurnos/nocturnos), así como en las abundancias de las especies de peces y los niveles de infección de helmintos en cada laguna, fueron consideradas como posibles responsables de las variaciones registradas en la estructura de las comunidades.

Palabras clave: Aves ictiófagas, helmintos, Coyuca, Tres Palos, Guerrero, México

Introducción

El estudio de la fauna helmintológica de las aves acuáticas es considerado de gran importancia, por la función de la dispersión de una gran variedad de especies de helmintos que desempeñan dentro del ecosistema, contribuyendo a que éstos conquisten nuevos hábitats debido a que actúan como hospederos definitivos de muchas especies (Kennedy *et al.*, 1986), además de que tienen un gran impacto sobre la producción pesquera.

Las aves son consideradas también como hospederos que poseen comunidades de parásitos de una gran diversidad y riqueza, debido a una serie de factores

como: 1) estar estrechamente relacionados con cuerpos de agua en donde se alimentan principalmente de peces, los cuales funcionan como hospederos intermedios de un gran número de helmintos, 2) son organismos homeotermos que requieren de gran cantidad de alimento para poder realizar sus funciones, lo que favorece una dieta variada y la posibilidad de adquirir nuevas especies de helmintos (Kennedy *et al.*, 1986), 3) la complejidad y especialización de su aparato digestivo, les brinda a los parásitos la posibilidad de establecerse en diferentes hábitats en donde pueden desarrollarse (Kennedy *et al.*, 1986; Poulin, 1999), y 4) la capacidad de desplazamiento de las aves, les

permite alimentarse de diferentes presas durante sus rutas de migración, lo que potencia la obtención de diversas especies de helmintos (Kennedy *et al.*, 1986; Ortega-Olivares, 2007). Esch y Fernández (1993) señalaron también que en el caso de las aves migratorias, los factores que juegan el papel más importante en la diversidad de especies de parásitos que presentan, son el cambio en la exposición a potenciales hospederos intermediarios, y los grandes cambios en la dieta que ocurren durante las migraciones, los cuales originan cambios significativos en la fisiología intestinal, lo cual a su vez, tiene un significativo impacto sobre la diversidad de parásitos.

Por otra parte, algunos estudios sobre comunidades de helmintos intestinales indican que éstos pueden ser muy útiles como bioindicadores del estatus trófico de los sistemas acuáticos, a partir del análisis de la biodiversidad local, la estructura de las comunidades y las etapas de desarrollo presentes (Esch y Fernández, 1993; Zárate-Ramírez, 2003; Monks *et al.*, 2005). Uno de los estudios más completos efectuados sobre comunidades de parásitos a nivel ecosistema indicó, que la caracterización de un cuerpo de agua puede ser establecida por los ciclos de vida de su fauna parasitaria; de modo que si la mayor cantidad de especies parásitas terminan su ciclo de vida en peces, es probable que se trate de un sistema oligotrófico, o bien eutrófico si la mayoría de las especies parásitas terminan su ciclo de vida en aves y mamíferos, empleando a los peces únicamente como hospederos intermediarios (Wisniewski, 1958). En este sentido, los conceptos de especies alogénicas y autogénicas han sido introducidos en los estudios de ecología de parásitos, como un esfuerzo para definir la dinámica de transmisión de las distintas especies de parásitos. Estos conceptos son utilizados actualmente para interpretar los patrones de colonización de especies de helmintos en sus hospederos. De acuerdo con Esch *et al.* (1988) una especie autogénica es definida como una especie cuyo ciclo de vida es completado en los confines de un ecosistema acuático; en tanto que una alogénica es aquella que emplea peces u otros vertebrados acuáticos como hospederos intermediarios y madura en aves o mamíferos.

El estudio de la helmintofauna de aves ictiófagas en México ha despertado un gran interés en los últimos años, debido a que muchos de sus parásitos utilizan como segundos hospederos intermediarios a diferentes especies de peces cultivados y silvestres, llegando

a causar en éstos grandes epizootias (Chappell *et al.*, 1994; Violante-González *et al.*, 2009). Por ejemplo, muchas especies de digéneos terminan su ciclo de vida en las aves, utilizando como segundos hospederos intermediarios, a diferentes especies de peces. Entre las especies de digéneos que parasitan a los peces en forma larvaria (metacercarias) se encuentran las de los géneros: *Clinostomum*, *Diplostomum* y *Posthodiplostomum* las cuales son consideradas como especies cosmopolitas; así como también algunos miembros de las familia Heterophyidae, Echinostomatidae, Strigidae y Cataemasidae (Valencia, 1990).

No obstante el reciente interés por el estudio de los helmintos de aves ictiófagas, los trabajos efectuados hasta la fecha son escasos y se encuentran totalmente dispersos, siendo la mayoría estudios taxonómicos de una sola especie de ave de una sola localidad, o de un grupo de helmintos (Lamothe-Argumedo y Pérez-Ponce de León, 1986; Scholz *et al.*, 2002; Ortega-Olivares *et al.*, 2008). Otros estudios presentan en cambio solo listados de helmintos de aves, pero no describen sus comunidades en forma cuantitativa (Ramos-Ramos, 1995; Barrera-Guzmán y Guillén-Hernández, 2008; García-Prieto *et al.*, 2010). Se considera que hasta la fecha solo han sido examinadas unas 14 especies de aves acuáticas de cuatro familias: Pelecanidae, Phalacrocoracidae, Anhingidae y Ardeidae (Ortega-Olivares, 2007).

Dentro de la familia Phalacrocoracidae, el cormorán neotropical *Phalacrocorax brasilianus* (Gmelin, 1789) es una de las pocas aves que habita en agua dulce y en ambientes salobres, y es la única especie del género encontrada dentro de toda la región neotropical (Kalmbach y Becker, 2005). Esta ave ictiófaga es considerada como un residente permanente en las lagunas costeras del estado de Guerrero, en las cuales forma grandes colonias, anidando en las áreas de manglar, y se alimenta de varias especies de peces, las cuales captura buceando activamente en las aguas fangosas. Los únicos estudios que abordan el estudio de los parásitos de cormoranes del género *Phalacrocorax* a nivel comunidad o infracomunidad, son los efectuados por Threlfall (1982) en *P. auritus*, Fedynich *et al.* (1997) en *P. auritus* y *P. brasilianus*, Obmann (2008) en *P. carbo* y Monteiro *et al.* (2011) en *P. brasilianus*.

En el caso de la familia Ardeidae, ésta se encuentra ampliamente distribuida en toda la República Mexicana y es la familia de la que se tiene un mejor

conocimiento en cuanto a su helmintofauna. De las 15 especies de ardeidos que habitan en México, se cuenta con el registro helmintológico al menos parcial para unas 10 especies (Ortega-Olivares, 2007). La helmintofauna registrada hasta ahora en aves de la familia Ardeidae está constituida por unas 57 especies de parásitos, distribuidas en 36 géneros (Ortega-Olivares, 2007), confirmando que estos hospederos se caracterizan por poseer una alta riqueza y diversidad de helmintos (Kennedy *et al.*, 1986; Poulin, 1999).

Por otra parte, la abundancia de algunas especies de aves ictiófagas como el pato buzo *P. brasiliensis* y la garza blanca *Ardea alba* (Castañón, 2012) en las lagunas costeras del estado de Guerrero, sugiere que estas aves pueden presentar comunidades de parásitos más ricas que otras menos abundantes como *Nyctanassa violacea*, debido a que ha sido sugerido que las poblaciones de hospederos abundantes, pueden mantener con mayor facilidad grandes poblaciones de helmintos adultos (Bell y Burt, 1991; Takemoto *et al.*, 2005). Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue realizar un análisis de las comunidades de parásitos de estas aves, con base en la hipótesis que las especies más abundantes presentarían comunidades de helmintos más ricas y diversas que las menos abundantes.

Material y Métodos

Colecta y biometría de los hospederos

La colecta de las aves se llevó a cabo entre los meses de mayo y diciembre del 2008, en las lagunas de Coyuca (16°57' N; 100°02' W) y Tres Palos (16°48' N; 99°47' W). El número total de aves examinadas fue de 91: 48 *P. brasiliensis*, 30 *A. alba* y 13 *N. violacea*. Las aves fueron sacrificadas por desnucamiento en los sitios de colecta y trasladadas inmediatamente al laboratorio de Ecología, de la Unidad Académica de Ecología Marina, de la Universidad Autónoma de Guerrero siendo disectadas dos horas después de haber sido sacrificadas. A cada uno de los ejemplares se les midió la longitud total (cm) y su envergadura con una cinta métrica, el peso total (g) fue obtenido con una báscula granataria.

Examen helmintológico

El examen helmintológico que se aplicó a los hospederos, se basó principalmente en las técnicas convencionales propuestas para este tipo de estudios

(Vidal-Martínez *et al.*, 2001). Se examinaron casi todas las estructuras internas como la traquea, esófago, corazón, pulmones, riñón, hígado, páncreas, bazo, intestino y cloaca; los helmintos registrados en cada estructura fueron contados y colocados temporalmente en una solución salina antes de ser fijados. El procesamiento de los helmintos fue de acuerdo a la metodología sugerida por Lamothe-Argumedo (1997) y Vidal-Martínez *et al.* (2001). Los digéneos y céstodos fueron fijados en AFA (Alcohol-formol-ácido acético) y posteriormente almacenados en alcohol al 70%; en tanto que los acantocéfalos fueron colocados en agua destilada y puestos en refrigeración entre 6 y 12 horas para que evertieran la probóscide y después fijados en alcohol al 70%. Los digéneos, céstodos y acantocéfalos fueron teñidos con carmín clorhídrico o tricrómica de Gomori, siendo deshidratados con una serie de alcoholes y aclarados con salicilato de metilo, para ser montados finalmente en resina sintética. Los nemátodos fueron aclarados con glicerina o lactofenol para el examen de sus estructuras y poder ser identificados, siendo posteriormente almacenados también en alcohol al 70%.

Caracterización de las infecciones

Para caracterizar las infecciones de cada especie de helminto, se emplearon dos de los parámetros ecológicos propuestos por Bush *et al.* (1997): a). Prevalencia: Número de individuos de una especie de hospedero infectados con una especie de parásito entre el número de hospederos revisados (se expresa en porcentajes). b). Abundancia promedio: Número total de individuos de una especie particular de parásito en una muestra de hospederos entre el número total de hospederos revisados.

Se utilizó el estadístico *G* (Sokal y Rohlf, 1998), para determinar si existía alguna diferencia significativa entre los porcentajes de infección de las especies de helmintos entre hospederos y lagunas. Las diferencias entre las abundancias promedio de las especies de helmintos, se determinó mediante una prueba de χ^2 . Se aplicaron además pruebas de correlación por rangos de Spearman (r_s) (Krebs, 1999), para determinar si existía relación entre los valores de prevalencia y abundancia promedio de cada especie de helminto ($P \leq 0.05$).

Caracterización de las comunidades

La descripción de las comunidades de parásitos se efectuó a dos niveles: componente de comunidad (número total de parásitos presentes en una muestra de hospederos) e infracomunidad (número total de parásitos en un hospedero individual), utilizando los siguientes atributos ecológicos en cada caso: a nivel componente se consideró el número total de especies, el número total de parásitos, el índice de diversidad para comunidades muestreadas de Shannon-Wiener (H), la uniformidad de las abundancias de las diferentes especies (equidad), así como el índice de Berger-Parker (IBP) como una medida de abundancia numérica (Magurran, 2004); este índice mide la proporción del total de individuos parásitos en la muestra que es debida a la especie más abundante.

A nivel infracomunidad los análisis incluyeron el número promedio de especies de helmintos por hospedero, el número promedio de individuos y el valor promedio del índice de diversidad para comunidades censadas de Brillouin (H'). Un análisis de varianza (Anova) fue aplicado para determinar diferencias significativas en los parámetros de infracomunidad entre hospederos y lagunas. La normalidad de los datos fue evaluada empleando la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Sokal y Rohlf, 1998); cuando los datos no presentaron una distribución normal, fueron log-transformados (log_{x+1}). La significancia en todos los análisis estadísticos fue establecida a un nivel de P ≤ 0.05. Se empleó el índice de infracomunidad (ICI) propuesto por Zander (2004), para determinar cuales fueron las especies que contribuyeron en un mayor grado a la estructuración de las infracomunidades; este índice describe la frecuencia de dobles y múltiples infecciones por parte de una especie de parásito en diferentes hospederos y es calculado mediante la siguiente fórmula. $ICI = (M_{ij}/N_j) \times I_j$. Donde: I_j = número promedio de especies de parásitos en el hospedero j (= infracomunidad promedio), M_{ij} = número de hospederos j infectados con el parásito i y otros parásitos, N_j = número total de hospederos j infectados.

Resultados

Aspectos poblacionales de los hospederos

Todas las aves examinadas en el presente estudio fueron organismos adultos, los ejemplares de *Phalacrocorax brasilianus* registraron un peso mínimo de 739 g y un máximo de 1,045 g (956. 87 ± 102.33 g), y una

longitud total de 65 a 71.5 cm (66.5 ± 2.33 cm). Mientras que las garzas *Ardea alba* presentaron un peso mínimo de 680 g y un máximo de 1,175 g (885. 77 ± 140.7 g), así como una longitud total de 61 a 100 cm (90 ± 11.66 cm). En el caso de *Nyctanassa violacea* no fue posible obtener datos biométricos.

Registro parasitológico

Se identificaron un total de 23 especies de helmintos parásitos en las 91 aves ictiófagas examinadas en las lagunas de Coyuca y Tres Palos: 17 digéneos, un acantocéfalo, dos céstodos y tres nemátodos (Tabla 1, Figura 1). El grupo de los digéneos representó el 74% de las especies recuperadas, mientras que el de los nemátodos se ubicó en segundo lugar con un 13 % (Figura 1).

Un total de cinco especies de helmintos de las 23 registradas, co-ocurrieron en aves de las tres especies en ambas lagunas, siendo éstas los digéneos *Ascocotyle longa*, *Mehrastomum minutum* y *Riberoia ondatrae*, el acantocéfalo *Southwellina hispida*, y el nemátodo *Contracaecum multipapillatum*. En tanto que cuatro se registraron solo en una especie de ave: *Haplorchis pumilio* y *Ascocotyle* sp. se colectaron solo en la garza gris *N. violacea*, *Tylodelphys* sp. únicamente en *A. alba* de Tres Palos y *Euhaplorchis californiensis* solo del cormorán *P. brasilianus*. La distribución de frecuencias de los valores de prevalencia de cada especie de helminto indicó, que las comunidades de cada especie de garza estuvieron conformadas por dos grupos de especies: un grupo de especies clasificadas como comunes, con prevalencias > 20% y una abundancia promedio > 2 helmintos y un segundo de raras, con prevalencias < 20% y abundancias promedio < 1 helminto (Figuras 2 a 4). El mayor número de especies comunes fue registrado en la comunidad de *N. violacea* (8 especies, Figura 4), seguida

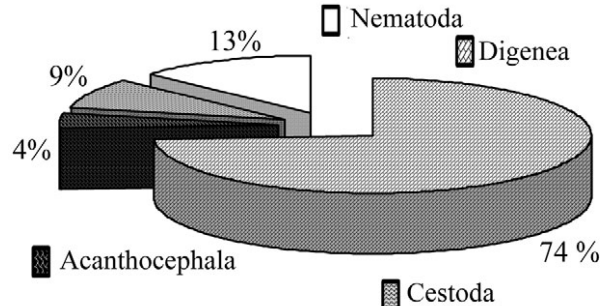


Figura 1. Composición de especies de helmintos parásitos en tres especies de aves ictiófagas, en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México.

Tabla 1. Parámetros de infección de los helmintos de tres aves ictiófagas en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México. Pb = *Phalacrocorax brasilianus*, Aa = *Ardea alba*, Nv = *Nyctanassa violacea*

Helminto	CNHE	Ni/Laguna	P (%)	Total	Abund. prom.	Rango de intens.	ICI
Digenea							
<i>Apharyngogstrigea cornu</i> Zeder, 1800 (Intestino) Aph	8010	10/Aa/Co	71.4	150	10.7 ± 15.1	2 - 39	0.16
8011	14/Aa/TP	87.5	194	12.1 ± 15.4	2 - 49	0.18	
8012	5/Nv/TP	36.5	15	1.15 ± 1.41	1 - 4	0.06	
<i>Ascocyle longa</i> Ransom, 1920 (Intestino) Asc, Alo	7572	6/Pb/Co	25	172	7.17 ± 24.60	1 - 52	0.06
7575	12/Pb/TP	50	312	13.00 ± 25.33	3 - 61	0.09	
8013	9/Aa/Co	64.3	2214	158.1 ± 244.1	2 - 700	0.14	
8014	16/Aa/TP	100	1938	121.1 ± 153.5	3 - 415	0.21	
8015	2/Nv/TP	15.4	15	1.1 ± 6.4	3 - 12	0.03	
<i>Ascocyle (Phagicola)</i> sp. (Intestino) Asc	8016	2/Nv/TP	15.4	5	0.4 ± 0.7	2 - 3	0.03
<i>Centrocestus formosanus</i> Nishigori, 1924 (Intestino) Cen	8017	7/Aa/Co	50	255	18.2 ± 39.0	4 - 120	0.11
8018	6/Aa/TP	37.5	480	30 ± 41.4	37 - 129	0.08	
<i>Clinostomum complanatum</i> Rudolphi, 1814 (Estómago, esófago) Cli	7576	2/Pb/TP	8.3	2	0.08	0 - 1	0.01
8019	2/Aa/TP	4/Aa/Co	28.6	7	0.5 ± 1.0	1 - 3	0.06
8020	2/Nv/TP	12.5	26	1.6 ± 11.3	5 - 21	0.03	
8021	2/Nv/TP	15.4	60	4.6 ± 41.0	1 - 59	0.03	
<i>Cloacitrema ovatum</i> Yamaguti, 1935 (Cloaca) Clo	8022	1/Nv/TP	7.7	2	0.1	0 - 2	0.01
<i>Austrodiplostomum mordax</i> Szidat y Nani, 1951	7574	6/Pb/Co	25	12	0.50 ± 0.89	1 - 3	0.06
[= <i>Austrodiplostomum compactum</i> Lutz, 1928] (Cloaca, estómago, intestino) Aus	7572	24/Pb/TP	100	474	19.75 ± 16.98	1 - 54	0.17
8023	1/Nv/TP	7.7	2	0.1	0 - 2	0.01	
<i>Drepanocephalus olivaceus</i> Nasir y Marval, 1968 (Intestino) Dre	7577	22/Pb/Co	91.67	690	28.75 ± 38.44	1 - 136	0.21
7578	20/Pb/TP	83.33	282	11.75 ± 8.53	1 - 29	0.14	
7579	6/Pb/TP	25	22	0.92 ± 2.58	2 - 7	0.04	
8024	4/Aa/TP	25	978	61.1 ± 280	2 - 487	0.05	
<i>Echinochasmus leopoldinae</i> Scholz, Ditrich y Vargas-Vázquez, 1996 (Intestino) Ech	3/Nv/TP	23.1	36	2.8 ± 12.1	1 - 25	0.04	
8025	2/Pb/Co	8.33	2	0.08	0 - 1	0.02	
<i>Euhaplorchis californiensis</i> Martín 1950 (Estómago) Euh	7580	2/Pb/Co	8.33	2	0.08	0 - 1	0.02
<i>Haplorchis pumilio</i> Looss, 1896 (Intestino) Hap	8029	4/Nv/TP	30.8	233	1.9 ± 70.3	5 - 160	0.05
<i>Mehraostomum minutum</i> Saksena, 1959 (Cloaca) Meh	7581	4/Pb/Co	16.67	6	0.25 ± 0.58	1 - 2	0.04
7582	2/Pb/TP	8.33	2	0.08	0 - 1	0.01	
8026	3/Aa/Co	21.4	3	0.1	0 - 1	0.05	
8027	2/Aa/TP	12.5	2	0.1	0 - 1	0.03	
8028	2/Nv/TP	15.4	25	1.92 ± 16.26	1 - 24	0.03	
<i>Microparyphium facetum</i> Dietz, 1909 (Cloaca) Mic	8030	2/Nv/TP	15.4	3	0.2 ± 0.7	1 - 4	0.03
<i>Odhneria raminiellae</i> Travassos, 1921 (Estómago) Odh	7583	2/Pb/Co	8.33	99	4.13 ± 21.92	34 - 65	0.02
8031	1/Aa/Co	7.1	69	0 - 69	0.02	0.02	
<i>Posthodiplostomum minimum</i> (MacCallum, 1921) Dubois, 1936 (Intestino) Pos	8035	2/Aa/TP	12.5	6	0.4 ± 1.4	2 - 4	0.03
<i>Riberoia ondatrae</i> (Price, 1931) Price, 1942 (Intestino, estómago) Rib	8036	10/Nv/TP	76.9	127	9.8 ± 10.5	2 - 32	0.13
8032	7584	2/Pb/Co	8.33	8	0.33	0 - 4	0.02
8033	7585	18/Pb/TP	75	646	26.92 ± 22.04	6 - 70	0.13
8034	3/Aa/Co	21.43	5	0.36 ± 0.58	1 - 2	0.05	
<i>Tylodelphys</i> sp. (Intestino) Tyl	10/Aa/TP	62.5	60	3.7 ± 7.1	1 - 19	0.13	
	6/Nv/TP	46.1	4	1 - 66	0.08	0.08	
	8037	1/Aa/TP	6.2	3	7.2 ± 25.3	0 - 3	0.01

Helminto	CNHE	Ni/Laguna	P (%)	Total	Abund. prom.	Rango de intens.	ICI
Acanthocephala							
<i>Southwellina hispida</i> (Van Cleave, 1925) Witenberg, 1932	7588	8/Pb/Co	33.33	24	1.00 ± 3.17	1 - 9	0.07
(Intestino) Sou	7589	16/Pb/TP	66.67	64	2.67 ± 4.03	1 - 13	0.12
8046	9/Aa/Co	64.3	29	2.1 ± 1.7	1 - 6	0.14	
8044	10/Aa/TP	62.5	16	1.0 ± 0.8	1 - 3	0.13	
8045	12/Nv/TP	92.3	45	3.5 ± 2.1	1 - 8	0.16	
Cestoda							
<i>Paradilepsis caballeroi</i> Rysavy y Macko, 1971 (Intestino) Para	7586	16/Pb/Co	66.67	90	3.75 ± 6.45	1 - 20	0.15
7587	8/Pb/TP	33.33	144	6.00 ± 23.48	1 - 55	0.06	
<i>Parvitaenia cochlearii</i> Coil, 1955 (Intestino) Par	8038	3/Aa/Co	21.4	6	0.4 ± 1.7	1 - 4	0.05
8039	2/Aa/TP	12.5	10	0.6 ± 1.4	4 - 6	0.03	
8040	12/Nv/TP	92.3	444	34.1 ± 38.3	3 - 91	0.16	
Nematoda							
<i>Capillaria</i> sp. (Intestino) Cap	7594	4/Pb/TP	16.67	146	6.08 ± 22.52	17 - 56	0.03
	2/Nv/TP	15.4	5	0.4 ± 2.1	1 - 4	0.03	
<i>Contracaecum multipapillatum</i> Drasche, 1882 (Estómago,	7590	24/Pb/Co	100	2530	105.42 ± 71.22	1 - 263	0.22
intestino) Con	7591	20/Pb/TP	83.33	860	35.83 ± 33.93	12 - 128	0.14
8041	14/Aa/Co	100	40	2.9 ± 2.7	1 - 9	0.22	
8042	8/Aa/TP	50	42	1 - 10	1 - 10	0.1	
8043	11/Nv/TP	84.6	160	2 - 34	2 - 34	1.4	
<i>Syngamus trachea</i> (Montagu, 1811). Chapin 1925	7592	14/Pb/Co	58.33	68	2.83 ± 3.86	1 - 12	0.13
(Esófago) Syn	7593	6/Pb/TP	25	6	0.25	0 - 1	0.04

CNHE: Colección Nacional de Helmintos. Ni = número de infectados. Laguna: Coyoaca (Co), Tres Palos (TP). P (%) = prevalencia de infección (% de infectados). Total = número total de parásitos. Abund. prom. = número promedio de parásitos ± desviación estándar. Intensidad = rango (número mínimo y máximo). Valores significativamente más altos de prevalencia (G-test), abundancia promedio (χ^2 -test), e Índice abre de infracomunidad (ICI > 0.10) se presentan en negrita (P < 0.05).

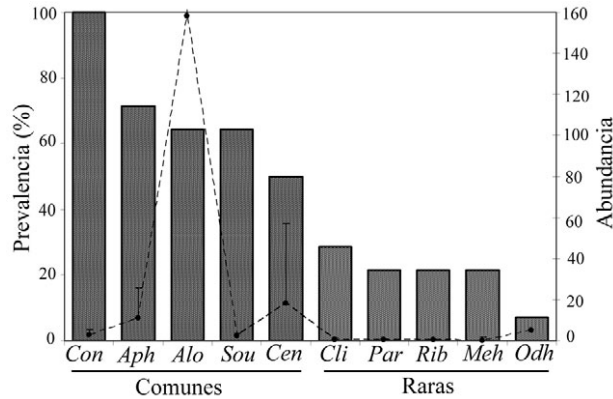


Figura 2. Clasificación de las especies de helmintos en *Ardea alba* de la laguna de Coyuca. Con = *Contracaecum multipapillatum*; Aph = *Apharyngostrigea cornu*; Alo = *Ascocotyle longa*; Sou = *Southwellina hispida*; Cen = *Centrocestus formosanus*; Cli = *Clinostomum complanatum*; Par = *Parvitaenia cochlearii*; Rib = *Riberoia ondatrae*; Meh = *Mehrastrum minutum*; Odh = *Odhneria raminellae*.

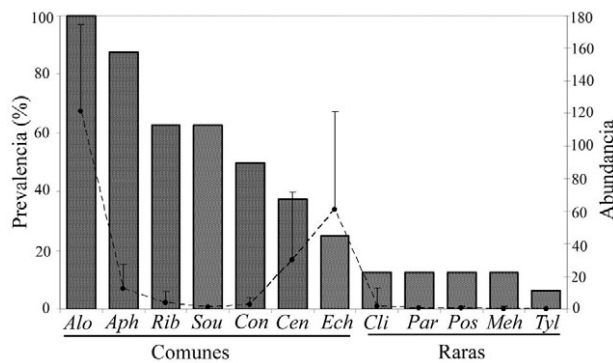


Figura 3. Clasificación de las especies de helmintos en *Ardea alba* de la laguna de Tres Palos. Alo = *Ascocotyle longa*; Aph = *Apharyngostrigea cornu*; Rib = *Riberoia ondatrae*; Sou = *Southwellina hispida*; Con = *Contracaecum multipapillatum*; Cen = *Centrocestus formosanus*; Ech = *Echinochasmus leopoldinae*; Cli = *Clinostomum complanatum*; Par = *Parvitaenia cochlearii*; Pos = *Posthodiplostomum minimum*; Meh = *Mehrastrum minutum*; Tyl = *Tylodelphys* sp.

por *A. alba* de Tres Palos (7 especies, Figura 3). El nemátodo *C. multipapillatum*, el digéneo *Apharyngostrigea cornu* y el acantocéfalo *S. hispida*, fueron los únicos helmintos que fueron considerados comunes en ambas especies de garzas, así como entre lagunas (Figuras 2 a 4).

En el caso de *P. brasiliensis* las especies comunes registraron prevalencias > 50% y una abundancia promedio > 2 helmintos, en tanto que las raras prevalencias < 50% y abundancias promedio < 1 helminto

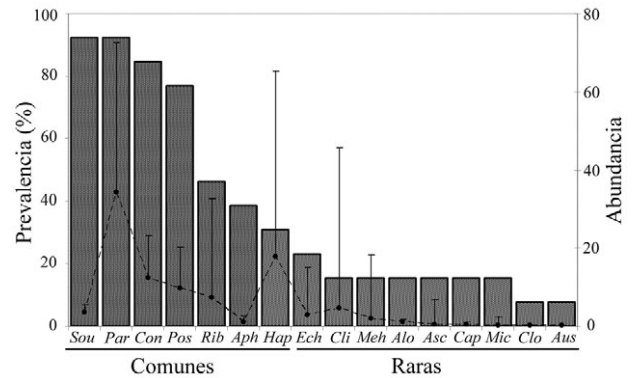


Figura 4. Clasificación de las especies de helmintos en *Nyctanassa violacea* de la laguna de Tres Palos (acrónimos en Tabla 1). Sou = *Southwellina hispida*; Par = *Parvitaenia cochlearii*; Con = *Contracaecum multipapillatum*; Pos = *Posthodiplostomum minimum*; Rib = *Riberoia ondatrae*; Aph = *Apharyngostrigea cornu*; Hap; Ech = *Echinochasmus leopoldinae*; Cli = *Clinostomum complanatum*; Meh = *Mehrastrum minutum*; Alo = *Ascocotyle longa*; Asc = *Ascocotyle (Phagicola)* sp.; Cap = *Capillaria* sp.; Mic = *Micropharyphium facetum*; Clo = *Cloacitrema ovatum*; Aus = *Austrodiplostomum mordax*.

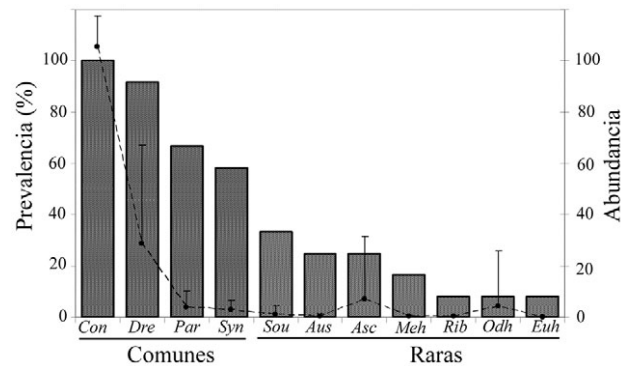


Figura 5. Clasificación de las especies de helmintos en *Phalacrocorax brasiliensis* de la laguna de Coyuca. Con = *Contracaecum multipapillatum*; Dre = *Drepanocephalus olivaceus*; Par = *Parvitaenia cochlearii*; Syn = *Syngamus trachea*; Sou = *Southwellina hispida*; Aus = *Austrodiplostomum mordax*; Asc = *Ascocotyle (Phagicola)* sp; Meh = *Mehrastrum minutum*; Rib = *Riberoia ondatrae*; Odh = *Odhneria raminellae*; Euh = *Euhaplorchis californiensis*.

(Figuras 5, 6). Se registró también en los cormoranes el mismo patrón observado en las garzas, es decir, algunas especies de helminto que fueron consideradas comunes en cormoranes de una laguna, no lo fueron en la otra. En Coyuca las especies *C. multipapillatum*, *Drepanocephalus olivaceus*, *Paradilepsis caballeroi* y *Syngamus trachea*, fueron clasificadas como especies

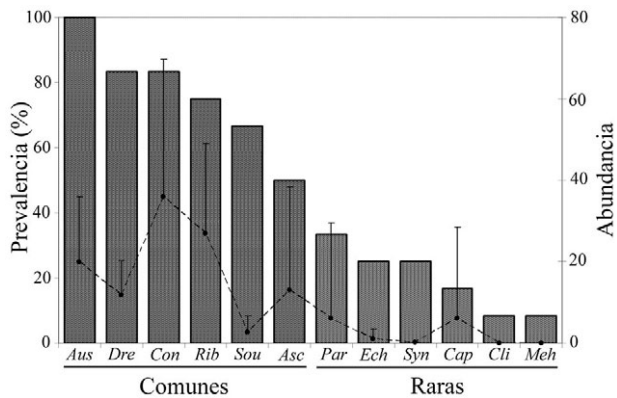


Figura 6. Clasificación de las especies de helmintos en *Phalacrocorax brasilianus* de la laguna de Tres Palos. Aus = *Austrodiplostomum mordax*; Dre = *Drepanocephalus olivaceus*; Con = *Contracaecum multipapillatum*; Rib = *Riberoia ondatrae*; Sou = *Southwellina hispida*; Asc = *Ascocotyle (Phagicola) sp.*; Par = *Parvitaenia cochlearii*; Ech = *Echinochasmus leopoldinae*; Syn = *Syngamus trachea*; Cap = *Capillaria sp.*; Cli = *Clinostomum complanatum*; Meh = *Mehrastomum minutum*.

comunes (Figura 5); en tanto que en Tres Palos lo fueron *Austrodiplostomum mordax*, *Dr. olivaceus*, *C. multipapillatum*, *R. ondatrae*, *S. hispida*, *As. longa* y *Pa. caballeroi* (Figura 6). Solo las especies *C. multipapillatum*, *Dr. olivaceus*, y *Pa. caballeroi* tuvieron esta misma clasificación en las dos lagunas.

Hábitat de los helmintos

Los helmintos fueron recuperados de diferentes sitios del cuerpo como el esófago, estómago, intestino y cloaca; el hábitat que registró una mayor riqueza de especies fue el intestino, seguido por el estómago (Tabla 1). Algunas especies se encontraron hasta en dos sitios distintos como el estómago y el intestino (*R. ondatrae* y *C. multipapillatum*), aunque los helmintos de mayor tamaño se colectaron de la cloaca (*Cloacitrema ovatum*, *Me. minutum* y *Microparyphium facetum*, Tabla 1).

Tabla 2. Prevalencia de infección de helmintos en tres aves acuáticas de dos lagunas costeras de Guerrero, México

Helminto	Cod.	Tres Palos			Coyuca		G	P
		<i>N. violacea</i>	<i>A. alba</i>	<i>P. brasilia</i>	<i>A. alba</i>	<i>P. brasilia</i>		
<i>Ap. cornu</i>	Aph	38.46	87.5		71.43		45.56	< 0.05
<i>As. longa</i>	Alo	15.38	100	50.00	64.29	25.00	60.29	< 0.05
<i>Ascocotyle sp.</i>	Asc	15.38						
<i>Ce. formosanus</i>	Cen		37.5		50.00		1.79	> 0.05
<i>Cl. complanatum</i>	Cli	15.38	12.5	8.33	28.57		16.02	< 0.05
<i>Clo. ovatum</i>	Clo	7.69						
<i>Au. mordax</i>	Dip	7.69		100		25.00	68.92	< 0.05
<i>Dr. olivaceus</i>	Dre			83.33		91.67	0.40	> 0.05
<i>E. leopoldinae</i>	Ech	23.08	25	25.00			12.25	< 0.05
<i>Eu. californiensis</i>	Euh					8.33		
<i>H. pumilio</i>	Hap	30.77						
<i>Me. minutum</i>	Meh	15.38	12.5	8.33	21.43	16.67	8.62	< 0.05
<i>M. facetum</i>	Mic	15.38						
<i>O. raminellae</i>	Odh				7.14	8.33	0.09	> 0.05
<i>Po. minimum</i>	Pos	76.92	12.5				46.41	< 0.05
<i>R. ondatrae</i>	Rib	46.15	62.5	75.00	21.43	8.33	30.42	< 0.05
<i>Tylodelphys sp.</i>	Tyl		6.25					
<i>S. hispida</i>	Sou	92.31	62.5	66.67	64.29	33.33	10.87	< 0.05
<i>Pa. caballeroi</i>	Para			33.33		66.67	11.11	< 0.05
<i>Par. cochlearii</i>	Par	92.31	12.5		21.43		81.63	< 0.05
<i>Capillaria sp.</i>	Cap	15.38		16.67			0.05	> 0.05
<i>Contracaecum sp.</i>	Con	84.62	50	83.33	100	100	36.67	< 0.05
<i>Syngamus sp.</i>	Syn			25.00		58.33	13.33	< 0.05

* Valores significativamente más altos en negrita.

Tabla 3. Abundancia promedio de helmintos en tres aves acuáticas de dos lagunas costeras de Guerrero, México

Helminto	Cod.	Tres Palos			Coyuca		χ^2	P
		<i>N. violacea</i>	<i>A. alba</i>	<i>P. brasilia</i>	<i>A. alba</i>	<i>P. brasilia</i>		
<i>Ap. cornu</i>	Aph	1.15	12.13		10.71		9.94	< 0.05
<i>A. (Ph.) longa</i>	Alo	1.15	121.13	13.00	158.14	7.17	244.95	< 0.05
<i>A. (Ph.) sp.</i>	Asc	0.38						
<i>Ce. formosanus</i>	Cen		30.00		18.21		2.88	> 0.05
<i>Cl. complanatum</i>	Cli	4.62	1.63	0.08	0.50		6.09	< 0.05
<i>Clo. ovatum</i>	Clo	0.15						
<i>Au. mordax</i>	Dip	0.15		19.75		0.50	18.33	< 0.05
<i>Dr. olivaceus</i>	Dre			11.75		28.75	7.14	< 0.05
<i>E. leopoldinae</i>	Ech	2.77	61.13	0.92			83.15	< 0.05
<i>Eu. californiensis</i>	Euh					0.08		
<i>H. pumilio</i>	Hap	17.92						
<i>Me. minutum</i>	Meh	1.92	0.13	0.08	0.21	0.25	3.71	> 0.05
<i>M. facetum</i>	Mic	0.23						
<i>O. raminellae</i>	Odh				4.93	4.13	0.07	> 0.05
<i>Po. minimum</i>	Pos	9.77	0.38				8.7	< 0.05
<i>R. ondatrae</i>	Rib	7.23	3.75	26.92	0.36	0.33	44.07	< 0.05
<i>Tylodelphys sp.</i>	Tyl		0.19					
<i>S. hispida</i>	Sou	3.46	1.00	2.67	2.07	1.00	1.36	> 0.05
<i>Pa. caballeroi</i>	Para			6.00		3.75	0.52	> 0.05
<i>Par. cochlearii</i>	Par	34.15	0.63		0.43		48.69	< 0.05
<i>Capillaria sp.</i>	Cap	0.38		6.08			5.02	> 0.05
<i>Contraecum sp.</i>	Con	12.31	2.63	35.83	2.86	105.42	88.28	< 0.05
<i>Syngamus sp.</i>	Syn			0.25		2.83	2.16	> 0.05

*Valores significativamente más altos en negrita.

Variación entre los parámetros de infección de las especies de helmintos

Del total de especies registradas (23), la prevalencia de 12 helmintos varió significativamente entre los hospederos (Tabla 2), en las dos lagunas. El acantocéfalo *S. hispida* ($G = 10.87$, $P < 0.05$), el céstodo *Parvitaenia cochlearii* ($G = 81.63$, $P < 0.05$) y el digéneo *Posthodiplostomum minimum* ($G = 46.41$, $P < 0.05$) fueron más prevalentes en la garza *N. violacea*; los digéneos *Apharyngostrigea cornu* y *As. longa* registraron un mayor porcentaje de infección en *A. alba* en Tres Palos ($G = 45.56$; 60.29 , $P < 0.05$, respectivamente). Mientras que el nemátodo *C. multipapillatum* ($P < 0.05$) y los digéneos *Cl. complanatum* y *Me. minutum* registraron mayores porcentajes de infección en *A. alba* de Coyuca ($G = 16.02$; 8.62 , $P < 0.05$).

Los digéneos *R. ondatrae* y *Au. mordax* fueron más prevalentes en *P. brasiliensis* en Tres Palos ($G = 30.42$; 68.92 , $P < 0.05$); en tanto que los nemátodos *C. multipapillatum* y *Sy. trachea* ($G = 36.67$; 13.33 , $P < 0.05$), así como el céstodo *Pa. caballeroi* ($G = 11.11$,

$P < 0.05$) fueron más prevalentes en este mismo hospedero, pero en la laguna de Coyuca (Tabla 2).

En el caso de la abundancia promedio, unas 11 especies registraron diferencia significativa en este parámetro de infección entre hospederos y lagunas: el céstodo *Par. cochlearii* ($\chi^2 = 48.69$, $P < 0.05$) y los digéneos *Cl. complanatum* y *Po. minimum* ($\chi^2 = 6.09$; 8.7 , $P < 0.05$, respectivamente) presentaron una mayor abundancia promedio en *N. violacea* (Tabla 3); mientras que el digéneo *Ap. cornu* en *A. alba* de ambas lagunas ($\chi^2 = 9.94$, $P < 0.05$). En tanto que *Echinochasmus leopoldinae* y *As. longa* en *A. alba* de las lagunas de Tres Palos y Coyuca, respectivamente ($\chi^2 = 83.15$; 244.95 , $P < 0.05$).

Los digéneos *R. ondatrae* y *Au. mordax* ($\chi^2 = 44.07$; 18.33 , $P < 0.05$), así como el nemátodo *Capillaria sp.* ($\chi^2 = 5.02$, $P < 0.05$) registraron una mayor abundancia promedio en *P. brasiliensis* de Tres Palos. En tanto que el digéneo *Dr. olivaceus* y el nemátodo *C. multipapillatum* ($\chi^2 = 7.14$; 88.28 , $P < 0.05$), lo hicieron en *P. brasiliensis* de Coyuca (Tabla 3).

Los valores de prevalencia de infección fueron correlacionados positivamente con los de abundancia en los tres hospederos de ambas lagunas, indicando que las especies de helmintos más prevalentes fueron también las más abundantes ($P < 0.05$).

Comunidad componente

El número de especies de helmintos parásitos registrado en las tres especies de aves ictiófagas varió significativamente, entre 10 y 16 especies ($\chi^2 = 4.38, P < 0.05$) (Tabla 4). En tanto que el número total de individuos parásitos fluctuó entre 1,271 y 3,755, siendo significativamente más alto en *A. alba* de Tres Palos ($\chi^2 = 339.72, P < 0.05$). Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener variaron entre 1.37 y 3.2 bits/ind., aunque no registraron diferencia significativa entre los hospederos ($P > 0.05$). Los valores de equidad fueron ligeramente más bajos (0.44) en *P. brasiliensis* colectado en Coyuca. Mientras que el valor del índice de dominancia (*IBP*), fue más alto en *A. alba* de Coyuca (0.80); sin embargo tanto la equidad como este último parámetro, no registraron diferencia significativa entre lagunas (Tabla 4).

La especie dominante fue característica para cada uno de los hospederos: el digéneo *As. longa* lo fue en *A. alba*, el nemátodo *C. multipapillatum* en *P. brasiliensis* y el céstodo fue la especie dominante en *N. violacea* (Tabla 4). En cuanto a la semejanza en la composición de especies, ésta fue más alta entre las comunidades de *A. alba* (71.53 %), seguida por las de *P. brasiliensis* (45 %), en tanto que la similitud entre las comunidades de hospederos de diferente especie fue baja (Figura 7).

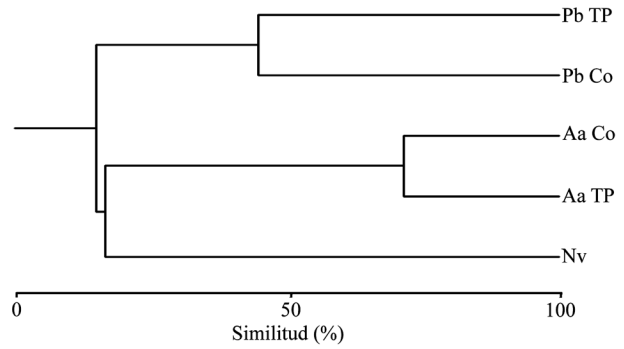


Figura 7. Porcentajes de similitud entre las comunidades componentes de tres especies de aves ictiófagas, en dos lagunas costeras de Guerrero, México. Aa = *Ardea alba*; Nv = *Nyctanassa violacea*; Pb = *Phalacrocorax brasiliensis*; TP = Tres Palos; CO = Coyuca.

Infracomunidades

Todas las aves examinadas resultaron infectadas, en el caso de las especies de garzas *A. alba* y *N. violacea* de Tres Palos, presentaron un máximo de ocho especies por ave infectada (Figuras 8 y 9). De manera general, un 28% de las *A. alba* de Coyuca estuvo parasitado hasta por cuatro especies de helmintos, mientras que un mayor porcentaje de las garzas de Tres Palos (31%) presentó también 4 especies. Un mayor porcentaje de los ejemplares de *N. violacea* presentaron entre seis y siete especies, y solo un 15% presentó ocho (Figura 8). En el caso de *P. brasiliensis*, el 50% de los cormoranes de Coyuca estuvo parasitado hasta por cinco especies de helmintos, y solo el 8% presentó tres especies; mientras que en Tres Palos el 75% de las aves presentó de cinco a seis especies, en tanto que solo el 15% registró de siete a nueve (Figura 10).

Tabla 4. Parámetros de las comunidades componente de tres especies de aves acuáticas, en dos lagunas costeras de Guerrero, México

Parámetros	<i>A. alba</i>		<i>P. brasiliensis</i>		<i>N. violacea</i>	χ^2
	Tres Palos	Coyuca	Tres Palos	Coyuca	Tres Palos	
No. especies	12	10	12	11	16	4.38
No de helmintos	3,755	2,778	2,690	3,701	1,271	393.72
H	3.2	3.0	2.76	1.52	3.5	1.37
Equidad	0.9	0.9	0.82	0.44	0.9	0.35
IBP	0.5	0.8	0.29	0.68	0.3	0.27
Especie dom.	Alo	Alo	Con	Con	Par	

* Valores significativamente diferentes se presentan en negrita ($P < 0.05$). Alo = *As. longa*, Con = *C. multipapillatum*, Par = *Parvitaenia cochlearii*.

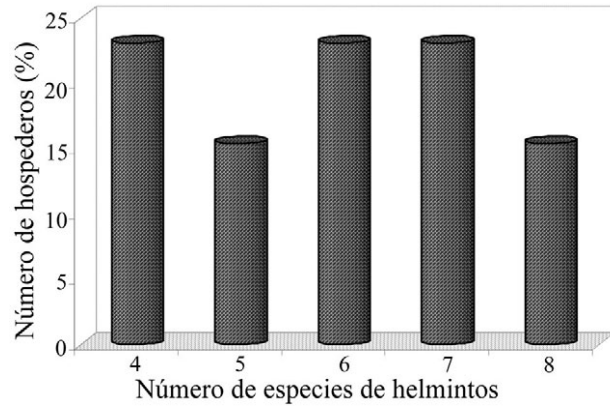


Figura 8. Distribución de especies de helmintos *Nyctanassa violacea* dos lagunas costeras de Guerrero, México.

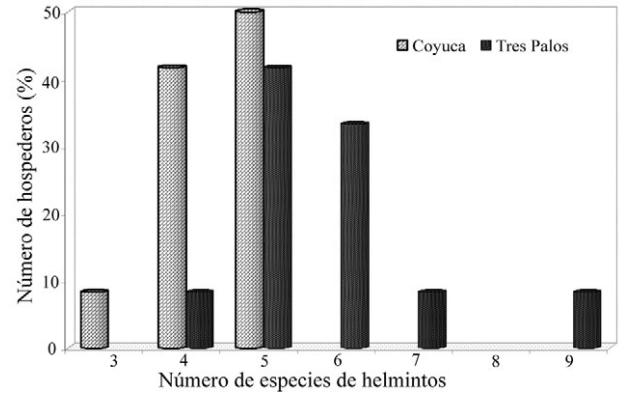


Figura 10. Distribución de especies de helmintos *Phalacrocorax brasilianus* dos lagunas costeras de Guerrero, México.

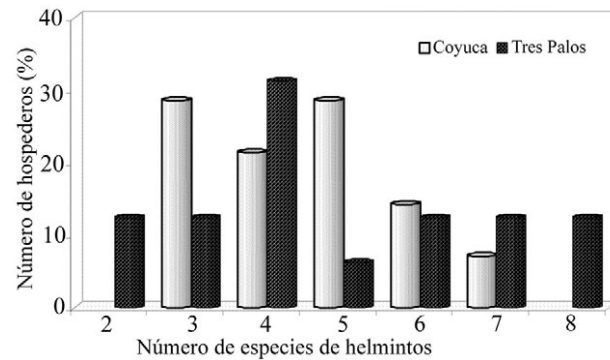


Figura 9. Distribución de especies de helmintos *Ardea alba* dos lagunas costeras de Guerrero, México.

A nivel infracomunidad todos los parámetros empleados variaron de manera significativa entre los hospederos y lagunas. El número promedio de especies fue más alto en *P. brasilianus* de Tres Palos, al igual que la diversidad promedio (índice de Brillouin) y la equidad; en tanto que el número promedio de

helmintos fue más alto en las garzas *A. alba* de Tres Palos y Coyuca. La similitud cualitativa promedio de las infracomunidades fue mayor entre los cormoranes de ambas lagunas (Tabla 5).

Los valores de equidad fueron correlacionados positivamente con los de diversidad en todas las infracomunidades de cada laguna ($P < 0.05$), indicando que las infracomunidades más diversas, fueron aquellas que presentaron una mayor uniformidad en las abundancia de sus especies.

De acuerdo con los valores del índice de infracomunidad (*ICI*) el número de especies que contribuyó en un mayor grado a la estructuración de las infracomunidad en cada hospedero, varió entre cuatro y cinco especies ($ICI \geq 0.10$, Tabla 6). De manera general, solo dos especies de helmintos establecieron un mayor número de dobles o múltiples co-ocurrencias con otras especies en todas las poblaciones de hospederos (*C. multipapillatum*), o en cuatro de ellas (*S. hispida*) (Tabla 6).

Tabla 5. Parámetros de las infracomunidades en tres especies de aves ictiófagas de dos lagunas costeras de Guerrero, México

Parámetros	<i>A. alba</i>		<i>P. brasilianus</i>		<i>N. violacea</i>		Anova
	Tres Palos	Coyuca	Tres Palos	Coyuca	Tres Palos		
No. prom. spp.	4.8	4.5	5.75	4.43	5.9		5.18
No. Prom. Hel.	234.7	213.2	123.33	154.21	97.8		50.31
H'	1.02	0.9	1.68	0.98	1.5		15.64
Equidad prom.	0.52	0.5	0.71	0.49	0.7		5.34
I. de Jaccard	31.4	21.3	40.99	49.03	28.3		14.28

* Valores significativamente diferentes se presentan en negrita ($P < 0.05$). H = índice de diversidad de Brillouin.

Tabla 6. Valores del índice de infracomunidad (ICI) para especies de helmintos de tres aves ictiófagas de dos lagunas costeras de Guerrero, México

Especie	Nv Tres Palos		Aa Tres Palos		Aa Coyuca		Pb Tres Palos		Pb Coyuca	
	ICI	Rang	ICI	Rang	ICI	Rang	ICI	Rang	ICI	Rang
<i>Ap. cornu</i>	0.06	6	0.18	2	0.16	2				
<i>Ascocotyle longa</i>	0.03	12	0.21	1	0.14	3	0.09	6	0.06	7
<i>Ascocotyle sp.</i>	0.03	13	0.08	6						
<i>Ce. formosanus</i>					0.11	5				
<i>Cl. complanatum</i>	0.03	9	0.03	8	0.06	6	0.01	11		
<i>Clo. ovatum</i>	0.01	15								
<i>Au. mordax</i>	0.01	16					0.17	1	0.06	6
<i>Dr. olivaceus</i>							0.14	2	0.21	2
<i>E. leopoldinae</i>	0.04	8	0.05	7			0.04	8		
<i>Eu. californiensis</i>									0.02	11
<i>H. pumilio</i>	0.05	7								
<i>Me. minutum</i>	0.03	10	0.03	9	0.05	8	0.01	12	0.04	8
<i>M. facetum</i>	0.03	11								
<i>O. raminellae</i>									0.02	10
<i>Po. minimum</i>	0.13	4	0.03	10						
<i>R. ondatrae</i>	0.08	5	0.13	3	0.05	7	0.13	4	0.02	9
<i>Tylodelphys sp.</i>			0.01	12						
<i>S. hispida</i>	0.16	1	0.13	4	0.14	4	0.12	5	0.07	5
<i>Pa. caballeroi</i>							0.06	7	0.15	3
<i>Par. cochlearii</i>	0.16	2	0.03	11	0.02	10				
<i>Capillaria sp.</i>	0.03	14					0.03	10		
<i>C. multipapillatum</i>	0.14	3	0.10	5	0.22	1	0.14	3	0.22	1
<i>Syngamus sp.</i>							0.04	9	0.13	4

* Valores del ICI ≥ 0.10 en negrita. Nv = *N. violacea*, Aa = *A. alba*, Pb = *P. brasilianus*. Rang = rango de ubicación.

Discusión

Registro parasitológico

La composición de la fauna parasitológica de una o varias especies de hospedero en un área determinada, así como la prevalencia y la intensidad de infecciones con que dichas infestaciones se presentan, tienen una gran importancia ecológica, ya que nos proporcionan información no sólo sobre la interacción entre los parásitos y sus hospederos, sino también de los factores que influyen sobre sus hábitos alimenticios y ciclos de vida (Bush *et al.*, 2001). Por lo tanto, generalmente los primeros datos que se requieren en el estudio de una comunidad de parásitos de tipo descriptivo, consisten en un listado de especies presentes.

En este sentido, el registro parasitológico de las tres especies de aves ictiófagas *A. alba*, *N. violacea* y

P. brasilianus en las lagunas de Coyuca y Tres Palos, estuvo constituido por un total de 23 especies de helmintos (Tabla 1), las cuales constituyen nuevos registros de localidad para estos hospederos. Metacercarias de al menos unas 14 especies de helmintos han sido ya registradas en varias especies de peces de ambas lagunas (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-Gonzalez *et al.*, 2007). Sin embargo, es claro que el número de especies alogénicas (que maduran en aves) que se pueden todavía registrar en peces de estas lagunas debe ser aún mayor. Por ejemplo, nuestros resultados indicaron que es posible registrar metacercarias de las especies *Ap. cornu*, *Ascocotyle sp.*, *Clo. ovatum*, *Dr. olivaceus*, *Eu. californiensis*, *Haplorchis pumilio*, *Me. minutum*, *M. facetum*, *Odhneria raminellae*, *R. ondatrae*, *Tylodelphys sp.*, *Pa. caballeroi* y *Sy. trachea*.

Considerando la helmintofauna total registrada en este estudio (23 especies), los digéneos (17 especies) fueron el grupo dominante en las tres especies de hospedero, en ambas lagunas (Figura 1), lo cual es similar a Salgado-Maldonado *et al.*, 2001, 2004; Pineda-López *et al.*, 2005) y de manera general a lo reportado para comunidades de helmintos de peces dulceacuícolas en México (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007). En peces de ambientes salobres, los digéneos están representados principalmente por especies alogénicas, las cuales emplean a los peces como hospederos intermediarios. Por ejemplo, en la laguna de Coyuca Violante-González y Aguirre-Macedo (2007) registraron un total de 31 especies de helmintos en 10 especies de peces, de las cuales 18 (58%) fueron digéneos (7 adultos y 11 larvas), mientras que Violante-González *et al.* (2007) en Tres Palos registraron 35 especies de helmintos en 13 especies de peces de las cuales también 18 (51%) fueron digéneos (8 adultos y 10 metacercarias).

En muchas comunidades de parásitos de aves los digéneos constituyen también el grupo de helmintos dominante. Por ejemplo, en especies de aves acuáticas como *A. alba*, *A. cinerea*, *A. herodias*, *Charadrius wilsonia*, *Egretta thula*, *Himantopus himantopus*, *Leucophoyx thula*, *Numenius phaeopus*, *Nycticorax nycticorax*, *Pelecanus erythrorhynchus*, *P. olivaceus*, *Rhynchops niger*, *Sterna maxima* y *Sula leucogaster*, se ha registrado un mayor número de especies de digéneos (Ramos-Ramos, 1989, 1994; Valencia, 1990; Hernández, 1995; Sepúlveda *et al.*, 1999; Nogueserola *et al.*, 2002; Navarro *et al.*, 2005; Barrera-Guzmán y Guillén-Hernández, 2008).

Dentro de los digéneos, el grupo de los heterófidos [*As. longa*, *Ascocotyle* sp., *Ce. formosanus*, *Eu. californiensis* y *Haplorchis pumilio*] fue el mejor representado entre las especies ictiófagas estudiadas. En estudios previos de parásitos de peces en México, los heterófidos han constituido también el grupo más abundante y frecuente de los helmintos generalmente reportados (Scholz *et al.*, 2001), y los adultos son parásitos del intestino de la mayoría de aves ictiófagas (Ramos-Ramos, 1994; Sepúlveda *et al.*, 1999; Scholz *et al.*, 2001). De acuerdo con Scholz *et al.* (2001) al menos dos especies de heterófidos (*Ce. formosanus* y *H. pumilio*) fueron introducidos a México, desde Asia a partir de la introducción accidental del caracol de agua dulce *Melanoides tuberculata*. Actualmente este caracol es muy abundante en las dos lagunas costeras

estudiadas (Violante-González *et al.*, 2009) y las metacercarias de *Ce. formosanus* han sido reportadas co-ocurriendo con *E. leopoldinae* en las branquias de *Poecilia sphenops* y *Astyanax fasciatus* (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007).

Por otra parte los acantocéfalos son un grupo de helmintos muy poco abundante, siendo generalmente muy raros en peces dulceacuícolas (Salgado-Maldonado *et al.*, 2001, 2004). Para las lagunas de Coyuca y Tres Palos, se han reportado solo cuatro especies en peces: tres adultos y un cistacanto (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007). Mientras que a nivel nacional, en aves acuáticas de las familias Ardeidae (garzas) y Phalacrocoracidae (cormoranes), solo se han registrado cinco especies de acantocéfalos adultos: *Andracantha grvida*, *Hexaglandula corynosoma*, *Polymorphus brevis*, *Southwellina dimorpha* y *S. hispida* (García-Prieto *et al.*, 2010). No obstante, solo la especie *S. hispida* fue recuperada de los tres hospederos examinados, además de que su abundancia fue generalmente baja (1 a 3.5 helmintos por hospedero examinado, Tabla 1).

Especies comunes y raras

Algunos estudios en ecología de parásitos señalan que las especies comunes (poco abundantes pero frecuentes), confieren una mayor constancia en la composición de especies dentro de la comunidad, por lo que pueden ser consideradas como el componente predecible de la misma, a diferencia de las especies raras que constituyen el componente impredecible (Kennedy y Hartvigsen, 2000). En el presente estudio fue posible establecer que en tres de las poblaciones de aves (*A. alba*, *N. violacea* y *P. brasilianus* de Tres Palos, Figuras 3, 4, 6), el conjunto de especies clasificadas como comunes, fue igual o mayor al de las raras, por lo que estas comunidades pueden ser consideradas como más predecibles en cuanto a su composición de especies. Por otra parte, algunas de las especies de helmintos consideradas como comunes en los tres hospederos, así como en ambas lagunas, han sido ya registradas en estudios anteriores: el nemátodo *C. multipapillatum* ha sido reportado de unas 10 especies de peces y el acantocéfalo *S. hispida* de seis especies de peces en Coyuca y Tres Palos (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007).

Sin embargo, algunas especies consideradas también comunes como en los casos de los digéneos *Ap. cornu*, *Dr. olivaceus* y *R. ondatrae* (Figuras 2 a 6), éstas no habían sido reportadas en los estudios sobre parásitos de peces realizados en estas 2 lagunas. Esto puede ser atribuido a que posiblemente algunas especies han pasado desapercibidas, debido a que los estudios efectuados en estas lagunas, se han enfocado principalmente en comunidades de endoparásitos. En este sentido, es señalado que las metacercarias de *Dr. olivaceus* y *R. ondatrae* se localizan generalmente sobre las escamas y la línea lateral de varias especies de cíclidos dulceacuícolas (Vidal-Martínez *et al.*, 2001). En las lagunas costeras del estado de Guerrero, habitan dos especies de cíclidos, una especie nativa (*Cichlasoma trimaculatum*) y otra introducida (*Oreochromis niloticus*), las cuales posiblemente sean los hospederos intermediarios de los dos helmintos anteriores, por lo que es necesario que en estudios posteriores, estos cíclidos sean re-examinados con la finalidad de evaluar su contribución en la helmintofauna de las aves ictiófagas estudiadas.

Por otra parte, de acuerdo con la información existente los estadios larvarios del digéneo *Ap. cornu* requieren de invertebrados como hospederos intermediarios y emplean ya sea peces o renacuajos como hospederos paraténicos (Navarro *et al.*, 2005), por lo tanto es posible que este helminto utilice renacuajos o ranas como hospederos paraténicos en las lagunas costeras estudiadas, debido a que restos de estos anfibios fueron encontrados en el estómago de algunas garzas que fueron disectadas. *Apharyngostrigea cornu* es considerado además un helminto especialista de la familia Ardeidae (Navarro *et al.*, 2005) y nuestros resultados apoyan esta hipótesis, debido a que este digéneo fue encontrado solo en las dos especies de garzas examinadas en el presente estudio (Tabla 1), no así en el cormorán *P. brasiliensis*, el cual es una de las aves ictiófagas más abundantes que habitan en las lagunas costeras del estado de Guerrero (Castañón, 2012).

Parámetros de infección de las especies de helmintos

El análisis de los parámetros de infección de las diferentes especies de helmintos indicó que la prevalencia de 12, así como la abundancia de 11 especies (Tablas 2, 3), presentaron una variación significativa tanto entre las tres especies de aves como entre

lagunas. Dogiel (1966) señalaron que el número y la variedad de parásitos que un ave puede albergar, difiere de un individuo a otro, así como entre localidades. Estos investigadores indicaron también, que la continua migración de las aves contribuye a la dispersión de las especies de helmintos a través de varias zonas geográficas, causando grandes infecciones en aquellos lugares donde existen hospederos adecuados para su desarrollo.

Por su parte Kennedy *et al.* (1986) en su estudio comparativo sobre la riqueza de especies de infracomunidades de helmintos de peces y aves, establecieron que las principales diferencias entre estos dos grandes grupos de hospederos podían ser atribuidas a varios factores, entre los cuales se encuentra la complejidad de la dieta de algunas aves, lo cual puede contribuir al incremento en la diversidad de parásitos. En este sentido, una dieta variada aunada con un mayor consumo de alimento, puede dar como resultado una mayor exposición a un amplio número de potenciales hospederos intermediarios, además de que la complejidad del sistema digestivo de las aves, puede incrementar el número de nichos disponibles para la colonización por parte de los parásitos (Kennedy *et al.*, 1986).

Con base en lo anterior, es probable que las diferencias registradas en los parámetros de infección de algunas especies de helmintos (Tablas 2, 3), sean debidas al diferente comportamiento alimenticio presentado por las tres especies de aves (Threlfall, 1982; Ramos-Ramos, 1994). Por ejemplo, no obstante que la dieta de las dos especies de garzas es muy similar, debido a que incluye una amplia variedad de presas como peces, renacuajos, ranas, caracoles, crustáceos, insectos acuáticos y pequeños mamíferos (Ramos-Ramos, 1994), *A. alba* es de hábitos diurnos, en tanto que *N. violacea* es una garza nocturna. En este sentido, cinco especies de helmintos (*Po. minimum*, *R. ondatrae*, *Par. cochleari*, *S. hispida* y *C. multipapillatum*) registraron niveles de infección más altos en la garza *N. violacea* (Tablas 2, 3), la cual se alimenta durante la noche de una amplia variedad de especies de peces, los cuales se ocultan entre las raíces de los mangles o entre la vegetación sumergida, siendo posiblemente más fácilmente capturados durante la noche cuando son más indefensos.

Por otra parte, en el caso del cormorán *P. brasiliensis* las diferencias registradas en la prevalencia (Tabla 2) de las especies *Pa. caballeroi*, *Sy. trachea*, *As. longa*, *Au. mordax*, *R. ondatrae* y *S. hispida* y las

abundancias (Tabla 3) de *C. multipapillatum*, *Dr. oliveaceus*, *Au. mordax* y *R. ondatrae*, pueden ser atribuidas a pequeñas diferencias en los hábitos alimenticios de los cormoranes en cada laguna (Threlfall, 1982). No obstante que casi las mismas especies de peces están presentes en ambos cuerpos de agua, sus abundancias no son las mismas (datos no publicados), así como los niveles de infección de las especies de parásitos presentes (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007).

Comunidades

Las comunidades componentes fueron muy similares tanto entre especies de hospedero, como entre lagunas, esto es, presentaron un bajo número de especies (10 a 16) y fueron dominadas por una sola especie de helminto [*As. longa* en *A. alba*, *Par. cochleari* en *N. violacea* y *C. multipapillatum* en *P. brasilianus*] (Tabla 4), el cual es el mismo patrón observado en las comunidades de parásitos de peces en estas dos lagunas (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007). Estos resultados pueden ser atribuidos a la falta de comportamiento migratorio por parte de estas especies de aves, lo cual limita su exposición a otras especies de helmintos de un área geográfica más amplia. En este sentido, se considera de manera general, que las comunidades componentes de aves migratorias son frecuentemente más ricas y diversas en especies, en comparación con aquellas que no lo son, debido a que por su mayor vagilidad, se exponen a un mayor número de parásitos infectivos (Threlfall, 1982; Fedynich *et al.*, 1997; Kennedy, 1998), por lo que la limitada dispersión de las aves ictiófagas estudiadas, dado que anidan en los márgenes de las lagunas costeras (Castañón, 2012), en las cuales tienen a su disposición alimento suficiente para ellas y sus crías, evita que éstas puedan estar en contacto con otras especies de parásitos que posiblemente se encuentran en otros sistemas lagunares del mismo, u otros estados del Pacífico mexicano.

No obstante la baja riqueza en especies de helmintos registrada en las tres especies de aves, fueron evidentes algunas diferencias entre sus comunidades componentes; por ejemplo, la comunidad con mayor número de especies y más diversa, fue la registrada en *N. violacea*, lo cual posiblemente se debió a que esta comunidad componente fue menos dominada, a diferencias de las otras comunidades (Tabla 4). Una hipótesis que se maneja en ecología de comunidades

de parásitos, es la que sugiere que la diversidad de especies es positivamente correlacionada con la abundancia del hospedero, debido a que los hospederos que presentan poblaciones de mayor tamaño, pueden mantener con mayor facilidad grandes poblaciones de helmintos adultos (Bell y Burt, 1991; Takemoto *et al.*, 2005). Sin embargo, esta hipótesis no es apoyada por nuestros resultados, debido a que de las 10 especies de ardeídos registrados en la localidad *A. alba* es la más abundante, mientras que la población de *N. violacea* es la más escasa (Castañón, 2012). Lo mismo aplica para el caso del cormorán *P. brasilianus*, el cual es también muy abundante en las lagunas costeras (Castañón, 2012); por lo tanto, la mayor riqueza y diversidad de especies registradas en la garza *N. violacea*, pueden ser atribuidas a sus hábitos de alimentación nocturnos, lo cual le confiere una mayor ventaja en la captura de una mayor variedad de presas, en comparación con los otros dos hospederos que presentan un comportamiento diurno.

Por otro lado, los valores de riqueza promedio registrados en las dos especies de garza (4.5 a 5.9 especies, Tabla 5), fueron más altos a los reportados para otras especies como *Nycticorax nycticorax*, *Egretta garzetta*, *Ardea cinerea* y *A. purpurea* (1 a 1.5 especies, Navarro *et al.*, 2005), pero similares a los reportados para infracomunidades de *A. albus* (Sepúlveda *et al.*, 1999). Mientras que la parasitofauna registrada en *P. brasilianus* (14 especies) en las dos lagunas, fue más baja a la reportada para la misma especie de cormorán: 17 a 20 especies (Fedynich *et al.*, 1997; Monteiro *et al.*, 2011) y más similar a las de otras como *P. auritus*, *P. carbo* y *P. floridanus*: 12 a 17 especies en diferentes áreas geográficas (Threlfall, 1982; Fedynich *et al.*, 1997; Obmann, 2008).

Las diferencias registradas en los parámetros de infracomunidad (Tabla 5), fueron atribuidas a diferencias en el grado de dominancia de las mismas. Por ejemplo, las infracomunidades más ricas y diversas fueron aquellas que presentaron una mayor uniformidad en su abundancia de especies (Tabla 5). Con base en los valores obtenidos para el índice de infracomunidad (*ICI*) se puede establecer, que las especies responsables de la estructuración de las infracomunidades difieren tanto entre las especies de hospedero, como entre lagunas (Tabla 6). No obstante, al menos dos especies de helmintos contribuyeron de manera importante en la estructuración de las infracomunidades de los tres hospederos, como es el caso del acantocéfalo *S. hispida* y el nemátodo *C. multipapillatum*.

Como conclusión podemos decir, que es necesario efectuar un mayor número de estudios de estas mismas especies de aves ictiófagas, así como de otras especies migratorias o residentes, que habitan de manera temporal o permanente en las lagunas costeras del estado de Guerrero, para tratar de conocer una parte importante del ciclo de vida de muchas especies de parásitos alogénicos, que son parte importante de la parasitofauna de estas lagunas, y emplean aves ictiófagas como hospederos finales, así como para determinar si el patrón de estructuración observado para las comunidades de parásitos examinadas, es similar a los de otras aves ictiófagas de estas y otras lagunas.

Literatura citada

- Barrera-Guzmán, A. O., y S. Guillén-Hernández. 2008. Helminintos intestinales en aves Ciconiformes de la ciénaga de Chuburná, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79:525-527.
- Bell, G., y A. Burt. 1991. The comparative biology of parasites species diversity: internal helminthes of freshwater fish. *Journal of Animal Ecology* 60:1047-1063.
- Bush, A. O., J. Fernández, G. Esch, y J. R. Seed. 2001. Parasitism: The diversity and ecology of animal parasites. Cambridge University Press. 566 p.
- Bush, A. O., K. D. Lafferty, J. M. Lotz, y A. W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology* 83:575-583.
- Castañón, W. S. 2012. Las aves acuáticas de los humedales de la Laguna de Tres Palos, Guerrero. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ecología Marina, Acapulco, Guerrero, 69 p.
- Chappell, L. H., L. J. Hardie, y C. J. Secombes. 1994. Diplostomiasis: the disease and host-parasite interactions. In: Pike AW, Lewis JW (eds.). Parasitic diseases of fish. Samara Publishing Limited. pp. 59-86.
- Dogiel, V. A. 1966. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: Dogiel, G., K. Petrushevski, and Yu. I. Polyanski. (eds). Parasitology of fishes. V. A. Oliver and Boyd: Edinburgh and London. pp. 1-47.
- Esch, G. W., y J. C. Fernández. 1993. A functional biology of parasitism. Chapman and Hall, London.
- Esch, G. W., C. R. Kennedy, A. O. Bush, y J. M. Aho. 1988. Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: alternative strategies for colonization. *Parasitology*. 96:519-532.
- Fedynich, A., D. Pence, y J. Bergan. 1997. Helminth community structure and pattern in sympatric populations of double-crested and neotropical cormorants. *Journal Helminthological Society of Washington* 64:176-182.
- García-Prieto, L., M. García-Varela, B. Mendoza-Garfias, y G. Pérez-Ponce de León. 2010. Checklist of the Acanthocephala in wildlife vertebrates of Mexico. *Zootaxa* 2419:1-50.
- Hernández-Rodríguez, A. 1995. Taxonomía de trematodos de aves en tres localidades del estado de Veracruz, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Distrito Federal, México, 56 p.
- Kalmbach, E., y P. H. Becker. 2005. Growth and survival of Neotropic cormorant (*Phalacrocorax brasilianus*) chicks in relation to hatching order and brood size. *Journal Ornithology* 146:91-98.
- Kennedy, C. R. 1998. Aquatic birds as agents of parasite dispersal: a field test of the effectiveness of helminth colonization strategies. *Bulletin of the Scandinavian Society for Parasitology* 8:23-28.
- Kennedy, C. R., J. Bush, y M. Aho. 1986. Patterns in helminth communities: Why are bird and fishes different?. *Parasitology* 93:205-215.
- Kennedy, C. R., y R. A. Hartvigsen. 2000. Richness and diversity of intestinal metazoan communities in brown trout *Salmo trutta* compared to those of eels *Anguilla anguilla* in their European heartlands. *Parasitology* 121:55-64.
- Krebs, C. J. 1999. Ecological methodology. Harper Collings, United States of America 654 p.
- Lamothe-Argumedo, R. 1997. Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres. AGT. 43 p.
- Lamothe-Argumedo, R., y G. Pérez-Ponce de León. 1986. Hallazgo de *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936 (Trematoda: Diplostomatidae) en *Egretta thula* en México. *Anales del Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 57:235-246.
- Magurran, A. E. 2004. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, United States of America. 256 p.
- Monks, S., V. R. Zárate-Ramírez, y G. Pulido-Flores. 2005. Helminths of freshwater fishes from the Metztitlán Canyon Reserve of the Biosphere, Hidalgo, Mexico. *Comparative Parasitology* 72:212-219.
- Monteiro, C. M., J. F. Amato, y S. B. Amato. 2011. Helminth parasitism in the Neotropical cormorant, *Phalacrocorax brasilianus*, in Southern Brazil: effect of host size, weight, sex, and maturity state. *Parasitology Research* 109:849-855.
- Navarro, P., J. Lluch, y E. Font. 2005. The component helminth community in six sympatric species of Ardeidae. *Journal of Parasitology* 91:775-779.
- Nogueserola, M. L., P. Navarro, y J. Lluch. 2002. Helminths parásitos de Ardeidae en Valencia (España). *Anales de Biología* 24:139-144.
- Obmann, S. 2008. Investigations into the helminth fauna of common cormorant (*Phalacrocorax carbo*) and grey

- heron (*Ardea cinerea*) - a contribution to parasitic infestation, epidemiology and deleterious effects. Ph. D. thesis. Institute of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Leipzig, Germany 217 p.
- Ortega-Olivares, M. P. 2007. Comparación de cuatro provincias biogeográficas mexicanas con base en la distribución de los helmintos de aves ictiófagas de la costa del Golfo de México. Tesis de Maestría en Sistemática. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Distrito Federal, México.
- Ortega-Olivares, M. P., A. O. Barrera-Guzmán, I. Haasová, G. Salgado-Maldonado, S. Guillén-Hernández, y T. Scholz. 2008. Tapeworms (Cestoda: Gryporhynchidae) of fish-eating birds (Ciconiiformes) from Mexico: new host and geographical records. *Comparative Parasitology* 75:182-195.
- Pineda-López, R., G. Salgado-Maldonado, E. Soto-Galera, N. Hernández-Camacho, A. Orozco-Zamorano, S. Contreras-Robledo, G. Cabañas-Carranza, y R. Aguilar-Aguilar. 2005. Helminth parasites of viviparous fishes in México. *In: Grier, H. J., y M. C. Uribe. (eds). Viviparous Fishes. New Life Publications, Florida. pp. 437-456.*
- Poulin, R. 1999. The intra - and interspecific relationships between abundance and distribution in helminth parasites of birds. *Journal of Animal Ecology* 68:719-725.
- Ramos-Ramos, P. 1989. Estudio taxonómico de algunos tremátodos de vertebrados de la Presa Presidente Miguel Alemán en Temascal, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias 112 p.
- Ramos-Ramos, P. 1994. Composición de la comunidad de helmintos del tubo digestivo de tres especies de "garzas" (Ciconiiformes: Ardeidae) del lago de Patzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. 143 p.
- Ramos-Ramos, P. 1995. Algunos tremátodos de vertebrados de la presa Miguel Alemán en Temascal, Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 66:241-246.
- Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza, J. M. Caspeta-Mandujano, E. Soto-Galera, E. Mayén-Peña, D. Brailovski, y R. Báez-Valé. 2001. Helminth parasites of freshwater fishes of the Balsas river drainage basing of southwestern Mexico. *Comparative Parasitology* 68:196-203.
- Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza, E. Soto-Galera, R. Pineda-López, J. M. Caspeta-Mandujano, E. Aguilar-Castellanos, y N. Mercado-Silva. 2004. Helminth parasites of freshwater fishes of the Pánuco river basin, East Central Mexico. *Comparative Parasitology* 71:190-202.
- Scholz, T, L. M. Aguirre-Macedo, y G. Salgado-Maldonado. 2001. Trematodes on the family Heterophyidae (Digenea) in Mexico: a review of species and new host and geographical records. *Journal Natural History* 35:1733-1772.
- Scholz, T., K. Kuchta, y G. Salgado-Maldonado. 2002. Cestodes of the family Dilepididae (Cestoda: Cyclophyllidae) from fish-eating birds in Mexico: a survey of species. *Systematic Parasitology* 52:171-182.
- Sepúlveda, M. S., M. G. Spalding, J. M. Kinsella, y D. J. Forrester. 1999. Parasites of the Great Egret (*Ardea albus*) in Florida and a review of the helminths reported for the species. *Journal Helminthology* 66:7-13.
- Sokal, R. R., y F. J. Rohlf. 1998. *Biometry*, 2nd ed. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Takemoto, R. M., G. C. Pavanelli, M. P. Lizama, J. L. Luque, y R. Poulin. 2005. Host density as a major determinant of endoparasite species richness in fishes of floodplain of the upper Parana River, Brazil. *Journal Helminthology* 79:75-84.
- Threlfall, W. 1982. Endoparasites of the double-crested cormorant (*Phalacrocorax auritus*) in Florida. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 49:103-108.
- Valencia, S. E. 1990. Estudio taxonómico de la fauna helmintológica de las aves silvestres: *Casmerodius albus*, *Ardea herodias* y *Phalacrocorax olivaceus* del estero Celestún, Yucatán. Tesis profesional, Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Química 74 p.
- Vidal-Martínez, V. M., L. Aguirre-Macedo, T. Scholz, D. González-Solís, y E. F. Mendoza-Franco. 2001. Atlas of helminth parasites of cichlid fish of Mexico. Academia, Prague. 165 p.
- Violante-González, J., y M. L. Aguirre-Macedo. 2007. Metazoan parasites of fishes from Coyuca Lagoon, Guerrero, Mexico. *Zootaxa*. 1531:39-48.
- Violante-González, J., M. L. Aguirre-Macedo, y E. F. Mendoza-Franco. 2007. A checklist of metazoan parasites of fish from Tres Palos lagoon, Guerrero, Mexico. *Parasitology Research* 102:151-161.
- Violante-González, J., M. García-Varela, A. Rojas-Herrera, y S. Gil-Guerrero. 2009. Diplostomiasis in cultured and wild tilapia *Oreochromis niloticus* in Guerrero state, Mexico. *Parasitology Research* 105:803-807.
- Wisniewski, W. L. 1958. Characterization of the parasitofauna of a eutrophic lake. *Acta Parasitologica Polonica* 6:1-64.
- Zander, C. D. 2004. Four-year monitoring of parasite communities in gobiid fishes of the south-western Baltic. II. Infracommunity. *Parasitology Research* 93:17-29.
- Zárate-Ramírez, V. R. 2003. Evaluación de la biodiversidad de helmintos en los peces de la reserva de la Biosfera Barranca de Meztitlán, Hidalgo, México. Tesis de Maestría en Ecología y Desarrollo Sustentable. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Chetumal, Quitana Roo, México. 75 p.

Calidad del agua en la subcuenca fluvial La Garita, Acapulco, Guerrero por monitoreo con insectos

Ana Yolanda Rosas-Acevedo, Audel Sánchez-Infante, y José Luis Rosas-Acevedo

Resumen

La subcuenca La Garita (Región Hidrológica: Rh19Ac) ha sufrido la influencia del hombre, presenta escorrentía y momentos de estiaje, además de puntos aislados de contaminación por basura y descargas. Se realizó un monitoreo de insectos. Se exploró la posibilidad del uso del índice BMWP (Biological Monitoring Working Party), para arroyos y ríos, en la determinación de la calidad del agua y del ecosistema. En la parte alta o cabecera (BMWP=122) correspondió a excelente (ecosistema no impactado), en la zona media o de transferencia (BMWP-CR=118) fue buena (ecosistema no alterado de manera sensible) y en la parte baja o zona de depósito (BMWP-CR=98) fue regular (ecosistema moderadamente impactado).

Palabras clave: Macroinvertebrados, biomonitoreo, problemática ambiental

Introducción

El sistema pluvial de la Garita que corresponde a la Zona 9 (Protección Civil y Bomberos, 2007) y región hidrológica Rh19Ac (CONAGUA/SIATL, 2011) se estructura en cuencas hidrográficas y en una red de drenaje compuesta por un sistema jerarquizado de cursos pluviales, desde pequeños surcos hasta ríos, que confluyen unos en otros hasta configurar el colector principal de la cuenca (González del Tágano, 2007), además de que cada uno de estos cursos pluviales cuenta con una corriente natural fluctuante de agua y materiales sólidos que circula por un cauce con orillas bien definidas. En efecto, el cauce menor o canal fluvial es un elemento geomorfológico que se encarga del transporte del caudal hídrico y sólido del sistema fluvial.

De esta manera, los procesos que ocurren en los cauces están condicionados por las modificaciones que introduce el hombre en la cuenca y va a depender del nivel de actividad humana ligadas sobre todo al desarrollo urbano, que impacta fuertemente en la biota (Pozo-Morales *et al.*, 2014). La subcuenca La Garita, ha sufrido la influencia del hombre, de esta manera el

tipo de vegetación dominante que equilibra el clima de la región, se ha ido perdiendo en esta escorrentía intermitente, en donde se han presentado puntos aislados de contaminación por basura en el ramal del cauce abierto de longitud de 3.94 km, que se incrementan año con año, como ha sucedido de manera similar en otros cauces pluviales en Acapulco (Sampedro-Rosas *et al.*, 2011) y otros países (Camprodon *et al.*, 2012).

Considerando que la calidad del agua es un tema prioritario en la actualidad (EPA, 2010; Camprodon *et al.*, 2012), y que el ciclo natural del agua tiene gran capacidad de purificación, su aparente abundancia, hace que sea el vertedero habitual de los desechos producidos por las actividades humanas. Sin embargo, es incuestionable el valor económico de los ríos en cualquier parte del mundo, por los servicios que prestan a la sociedad, siendo el agua, la energía y el oxígeno los elementos que se reconocen como fundamentales para la vida. Por tal razón para conocer el estado de contaminación de un ecosistema acuático se deben realizar los biomonitoreos, que son herramientas en virtud de informar rápidamente sobre el estado de conservación

de los ecosistemas, ya que no solo permiten reconocer la calidad del agua, sino en general la calidad del ambiente, que puede estar degradado por fenómenos variados, como por ejemplo afectaciones al caudal y no necesariamente contaminación.

Los indicadores pueden agruparse en tres grandes tipos (Ordeix *et al.*, 2012): de calidad hidromorfológica, de calidad fisicoquímica, y de calidad biológica; éstos últimos relacionan los organismos con el ecosistema y los índices bióticos, que permiten valorar el estado ecológico a partir de la riqueza y la abundancia de organismos presentes.

La creciente necesidad para evaluar estos importantes recursos acuáticos superficiales y tomar acciones orientadas hacia la conservación de los mismos, exige formas de evaluación costo eficientes, científicamente válidas y ambientalmente benignas. Adicionalmente, estas evaluaciones deben ser de fácil acceso al público, que faciliten la toma rápida de decisiones, y al mismo tiempo, que ofrezcan certidumbre sobre las acciones emprendidas para la conservación.

Los índices biológicos pueden dar información no sólo de las condiciones momentáneas, sino también de lo sucedido en momentos previos a la toma de las muestras. Junto con la medición de parámetros fisicoquímicos, esta alternativa permite evaluar el impacto que la actividad humana tiene en el medio ambiente, ya sea en ecosistemas abiertos como en efluentes industriales o de aguas grises y negras (Klemm *et al.*, 2002).

Este trabajo consistió en la aplicación de un biomonitoreo de la calidad del agua en el cauce pluvial La Garita-Amates que recorre un área desde el Parque Nacional el Veladero hasta desembocar en la bahía de Santa Lucía (Acapulco). A las interrogantes ¿cuál es el nivel de contaminación del cauce pluvial La Garita?, ¿cuáles son las principales causas al problema ambiental que presenta?. Se realizó la determinación de los focos contaminantes en la zona y la colecta de los macroinvertebrados (larvas de insectos acuáticos).

El uso de insectos indicadores en la evaluación del agua, ha sido ampliamente recomendados (Alba-Tercedor, 1996; Figueroa *et al.*, 1996; Rosenberg *et al.*, 1997; Leiva, 2003; Alba-Tercedor *et al.*, 2004), esto se debe a que ofrecen numerosas ventajas (Carter *et al.*, 2007; Segnini, 2003) en estudios de impacto urbano (Pavé y Marchese, 2005).

El objetivo general fue determinar la calidad del agua en el cauce pluvial La Garita utilizando los

protocolos de biomonitoreo y el índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) con macro invertebrados bentónicos como bioindicadores. Los objetivos específicos fueron analizar química y biológicamente el agua para identificar el grado de contaminación del cauce; con la cartilla de índice de BMWP, por medio de la identificación de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el cauce, con énfasis en los insectos, determinar la calidad del agua y del ecosistema, e identificar los focos de contaminación asociados con los asentamientos humanos a lo largo del cauce del ramal principal de la subcuenca La Garita-Amates.

Materiales y Métodos

El área de estudio fue el cauce La Garita-Amates, localizado en la zona 9 Garita (Protección Civil y Bomberos, 2007) y Rh19aa (CONAGUA/SIATL, 2011), que va desde la parte alta (El Veladero) hasta desembocar al mar en su parte baja.

Solo se muestreó en la época de sequía pues de acuerdo a Barbour *et al.* (1999), es cuando las comunidades acuáticas son más estables y se minimiza el efecto de deriva provocado por las variaciones en el flujo durante la época de precipitaciones (Karr, 1987; Fleituch, 1992; Lyons, 1992; Dall, 1995 y An *et al.*, 2002). Uno de los supuestos en los protocolos rápidos de valoración es su valor regional, por lo mismo su uso extensivo es limitado. Sin embargo, aprovechando la amplia distribución de los macroinvertebrados en el nivel de familia, se explora la posibilidad del uso del protocolo BMWP, para arroyos y ríos.

Para la toma de muestras se dividió el cauce en tres áreas: alta (cabecera), media (zona de transferencia) y baja (zona de depósito), considerando la accesibilidad en las partes cubiertas del cauce. Se realizaron recorridos mensuales de muestreo, para el análisis fisicoquímico (Clesceri *et al.*, 1998; Carrera y Fierro, 2001; Fenoglio *et al.*, 2002) y para la colecta de las muestras biológicas, se recomienda utilizar muestras tomadas en la época de estío por varias razones: una cualidad de los biomonitoreos es tomar decisiones rápidas (Karr y Chu, 1999), por qué en la época de estío las comunidades acuáticas son más estables (AFNOR, 2003; Williams y Gaston, 1994; Pérez-Munguía y Pineda-López, 2005; Pérez-Munguía *et al.*, 2006).

Se empleó una red acuática con malla mosquitero tipo cuchara (las que se utilizan para el levantamiento de hojas en las albercas o coladores de malla fina), de 500 µm de diámetro de poro. La red se sumergió en

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a lo largo del cauce La Garita-Amates, en la época de estiaje

PARÁMETRO	PARTE ALTA	PARTE MEDIA	PARTE BAJA
pH	6.60±1.01	6.54±1.02	6.48±1.02
Alcalinidad (mg/L)	5±1	5±1	5±1
Temperatura (°C)	23±2	24±2	25±2
Oxígeno disuelto (mg/L)	3.84±1.5	2.02±1.5	0.85±1.5
Coliformes fecales	Negativo	Positivo	Positivo

el agua y se hicieron levantamientos de los sedimentos, los organismos encontrados fueron colectados y depositados en recipientes plásticos. Este procedimiento se repitió tres veces como mínimo en todas las estaciones de muestreo. Los macroinvertebrados fueron depositados en frascos con alcohol al 90% y etiquetados para su posterior separación, cuantificación e identificación utilizando una lupa estereoscópica y siguiendo los criterios taxonómicos de McCafferty y Provonsha (1998) y Merrit *et al.* (2008).

La composición y la estructura de las asociaciones de macroinvertebrados acuáticos para aplicar el índice BWMP, fue con base en lo establecido para aguas en comunidades rurales y aguas residuales de zonas urbanas (Itzep *et al.*, 2009) y aguas en lagunas como la de Coyuca en Guerrero, México (Rosas-Acevedo *et al.*, 2014).

Los parámetros fisicoquímicos a monitorear fueron determinados de acuerdo a MMA (1997) y SEMARNAP-INE (2000). Se realizaron los análisis de temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/L), pH, alcalinidad (mg/L) y coliformes fecales (CONAGUA, 2006; Guerrero, 2006). Los fines de este trabajo

consideraron los valores de referencia (límites permisibles de calidad) citados en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994.

Para el análisis de los resultados fisicoquímicos se empleó el programa Excel versión 2010, que permitió obtener los datos de cada una de las variables a través de un análisis univariado, tamaño de muestra, valor promedio, valor máximo y mínimo, varianza y desviación estándar.

Resultados

En el estudio espacio-temporal realizado en el cauce Garita-Amates, se evaluaron cinco variables básicas, que permitieron entender la dinámica del cauce a partir del comportamiento de estas variables (Figuras 1-3). La temperatura del agua, pH y el oxígeno disuelto presentaron poca variación de los resultados entre estaciones de muestreo, en tanto que la alcalinidad y los coliformes fecales variaron, con lo que se pudo visualizar que los valores permanecieron estables durante el tiempo en que se realizaron los muestreos.

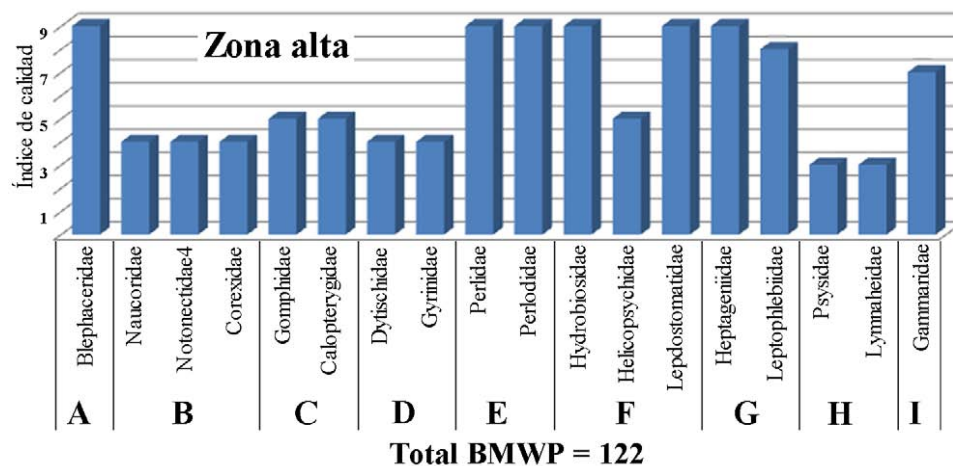


Figura 1. Insectos colectados y BMWP en la zona alta (cabecera) del Cauce Pluvial La Garita. A = Diptera; B = Hemiptera; C = Odonata; D = Coleoptera; E = Plecoptera; F = Trichoptera; G = Ephemeroptera; H = Mollusca; I = Crustacea.

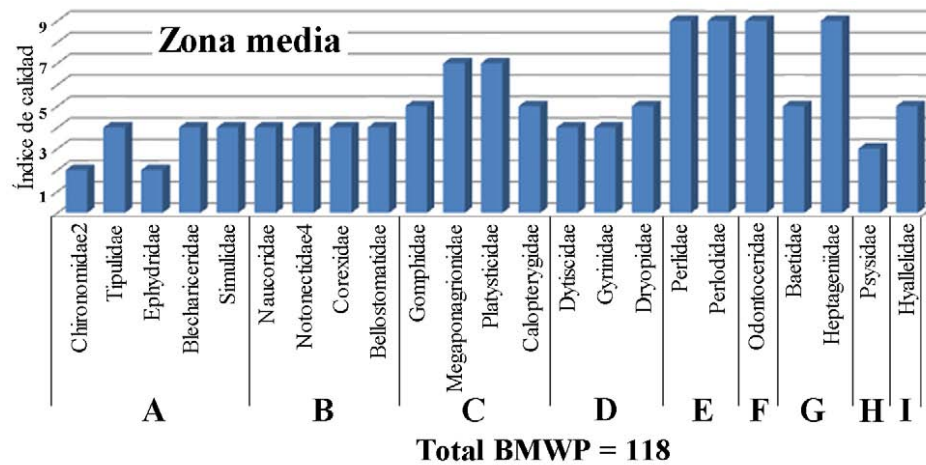


Figura 2. Insectos colectados y BMWP en la zona media (zona de transferencia) del Cauce Pluvial La Garita. A = Diptera; B = Hemiptera; C = Odonata; D = Coleoptera; E = Plecoptera; F = Trichoptera; G = Ephemeroptera; H = Mollusca; I = Crustacea.

Con base en los registros de los parámetros físico-químicos, la parte alta (cabecera) obtuvo los mayores registros en cuanto a Oxígeno Disuelto (OD), menores con respecto a la temperatura (Tabla 1), que se expresa por la diversidad de macroinvertebrados (Figura 1), lo que permite determinar que en esta área del cauce el ambiente se encuentra aún estable, no contaminado o no alterado de manera sensible, en donde la calidad del agua es buena. El incremento de la materia orgánica es el principal factor a considerar que contribuye a la reducción de la cantidad de OD e incremento de la temperatura, por consecuencia natural del propio ecosistema y a las descargas clandestinas de aguas residuales y a tiraderos a cielo abierto.

El segundo grupo (Figura 2) constituido por el pH, Temperatura y Oxígeno disuelto, presentó una alta distribución espacial, la respuesta en las concentraciones y valores de estas variables son, posiblemente, el resultado de modificaciones de los escenarios acuáticos del cauce, en donde el deterioro ambiental está estrechamente asociado con las acciones de tipo antrópico que se registran en este ecosistema.

Los grupos (Ordenes) de insectos encontrados en el recorrido del cauce pluvial desde la parte alta (cabecera) hasta la zona de depósito o baja fueron Diptera, Hemiptera, Odonata, Coleoptera, Plecoptera, Trichoptera, Ephemeroptera. También se encontró al Phylum Mollusca, algunos caracoles y del Phylum Arthropoda algunos organismos de la clase Crustacea, que representan la diversidad presente en este cauce (Figura 1). A continuación se detalla para la parte alta (cabecera) las familias presentes. Blephariceridae (Diptera)

insectos presentes en aguas de muy buena calidad a excelente; Naucoridae, Notonectidae y Corixidae (Hemiptera), familias presentes en aguas con calidad regular a mala; Gomphidae y Calopterygidae (Odonata), indicadores de aguas con calidad buena a regular; Dytiscidae y Gyrinidae (Coleoptera), organismos presentes en aguas con calidad regular a mala.

Además, Perlidae y Perlodidae (Plecoptera), insectos indicadores de aguas con calidad excelente a muy buena. Hydrobiosidae, Lepdostomatidae y Helicopsychidae, (Trichoptera), los dos primeros presentes en aguas con calidad de excelente a muy buena, y con buena a regular el último; Heptageniidae y Leptophlebiidae (Ephemeroptera), se encuentran generalmente en aguas con excelente a muy buena y de buena a regular calidad; Physidae y Lymnaeidae (Mollusca), organismos en aguas de calidad regular a mala; Hyalellidae (Crustacea), presentes en aguas de buena calidad.

En la zona de transferencia o media (Figura 2), se colectó a Chironomidae, Tipulidae, Ephydriidae, Blephariceridae y Simuliidae (Diptera); Naucoridae, Notonectidae, Corixidae y Bellostomatidae (Hemiptera); Gomphidae, Megapogonagrionidae, Platystictidae y Calopterygidae (Odonata); Dytiscidae, Gyrinidae y Dryopidae (Coleoptera); Perlidae y Perlodidae (Plecoptera), Odontoceridae (Trichoptera); Baetidae y Heptageniidae (Ephemeroptera); Physidae (Mollusca); Hyalellidae (Crustacea).

De la misma manera en la parte baja o zona de depósito (Figura 3) se colectaron Chironomidae, Syrphidae y Ephydriidae (Diptera); Naucoridae, Notonectidae y Corixidae (Hemiptera); Gomphidae y Calopterygidae

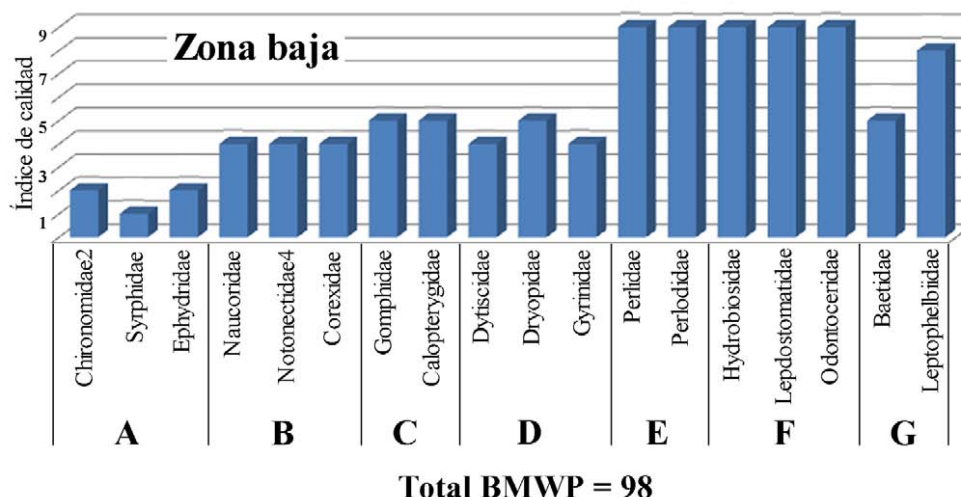


Figura 3. Insectos colectados y BMWP en la zona baja (zona de depósito) del Cauce Pluvial La Garita. A = Diptera; B = Hemiptera; C = Odonata; D = Coleoptera; E = Plecoptera; F = Trichoptera; G = Ephemeroptera.

(Odonata); Dytiscidae, Dryopidae y Gyrinidae (Coleoptera); Perlidae y Perlodidae (Plecoptera); Hydrobiosidae, Lepidostomatidae y Odontoceridae (Trichoptera); Baetidae y Leptophlebiidae (Ephemeroptera).

En tanto que los números del índice de calidad (1 a 9) para cada familia en cada una de las áreas de colecta, son los utilizados en la suma de puntajes para las familias identificadas para establecer un índice de calidad del agua y ambiental con base a los parámetros establecidos en los protocolos de BMWP. De acuerdo a estos resultados, se pudo establecer las áreas de calidad del agua (Tabla 2). En la parte alta o cabecera (BMWP=122) correspondió a excelente (ecosistema no impactado), en la zona de transferencia o media (BMWP=118) fue buena (ecosistema no alterado de manera sensible) y, en la parte baja o zona de depósito (BMWP=98) fue regular (ecosistema moderadamente impactado). Sin embargo se encontraron ejemplares de Perlidae y Perlodidae, con tolerancias de uno y cero respectivamente, de igual forma Trichoptera y Leptophlebiidae (muy intolerantes a la contaminación).

Con base en lo anterior la calidad del ecosistema, se etiqueta en azul para la zona alta (cabecera) y media (zona de transferencia), mientras que para la parte baja (zona de depósito) le corresponde el verde (Tabla 2).

Con respecto a la presencia positiva de coliformes fecales en la zona de transferencia o media y en la zona de depósito o baja del cauce La Garita, se debe en parte, a la frecuente descarga de aguas negras, residuales y jabonosas por parte de los vecinos en diferentes puntos del cauce, sin tomar en cuenta el impacto ambiental que se produce por la descarga de aguas con alto índice de contaminación, esta finalmente llega al mar, provocando contaminación en las playas aledañas a la desembocadura del cauce. La alta conductividad y los niveles de pH propician un ambiente ideal para las bacterias que como se mencionó anteriormente, pueden ocasionar severos problemas de salud.

De tal modo, que en el análisis de agrupamiento se observan dos ramificaciones principales (Figura 4). La primera está conformada por las estaciones de muestreo en la zona baja (B1, B2 y B3); la segunda

Tabla 2. Total de los puntajes para familias de insectos presentes y los niveles de calidad de agua según BMWP

PARTE DEL CAUCE	Σ ÍNDICE FAMILIAS	CALIDAD DEL AGUA/ECOSISTEMA	COLOR REPRESENTATIVO
Alta	122	Excelente/no impactado	Azul
Media	118	Buena/ no contaminado o no alterado de manera sensible	Azul
Baja	98	Regular/ contaminación moderada	Verde

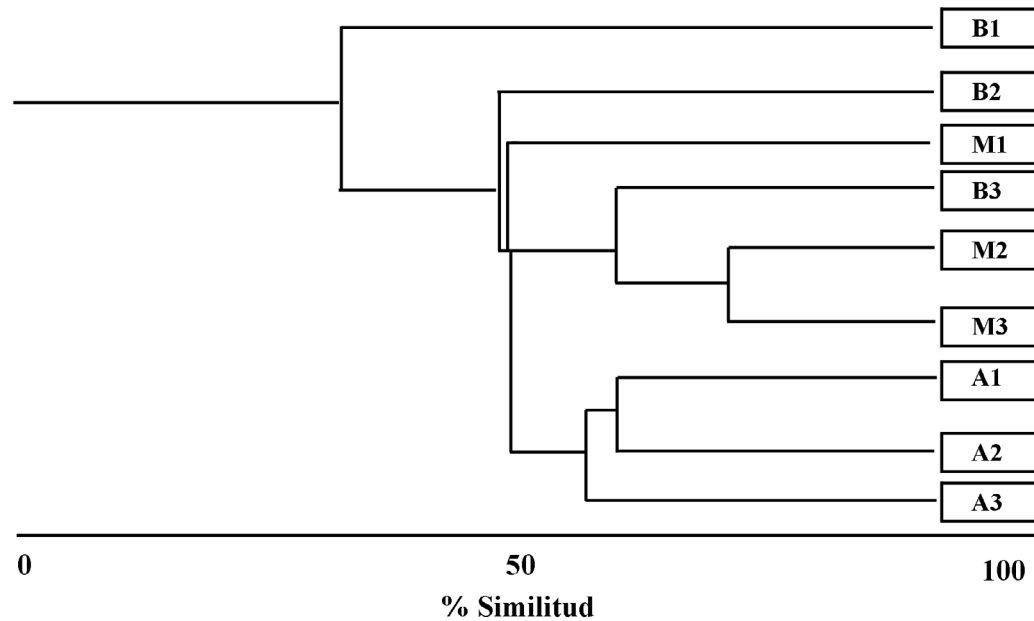


Figura 4. Dendrograma del análisis de similitud de especies encontradas en los sitios de muestreo a lo largo del cauce de la Garita-Amates.

ramificación se divide en dos subgrupos, el primero muestra las relaciones por pares de las estaciones de colecta en las zonas media (M1, M2 y M3) y alta (A1, A2 y A3) y el segundo, con los puntos de colecta de la zona baja (B3), de este modo, en general se obtuvo un porcentaje de similitud de 48.24%.

Los resultados obtenidos por el análisis de similitud mostraron con respecto al coeficiente de pérdida de la comunidad, una mayor pérdida de taxones en las estaciones de colecta en la parte baja o zona de depósito con respecto a la parte alta (cabecera) y media (zona de transferencia), lo que valida el resultado del índice BMWP, con respecto a la calidad del agua.

La alcalinidad total y los coliformes, fueron las variables fisicoquímicas que indicaron variaciones ambientales espaciales, al parecer como una respuesta de las modificaciones de los escenarios acuáticos del cauce, donde el deterioro ambiental está estrechamente asociado con las actividades antrópicas que se manifiestan en los puntos donde se levantaron los muestreos.

Discusión

Basados en el análisis de datos de las variables fisicoquímicas, se permite diferenciar dos grupos de variables de acuerdo con la distribución espacial. El primer grupo lo conforman aquellas variables que presentaron

valores espaciales más estables, como fueron la alcalinidad y los coliformes fecales. Aunque aparentemente estas variables no tuvieron incidencia en la determinación de la calidad del agua en el cauce Garita-Amates, son ampliamente estudiadas en la evaluación de las condiciones ambientales de los sistemas lóticos (Caicedo y Palacio, 1998).

El pH, Temperatura y Oxígeno disuelto, presentaron una alta distribución espacial y se relacionan principalmente con las descargas de aguas residuales vertidas directamente al cauce y con la presencia de residuos sólidos en las riveras y dentro del cauce (Rosas-Acevedo *et al.*, 2012a). El comportamiento espacial de las variables fisicoquímicas guarda una estrecha relación con las características eco-fisiológicas de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos determinados (Rosas-Acevedo *et al.*, 2012b).

Los insectos representan un importante vínculo entre los recursos de materia orgánica, tales como hojarasca, algas y detritus, entre otros aspectos, así como de las descargas por la actividad antrópica, que afectan a los organismos consumidores de niveles superiores en la red trófica (Allan y Castillo, 2007).

Sin embargo, aunque la concentración de los contaminantes disminuye en ciertos meses del año, no se logra compensar los efectos sociales y salubres que pueden ser ocasionados por la contaminación del cauce en la parte media (zona de transferencia) y baja (zona de

depósito), asociados a los asentamientos humanos y a las actividades que se desarrollan en los mismos y que generan problemáticas de tipo microbiológico y epidemiológico en los cauces, por ejemplo: Aguas Blancas, Río del Camarón y Base Naval o Brisas (Dimas-Mojarro, 2006; 2009) y en el manejo de los residuos sólidos urbanos para los cauces fluviales de la zona urbana y suburbana de Acapulco (Juárez-López, 2009).

Por otro lado, la presencia de ciertos microorganismos en las aguas cercanas a los asentamientos humanos, acarrear enfermedades de alto riesgo como son tuberculosis, dengue, fiebre tifoidea y cólera (Dimas-Mojarro, 2006; Sampetro-Rosas *et al.*, 2011). Otro de los problemas que también presenta el cauce La Garita-Amates es la emisión de olores desagradables, producto de las descargas clandestinas de aguas negras y de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que pueden causar severas infecciones respiratorias (Moreno, 2003), debido a la composición química del olor, la concentración de estos en el agua y su inminente presencia en el aire y por el periodo de exposición a los que se someten las personas que viven en los alrededores de la zona (Sampetro-Rosas *et al.*, 2011).

Los habitantes a lo largo de la cuenca no tienen una cultura sobre el agua y muchos lanzan al cauce los desechos sólidos y poseen descargas clandestinas, situación similar a lo que ocurre en otros cauces en Acapulco (Sampetro-Rosas *et al.*, 2011).

Las construcciones urbanas y el entubado del cauce Garita-Amates, han originado que el agua que corre a lo largo del mismo y sus encharcamientos se vayan contaminando y que esta contaminación se haga más fuerte en las partes bajas. Sin embargo, la biota registrada para las zonas media (de transferencia) y la baja (de depósito), incluyen a bioindicadores de aguas excelentes (Merrit *et al.*, 2008), lo que demuestra la capacidad de resiliencia del ecosistema.

Conclusiones

La composición espacial y el comportamiento eco-fisiológico de la comunidad de insectos acuáticos permite deducir que el agua del cauce La Garita-Amates, son de excelente calidad en la zona alta, considerando al ecosistema no impactado (BMWP-CR=122), en la parte media el ecosistema no está alterado de manera sensible, por lo que la calidad del agua es buena (BMWP=118), en tanto que en la zona baja son de calidad regular, y se considera que el ecosistema está moderadamente impactado (BMWP-CR=98).

Con base en lo anterior se considera que el cauce en general presenta contaminación moderada, pero con la presencia de insectos propios de agua con calidad excelente, indica que este ecosistema presenta microambientes con una capacidad de resiliencia rápida.

Literatura citada

- AFNOR: Association Francaise de Normalisation T 95 F. 2003. Norme Indice Biologique Global Normalise (IBGN). Projet de Norme IBGN. Mars 2003.
- Alba-Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua de los ríos. VI Simposio del agua en Andalucía (SIAGA). Vol. II. 203-2013.
- Alba-Tercedor, J., P. Jaimez-Cuellar, M. Álvarez, J. Avilés, N. Bonada, J. Casas, A. Mellado, M. Ortega, I. Pardo, N. Prat, M. Rieradevall, S. Robles, C. E. Sáinz-Cantero, A. Sánchez-Ortega, M. L. Suárez, M. Toro, M. R. Vidalabarca, S. Vivas, y C. Zamora-Muñoz. 2004. Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (=BMWP'). *Limnetica* 21(3-4):175-185.
- Allan, J. D., y M. M. Castillo. 2007. Stream ecology, structure and function of running waters. Chatman & Hall. New York. N.Y. United States of America. 388 p.
- An, K. G., S. S. Park, y J. Y. Shin. 2002. An evaluation of a river health using the index of biological integrity along with relations to chemical and habitat conditions. *Environment International* 28:411-420.
- Barbour, M. T., J. Gerritsen, B. D. Zinder, y J. B. Stribling. 1999. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. Second edition. EPA 841 – B4199002. U. S. Environmental Protection Agency. Office of Water. Washington, D. C. 280 p.
- Caicedo, O., y J. Palacio. 1998. Los macroinvertebrados benthicos y la contaminación orgánica en la quebrada La Mosca (Guarne, Antioquía, Colombia). *Actualidades Biológicas*. 20(69):61-73
- Camprodon, J., M. T. Ferreira, y M. Ordiex. 2012. Restauración y gestión ecológica fluvial. Manual de buenas prácticas de gestión de riberas y ríos. CTFC/ISA Press. 390 p.
- Carrera, C., y K. Fierro. 2001. Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia. Quito. 70 p.
- Carter, J., L. Resh, V. H. Hannaford, y M. J. Myers. 2007. Macroinvertebrates as biotic indicators of environmental quality. *En: Haeuer, F. R. and G. A. Lamberti.* eds. *Methods in stream biology*. 2a. ed. Academic Press, California, United States of America. pp. 805-831.
- Clesceri, L. S., A. E. Greenberg, y A. D. Eaton. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater.

- 20th ed. American Public Health Association, Washington, D. C. 430 p.
- CONAGUA: Comisión Nacional del Agua. 2006. Estadísticas del Agua en México. Comisión Nacional del Agua. SEMARNAT. México, Distrito Federal. 626 p.
- CONAGUA/SIATL: Comisión Nacional del Agua / Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrológicas. 2011. Remanentes de los volúmenes aprovechados en los diferentes usos del agua, descarga a lo largo de cauces. SGTI/NOM_CNA/normas/N11 PC. 258 p.
- Dall, P. C. 1995. Commonly used methods for assessment of water quality. *En*: Toman, M. J., and F. Steinman. (eds.). Biological assessment of stream water quality. Special Issue TEMPUS S_JEP 4724. University of Ljubljana. Slovenia. 4970 p.
- Dimas-Mojarro, J. J. 2006. Estudio microbiológico y epidemiológico de tres cuencas de la Bahía de Acapulco. Tesis de Maestría en Desarrollo Regional. Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional. Universidad Autónoma de Guerrero, Acapulco, Guerrero, México. 159 p.
- Dimas-Mojarro, J. J. 2009. Análisis del estado actual del agua del cauce Aguas Blancas del municipio de Acapulco, Guerrero, y propuesta para su manejo integrado. Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales. Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional. Universidad Autónoma de Guerrero, Acapulco, Guerrero, México. 185 p.
- Protección Civil y Bomberos. 2007. Zonificación de Acuerdo al Sistema de Alerta Meteorológica. Ayuntamiento Municipal de Acapulco. 34 p.
- EPA: United States Environmental Protection Agency. 2010. Constructed wetlands treatment of municipal wastewater. Manual. Cincinnati, Ohio, United States of America. 166 p.
- Fenoglio, S., G. Badino, y F. Bona. 2002. Benthic macroinvertebrate communities as indicators of river environment quality: an experience in Nicaragua. *Revista Biología Tropical* 50: 1125-1131.
- Figuroa, R., E. Araya, O. Parra, y C. Valdovinos. 1996. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua del Sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 275-285.
- Fleituch, T. M. 1992. Evaluation of the water quality of future tributaries to the planned Dobczyce reservoir (Poland) using macroinvertebrates. *Hydrobiology* 237:103-116.
- González del Tágano, M. 2007. Estrategia Nacional de Restauración de Ríos. Jornada de Seguimiento de la Implementación de la Directiva Marco. 5-6. España.
- Guerrero, 2006. Calidad del agua. Reporte de los análisis físico-químicos y bacteriológicos del influente y efluente que se realiza en el laboratorio de control de calidad de las plantas potabilizadoras. Plantas potabilizadoras. Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco (CAPAMA). Pagina en red: <http://www.capama.gob.mx/planta-potabilizadora.php>; (consultada 4 mayo, 2010).
- Itzep, J., R. Solís, B. Kohlmann, y R. O. Russo. 2009. Manejo de bioindicadores de calidad de aguas en comunidades rurales. *Tierra Tropical* 5(1):77-88.
- Karr, J. R. 1987. Biological monitoring and environmental assessment: a conceptual framework. *Environmental Management* 11(2):249-256.
- Karr, J. R., y E. W. Chu. 1999. Restoring Life in Running Waters - Better Biological Monitoring. Island Press, Covelo, California. 210 p.
- Leiva, M. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en la Cuenca del Estero Peu Peu Comuna de Lautaro IX región de la Araucanía. Tesis presentada a la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile. 111 p.
- Lyons, J. 1992. Using The Index of Biotic Integrity (IBI) To Measure Environmental Quality In Warm water Streams of Wisconsin. United States Department of Agriculture. Forest Service. North Central Forest Experiment Station. General Technical Report NC149. Saint Paul Minnesota. 51 p.
- Juárez-López, A. L. 2009. Manejo de residuos sólidos urbanos para los cauces fluviales de la zona urbana y suburbana de Acapulco, Guerrero. Tesis de Doctorado. Doctorado en Ciencias Ambientales. Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional. Universidad Autónoma de Guerrero, Acapulco, Guerrero, México. 145 p.
- Klemm, D., J. Karen, A. Blocksom, W. T. Thoeny, F. A. Fulk, A. T. Herlihy, P. R. Kaufmann, y S. M. Cormier. 2002. Methods development and use of macroinvertebrates of ecological conditions for streams in the Mid-Atlantic Highlands and regions. *Environmental Monitoring and Assessment* 78:169-212.
- McCafferty, W. P., y A. R. Provonsha. 1998. Aquatic Entomology. Jones and Bartlett Publishers. Massachusetts, United States of America. 448 p.
- Merritt, R. W., K. W. Cummins, y M. B. Berg. 2008. An introduction to the aquatic insect of North America. Fourth edition. Kendall/Hunt Publishing Company. United States of America. 1158 p.
- MMA: Ministerio de Medio Ambiente. 1997. Instrucción Técnica complementaria sobre determinaciones químicas y microbiológicas para el análisis de las aguas. ITC-MMA.EECC-1/06. 243p.
- Moreno, Ma. D. 2003. Toxicología Ambiental. Evaluación de riesgo para la salud humana. McGraw-Hill. España. 370 p.
- NOM: Norma oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Diario Oficial

- de la Federación, 20 de octubre de 2000. México, Distrito Federal.
- Ordeix, M., I. Perrée, M. Plans, L. Puértolas, T. Puntí, B. Ríos, P. Rodríguez, y N. Sánchez. 2012. Sección 3, 4 y 5. *En: Prat, N., M. Rieradevall, y P. Fortuño. (Eds). Metodología F.E.M. para la evaluación del estado ecológico de los ríos mediterráneos. Universidad de Barcelona. 44 p.*
- Pavé, P., y M. Marchese. 2005. Invertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua en ríos urbanos (Paraná-Entre Ríos, Argentina). *Ecología Austral 15:183-197.*
- Pérez-Munguía, R. M., y R. Pineda-López. 2005. Diseño de un Índice de Integridad Biótica, para ríos y arroyos del Centro de México, usando las asociaciones de macroinvertebrados. *En: Morales, Mendoza, Ibarra y Stanford (Eds). Colegio de Postgraduados-Sociedad Mexicana de Entomología. Entomología Mexicana 4:241-245.*
- Pérez-Munguía, R. M., M. Madrigal-Pedraza, R. M. Ortiz-Muñoz, V. M. Ramírez-Melchor, U. Torres-García, y M. A. Piñón-Flores. 2006. Análisis comparativo del índice de integridad biótica con base en las asociaciones de macroinvertebrados acuáticos (IIBAMA) con el índice biológico global normalizado (IBGN) en arroyos y ríos del estado de Michoacán. *En: Estrada-Venegas, E., J. Romero-Nápoles, A. Equihua-Martínez, C. Luna-León, y J. L. Rosas-Acevedo (Eds.). Colegio de Postgraduados-Sociedad Mexicana de Entomología. Entomología Mexicana 5(1):375-380.*
- Pozo-Morales, L., M. Franco, D. Garvi, y J. Lebrato. 2014. Experimental basis for the design of horizontal subsurface-flow treatment wetlands in naturally aerated channels with an anti-clogging Stone layout. *Ecological Engineering 70:68-81.*
- Protección Civil y Bomberos. 2007. Zonificación de Acuerdo al Sistema de Alerta Meteorológica. Ayuntamiento Municipal de Acapulco. 105 p.
- Rosas-Acevedo, A. Y., A. Sánchez-Infante, y J. L. Rosas-Acevedo. 2012a. Determinación de la calidad del agua del arroyo Sinaí por insectos bioindicadores; en el área suburbana de Acapulco, Gro. *En: Equihua-Martínez, A., E. G. Estrada-Venegas, J. A. Acuña-Soto, M. P. Chaires-Grijalva, y G. Durán-Ramírez (eds.) Colegio de Postgraduados-Sociedad Mexicana de Entomología. Entomología Mexicana. Sección Entomología Urbana y Legal 11(2):943-947.*
- Rosas-Acevedo, J. L., A. Sánchez-Infante, A. Y. Rosas-Acevedo, L. Sampedro-Rosas, I. Conde-Guatemala, y J. González-González. 2012b. La Calidad del agua, en la laguna de Tres Palos, Municipio de Acapulco, Guerrero y sus bioindicadores. *En: Equihua-Martínez, A., E. G. Estrada-Venegas, J. A. Acuña-Soto, M. P. Chaires-Grijalva, y G. Durán-Ramírez (eds.) Colegio de Postgraduados-Sociedad Mexicana de Entomología. Entomología Mexicana. Sección Entomología Urbana y Legal 11(2):939-942.*
- Rosas-Acevedo, J. L., H. Ávila-Pérez, A. Sánchez-Infante, A. Y. Rosas-Acevedo, S. García-Ibañez, L. Sampedro-Rosas, J. G. Granados-Ramírez, y A. L. Juárez-López. 2014. Índice BMWP, FBI y EPT para determinar la calidad del agua en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias 1(2):82-88.*
- Rosenberg, D. M., I. J. Davies, D. G. Cobb, y A. P. Wiens. 1997. Ecological monitoring and assessment network (EMAN) Protocols for measuring biodiversity: Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters. Department of Fisheries and Oceans. Freshwater Institute, Winnipeg, Manitoba. 53. Appendices. Página en red: <http://www.cciw.ca/eman-temp/research/protocols/freshwater/benthic>; (consultado 28 junio, 2013).
- Sampedro-Rosas L., A. L. Juárez-López y J. L. Rosas-Acevedo. 2011. Contaminación en cauces de la Ciudad de Acapulco, Guerrero, México. Problemática de los RSU y contaminación microbiológica del agua de cauces fluviales. Editorial Académica Española. 63 p.
- Segnini, S. 2003. El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. *Ecotropicos 16(2):45-63*
- SEDESOL y COREMI: Secretaría de Desarrollo Social y Consejo De Recursos Minerales. 2004. Atlas de peligros naturales de la ciudad. Identificación y Zonificación. Acapulco, Guerrero. 19 p.
- SEMARNAP-INE: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca - Instituto Nacional de Ecología. 2000. Criterios ecológicos de la calidad del agua. Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano, límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Manuscrito, sin paginación.
- Torres-García, U., y M. A. Piñón-Flores. 2006. Análisis comparativo del índice de integridad biótica con base en las asociaciones de macroinvertebrados acuáticos (IIBAMA) con el índice biológico global normalizado (IBGN) en arroyos y ríos del estado de Michoacán. *En: Estrada Venegas, E., J. Romero-Nápoles, A. Equihua-Martínez, C. Luna-León, y J. L. Rosas-Acevedo (Eds.) Colegio de Postgraduados-Sociedad Mexicana de Entomología. Entomología Mexicana 5(1):375-380.*
- Williams, P. H., y J. Gaston. 1994. Measuring more of biodiversity: Can higher taxa richness predict who sale species richness?. *Biological Conservation 67:211-217.*

Indicadores bióticos de calidad ambiental del sur del estado de Tamaulipas, México.

Caso de estudio: Aves

René Bernardo Elías Cabrera-Cruz, Marco Antonio González-González, Julio César Rolón-Aguilar, y Juan Carlos Gaytán-Oyarzún

Resumen

Este trabajo plantea una evaluación de prioridad biológica para la conservación de aves en la región sur de Tamaulipas, México. La metodología empleada fue la técnica Evaluación Rápida de Prioridad Biológica (ERP BIO). Esta permite determinar las principales zonas y grupos a conservar en flora y fauna para amplias zonas de estudio de manera rápida y precisa. La región sur de Tamaulipas comprende los municipios de Aldama, Altamira, Ciudad Madero, González y Tampico, con una superficie total de 8,969.05 km². Dentro de los resultados obtenidos se elaboró una base de datos por municipio, encontrando una amplia cantidad de estudios con un total de 494 registros. Para Aldama 48, Altamira, en Ciudad Madero y Tampico 176 registros, González con 48, en cuanto a las especies con algún status en la NOM 059; Aldama y Altamira, Ciudad Madero y Tampico cuentan con 3 c/u, González 2. La fragmentación del hábitat y el impacto de las actividades humanas de esta zona, así como lugar de especies migratorias, debe ser considerado una prioridad biológica.

Palabras clave: Evaluación de Impacto Ambiental, Biodiversidad, Indicador biológico, Conservación

Introducción

El uso y aprovechamiento de los recursos naturales y en específico de la diversidad biológica representa para los países con alta diversidad biológica uno de los ejes fundamentales para su desarrollo. Son varios los servicios que proporciona la biodiversidad, entre ellos la degradación de desechos orgánicos, la formación de suelo y control de la erosión, fijación del nitrógeno, incremento de los recursos alimenticios de cosechas y su producción, control biológico de plagas, polinización de plantas, productos farmacéuticos y naturistas, turismo de bajo impacto, secuestro de dióxido de carbono entre otros.

Diversas son las actividades humanas que alteran los procesos naturales, en la mayoría de los casos su remedio es muy costoso e incluso imposible. En este

sentido, se deben tomar medidas que prevengan los daños. Una de tales medidas es asignar el valor de uso y no uso a los servicios, para lo cual es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones: a) los servicios ecológicos son tan importantes para la supervivencia humana como los servicios tecnológicos; b) reemplazar de los servicios naturales con tecnología equivalente (sistemas tecnológicos) es un esfuerzo muy grande y costoso; c) el mantenimiento del planeta es imposible sin los servicios ecológicos; d) la cantidad de servicios ambientales per cápita puede incrementarse por medio de la restauración ecológica de ecosistemas dañados (Cairns, 1995).

La pérdida de hábitat ha sido la principal amenaza a la biodiversidad en la región. El reto estriba en evitar la destrucción de hábitat y la consecuente extinción de especies, muchas de las cuales aún no han sido

descritas por la ciencia. La pérdida de hábitat es debido a la expansión de la agricultura en regiones semiáridas, a la tala de los bosques y a la disminución de pantanos ha reducido la población de muchas especies (Dellsperger, 2003).

América Latina y el Caribe ocupan el segundo lugar en el mundo en especies de aves amenazadas (después de Asia y el Pacífico), y el tercero en especies de mamíferos en peligro (después de Asia, el Pacífico y África). Asimismo, la región tiene el mayor número de especies marinas amenazadas (después de Asia y el Pacífico, y América del Norte), el segundo en especies de reptiles en peligro y también el segundo en anfibios amenazados (después de Asia y el Pacífico). Se cree que hay 1,244 especies de vertebrados en peligro de extinción. Los ecosistemas y su vegetación también están amenazados (Dellsperger, 2003).

La diversidad biológica mundial está cambiando a un ritmo sin precedentes (Pimm *et al.*, 1995). Los motores más importantes de este cambio son la conversión del uso de las tierras, los cambios del clima, la contaminación, la explotación no sostenible de recursos naturales y la introducción de especies foráneas (Sala *et al.*, 2000). Las causas fundamentales de la pérdida de la diversidad biológica son el crecimiento de la población humana, las pautas de consumo no sostenibles, el aumento de la producción de desechos y contaminantes, el desarrollo urbano, los conflictos internacionales, y las desigualdades constantes en la distribución de la riqueza y los recursos.

En cuanto a los Indicadores Ambientales, de las definiciones existentes, es muy importante la establecida por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) que considera que un indicador es un parámetro, o valor derivado de otros parámetros, dirigido a proveer información y describir el estado de un fenómeno con un significado añadido mayor que el directamente asociado a su propio valor. A su vez, este organismo define el concepto de índice como un conjunto agregado o ponderado de parámetros o indicadores (Aguirre, 2001).

En el campo específico de indicadores ambientales los significados asignados al concepto son aún más variados. Un indicador ha sido definido como una variable, un parámetro, una medida estadística (Tunstall, 1992), un proxy para una medida, un valor, un metro o instrumento de medida (Adriaanse, 1993), una fracción que compara una cantidad con una medida seleccionada científicamente o arbitrariamente,

un índice (Hammond *et al.*, 1995), una pieza de información (UNEP/RIVM, 1994), una cantidad única derivada de una variable y utilizada para reflejar algún atributo, un modelo empírico de la realidad, un signo (Ott, 1978; Marcus, 1983). Por otro lado, los Indicadores Biológicos Ambientales, contemplan que las especies indicadoras son aquellos organismos (o restos de los mismos) que ayudan a descifrar cualquier fenómeno o acontecimiento actual (o pasado) relacionado con el estudio de un ambiente.

El estado de Tamaulipas cuenta con más de 400 Km de costas y una gran biodiversidad en sus distintos ecosistemas, lo cual le da un alto valor en materia de recursos naturales. La gran riqueza de los recursos naturales del estado, constituidos por bosques, planicies, montañas, humedales y hábitats marinos; su estratégica ubicación geográfica que confluye en tres regiones fisiográficas: la Planicie Costera Nororiental, la Sierra Madre Oriental y la Altiplanicie Mexicana concuerda con la existencia de una gran variedad de ecosistemas y una alta riqueza en flora y fauna.

La diversidad de la flora, a lo largo de su territorio y dentro de sus diferentes zonas biogeográficas, es abundante y muy relevante; existen aproximadamente 22,000 especies en el país; de las cuales Tamaulipas tiene un poco más de 5,000. Dentro de esta gran riqueza vegetal, existe una cantidad considerable de especies clasificadas como endémicas, amenazadas y en peligro de extinción.

En cuanto a los muestreos de las comunidades de aves son útiles para diseñar e implementar políticas de conservación y manejo de ecosistemas y hábitats. Además, aportan información técnica para la identificación de comunidades que necesitan protección e información científica para el desarrollo de estudios en biogeografía, sistemática, ecología y evolución. El estudio de la estructura de las comunidades de aves proporciona un medio rápido, confiable y replicable de evaluación del estado de conservación de la mayoría de hábitats terrestres y acuáticos. También permite realizar comparaciones a lo largo de gradientes climáticos y ecológicos en cuanto a la riqueza, recambio y abundancia de especies. Con la información recopilada en los inventarios también se pueden documentar algunos aspectos de la historia natural de las especies como dietas, periodos reproductivos, migraciones, estructuras sociales y hábitos entre otros. Las aves poseen una serie de características que las hacen ideales para inventariar gran parte de la comunidad con un

buen grado de certeza, y así caracterizar los ecosistemas y los hábitats en que residen (Stotz *et al.*, 1996).

La biodiversidad tamaulipeca ha sido atribuida al resultado de la confluencia de dos regiones biogeográficas (Neártica y Neotropical) y la confluencia de tres grandes provincias (Las grandes llanuras de Norteamérica, las llanuras costeras del Golfo norte y la Sierra Madre Oriental). Una de las primeras expediciones a Tamaulipas fue realizada entre 1892 y 1906, a cargo de los estadounidenses Edward W. Nelson y Edward A. Goldman comisionados por el United State Biological Survey, quienes dieron paso al conocimiento de esta gran diversidad. A partir de estas exploraciones, se describieron varias especies y subespecies de aves, algunas de las cuales son especies endémicas del noroeste de México o de la Sierra Madre Oriental (Goldman, 1951; Friedmann *et al.*, 1950; Miller *et al.*, 1957).

La gran riqueza avifaunística de Tamaulipas, se ha dado a conocer principalmente por Richmond (1895), Phillips (1911), Sutton *et al.* (1950), Zimmerman (1957), Gehlbach *et al.* (1976), y Hedges (1990), autores que proporcionaron listados puntuales o bien, registraron la presencia de especies para la entidad como es el caso de: Richmond (1895), Eaton y Edwards (1947), Mayfield (1948), Saunders (1953), Sutton (1960), Banks (1974) y Olson (1978). Para la sección de la costa tamaulipeca, específicamente resaltan los trabajos de Baker y Fleming (1962), quienes trabajaron en las barras marinas de la Laguna Madre y los de Contreras-Balderas *et al.* (1990); Contreras-Balderas (1993) quienes reconocen para la Laguna Madre un total de 86 especies de aves. Estudios más recientes de Vargas-C. *et al.* (1998), Garza-Torres (1998), Rodríguez-Ruíz *et al.* (2012), Garza-Torres y Navarro-Sigüenza (2003) y Garza-Torres *et al.* (2003), están enfocados todos ellos en la parte noroeste de Tamaulipas.

El objetivo principal de esta investigación fue: Estimar indicadores de calidad ambiental basados en la riqueza de biodiversidad de aves en la región Sur de Tamaulipas, México, mediante la aplicación de criterios contenidos en la legislación ambiental mexicana; así como los propuestos por la Técnica de Evaluación Rápida de Biodiversidad para Estimar la Prioridad Biológica (ERP BIO), para proponer un instrumento de impacto ambiental que permita medir los efectos de la actividad antropogénicas sobre el entorno.

Es importante la realización de esta investigación, ya que la pérdida de la diversidad biológica tiene

consecuencias alarmantes para la persistencia de la humanidad, las zonas protegidas son el pilar de gran parte de todas las propuestas de políticas encaminadas a mantenerla, pero la eficiencia de éstas es muy debatida (Zamora-Tovar, 2007). El inventario de la biodiversidad es un tema altamente complejo por la cantidad de problemáticas que incluye, desde aspectos puramente científicos (por ejemplo, taxonómicos) hasta los instrumentales (por ejemplo, los informáticos, que permiten asegurar el acceso a la información generada). La factibilidad de ejecución, la fiabilidad de la información obtenida, la forma de acceso a los datos, la calidad del relevamiento, entre otras cosas, dependen en gran medida de los modelos de ejecución propuestos para el desarrollo de un inventario.

Debido a esto, ante la falta de datos confiables sobre la biodiversidad y su distribución en la zona sur de Tamaulipas, es necesario hacer un esfuerzo sistemático y consistente para elaborar dicha base de datos, de tal manera que permita la construcción de indicadores de calidad ambiental que a su vez puedan complementar los criterios oficiales para auxiliar a los tomadores de decisiones en sus funciones y contribuir a un mejor conocimiento y mejora de la calidad ambiental de la región.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en el estado de Tamaulipas en el periodo 2009-2012, se divide en seis regiones que son: Franja Fronteriza, Valle de San Fernando, Centro, Altiplano, Mante y Sur. La zona de estudio seleccionada fue el Sur del Estado, el cual está conformado por los municipios de Aldama, Altamira, González, Madero y Tampico (Figura 1).

Se utilizaron los criterios contenidos en el método ERP BIO, así como los registros de riqueza de la biodiversidad que marca la NOM-059-SEMARNAT-2010. El método ERP BIO consiste en generar indicadores de estado de calidad ambiental (Gaytán-Oyarzun *et al.*, 2012). Con esto indicadores se realizó una evaluación rápida del estado de la riqueza de diversidad de especies y su calidad ambiental en la zona de estudio (Figura 2).

Los climas de Tamaulipas responden fundamentalmente a la influencia de tres condiciones geográficas, que son: la latitud a las que se encuentra la entidad, su cercanía al Golfo de México, y la altitud de sus tierras (Figura 3).

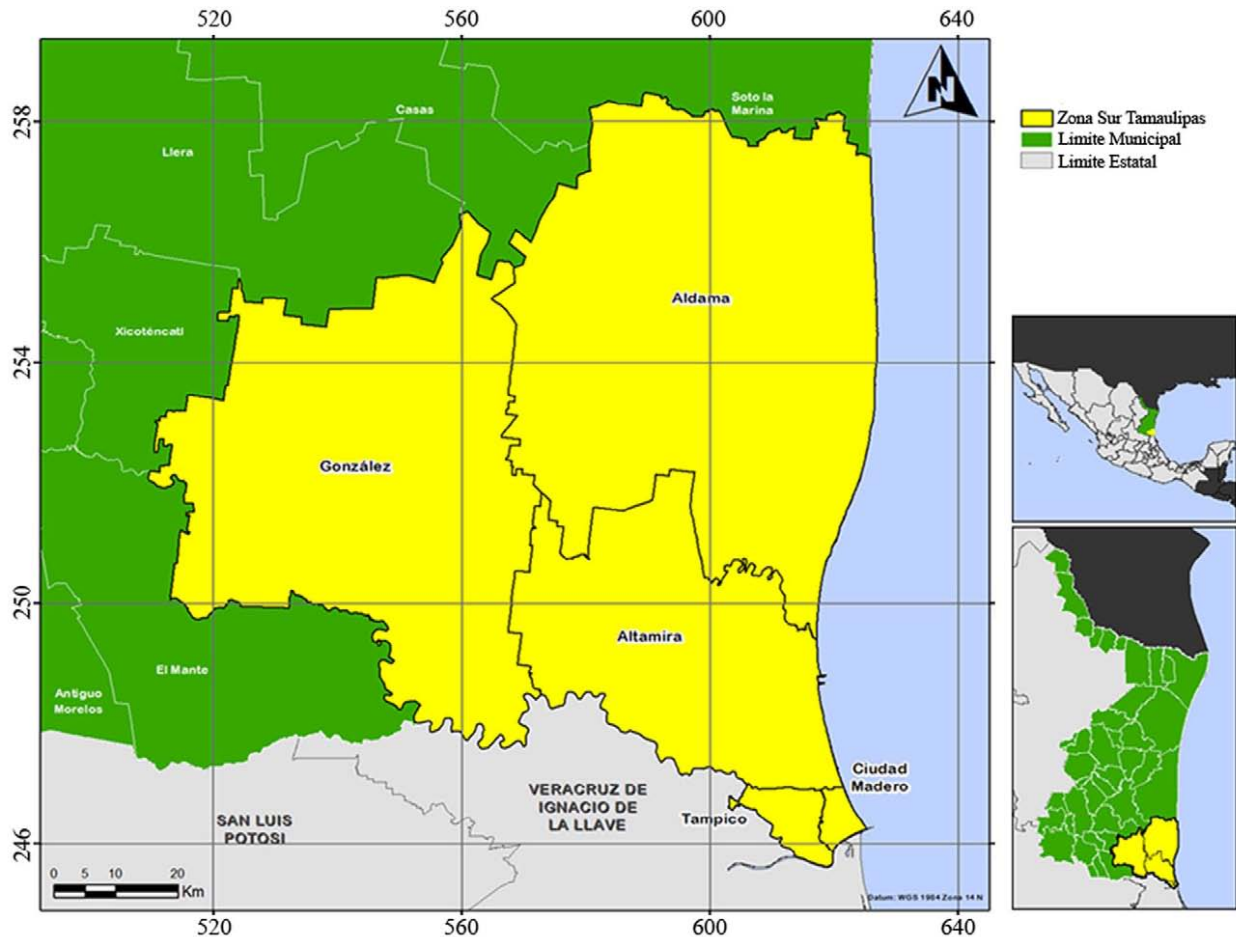


Figura 1. Localización de la zona de estudio.

En la zona sur de los municipios de Tampico y Madero se localiza el clima tropical con invierno seco, el mes más lluvioso del verano supera al menos en 10 veces las precipitaciones del mes más seco del invierno (aW1). La mayor parte de la zona de estudio es aWo el cual es parecido con el anterior con la diferencia de que las precipitaciones son menores. Al norte de Aldama se encuentra clima templado con inviernos secos Cw.

Las especies de aves sin duda unas de las más vulnerables y frágiles, las actividades antropogénicas ponen en riesgo su supervivencia, por lo cual las acciones para la conservación de las especies y sus hábitat deberían encaminarse principalmente a estas especies, lo cual garantizaría la conservación de muchas otras especies asociadas a sus hábitat.

Tamaulipas conserva aún gran parte de su riqueza avifaunística, así como sus bosques, lagunas, mares y ríos, por lo cual aún es posible rescatar y salvaguardar mucha de las especies y ecosistemas de la entidad.

Lugares como la Laguna Madre, los humedales del sur, y la Reserva de la Biosfera El Cielo, albergan y conservan un gran diversidad. Quedan sitios, sin embargo, de gran importancia por estudiar y por salvaguardar como son: la Sierra de Tamaulipas, la Sierra de San Carlos, los humedales del sur, y la zona norte con el matorral espinoso tamaulipeco. Estos sitios, entre otros, prevalecen sin protección y sin ser aún decretados como áreas naturales protegidas, en apoyo a la conservación de esta gran riqueza (Figura 4).

La priorización de áreas para la conservación puede ser particularmente útil para diseñar estrategias de conservación adecuadas en países megadiversos en desarrollo como México, Tamaulipas cuenta con diversas áreas de conservación de aves como son: los humedales del sur de Tamaulipas que incluye a los municipios de Altamira, Madero y Tampico. En Aldama se encuentra el cerro del Metate y el rancho los Colorados, hacia el norte y considerando una parte de González se encuentra la sierra de Tamaulipas.

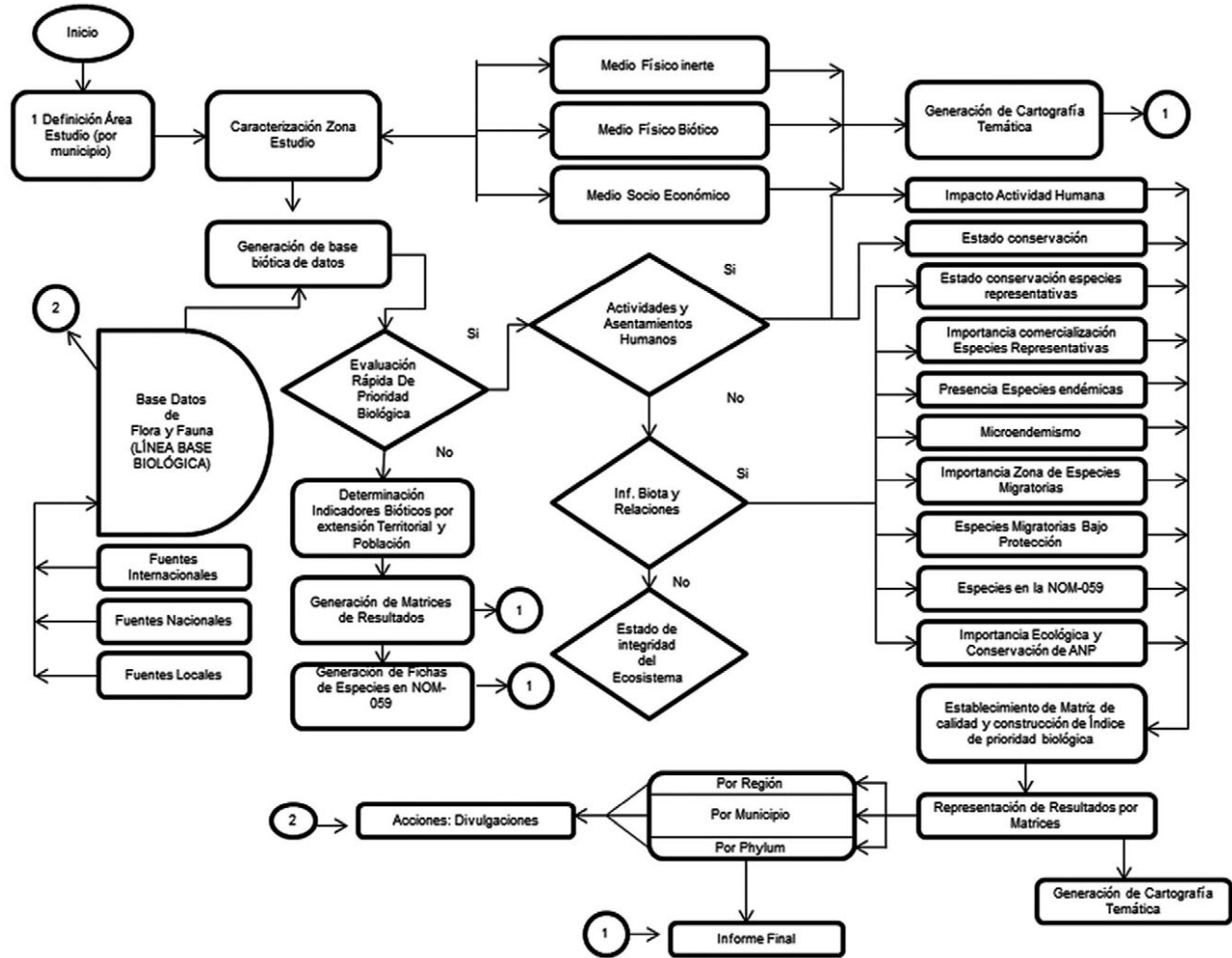


Figura 2. Metodología utilizada. Fuente propia.

Resultados y Discusión

En el sur de Tamaulipas se encuentra una gran variedad de aves, con un total de 494 especies registradas, 46 aparecen en alguno de los *status* que marca la NOM-059-SEMARNAT 2010 y 15 son endémicas (Tablas 1, 2 y 3). El municipio con mayor cantidad de registros es Ciudad Madero y Tampico con 176 cada uno,

y de estas 17 se encuentran en algún *status* en la NOM-059-SEMARNAT 2010, 3 de ellas son endémicas.

En el municipio de Aldama de sus 46 especies registradas, 5 se encuentran en algún *status* de la NOM-059-SEMARNAT 2010, y son endémicas. Para el municipio de Altamira, de las 28 especies registradas, 10 se encuentran en algún *status* de la norma oficial

Tabla 1. Número de especies registradas, por grupo y municipio de la Zona Sur de Tamaulipas

Grupo/Municipio	Aldama	Altamira	Ciudad Madero	González	Tampico	Total
Aves	48	46	176	48	176	494

Tabla 2. Número de especies registradas en algún *status* de la NOM-059-SEMARNAT 2010, por grupo y municipio de la Zona Sur de Tamaulipas

Grupo/Municipio	Aldama	Altamira	Ciudad Madero	González	Tampico	Total
Aves	5	3	17	4	17	46

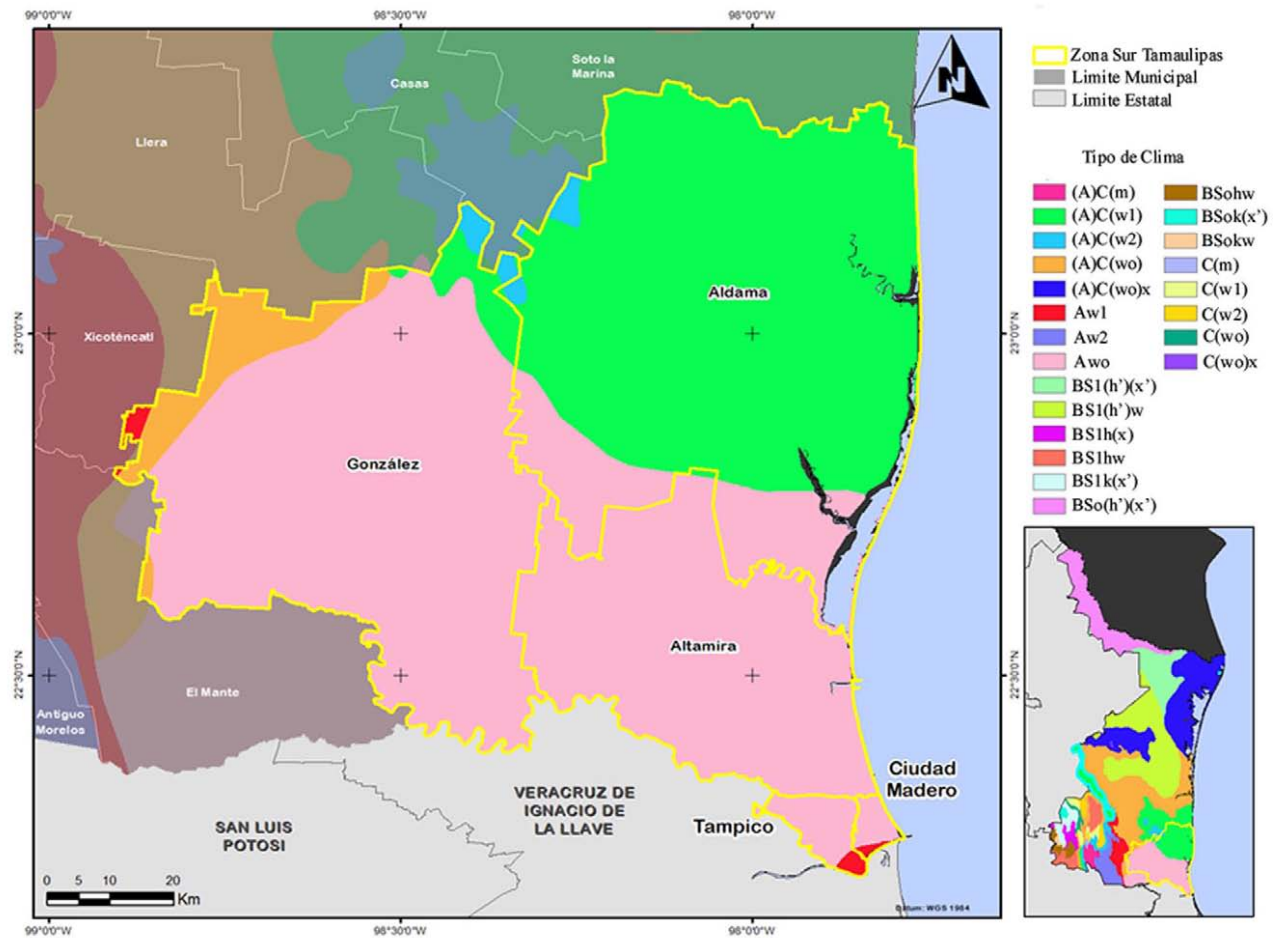


Figura 3. Tipos de Clima del Sur de Tamaulipas.

mexicana y 3 son endémicas. El municipio de González cuenta con 48 registros, 4 se encuentran en algún status de la Norma y 2 endémicas. Se elaboró una descripción de las especies que se encuentran en la NOM-059, con datos esenciales como: nombre común, taxonomía, hábitat, alimentación, comportamiento, distribución, descripción reproducción y el estatus de protección.

En relación a los datos que se obtuvieron de acuerdo al método ERPBIO, se encontró que el municipio de Aldama es de mayor prioridad de conservación biológica al hacer la comparación con los otros municipios. Si bien es cierto que las actividades humanas han ocasionado un mediano impacto en la biota

de la zona, provocando que el área este bajamente fragmentada, y la conservación de la especie representativa esta medianamente conservada, en cuanto a la comercialización de especies representativas no es explotada. Se localizan entre una y tres especies endémicas a nivel nacional, y la zona es de importancia para especies migratorias que están bajo protección especial. Además se localizan más de tres especies en peligro de extinción y cuenta con cinco áreas de importancia biológica que son: los cenotes de Aldama, Rancho Nuevo, Laguna de San Andrés, la Sierra de Tamaulipas y Encinares tropicales de Lomas las Pitias.

Para el municipio de Altamira se detectó que la actividad humana tiene un alto impacto en la biota,

Tabla 3. Número de especies registradas en Endemismo en la NOM-059-SEMARNAT 2010, por Phylum y municipio de la Zona Sur de Tamaulipas

Grupo/Municipio	Aldama	Altamira	Ciudad Madero	González	Tampico	Total
Aves	3	3	3	2	3	15

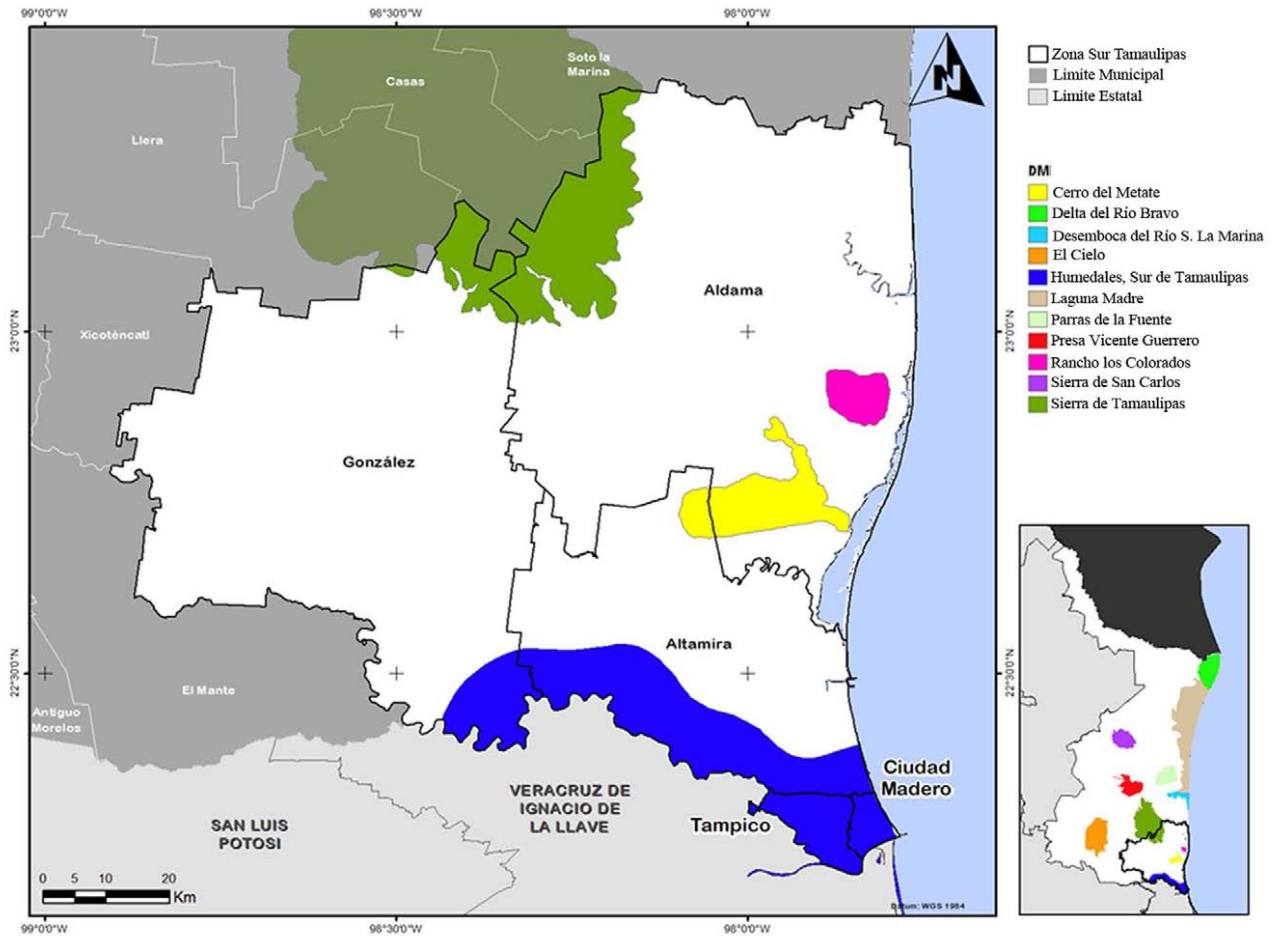


Figura 4. Áreas de importancia para la conservación de las aves de la zona de estudio.

por lo cual el estado de conservación de la zona está altamente fragmentada y/o aislada. La conservación de la especie representativa es baja, y no es explotada comercialmente; en la zona se localizan de una a tres especies endémicas a nivel nacional. Esta zona no cuenta con especies microendémicas, y en relación a las especies migratorias no se localiza ninguna. Por lo tanto no es un sitio de reproducción para las mismas. Además, se encuentran seis especies indicadas en la norma oficial mexicana bajo el *status* de amenazadas, y considera un área de importancia biológica que es la Laguna de San Andrés.

Asimismo en Ciudad Madero, se encontró que hay un alto impacto de la actividad humana sobre la biota de esta zona, está altamente fragmentada y/o aislada. El estado de conservación de la especie representativa es bajamente conservada, y no es explotada comercialmente; ninguna especie es endémica y no cuenta con registros de especies con algún *status* en

la NOM-059-SEMARNAT 2010. Además este municipio se considera parte de los humedales del sur de Tamaulipas.

En lo que respecta a González existe un mediano impacto por la actividad humana, el estado de conservación esta bajamente fragmentado. La especie representativa es bajamente conservada, y no es explotada comercialmente; cuenta con más de tres especies endémicas a nivel nacional y en esta no se encuentran especies migratorias que la utilizan como zona de reproducción. Además, se localizan más de tres especies en algún *status* de la norma, y la mayoría se encuentra amenazada. Por otro lado en la zona se localiza un área natural protegida denominada Bernal de Horcasitas.

En Tampico el impacto ocasionado por la actividad humana es alto, y el estado de conservación de esta zona se encuentra altamente fragmentado y/o aislado. El estado de conservación de la especie representativa es bajo, y no es explotada comercialmente;

Tabla 4. Evaluación del Sur de Tamaulipas del grupo aves, y por municipio

Indicador de Evaluación ERPBIO	Municipio				
	2	3	9	12	38
1.- Impacto de la actividad humana sobre la biota del área de interés: Es una estimación numérica de la magnitud del impacto y la tendencia que genera la influencia humana sobre biota en un área determinada que se analiza. Considera aspectos como la presión por asentamientos humanos, contaminación, uso, comercio, tráfico, cambio del uso de suelo, introducción de especies exóticas, realización de obras de infraestructura, entre otros.	3	1	1	3	1
2.- Estado de conservación del área de interés: Es una estimación numérica de la magnitud del grado de impacto humano sobre el estado en que se encuentra el ecosistema del área de interés. Considera aspectos de fragmentación del hábitat y/o pérdida de bioma característico.	3	1	1	3	1
3.- Estado de conservación de la "especie representativa" del área de estudio: Es una estimación de especie más representada en un bioma, que cuando desaparece produce una transformación en la estructura de la comunidad	3	1	1	3	1
4.- Importancia comercial de la "especie representativa": La especie actualmente está sujeta a la explotación.	1	5	5	1	5
5.- Importancia biológica del área de estudio con base en la presencia de especies endémicas a nivel nacional: Es una estimación basada en una "Especie endémica", es aquella especie que habita en una limitada área geográfica.	2	2	2	2	2
6.- Importancia biológica del área de estudio con base en la presencia de especies endémicas en la zona de estudio: Es una estimación basada en una "Especie microendémica", es aquella especie que habita en una muy reducida área geográfica.	0	0	0	0	0
7.- Importancia biológica de la zona con base en su relación con especies migratorias: Estimación que se basa en datos reportados de especies migratorias y/o sitios de reproducción. Se refiere a la migración y a los viajes estacionales regulares realizados por muchas especies a sitios de alimentación, reproducción o en busca de mejores condiciones ambientales.	5	5	5	3	5
8.- Importancia biológica de la zona con base en la presencia de especies migratorias que estén bajo protección por acuerdos nacionales o internacionales.	5	5	5	5	5
9.- Importancia biológica del área de estudio con base en la presencia del número de especies en algún estatus de protección. Esta estimación es referida en las "categorías de protección de la normatividad mexicana" (NOM).	5	3	5	5	5
10.- Importancia biológica del área de estudio con base en la presencia de especies según el estatus de protección. Es una estimación referida en las "categorías de protección de la normatividad mexicana" (NOM).	5	5	5	5	5
11.- Importancia ecológica y de conservación del área de interés. Estimación que se basa en las áreas naturales protegidas (ANP), que constituyen el instrumento total en la conservación de la biodiversidad, de los bienes y servicios ecológicos.	4	4	4	5	5
Total	36	32	34	35	35

Fuente: Propia

Nota: 2= Municipio de Aldama; 3= Municipio de Altamira; 9= Municipio de Ciudad Madero; 12= Municipio de González; 38= Municipio de Tampico

no se localizan de una a tres especies endémicas y no hay registros de especies microendémicas. Tampoco cuenta con especies migratorias, tiene más de tres especies en algún *status* de la norma que por lo general es amenazada. Cuenta con un área natural protegida a nivel municipal denominada laguna La Vega Escondida (Tabla 4).

En la Figura 5, se observan los resultados de la aplicación de la técnica ERPBIO para cada municipio observándose valores homogéneos con una valoración de un índice de prioridad biológica de prioridad media.

Conclusiones

No existe una base de datos biológica que sea confiable, y que se pueda utilizar como una herramienta para la evaluación de impactos ambientales. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) cuenta con registros, pero no está actualizada la información y muchos de los registros de las especies solo se localizan en instituciones educativas o centros de investigación, por lo que esta investigación ayuda a reducir el sesgo de registros de

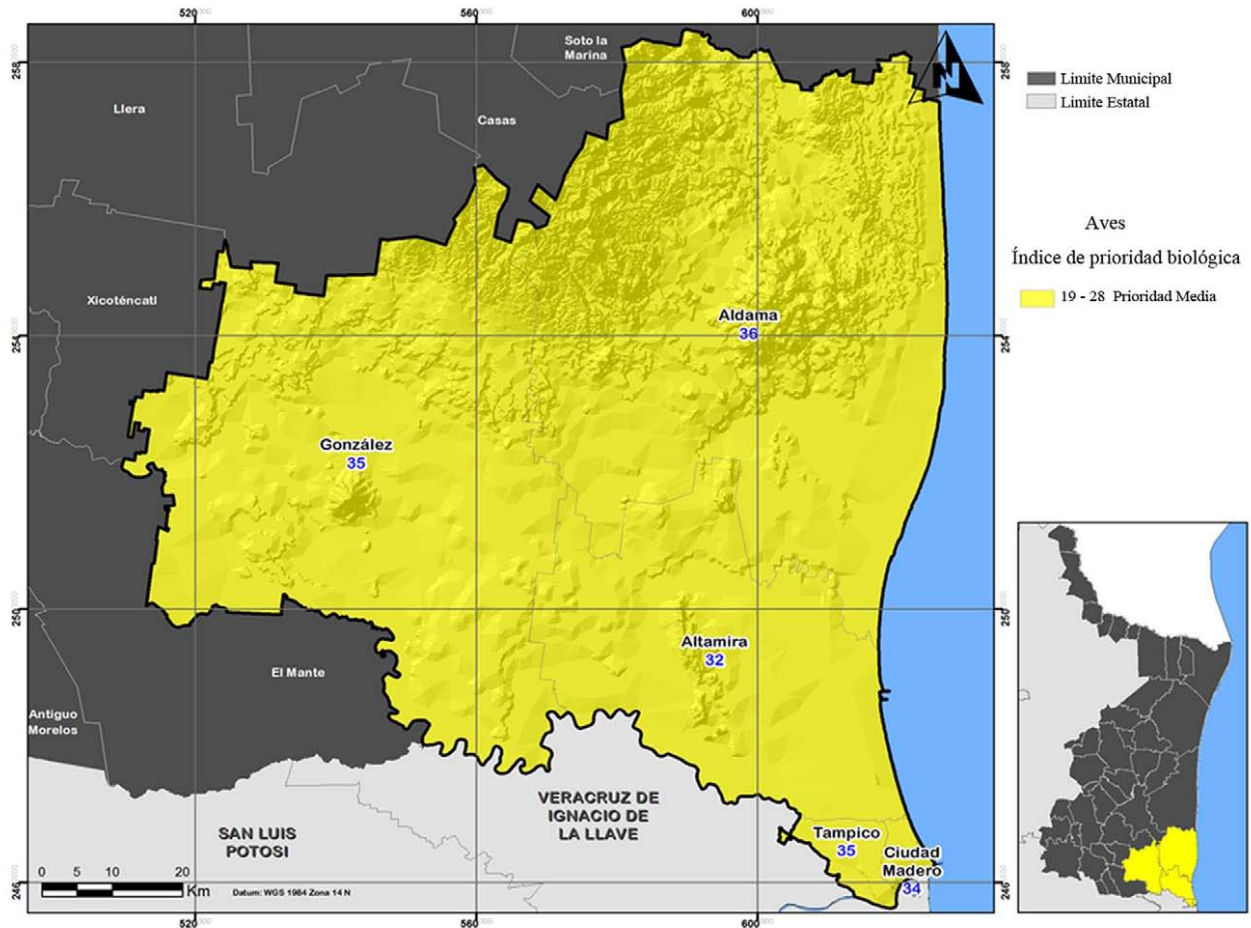


Figura 5. Índice de valoración de la prioridad biológica para la conservación en la Zona Sur de Tamaulipas.

especies. Las evaluaciones de impacto ambiental consideran más aspectos fisicoquímicos que biológicos, y el utilizar la técnica ERPBIO presenta varias ventajas y desventajas como son: la evaluación es rápida, siempre y cuando se cuenten con los datos confiables; es barata su aplicación ya que no es necesario hacer colecta de campo; trata de ser objetiva para resultados reales; es necesaria la participación de especialistas para aplicar la técnica.

Aunque México ocupa el octavo lugar en cantidad de especies de aves, se observa que los registros encontrados son limitados. Para la zona sur de Tamaulipas, solamente hay 494 especies y se considera que de acuerdo a las condiciones tanto de orografía, hidrología, climática, tipo de vegetación y uso de suelo, esta cantidad debería ser mayor.

En Aldama se presenta un gradiente altitudinal, y tomando en cuenta toda el área del municipio, así como su extenso litoral; la riqueza de aves es amplia

ya que la diversidad de aves son marinas, de aguas interiores y no se reproducen en el continente (Sapoznikow *et al.*, 2010).

La gran cantidad de aves en Altamira, Ciudad Madero y Tampico, se debe principalmente a la humedad de la zona, el tipo de selva que se encuentra como selva baja caducifolia que están estrechamente relacionados con la disponibilidad de recursos principalmente de alimento y seguridad. La alta humedad del ambiente provista por las lluvias puede ser necesaria para las migraciones desde los hábitats terrestres a los sitios de apareamiento. Las aves acuáticas constituyen uno de los componentes más carismáticos de la fauna que habita los humedales. No obstante, y con una flexibilidad mayor que la de los peces, las aves pueden hacer uso de estos ambientes durante sólo parte del año y para cubrir una determinada etapa de su ciclo anual, como ser la nidificación y cría, o la muda del plumaje (Blanco, 2010).

Tabla 5. Número de especies por kilómetro cuadrado, por municipio

Phylum/Municipio	Aldama	Altamira	Ciudad Madero	González	Tampico	Total
Aves	0.013	0.027	3.859	0.137	1.897	0.055

Tabla 6. Número de especies por habitante, por municipio

Phylum/Municipio	Aldama	Altamira	Ciudad Madero	González	Tampico	Total
Aves	0.0016	0.00002	0.00089	0.0011	0.00059	0.00063

Entre los indicadores que se identificaron se encuentran los correspondientes a la cantidad de especies por kilómetro cuadrado, como se observa para el caso de Ciudad Madero corresponden 3,859 especies por km² y para Tampico es de 1,897 por km², el total para el sur de Tamaulipas es de 0.055 especies por km² estos datos tan variados se debe a que los municipios presentan las siguientes extensiones territoriales Aldama cuenta con 3,671.78 km²; Altamira tiene 1,666.53 Km²; González cuenta con 3,491.41 Km²; Madero con 45.60 Km² y Tampico cuenta con 92.73 Km². Total de la zona de estudio 8,968.05 Km² (Tabla 5).

Con respecto a el número de especies por habitante, en el municipio de Tampico se encuentran 0.00059 especies por habitante, y para Ciudad

Madero es de 0.00089. Estos datos se obtienen por la cantidad de habitantes que tiene cada municipio que son: Aldama 29,470; Altamira 212,001; Ciudad Madero 197,216; González 43,435; Tampico 297,554 y el total para la zona de estudio es 779,676 (Tabla 6).

En lo que respecta a el número de especies en algún *status* de la NOM-059, en total se localizan 18, de las cuales 4 están en el estatus de amenazada, 2 en peligro de extinción, y 12 sujetas a protección especial. Destacando *Geothlypis flavovelata*, que solo se localiza en el municipio de Altamira, de ahí su nombre común que es mascarita de Altamira (Tabla 7).

Literatura citada

Tabla 7. Especies de aves y su *status* en la NOM-059-SEMARNAT 2010, en la zona sur de Tamaulipas

Municipio	Nombre científico	Status en la NOM-059
12, 38	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Pr
12, 38	<i>Accipiter striatus</i>	Pr
12, 38	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Pr
12, 38	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Pr
12, 38	<i>Falco peregrinus</i>	Pr
2, 9, 12, 38	<i>Amazona viridigenalis</i>	P
2, 3, 9, 12, 38	<i>Amazona oratrix</i>	P
9, 38	<i>Athene curriculara</i>	Pr
9	<i>Geothlypis flavovelata</i>	Pr
9, 38	<i>Leptodon cayanensis</i>	Pr
9, 38	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Pr
9, 38	<i>Psarocolius montezuma</i>	Pr
9, 38	<i>Ixobrychus exilis</i>	Pr
9, 38	<i>Aratinga holochlora</i>	A
9, 38	<i>Falco femoralis</i>	A
2, 12, 38	<i>Crax rubra</i>	A
2, 9, 38	<i>Bubo virginianus</i>	A
2, 3, 9, 12, 38	<i>Passerina ciris</i>	Pr

A= Amenazada; P= En Peligro de Extinción; Pr= Sujetas a Protección Especial; 2= Municipio de Aldama; 3= Municipio de Altamira; 9= Municipio de Ciudad Madero; 12= Municipio de González; 38= Municipio de Tampico.

Adriaanse, A. 1993. Environmental policy performance indicators: A study on the development of indicators for environmental policy in the Netherlands. SDU Publishers, The Hague. 175 p.

Aguirre, M. A. 2001. Los sistemas de indicadores ambientales y su papel en la información e integración del medio ambiente. Punto Focal Nacional de la Agencia Europea de Medio Ambiente. Subdirección General de Calidad Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España. Página en red: http://www.ciccp.es/webantigua/icitema/Comunicaciones/Tomo_II/T2p1231.pdf; (consultada 30 noviembre, 2013).

Baker, R. H., y R. L. Fleming. 1962. Birds near La Pesca, Tamaulipas, Mexico. Southwest Naturalist 7(3-4):253-261.

Bank, R. C. 1974. Clapper rail in Tamaulipas, Mexico. Wilson Bulletin 86(1):76-74.

Blanco, D. 2010. Los Humedales como hábitat de aves acuáticas. Humedales Internacional-Américas. UNESCO Buenos Aires, Argentina. Página en red: <http://www.unesco.org/uy/ci/fileadmin/ciencias%20naturales/mab/13.pdf>; (consultada 23 octubre, 2013).

Cairns, J. 1995. Ecosystem services: an essential component of sustainable use. Environmental Health Perspectives 103(6):534.

Contreras-Balderas, A. J., J. A. García-Salas, y J. I. González-Rojas. 1990. Aves acuáticas y semiacuáticas de la Laguna Madre, Tamaulipas, México. Otoño-Invierno 1988-1989,

- su Aprovechamiento Cinegético. *BIOTAM* 2(2):23-30.
- Contreras-Balderas, A. J. 1993. Avifauna de la Laguna Madre, Tamaulipas. *En: Salazar-Vallejo S. I. (Ed.) Biodiversidad Marina y Costera de México.* pp. 553-558.
- Dellsperger, V. 2003. Manual de ecología básica y de educación ambiental. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA. Mesa México-Suiza. 20 p.
- Eaton, S. W., y E. P. Edwards. 1947. The Mangrove Cuckoo in interior Tamaulipas, Mexico. *Wilson Bulletin* 59(2):110-111.
- Friedmann, H., L. Griscom, y R. T. Moore. 1950. Distributional check-list of the birds of Mexico. Part I. *Pacific Coast Avifauna* 29:1-202.
- Gaytán-Oyarzún, J. C., G. Pulido-Flores, S. Monks, A. L. López-Escamilla, M. López-Herrera, L. Romero-Bautista, M. A. Villavicencio-Nieto, y B. E. Pérez-Escandon. 2012. Evaluación Rápida de Biodiversidad para estimar prioridad biológica (ERBIO). *En Sampedro-Rosas, M. L., y J. González-González. Calidad Ambiental y Desarrollo Sustentable: Indicadores. Tomo II. Universidad Autónoma de Guerrero e INDAUTOR. México, Distrito Federal.* pp. 29-41.
- Garza-Torres, H. A. 1998. Contribución al conocimiento avifaunístico en Soto La Marina, Tamaulipas, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria.
- Garza-Torres, H. A., y A. G. Navarro-Sigüenza. 2002. Avifauna de la laguna Madre de Tamaulipas. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Instituto de Ecología Aplicada. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. So85. México, Distrito Federal. 103 p.
- Garza-Torres, H. A., y A. G. Navarro-Sigüenza. 2003. Breeding records of the Sooty Tern in Tamaulipas and its distribution on the Gulf of Mexico. *Revista de Ornitología Mexicana* 4(2):22-25.
- Garza-Torres, H. A., J. R. Herrera-Herrera, G. Escalona-Segura, J. A. Vargas-Contreras, y A. A. G. Navarro-Sigüenza. 2003. New bird records from Tamaulipas, Mexico. *Southwestern Naturalist* 48 (4):707-710.
- Gehlbach, F. R., D. O. Dillon, H. L. Harrell, S. E. Kennedy, y K. R. Wilson. 1976. Avifauna of the Rio Corona, Tamaulipas, Mexico: Northeastern limit of the tropics. *Auk* 93(1):53-65.
- Goldman, E. A. 1951. Biological investigations in Mexico. Washington. Smithsonian Institution. 445 p.
- Hammond, A., A. Adriaanse, E. Rodenburg, D. Bryant, y R. Woodward. 1995. Environmental indicators: A systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development, World Resources Institute, Washington, D. C. 43 p.
- Hedges, H. 1990. Gómez Farias, Tamaulipas, México. *American Birds* 44(4):1007-1008.
- Marcus, S. 1983. Towards a Semiotic Approach to social Indicators. Paper presented at the International Congress of Logic, Methodology and Philosophy of Science 11-16.
- Mayfiel, H. F. 1948. Boat-billet heron in central Tamaulipas, Mexico. *The Condor* 50:228.
- Miller, A. H., H. Friedmann, L. Griscom, y R. T. Moore. 1957. Distributional check-list of the birds of Mexico. Part 2. *Pacific Coast Avifauna* 33:1-436.
- NOM: Norma Oficial Mexicana. NOM-059-SEMARNAT. 2010. Protección Ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial, 30 de diciembre de 2010. Distrito Federal, México. pp. 77.
- Olson, S. L. 1978. Greater ani (*Crotophaga major*) in Mexico. *Auk* 95(4):766-767.
- Ott, W. R. 1978. Environmental indices: Theory and practice. *Annals Arbor Science, Michigan.* 371 p.
- Pimm, S. I., G. J. Russell, J. L. Gittelman, y T. M. Brooks. 1995. The future of biodiversity. *Science* 269:347-350.
- Phillips, J. C. 1911. A year's collecting in the state of Tamaulipas. *Auk* 28:67-89.
- Richmond, C. W. 1895. Partial list of birds collected at Altamira, México, by Mr. Frank B. Armstrong. *Proceedings of the United States National Museum* 18:627-632.
- Rodríguez-Ruíz, E. R., J. F. Gómez-Rodríguez, J. Treviño-Carreón, S. Terán-Treviño, F. A. Enríquez-Medina, A. Sánchez-González, H. A. Garza-Torres, C. Páramo-Mendoza, y H. Gómez-Ramírez. 2012. Nuevos avistamientos de aves para Tamaulipas, México. *HUITZIL* 13(2):162-168.
- Sala, O. E., F. S. Chapin III, J. J. Armesto, R. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L. F. Huenneke, R. B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D. Lodge, H. A. Mooney, M. Oesterheld, N. L. Poff, M. T. Sykes, B. H. Walker, M. Walker, y D. H. Wall. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287:1770- 1774.
- Sapoznikow, A., C. Revees, G. Sessa, L. Mansur, y M. De la Reta. 2010. Aves Marinas y Playeras. Programa de Educación Ambiental de la Fundación Patagonia Natural. Buenos Aires, Argentina. Página en red: http://www.patagonianatural.org/attachments/187_Aves%20Marinas%20y%20Playeras.pdf; (consultada 12 noviembre, 2013).
- Saunders, G. B. 1953. The Tule Goose (*Anser albifrons gambelli*), Blue Goose (*Chen caerulescens*) and Mottle Duck (*Anas fulvigula maculosa*) added to the list of the birds of Mexico. *Auk* 70 (1):84-85.

- Stotz, D., T. Parker, J. Fitzpatrick, y D. Moskovits. 1996. Neotropical birds: Ecology and Conservation. Chicago University Press. 481 p.
- Sutton, G. M. 1960. *Semipalmated sandpiper* and western sandpiper in Tamaulipas. *Auk* 77:83.
- Sutton, G. M., R. B. Lea, y E. P. Edwards. 1950. Notes on the ranges and breeding habits of certain Mexican birds. *Bird Banding* 21(2):45-59.
- Tunstall, D. 1992. Developing environmental indicators: definitions, framework and issues. (draft paper). Background materials for the World Resources Institute. Workshop on global environmental indicators, Washington, D.C., December 8, 1992. World Resources Institute, Washington, D. C. 39 p.
- UNEP/ RIVM. 1994. An Overview of environmental indicators: State of the art and perspectives. UNEP/EATR. 94-01; RIVM/402001001. Environmental Assessment Sub-Programme; UNEP, Nairobi. 72 p.
- Vargas-C., J. A., A. Mora-O., J. R. Herrera-H., A. Cardona-E., V. Vargas-T., S. Casas-G., y L. González-R. 1998. Caracterización ambiental del noreste de Tamaulipas. Reporte Técnico. CONACYT – SÍREYES. 47 p.
- Zamora-Tovar, C. 2007. Restauración de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Madre. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Instituto de Ecología Aplicada. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CJ069. México, Distrito Federal. 127 p.
- Zimmerman, D. A. 1957. Notes on Tamaulipas birds. *Wilson Bulletin* 69(3):273-277.

Problemática de contaminación en la zona agrícola de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México

Maritza López-Herrera, Leticia Romero-Bautista, Nahara Ayala-Sánchez,
Irma E. Soria-Mercado, y Amelia Portillo-López

Resumen

El presente trabajo se generó con el objetivo de dar a conocer la problemática que existe actualmente en una zona agrícola de gran importancia en el estado de Hidalgo, la "Vega de Metztitlán", zona que forma parte de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, sitio declarado como reserva federal. El aporte de agua residual que se hace a través de los acuíferos que irrigan a la zona, ha generado que este sitio se vea expuesto a un gran riesgo de contaminación por metales pesados, hidrocarburos y demás contaminantes, los cuáles quedan biodisponibles para las plantas e indirectamente existe una alta posibilidad de entrar a la cadena alimenticia de animales y finalmente el ser humano, con los riegos que esto generaría para los habitantes y consumidores finales de los productos agrícolas que ahí se generan.

Palabras clave: metales pesados, aguas residuales, Barranca de Metztitlán, contaminación

Introducción

El agua es un elemento esencial para la vida, por ello, su uso adecuado, manejo y preservación permitirá que la población actual y futura pueda disponer de este recurso en la cantidad y calidad requerida.

El crecimiento de las diferentes regiones de México no ha sido congruente con la disponibilidad de agua: el 77% de la población vive en las zonas centro y norte del territorio nacional, donde se genera sólo el 32% del escurrimiento natural ocasionado por la lluvia, en contraste en la zona sureste se genera el 68% del escurrimiento y en ella habitan tan solo el 23% de la población.

La escasez del recurso agua, su distribución desfavorable, el desperdicio y la progresiva contaminación, han hecho que en algunas zonas, las fuentes superficiales de abastecimiento sean insuficientes y que existan acuíferos sobreexplotados.

Actualmente existen más de un millón de sustancias que son introducidas al ambiente y a las aguas naturales (ríos, lagos, mares, estuarios, etc.) producto de la actividad del hombre. Un gran número de ellas no son consideradas tóxicas, sin embargo, sí pueden alterar las características fisicoquímicas del agua, causar efectos negativos en el ecosistema además de ser directamente dañinas para el hombre (Forstner *et al.*, 1993).

Los metales pesados son un claro ejemplo de contaminación y en contraste con muchos de los contaminantes orgánicos, no se eliminan de los cuerpos de agua por procesos naturales ya que tienen la característica de no ser biodegradables (Murray, 1996). Debido a su carácter no biodegradable, tienden a bioacumularse y así se pueden tomar como indicadores de contaminación y calidad ecológica en los cuerpos de agua (Purves, 1985).

Los metales también tienden a acumularse en los sólidos de los sustratos y sedimentos, y se ha observado que se acumulan en los tejidos vegetales de algunas especies de plantas. La adsorción, coprecipitación y bioacumulación, son algunos de los mecanismos por los cuales los metales pesados se acumulan en algunas especies de vegetales, sedimentos y cuerpos de agua. Estos procesos minimizan el transporte y propagación de los metales pesados provocando así a largo plazo algunas alteraciones medioambientales puesto que pueden lixiviarse en cantidades considerables y de este modo quedar disponibles para la biota. La acumulación de estos metales en tejidos vegetales puede causar daños genotóxicos en las células, y pueden entrar a los animales a través de la cadena alimenticia, de tal forma el hombre no es la excepción y puede ser vulnerable de la ingesta de alimentos contaminados con metales pesados.

Como es de notarse, existe un peligro latente para humanos y para algunos ecosistemas biológicos puesto que los metales pesados en concentraciones significativas, pueden provocar grandes efectos negativos. Este trabajo documenta la problemática de contaminación en la zona agrícola de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México, considerando la contaminación del agua de riego y suelo agrícola de la zona por la presencia de metales pesados.

La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán

El estado de Hidalgo se ubica entre las coordenadas 19° 35' 52" y 21° 25' 00" de latitud Norte, y los 97° 57' 27" y 99° 51' 51" de longitud Oeste. Limita al Norte con el estado de San Luis Potosí, al Noreste y Este con Veracruz, al Este y Sureste con Puebla, al Sur con Tlaxcala y México, y al Oeste con Querétaro.

En el estado de Hidalgo, se ha utilizado el agua residual para riego de los cultivos desde hace más de 100 años, como consecuencia se han acumulado paulatinamente algunos metales pesados en los suelos agrícolas; cabe destacar que el agua que se ha utilizado para fines agrícolas, en su mayoría proviene de la Ciudad de México y Zona Metropolitana (Vázquez-Alarcón *et al.*, 2001).

La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán se ubica en el estado de Hidalgo, se localiza entre los paralelos 98° 23' 00" y 98° 57' 08" longitud Oeste y 20° 14' 15" y 20° 45' 26" latitud Norte, con elevaciones entre 1,000 y 2,000 msnm. A su vez, la zona de reserva está comprendida en la Región Hidrológica Río Pánuco (RH26), la cuenca del Río Moctezuma y

comprende parte de las subcuencas Río Calabozo, Río Los Hules, Río Amajac y Río Metztlán. Según la CONANP (2003), el principal rasgo hidrológico superficial de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán lo conforma el Río Venados (Río Grande Tulancingo al Sur de la reserva y Río Metztlán al Norte). El Río Venados corre de SE a NO y al norte de la reserva desemboca en la Laguna de Metztlán.

En general el clima de la zona es seco y semiseco cálido en diferentes partes, está determinado por el efecto de sombra de lluvia que la Sierra Madre Oriental ejerce sobre esta región. En época de lluvias, en verano, los vientos alisios descargan su humedad sobre la zona y las partes elevadas donde se encuentran bosques de pino y encino, entre otros tipos de vegetación templado-fría. En la zona agrícola, denominada Vega de Metztlán la altitud fluctúa entre 1,200 a 1,300 msnm en las cercanías de la laguna (Figura 1).

Hidrografía de la zona

Tres son los sistemas hidrográficos que existen en Hidalgo, todos son tributarios del Golfo de México; el primero es el Amajac que nace en la Sierra baja y se precipita sobre Omitlán, donde recibe diversos afluentes, sigue bordeando los municipios de Actopan y Atotonilco el Grande, donde se une con el Río Tizahuapan y más adelante constituye el límite de los municipios de Metztlán e Ixmiquilpan, y continúa por el rumbo de Chalpuhuacán y Tepehuacán de Guerrero para salir por el estado de Veracruz.

El otro sistema es el del Río Metztlán que nace con el nombre de Tulancingo y recoge en primer término las aguas de algunos afluentes conectados con las lagunas de Apan, Atocha y Tecocomulco, cruza por Acatlán, Huasca y Atotonilco el Grande hasta llegar a la barranca de Metztlán, donde humedece las tierras de la fértil vega de ese nombre y vierte sus aguas en la laguna Metzca, de donde sale para unirse con el Amajac a la altura del municipio de Tlahuiltepa (Vega-Isuhuaylas *et al.*, 2006).

El río Tulancingo nace en los límites del estado de Puebla con el nombre de Río San Lorenzo, su caudal es regulado por la presa La Esperanza, que tiene una capacidad de 2.5 millones de m³, cambiando de nombre a Río Santa María, Río Tulancingo, Río Grande, en este trayecto el agua es aprovechada para la irrigación de tierras del Distrito de Riego 028, de Tulancingo (de 250 a 500 l/s, sin considerar los escurrimientos máximos). También toma los nombres de

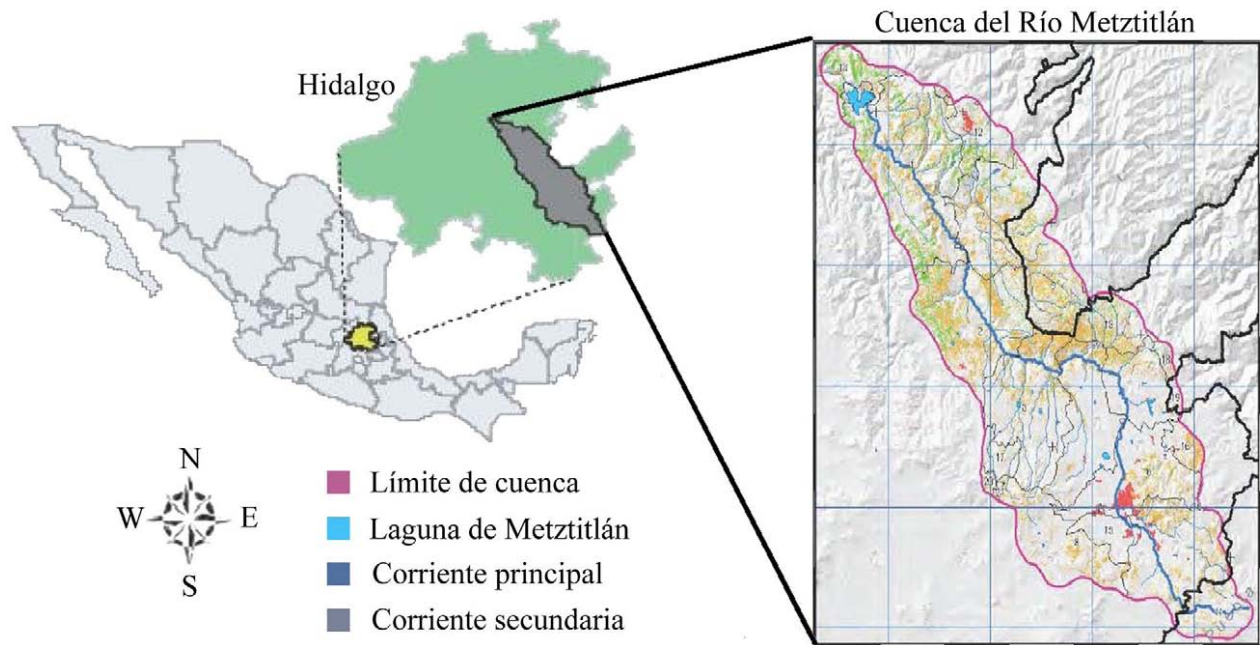


Figura 1. Cuenca del Río Metztitlán, Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México.

Río Acoculco, Río Mesillas, Río Metepec, Río Meco, hasta su cruce con la carretera México-Tampico, en el poblado Puente de Venados cambia nuevamente su nombre a Río Venados, llegando finalmente a la laguna de Metztitlán, donde es aprovechado para uso piscícola. En su recorrido se acumulan sólidos disueltos y suspendidos (Rubiños *et al.*, 2005).

El tercer sistema hidrográfico está constituido por el Río Moctezuma, originado al Noroeste de la ciudad de México, que penetra al estado de Hidalgo por el municipio de Tepeji de Ocampo, donde recibe el nombre de Río Tula. A lo largo de este recorrido recoge las aguas de varios afluentes, hasta llegar a los límites con el estado de Querétaro, donde se le une el gran caudal del Río San Juan y las aguas del Tecozautla, en este sitio cambia su nombre a Río Moctezuma. Al margen de estos sistemas existen otras corrientes de agua autónomas, como las de los ríos Candelaria, Garcés, Atlapexco, Hule, Tlacolula y Yahualica, que nacen en la sierra Alta y riegan los terrenos de la Huasteca Hidalguense.

Actividad Agrícola de la Vega de Metztitlán

La actividad económica de mayor importancia en la región es la agricultura, en ella se ocupa el 73% de la población de los municipios que conforman el área de la Vega y se desarrolla en la modalidad de riego y

temporal. La agricultura de temporal se realiza en los suelos más pobres, en terrenos de tepetate y lomeríos, se cultiva con técnicas tradicionales y fuerza de trabajo familiar, el beneficio que la familia obtiene es en la cosecha, cuando toman parte del producto para satisfacer sus necesidades de alimento y los excedentes los canalizan al mercado. El ingreso que obtienen por las ventas de sus productos es usado para abastecerse de bienes que no producen, complementar la dieta alimenticia, comprar vestido, calzado y la adquisición de insumos para el siguiente ciclo agrícola. Los cultivos que más se siembran son maíz y frijol. En esta modalidad es común la asociación de cultivos de maíz-frijol, maíz-calabaza y maíz-haba. Los productores realizan esta práctica buscando alcanzar dos objetivos: el primero es satisfacer sus necesidades de alimento y el segundo es fertilizar los suelos de forma natural (Vega-Isuhuaylas *et al.*, 2006). Un rasgo importante de este tipo de agricultura es que la gran mayoría se utiliza para el autoconsumo familiar (Figura 2).

La agricultura de mayor importancia económica se realiza en el valle agrícola de Metztitlán; en el que se siembran: frijol, maíz, ejote, calabacita, jitomate y chile, además de otros cultivos como sorgo. Así mismo, se encuentran establecidos huertos de nogal y otros frutales en asociación con cultivos anuales, sobre todo en la parte norte de la barranca. Este



Figura 2. Sitios de colecta de plantas de interés agrícola dentro de la zona agrícola de la Vega de Metztlán, en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México.

tipo de agricultura también se lleva a cabo en las comunidades que están asentadas cerca de los ríos Almolón y Amajac.

La superficie de los predios con riego en el régimen de propiedad privada y ejidal en la vega del río Metztlán, van de 2 a 20 hectáreas, aunque existen agricultores que poseen mayor superficie. Los productores hortícolas de la región en mucho tiempo no han introducido innovaciones tecnológicas como las que se han desarrollado en otras regiones de México que cuentan con horticultura de exportación. Sin embargo, a pesar del atraso tecnológico, la región es considerada una de las zonas agrícolas de mayor importancia en el estado de Hidalgo. El desarrollo de esta área se debe a los factores naturales y a la

infraestructura de riego, como es la construcción en 1953 del Distrito de Riego de Metztlán, el cual funciona mediante la derivación de aguas de Río Metztlán, por medio de dos presas derivadoras y una red de canales; cuenta además con una capacidad para regar más de 4,859 ha.

En Metztlán existe una amplia zona inundable, que se extiende desde el sureste al noroeste de dicho municipio, en la misma dirección del río Venados hasta llegar a la Laguna de Metztlán, que abarca una superficie aproximada de 7,739.36 ha. El periodo de retorno es del orden de 30 años, aunque puede ser menor dependiendo de lo que se entienda por inundación, es decir, qué superficie cubre y a qué profundidad. Este tipo de disturbios afecta a la vegetación riparia, que está adaptada a los mismos. Un ejemplo es el *Salix* spp., que es capaz de tolerar inundaciones, se pueden encontrar también en algunas partes del río troncos de árboles enteros que fueron arrancados por la corriente. Algunos árboles aunque estén derribados y no sean muy jóvenes, si mantienen parte de su raíz en contacto con los sustratos de las márgenes, emiten rebrotes que con el tiempo formarán otro árbol. Las inundaciones también afectan una banda delgada sobre las laderas (CONANP, 2003).

Las últimas inundaciones en este municipio se han presentado en los años de 1999 y 2005. La primera tuvo lugar desde la comunidad de Venados hasta la Laguna de Metztlán, causando daños importantes en la infraestructura caminera, las viviendas ubicadas en el valle, las tierras agrícolas y a la vegetación natural. La segunda inundación, de menor intensidad y magnitud, se presentó en la localidad de Jilotla (Figura 5).

De los principales problemas que enfrenta la RBBM están la extracción ilegal de cactáceas y/o depredación, saqueo de material vegetal, y la contaminación de cuerpos de agua por el uso inadecuado y excesivo



Figura 3. Zonas de cultivo en la vega de Metztlán, Hidalgo.



Figura 4. Aplicación de insecticidas en una zona agrícola de la Vega de Metztlán, Hidalgo.

de agroquímicos en cultivos agrícolas, las descargas de aguas residuales y el cambio de uso de suelo con fines agrícolas.

Aún cuando se encuentra prohibido en la reserva verter o descargar aguas residuales, aceites, grasas, combustibles, desechos sólidos y/o líquidos, usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas, además de arrojar sobre los cauces y vasos, o infiltrar en los mantos acuíferos aguas contaminadas que excedan los límites establecidos por las normas oficiales mexicanas, o cualquier otro tipo de contaminantes, la realidad es que esto sucede a lo largo de todos los causes de la zona (CONANP, 2003).

El agua de Río Venados es turbia, con abundantes sedimentos. Dada la alta productividad agrícola en la vega, el uso de agroquímicos como fertilizantes, insecticidas, herbicidas, acaricidas y fungicidas es intenso (Figura 3). Desde luego, una parte de estos productos van a dar al río, donde aparentemente se presentan procesos de sedimentación y de

eutroficación, además de algunos efectos tóxicos que afectan al ecosistema acuático, representando riesgos a la flora y la fauna, pero sobre todo para las poblaciones que habitan en las márgenes del río (CONANP, 2003) (Figura 4).

Tanto más cerca se esté de la laguna, el cauce del río habrá recibido más sedimentos de las laderas, más fertilizantes y agroquímicos de las zonas agrícolas en la vega y más descargas de drenajes de los poblados establecidos en las márgenes, con impactos en el contenido de sedimentos, patógenos, productos químicos orgánicos y nutrientes. En efecto, la turbidez del agua es notablemente mayor al acercarse a la laguna; asimismo, diversos nutrientes como el fósforo, los bicarbonatos y la conductividad eléctrica, aumentaron su concentración cerca de ella. Se considera que los mantos freáticos están más contaminados si se encuentran cerca de la Laguna de Metztlán. Se piensa que estos factores pueden implicar contaminación y mortalidad de los peces, efecto que es mayor en la cercanía de la laguna (CONANP, 2003).



Figura 5. Cauce del Río Metztlán en la localidad de Jilotla, Hidalgo.

El cauce del Río Venados, en el poblado Puente Venados, queda encañonado con un pequeño valle fluvial de uso agrícola y cultivo de frutales. Después de esa población se interna en el valle de Metztlán. A su paso capta las afluencias del río Metzquitlán y los escurrimientos laterales del valle, hasta descargar su caudal en la laguna de Metztlán, donde es aprovechado para uso piscícola (Camargo, 1999).

Problemática de contaminación de la zona

El empleo de las aguas residuales

El problema de la contaminación del agua, tiene sus orígenes desde hace aproximadamente 200 años, cuando se dio la Revolución Industrial (Dekov *et al.*, 1998). Debido al surgimiento de una gran cantidad de industrias, surgieron zonas urbanizadas y así también grandes problemas con la calidad y cantidad de agua (Forstner *et al.*, 1990). La gente se trasladó hasta las zonas ya urbanizadas en busca de trabajo, surgiendo la contaminación del agua principalmente por residuos fecales y contaminantes orgánicos y por la falta de tratamiento de aguas residuales en estas zonas.

Desde siempre, los depósitos naturales de agua han sido receptores de una gran cantidad de contaminantes, y aunque en un principio los cuerpos de agua gozaban de un carácter auto depurador, con el paso del tiempo y hasta nuestros días la gran mayoría de esos cuerpos de agua han perdido esa propiedad y ahora existen graves alteraciones en la calidad del agua, además de un gran riesgo para la población en general, puesto que las enfermedades deben su origen a ciertos patógenos transportados por la materia orgánica que acarrea el agua.

Las aguas residuales, según la norma oficial NOM-001-ECOL-1996, son aquellas de composición variada, provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos o de cualquier otro uso así como la mezcla de ellas.

Generalmente los depósitos disponibles de agua por muchos años han sido vulnerables al depósito de un gran número de contaminantes de distintos tipos, y entre estos se encuentran los metales pesados como Cromo (Cr), Níquel (Ni) y Plata (Ag), los cuales pueden ser indicadores de contaminación antropogénica asociados a descargas industriales (Fernández *et al.*, 1997), por otro lado, la presencia de metales como el Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Zinc (Zn), pueden indicar contaminación por actividad minera (Salomons, 1995).

Los metales pesados contenidos en las aguas residuales, son transportados y se acumulan por lo menos inicialmente en los horizontes superficiales de los suelos (García y Méndez, 2003). De esta forma, pueden ser absorbidos por algunas plantas y en concentraciones elevadas se acumulan en tejidos de estas o por los microorganismos que los requieren para sus funciones metabólicas (Kabata-Pendias, 2011).

La Sub-Cuenca del Río Amajac

Se ubica en el estado de Hidalgo y pertenece al Consejo de Cuenca del Pánuco - Región Hidrográfica IX-3. Consta de 37 municipios, que están representativamente dentro de la Subcuenca, entre los que tenemos: Chapulhuacán, La Misión, Jacala, Tepehuacán de Guerrero, Tlanchinol, Lolotla, Molango, Tlahuiltepa, Juárez Hidalgo, Zimapán, Nicolás Flores, Eloxochitlán, Cardonal, Metztlán, Atotonilco, Mineral del Chico, Mineral del Norte y Omitlán de Juárez, entre otros. Los principales cauces son: el río Cocula que después se transforma en el río Metztlán y que se une con el río Amajac. Los tres usos principales de éstas aguas son: agrícola, industrial y doméstico.

Esta subcuenca tiene un área de 6,954 Km² y es un sistema de drenaje que ha experimentado evolución en el tiempo, debido a la gran demanda del recurso hídrico por los usuarios de esta zona.

La mayor parte de las aguas utilizadas en la zona, son vertidas directamente a las corrientes o a fosas sépticas, y en muchas comunidades ya están causando problemas de contaminación por su mal diseño como en el caso del municipio de Juárez de Hidalgo, en donde las fosas sépticas están drenando hacia las corrientes contaminándolas. Esto ha ocasionado algunos conflictos con las comunidades a las que les llega el agua contaminada. Asimismo, otro problema que agrava la contaminación de las corrientes es el vertimiento de basura. En ese sentido, los ríos principales de la subcuenca: Amajac y Metztlán, están contaminados principalmente por bacterias originadas por las descargas domésticas que afectan a los usos acuícola y agrícola (producción de hortalizas) (Mendoza, 2010).

En la subcuenca del Amajac tenemos dos zonas de agricultura de riego importantes, los distritos de riego: Tulancingo y Metztlán. El distrito de riego Metztlán, ubicado en la parte media de la subcuenca, utiliza para riego el agua almacenada en la laguna de igual nombre, además de bombeos directos del río Metztlán. En la época de estiaje, la demanda de riego no es

abastecida en este distrito de riego, los usuarios del distrito utilizan las pozas de acumulación de agua.

En cuanto a contaminación de cauces, el agua utilizada para riego llega contaminada en época de avenidas ya que arrastra las aguas de descargas residuales, industriales, domésticas y de riego, de la zona alta de la subcuenca. Sin embargo en época de estiaje, esta agua contaminada no llega por que el cauce principal ya que se seca en el camino, y las aguas que llegan a este Distrito de Riego son las aportadas por los manantiales y afluentes de esta zona intermedia.

Al final del distrito de Riego Metztlán, se forma una laguna-presa, la cual tiene dos túneles y un resumidero que de modo natural filtra agua todo el año aguas abajo y va a dar hasta el río Moctezuma; cuando el nivel de la laguna empieza a crecer, trabaja el primer túnel, y en caso de crecientes el flujo de agua no se puede controlar lo cual trae tanto problemas al Distrito de Riego como a la parte baja de la cuenca (Mendoza, 2010).

Los pobladores asumen que la corriente, aguas abajo de la laguna, es más cristalina por el filtro natural de los cerros, y por ello, las aguas contaminadas que pudieran llegar de la zona alta de la subcuenca, como desechos de los sueros de los establos y pesticidas desaparece, sin embargo, cuando hay vertimiento directo por el túnel, se estima que llega el agua contaminada a la corriente aguas abajo (Mendoza, 2010).

Por otro lado, el Distrito de Riego Tulancingo, ubicado en la parte alta de la subcuenca, se riega con aguas de la presa La Esperanza, con aguas residuales procedentes de la ciudad de Tulancingo y de municipios aledaños que descargan en la corriente principal, y con el bombeo de pozos profundos, particulares en su mayoría. En las zonas que no cuentan con agua para riego o pequeños canales de irrigación, la agricultura practicada es la de temporal que es complementaria en su economía y básicamente para autoconsumo.

Los mayores volúmenes están concentrados en la zona alta de la subcuenca la actividad textil y la fabricación de productos lácteos, que está contaminado zonas de cultivos y acuíferos, y por consiguiente las corrientes de agua. A los volúmenes de descarte de las industrias se añade los proporcionados por los sistemas de drenaje municipales, a través de las redes de abastecimiento para uso público urbano. A los usuarios de agua para uso industrial, se les cobra solo la tarifa por uso de agua para industrias, pero no hay un cobro por contaminación de las corrientes. Sólo en el área de los municipio de Tulancingo y de Cuahutepec

de Hinojosa hay cierto tratamiento del agua de drenaje antes de ser vertido nuevamente a las corrientes. En otros municipios, los organismos operadores se encargan del servicio de alcantarillado de la zona, pero no se realiza el trabajo de tratamiento de aguas para regresarlas a las corrientes por la falta del recurso financiero para realizar esta actividad.

Un aspecto interesante en esta zona es que los usuarios del módulo de riego de aguas negras del Distrito de Riego de Tulancingo no están de acuerdo con el tratamiento de las aguas residuales que llegan hacia su módulo, ya que eso le quitaría la materia orgánica al agua y sus cultivos se verían perjudicados (Hernández-Acosta *et al.*, 2006).

En el análisis realizado con base en la información proporcionada por informantes claves y usuarios de los diferentes usos de agua, el concepto de cuenca hidrográfica no es manejado por la población la cual tiene una participación tangencial al problema del agua, además de poco conocimiento y conciencia de la contaminación de las corrientes. Los problemas de contaminación de las zonas altas preocupan a zonas aledañas a nivel Municipal, autoridades e instituciones, más no tanto a nivel poblacional.

Si consideramos que el recurso agua en la zona alta de la cuenca es escaso, que además es la zona de mayor consumo de agua por el uso industrial, riego y uso poblacional y que es en donde se concentra la mayor cantidad de población de la subcuenca, se genera toda una problemática en la gestión del recurso ya que las zonas medias carecerán de agua sobre todo en la calidad adecuada para la población que habita en esas zonas y que utiliza el recurso de las corrientes, como por ejemplo en el caso del distrito de Riego del Metztlán que se alimenta de las aguas del río del mismo nombre.

Dada esta situación, existen estudios realizados en la zona que están arrojando información relacionada a las consecuencias de la contaminación del agua en la zona agrícola de la región. De esta zona se han reportado algunos trabajos sobre la calidad del agua, como los de Hernández-Acosta *et al.* (2006), donde se indica que las aguas del Río Tulancingo, están muy contaminadas. Se han determinado valores por encima de la norma de sólidos solubles, sólidos totales, oxígeno disuelto y coliformes fecales y totales. El 59% de los cuerpos de agua están en la categoría de contaminados dentro del intervalo de ICA = 30 a 49, valores con los que el líquido solo podría tener uso industrial o agrícola con tratamiento. Esta es la situación para la presa

La Esperanza de la Ciudad de Tulancingo y la Laguna de Metztlán (Amado-Álvarez *et al.*, 2006, 2008).

Se ha documentado que la zona del Valle del Metztlán presenta una gran cantidad de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs). Esto ha generado gran preocupación a diversos grupos ambientalistas y la Secretaría de Salubridad del estado, siendo el sector más afectado el de los agricultores, vendedores, consumidores, pobladores y, las grandes hectáreas de tierra cultivable. Se ha demostrado que los suelos de esta zona están contaminados por compuestos tóxicos que superan los límites máximos permisibles (García *et al.*, 2005). Ésta contaminación proviene de compuestos derivados del petróleo y la producción y/o manejo de los mismos. Es de suponerse que las actividades humanas del sector de la refinería en el municipio de Tula, Hidalgo, podrían estar involucradas en el evento, debido principalmente a la cercanía y conexión geográfica e hidrológica con la zona de Metztlán. Los contaminantes interactúan con el agua de la refinería antes de llegar a la Barranca de Metztlán, el suelo podría adsorber los HAPs que son transportados por el agua. De esta manera se puede explicar que el agua, utilizada para el riego, contenga cierta concentración de HAPs, debido a su baja hidrosolubilidad, se adhieren a partículas sólidas, tanto en el suelo como el sedimento (Vázquez-Larios *et al.*, 2013).

En otro estudio se observó como los metales pesados entran a la cadena alimenticia por su bioacumulación dado su persistencia en el entorno. Se determino la bioacumulación de diversos metales pesados en *Cyprinus carpio*, especie cultivada en la laguna de Metztlán, Los resultados mostraron una alta concentración de Al en todos los tejidos, así como Pb en la piel y huesos, debido posiblemente a una sustitución de éste por el Ca en rutas metabólicas (Lozada-Zarate *et al.*, 2005).

En un estudio realizado en la vega de Metztlán para determinar la presencia de metales en suelo y agua de la zona se detectaron Al, Cd, As y Pb en el agua de riego, destacando de éstos el Al por encontrarse por arriba de los valores permitidos por la norma. Por otro lado, en el estudio realizado a suelos agrícolas de la zona, se determino la presencia de Pb, Cd, As, Al, Mg y Mn, éstos sin embargo no se encuentran fuera de las concentraciones permitidas (López-Herrera y Gordillo-Martínez, 2008). En este mismo estudio se realizó una evaluación para determinar la presencia de estos metales en frijol y chile, plantas que son de interés agrícola y que son cultivadas en la zona de estudio

y se detectó la presencia de Al, Cd y Pb en raíz, tallo, hojas y fruto de esas especies.

Conclusiones

Las descargas que son vertidas al río han modificado las propiedades fisicoquímicas de los suelos agrícolas de la zona que son alimentados por dicha agua. Esto ha causado menores cosechas y una disminución en la economía de la población que depende directa o indirectamente de la producción agrícola.

Los metales pesados aportados por las diferentes formas de contaminación, no son biodegradables por lo que quedan de alguna manera, biodisponibles para las plantas que crecen en la zona y de éstas, muchas son de interés agrícola y base de la alimentación de los pobladores de la región y de zonas aledañas.

Los metales generalmente tienden a acumularse en los sólidos de los suelos, sedimentos y cuerpos de agua. Estos procesos minimizan el transporte y promueven que los metales pesados permanezcan en el sitio debido a que pueden lixiviarse en cantidades considerables y de este modo quedar biodisponibles. La acumulación de estos metales en tejidos vegetales puede causar daños en las células, pudiendo entrar así a la cadena alimenticia de los animales consumidores de estas plantas los cuales a su vez asimilarán éstos en cantidades significativas quedando finalmente en sus tejidos. De esta forma el hombre quedará expuesto a la ingesta de alimentos contaminados con estos metales.

La presencia de contaminantes en el ambiente, es un riesgo latente para el hombre para la biota puesto que se pueden provocar grandes efectos negativos.

Bibliografía

- Amado-Álvarez, J. P., J. E. Rubiños-Panta, C. Ramírez-Ayala, y E. Hernández-Acosta. 2008. Calidad integral del agua superficial en la cuenca hidrológica del Río Amajac. *Información Tecnológica* 19:21-32.
- Amado-Álvarez, J. P., E. Rubiños-Panta, F. Gavi-Reyes, J. J. Alarcón-Cabañero, E. Hernández-Acosta, C. Ramírez-Ayala, E. Mejía-Saenz, F. Pedrero-Salcedo, E. Nicolas-Nicolas, y E. Salazar-Sosa. 2006. Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac, Hidalgo, México: diagnóstico y predicción. *Revista Internacional de Botánica Experimental* 75:71-83.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2003. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo. Página en red: <http://www.metztlan.com.mx/ReservaBiosfera/ProgramaDidactica/PCMDidactica.htm>; (consultada 10 septiembre. 2014).

- Dekov, V. M., F. Araujo, R. Van Grieken, y V. Subramanian. 1998. Chemical composition of sediments and suspended matter from the Cauvery and Brahmaputra rivers (India). *The Science of the Total Environment* 212:89-105.
- Fernández, J. C., F. Ruíz, y E. Galan. 1997. Clay mineral and heavy metal distributions in the lower estuary of Huelva and adjacent Atlantic shelf, SW Spain. *The Science of the Total Environment* 198:181-200.
- Forstner, O., y W. Calmano. 1993. Sediment quality objectives and criteria development in Germany. *Water Science Technology* 28:37-316.
- Forstner, U., W. Ahlf, W. Calmans, y M. Kersten. 1990. Sediment criteria development. *In: Helling, D., R. P. Forstner, y P. Stoffers (Eds). Sediment and Environment Geochemistry. Springer-Verlag, Berlin, Germany. pp. 311-333.*
- García, J. C., y F. R. Méndez. 2003. Aplicación del análisis multivariante al estudio del comportamiento de suelos de cultivo de regados con aguas residuales urbanas no depuradas. 27 Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa Lleida, 8-11 de abril. pp. 1-13. Página en red: http://web.udl.es/usuarios/esi2009/treballs/03_4_1.pdf; (consultada 10 septiembre 2014).
- García, J., J. A. Gordillo-Martínez, G. Pulido-Flores, S. Monks, J. R. Villagómez-Ibarra, y O. A. Acevedo-Sandoval. 2005. Evaluación de la concentración de hidrocarburos aromáticos policíclicos en las aguas de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán. Página en red: http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/CA/EO/CAO-59.pdf; (consultada 18 septiembre 2014).
- Hernández-Acosta, E., E. Rubiños-Panta, J. Amado-Álvarez, A. Ramírez-A., y F. Gavi-Reyes. 2006. Contaminación del agua en el río Tulancingo (Hidalgo, Estado de México). *En: Gallardo-Lancho, J. F. (Ed.). Medioambiente en Iberoamerica: visión desde la física y la química en los albores del siglo XXI. Tomo I, Badajoz, España. pp. 335-341.*
- Kabata-Pendias, A. 2011. Trace elements in soil and plants. 4th. Ed. CRC Press, Inc. Boca Ratón. Florida, USA. 534 p.
- López-Herrera, M., y A. J. Gordillo-Martínez. 2008. Bioacumulación de metales pesados en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y chile (*Capsicum annum* L.) en la reserva de la Biosfera "Barranca de Metztitlán", Hidalgo, México. Página en red: http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/congresos/Ciudad%20Oregón/oral_contambiental.html; (consultado 28 septiembre 2014).
- Lozada-Zarate, E., S. Monks, G. Pulido-Flores, A. J. Gordillo-Martínez, y F. Prieto-García. 2007. Determinación de metales pesados en *Cyprinus carpio* en la Laguna de Metztitlán, Hidalgo, México. *En: Pulido-Flores, G., y A. L. López Escamilla (Eds.). IV Foro de Investigadores por la Conservación y II Simposio de Áreas naturales Protegidas del Estado de Hidalgo. Ciencia al día 5. Universidad Autónoma del Estado del Hidalgo. pp. 91-94.*
- Mendoza, M. C. 2010. Evaluación de impacto ambiental por el método Batelle Columbus del túnel de desfogue de la Laguna de Metztitlán, Estado de Hidalgo. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Texcoco, Estado de México. 150 p. Página en red: http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/145/Mendoza_Carino_M_MC_Hidrociencias_2010.pdf?sequence=1; (consultada en 29 septiembre 2014).
- Murray, K. S. 1996. Statistical comparisons of heavy metal concentrations in River sediments. *Environmental Geology* 27:54-58.
- Norma Oficial Mexicana (NOM). 1996. NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Diario Oficial de la Federación 24 de junio.
- Purves, D. 1985. Trace Element Contamination of the Environment. Elsevier. Amsterdam. 260 p.
- Rubiños-Panta, E., J. Amado-Álvarez, C. Ramírez-A., E. Hernández-Acosta, F. Gavi-Reyes, E. Mejía-Saenz, y E. Salazar-Sosa. 2005. Contaminación del agua en el río Tulancingo, Estado de Hidalgo, México. Página en red: http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Resumen/CA/RC/CAC-09.pdf; (consultado 28 septiembre 2014).
- Salomons, W. 1995. Environment Impact of Metals derived from mining activities: process, predictions. *Journal Geochemical Exploration* 52:5-23.
- Vázquez-Alarcón, A, L. Justin-Cajuste, C. Siebe-Grabach, G. Alcantar-González, y M. L. de la Isla de Bauer. 2001. Cadmio, Níquel y Plomo en agua residual, suelo y cultivos en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Agrociencia* 35:267-274.
- Vázquez-Larios, E., B. Ramírez-Hernández, P. I. Badillo-Lagunes, T. A. Fregoso-Aguilar, C. H. Hernández-Rodríguez, César Hugo, y J. A. Mendoza Pérez. 2013. Caracterización de suelos contaminados con HAPs en el valle de Metztitlán, Hgo., y aplicación de un proceso de biorremediación con membranas limitantes de oxígeno. *Química Hoy* 3:18-25.
- Vega-Isuhaylas, G., L. Jiménez-Sánchez, E. Rubiños-Panta, F. Manzo-Ramos, A. Quispe-Limaylla, y B. Marañón-Pimentel. 2006. Gestión del agua de la subcuenca del río Amajac Estado de Hidalgo-México, considerando su entorno socioeconómico y ambiental. Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Página en red: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/cong_nal_06/tema_01/03_griselle_vega.pdf; (consultado 10 octubre 2014).

Presencia de metales pesados en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México

Irving Giovanni González-Salazar, Maritza López-Herrera,
Scott Monks, y Griselda Pulido-Flores

Resumen

La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán es un área natural protegida por la gran diversidad de flora y fauna existente en la misma. La zona es atravesada por un río de gran longitud que se extiende desde el municipio de Tulancingo hasta su desembocadura en la Laguna de Metztlán, en la zona núcleo de la reserva. A lo largo del cauce del río se ubican algunos asentamientos humanos y zonas industriales, que vierten aguas residuales domésticas e industriales. Además, el agua del río es un recurso natural utilizado como agua de riego para las zonas agrícolas, que con frecuencia por el efecto de arrastre y erosión se depositan en el agua agroquímicos. De tal forma que se ha registrado la presencia de metales pesados en los suelos destinados para la agricultura. En el presente trabajo se presenta una compilación de las diferentes investigaciones realizadas en la zona, evidenciando la presencia de metales pesados en agua, suelo y organismos de la reserva.

Palabras clave: aguas residuales, bioacumulación, agua, suelo, contaminación

Introducción

Con una distribución transversal en el estado de Hidalgo y con una dirección sureste-noroeste se encuentra la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán (RBBM), la cual fue declarada como área protegida el 27 de noviembre del 2000 (CONANP, 2003). La reserva se enmarca en los paralelos 19° 53' 41" y 20° 45' 05" N y los meridianos 98° 55' 04" y 98° 08' 39". Al Norte limita con el estado de San Luis Potosí, al Noroeste y Este con Veracruz, al Este y Sureste con Puebla, al Sur con Tlaxcala y México, y al Oeste con Querétaro. El territorio de la reserva está conformado por cadenas montañosas, lomeríos, valles y cañones con una altitud promedio de 2000 msnm. El clima es seco y semiseco cálido con una temperatura anual promedio de 20.2°C, una precipitación pluvial promedio de 437 mm por año, y el período de lluvias es de junio a septiembre. La vegetación natural consiste en herbáceas, una gran cantidad de cactáceas, entre las que se

encuentran cactus globosos y columnares. La reserva corresponde a la Región Hidrológica 26 Río Pánuco, su principal rasgo hidrológico es el río, con una longitud de 100 Km cuyo nombre cambia de acuerdo con cada región. Las tres principales son el río Tulancingo, San Sebastián como el río Venados, y el tercero como río Metztlán, el río corre de Sureste a Noroeste, y al Norte de la reserva desemboca en la laguna de Metztlán (CONANP, 2003).

Los metales pesados son elementos químicos de gran interés en estudios medioambientales, su importancia radica en que la mayoría son persistentes, causando efectos tóxicos en la biota aún en bajas concentraciones (Lucho-Constantino *et al.*, 2005). La mayor fuente de contaminación por metales pesados es generada por causas antropogénicas, entre las actividades que destacan por su contribución son la minería, prácticas agronómicas, emisiones industriales, y la aplicación de lodos y sedimentos residuales (Shen *et al.*, 2002; Wu *et al.*, 2005; Chen *et al.*, 2007).

En la RBBM la actividad agrícola es de gran importancia, aproximadamente el 73% de la población se dedica a esta actividad, en la modalidad de riego y temporal. Principalmente se cultiva maíz-frijol, maíz-calabaza, maíz-haba, chile, tomate de cascara y frutales como el nogal. Los desechos y aguas residuales son depositados en el río, y con el agua de éste se irrigan los cultivos agrícolas que se producen en la Vega de Metztlán. Con la actividad agrícola, existe un intenso uso de agroquímicos que contribuyen al incremento de la contaminación propiciando la acumulación de metales pesados en suelos destinados para la agricultura (Pilon-Smits, 2005; Chen *et al.*, 2007). Los cultivos agrícolas de maíz, trigo y alfalfa, entre otros, son sembrados en los suelos contaminados, y son irrigados con aguas residuales; estas plantas acumulan metales pesados en todas sus estructuras, pero principalmente en el tejido foliar (Lucho-Constantino *et al.*, 2005).

En la RBBM se han realizado diferentes estudios que han registrado la presencia de metales pesados, Pulido-Flores *et al.* (2005) reportaron la presencia de 31 elementos en agua del Río Venados, de los cuales el Aluminio (Al), Arsénico (As), Berilio (Be), Cadmio (Cd), Cloro (Cl), Fierro (Fe), Manganeseo (Mn), Mercurio (Hg) y Vanadio (V) sobrepasaron los límites máximos permitidos por la (NOM-001-SEMARNAT-1996). Posteriormente, Lozada-Zarate *et al.* (2007) mediante el método EPA-3015 (EPA, 2007) y a través de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente (ICP) determinaron la concentración de Al, Cd, Calcio (Ca), Cromo (Cr), Plomo (Pb), Magnesio (Mg), Potasio (K), Sodio (Na) y Zinc (Zn) en piel, branquias, músculo, hueso y vísceras de *Cyprinus carpio*, un pez exótico que se cultiva en la laguna de Metztlán para consumo; el Al se registró en todos los tejidos del pez, con mayor concentración en las branquias con 10.400, piel 9.900, vísceras 9.600, músculo 8.300 y huesos 8.200 mg/100 g de base seca. El Cd y Cr no se detectaron, mientras que el Ca lo detectaron en concentraciones de 2395.600 en huesos, 247.000 en piel, 740.700 en branquias, 42.600 en músculo y en vísceras 23.900 mg/100 g de base seca. El Pb lo detectaron en mayor concentración en huesos 1.400 y en piel 0.900 mg/100 g de base seca, pero no lo encontraron en músculo, branquias y vísceras. El Mg también se bioacumuló en mayor cantidad en los huesos con 609.500, branquias 396.500, músculo 301.500, vísceras 153.700 y piel 78.100 mg/100 g de base seca. Para el K lo encontraron 161.100 en

músculo, 80.400 en vísceras, 71.200 en branquias, 56.400 en huesos y piel 47.000 mg/100 g de base seca. Se determinó 161.100 en músculo, 80.400 en vísceras, 71.200 en branquias, 56.400 en huesos y piel 47.000 mg/100 g de base seca de Na.

Posteriormente, López-Herrera y Gordillo-Martínez (2008) determinaron la presencia de Al, Pb y Cd en *Phaseolus vulgaris* L. (plantas de frijol) y en *Capsicum annum* L. (chile) en tres etapas del desarrollo (vegetativa, floración y llenado de fruto), los datos fueron tomados durante un ciclo de siembra en las localidades de Puente Venados y Jilotla. Las concentraciones de Al que registraron fue de 19 mg/kg en fruto, y de 181 mg/kg en raíz de frijol; y de 105 mg/kg en hoja y de 75 mg/kg en raíz de chile. Mientras para Cd se encontraron 9 mg/kg en hoja y 8 mg/kg en raíz de frijol, y 18 mg/kg en fruto y 22 mg/kg en hoja de chile. El Pb se presentó en una concentración de 118 mg/kg en fruto y 130 mg kg⁻¹ en tallo en frijol y 93 mg/kg en fruto y 139 mg/kg en hoja de chile. De las cuantificaciones anteriores los valores de Al y Cd presentan un nivel de fitotoxicidad de moderado a alto, mientras que los valores de Pb presentan un nivel alto de fitotoxicidad (López-Herrera *et al.*, 2007).

Ramírez-Avilés *et al.* (2012) obtuvieron muestras de agua, sedimento y algunos peces de la especie *Oreochromis niloticus* en la laguna de Metztlán en épocas de secas y lluvia para analizar Hg, As, Cd, Cr, Mn y Pb. Detectando la presencia de Mn y Hg en agua en época de secas y lluvias, registrándose una mayor concentración en el periodo de secas, además estas concentraciones rebasaron los límites establecidos por la legislación (LFDMA, 2009). En sedimento registraron la presencia de Hg, As, Cd, Cr y Mn a excepción del Pb; las concentraciones de Hg y Mn, para ambas épocas de muestreo sobrepasaron los estándares establecidos por la legislación (OMEE, 1993), mientras que en los peces a excepción del As, se registraron concentraciones de Hg, Cd, Cr, Mn y Pb, los cuales sobrepasaron los límites de metales pesados establecidos para consumo humano en la norma oficial (NOM-027-SSA1-1993), cabe destacar que los peces de la especie *O. Niloticus* son de importancia económica y comercial en la región.

Vázquez-Larios *et al.* (2013) cuantificaron Cd, Trióxido de Cromo (Cr (VI)) y Pb en muestras de sedimentos procedentes del Valle de Metztlán, los valores determinados de estos metales estuvieron por encima la norma (NOM-001-SEMARNAT-1996).

Con base en los múltiples reportes que se tienen de la presencia de metales pesados en la zona agrícola de la RBBM, algunos autores han probando diferentes técnicas de biorremediación para la zona. Uno de los trabajos que se encuentran en proceso es el de utilizar diferentes concentraciones de sustancias húmicas y plantas de higuera (*Ricinus communis* L.) en un proceso de fitorremediación considerando a esta planta como potencialmente hiperacumuladora de metales.

Se ha evaluado la presencia de metales pesados (Cd, Mn, Ni y Pb) en suelo agrícola de la zona de la Reserva y en plantas de higuera. Las muestras se digirieron mediante el método EPA-3015 (EPA, 2007) y se cuantificaron a través de espectroscopia de absorción atómica con flama. En el suelo agrícola se determinó la presencia de Cd, Mn, Níquel (Ni) y Pb en las siguientes concentraciones: 31.82, 391.26, 51.89 y 61.11 (mg/kg) en ese orden. En plantas de higuera las concentraciones más altas se encontraron en hoja, 23.55 mg/kg de Cd, en raíz 233.86 mg/kg de Mn y 30.53 mg/kg de Ni, finalmente, en tallo 71.19 mg/kg de Pb. Los valores reportados en suelo no sobrepasaron los límites establecidos en la norma (NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004) (González-Salazar *et al.*, 2014), pero los valores entre órganos vegetales de las plantas de higuera, exceden los valores establecidos para cultivos agrícolas (Herber, 2004; Kabata-Pendias y Pendias, 2001; Srikanth y Reddy, 1991).

Conclusión

Cronológicamente se han reportado estudios sobre la cuantificación de metales pesados en la RBBM. Sin embargo la continua disposición de los desechos, aguas industriales y domésticas a en el río de la RBBM, así como el uso intensivo de agroquímicos han aumentado la concentración de éstos elementos en agua, sedimentos, suelo, peces y cultivos agrícolas de importancia económica, y de consumo para los habitantes. El problema no sólo radica en la presencia y bioacumulación de los metales en la biota a través de las cadenas tróficas, sino en el hecho de que los niveles de algunos metales pesados han sobrepasado límites establecidos por la normatividad en calidad ambiental y en productos alimenticios destinados para su consumo.

Literatura citada

- Chen, C. W., C. M. Kao, C. F. Chen, y C. D. Dong. 2007. Distribution and accumulation of heavy metals in the sediments of Kaohsiung Harbor, Taiwan. *Chemosphere* 66:1431-1440.
- CONANP: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2003. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hgo. Página en red: <http://www.metztitlan.com.mx/ReservaBiosfera/ProgramaDidactica/PCMDidactica.htm> ; (consultada 30 junio, 2014).
- EPA: Environmental Protection Agency 3015. 2007. Microwave assisted acid digestion of aqueous sample and extracts. *En: Test methods for evaluating solid waste*. 3ª. Ed., United States Environmental Protection Agency, Washington D. C., 25 p.
- EPA: Environmental Protection Agency 3052. 1996. Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices. United States Environmental Protection Agency, Washington D. C., 20 p.
- González-Salazar, I. G., M. López-Herrera, C. Romo-Gómez, S. Monks, y M. C. Duran-Bazúa. 2014. Efecto de sustancias húmicas en la concentración de metales en suelo agrícola y bioacumulación en plantas de higuera (*Ricinus communis* L.). *En: memorias del XIII Congreso Internacional y XIX Congreso Nacional de Ciencias Ambientales*. Acapulco, Guerrero, México. pp. 2469-2653.
- Hebert, R. F. M. 2004. Cadmium. Elements and their compounds in the environment. *En: Merian, E., M. Anka, M. Ihnat, y M. Stoeppler (Eds). Elements and their compounds in the environment*. 2ª ed., Wiley-VCH, Weinheim. pp. 689-708.
- Kabata-Pendias, A., y H. Pendias. 2001. Trace elements in soils and plants. 3ª. Ed. Boca Raton, London, New York, CRC Press. 413 p.
- LFDMA: 2009. Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales. Comisión Nacional del Agua. México. 107 p.
- López-Herrera, M., G. Pulido-Flores, y S. Monks. 2007. Bioacumulación de metales pesados en cultivos de interés agrícola en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. *En Pulido-Flores, G., y A. L. López-Escamilla (Eds). IV Foro de Investigadores por la Conservación y II Simposio de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Hidalgo. Ciencia al Día 5*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. pp. 31.
- López-Herrera, M., y A. J. Gordillo-Martínez. 2008. Bioacumulación de metales pesados en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y chile (*Capsicum annum* L.) en la reserva de la Biosfera "Barranca de Metztlán", Hidalgo, México. Página en red: http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/congresos/Ciudad%20Oregon/oral_contaminacional.html ; (consultado 30 julio 2014).

- Lozada-Zarate, E., S. Monks, G. Pulido-Flores, A. J. Gordillo-Martínez, y F. Prieto-García. 2007. Determinación de metales pesados en *Cyprinus carpio* en la Laguna de Metztitlán, Hidalgo, México. *En*: Pulido-Flores, G., y A. L. López-Escamilla (Eds). IV Foro de Investigadores por la Conservación y II Simposio de Áreas naturales Protegidas del Estado de Hidalgo. Ciencia al día 5. Universidad Autónoma del Estado del Hidalgo. pp. 91-94.
- Lucho-Constantino, C. A., M. Álvarez-Suárez, R. I. Beltrán-Hernández, F. Prieto-García, y H. M. Poggi-Varaldo. 2005. A multivariate analysis of the accumulation and fractionation of major and trace elements in agricultural soils in Hidalgo State, Mexico, irrigated with raw wastewater. *Environmental International* 31:313-323.
- NOM: Norma Oficial Mexicana NOM-027-SSA1-1993. 1995. Bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias. Secretaría de Salud. México. Diario Oficial 3 marzo de 1995, Distrito Federal, México.
- NOM: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. 2003. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes de las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales, Diario Oficial, 23 de abril de 2003, Distrito Federal, México.
- NOM: Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. 2007. Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo selenio, talio y/o vanadio. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales, Diario Oficial de la Federación, 2 de Marzo del 2007, Distrito Federal, México.
- OMEE: Ontario Ministry of Environment and Energy. 1993. Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario. Página en red: http://www.itrcweb.org/contseds-bioavailability/References/guide_aquatic_sed93.pdf; (consultada 14 junio 2014).
- Pilon-Smits, E. 2005. Phytoremediation Annual Review. *Plant Biology* 56:15-39.
- Pulido-Flores, G., S. Monks, y J. A. Gordillo-Martínez. 2005. Monitoreo de bajo costo en la evaluación de la calidad ambiental. *Revista Internacional de Ciencias Ambientales* 21:578-583.
- Ramírez-Avilés, Y., J. C. Gaytán-Oyarzun, C. Romo-Gómez, G. Pulido-Flores, y S. Monks. 2012. Contaminación por metales pesados en la Laguna de Metztitlán, Hidalgo, México. XI Congreso Internacional y XVII Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. Mazatlán, Sinaloa, México. pp. 392-393.
- Shen, Z. G., X. D. Li, C. C. Wang, H. M. Chen, y H. Chua. 2002. Lead phytoextraction from contaminated soil with high-biomass plant species. *Environmental Quality* 31:1893-1900.
- Srikanth, R., y S. R. L. Reddy. 1991. Lead, cadmium and Cr levels in vegetables grown in urban sewage sludge - Hyderabad, India. *Food Chemistry* 40:229-234.
- Vázquez-Larios, E., B. H. Ramírez, P. I. Badillo, T. A. Fre-goso, C. H. Hernández, y J. A. Mendoza. 2013. Caracterización de suelos contaminados con HAPs en el valle de Metztitlán, Hgo., y aplicación de un proceso de biorremediación con membranas limitantes de oxígeno. *Química Hoy* 3:18-25.
- Wu, F. B., J. Dong, Q. Q. Qian, y G. P. Zhang. 2005. Subcellular distribution and chemical form of Cd and Cd-Zn interaction in different barley genotypes. *Chemosphere* 60:1437-1446.

Percepción de calidad de vida, contaminación y riesgo en localidades rurales del Municipio de Tecoaapa, Guerrero

Rocío López-Velasco, América Rodríguez-Herrera, Humberto González-González, Branly Olivier-Salomé, y Consuelo Montalvo-Marques

Resumen

En el presente trabajo se realizó un análisis sobre la percepción de calidad de vida, contaminación y riesgo en nueve comunidades rurales del Municipio de Tecoaapa, Guerrero. Para ello, se seleccionaron nueve comunidades que cumplieran con tres aspectos: rezago social (muy alto, medio y muy bajo); ubicación (cerca de ríos); y vivencias en conflictos y embates ambientales. Se levantó una encuesta a jefes de familia en febrero de 2014. Registrando que el 70% de los habitantes afirmaron tener una buena calidad de vida. Al cuestionarlos sobre contaminación, el 59.9% consideró que si existe y está asociada al agua. El 52.0% de la población percibió bajo riesgo familiar ante los fenómenos naturales, sin embargo, la percepción cambió de acuerdo a la localización geográfica de la localidad. Se concluye que la paradoja no fue ajena al estudio, porque los encuestados se dijeron satisfechos con su calidad de vida, a pesar de los grados de rezago social, y su percepción sobre contaminación y riesgo. Uno de los retos para los estudios ambientales para mejorar la calidad de vida de la población, es estudiar las zonas rurales. Con ello, se pueden generar alternativas de mitigación, además, de reconocer la percepción del riesgo adjudicándolo a problemas ambientales específicos en áreas rurales.

Palabras claves: Riesgo familiar, riesgo meteorológico, contaminación de agua, contaminación de aire y contaminación de suelo

Introducción

Acapulco es la puerta de la región de la Costa Chica, en el estado de Guerrero. Aproximadamente en el año 1571 llegaron a esta zona los primeros negros traídos por las “naos” de China desde Filipinas en calidad de esclavos. Los negros se fueron diseminando en lo que hoy se conoce como Costa Chica. Esta región es la más afromestiza y rural del estado de Guerrero. En ella se cultiva el maíz, el frijol, la jamaica, el mango, el plátano, el ajonjolí y se desarrolla la actividad ganadera más importante del estado.

El municipio de Tecoaapa pertenece a la región Costa Chica, cuenta con una población de 44,055 habitantes, el 64.4 % de su población económicamente activa se emplea en actividades agropecuarias (INEGI, 2010). En el municipio la agricultura se desarrolla principalmente en tierras de temporal.

En Tecoaapa el 97% de las localidades que lo conforman presentan un grado de marginación social alto (CONAPO, 2010) y un grado de desarrollo humano medio bajo (CONAPO, 2000).

Un reto para los estudios sobre contaminación ambiental es contribuir a mejorar la calidad de vida de la

población, no sólo en zonas urbanas cercanas a zonas industriales (Guevara *et al.*, 2014) sino también, en localidades rurales. Por esto, es importante conocer la percepción del riesgo y contaminación que tiene la población rural sobre problemas ambientales y riesgos meteorológicos.

La presente investigación se realizó en nueve comunidades del Municipio de Tecoaapa, Guerrero, cercanas a los ríos de Tecoaapa y el Pericón; localidades con vivencias en conflictos por el uso y manejo de los recursos naturales (agua), embates ambientales como las Tormentas Ingrid y Manuel en 2014, y con grados de rezago social muy alto, medio y muy bajo.

Las particularidades geográficas, ambientales y sociales de estas comunidades contribuyen para que la calidad de vida de sus habitantes esté sometida a riesgos potenciales asociados a la presentación de deslaves por fenómenos hidrometeorológicos y a problemas de escases de agua por conflictos sociales. Es decir, la competencia por el recurso hídrico en la cabecera municipal de Tecoaapa ha sido causa de conflictos a diferentes escalas, y a diferente intensidad, presentándose entre distintas comunidades en un intento por controlar el recurso. Este tipo de situaciones tienen efectos perjudiciales sobre las condiciones de vida de la población; este conflicto fue el motivo a evaluar en esta investigación mediante el estudio de la percepción de la comunidad en relación a su calidad de vida, riesgo, contaminación y sus consecuencias sobre la misma.

Materiales y Métodos

La investigación fue observacional, y para obtener información se eligieron nueve comunidades que presentan los siguientes tres grados de rezago social: muy bajo, medio, alto (Tabla 1).

Tabla 1. Localidades estudiadas y grado de rezago social

Localidad	Grado de rezago social
Tecoanapa	Muy bajo
Barrio Nuevo	Medio
El Guayabo	Medio
Huamuchapa	Alto
Mecatepec	Medio
Ocotitlán	Medio
El Pericón	Medio
San Francisco	Medio
Xalpatláhuac	Medio

Fuente: Secretaría de Desarrollo Social, México, 2010.

Se aplicó una encuesta, previamente evaluada en una prueba piloto, que fue aplicada por los integrantes del proyecto entre febrero y marzo de 2014. Se calculó una muestra para un universo pequeño con base a la siguiente fórmula (Rodríguez *et al.*, 2014):

$$n \geq \frac{Z^2 P(1 - P) N}{Z^2 P(1 - P) + (N - 1) \varepsilon^2 P^2}$$

Donde:

ε = es el error de muestreo al 5%

Z = es el nivel de confianza en el rango Percentilar de 2.5 a 97.5

N = es el tamaño de la población (17,687 habitantes)

$n \geq 170.721 \approx 171$ número de encuestas a aplicar

Se encuestó a jefes de familia que habitaban en las comunidades mencionadas. El cuestionario estuvo compuesto, en su mayoría, de preguntas cerradas de opción múltiple, y en menor medida, por preguntas abiertas. Los grandes temas que se abordaron en el cuestionario fueron: salud, buen gobierno, economía, educación, bienestar personal, seguridad social, riesgo, contaminación, tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y vida comunitaria. Bajo estos temas, el cuestionario se distribuyó en tres partes: la primera se refirió a preguntas relacionadas con la cultura del cuidado del medio ambiente y los RSU; la segunda se refirió a educación, empleo y salud; la tercera contempló vivienda, ingresos, buen gobierno, vida comunitaria y calidad de vida. Se efectuaron análisis estadístico descriptivo y bivariado.

Resultados

Ubicación geográfica. El municipio de Tecoaapa se localiza a 950 metros sobre el nivel del mar, al suroeste de Chilpancingo, ubicado entre los paralelos 16°48' y 17°11' de latitud Norte y en los 99°09' y 99°11' de longitud Oeste respecto del meridiano de Greenwich. Limita al norte con los municipios de Mochitlán, Quechultenango y Juan Ranulfo Escudero; al sur con San Marcos; al oeste con Ayutla, y al oeste nuevamente con San Marcos (Honorable Ayuntamiento del Municipio de Tecoaapa, 2014) (Figura 1).

El tipo de relieve lo distingue en tres formas: las zonas accidentadas, localizadas en la parte noreste, cubriendo un 8 % de la superficie; las zonas semi planas ocupan un 10 % de territorio, localizadas hacia el

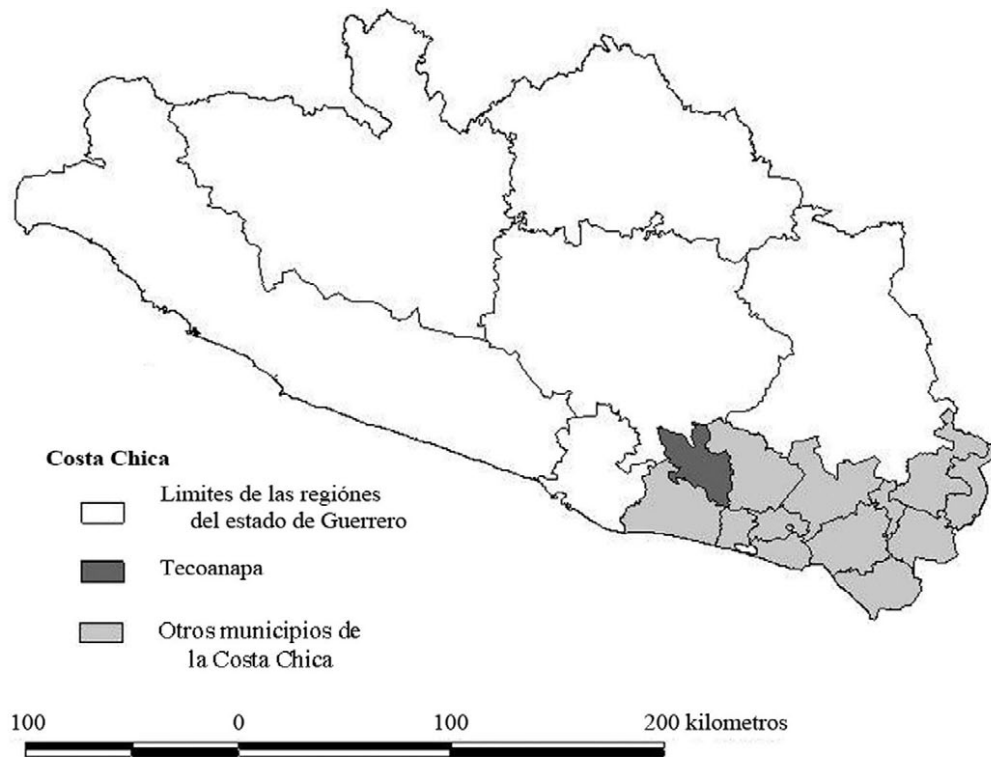


Figura 1. Ubicación Geográfica del municipio de Tecoaapa, Guerrero, México.

norte, comprende pequeños lomeríos con pendientes suaves; las zonas planas se encuentran en el sur, este y sureste del municipio, cubren una porción de 82 % con características constituidas de grandes planicies y algunas con pendientes suaves. De las principales elevaciones con que cuenta el municipio se mencionan los cerros del Limón, los Cimientos, la Estrella, Huamuchapa, Pochotillo y Culcolyos (Honorable Ayuntamiento del Municipio de Tecoaapa, 2014).

Este municipio está regado por los ríos Saucitos o Lagartero, Tecoaapa, Tlaltenango, y el Mitlán; además, cuenta con los arroyos: Limoncitos, la Peña, Pochote, Ocotitlán o Techale, Pochotillo, Chautipa, Tepanole, Balsamar y el Encanto. En general el municipio de Tecoaapa está constituido por un total de 48 comunidades (Honorable Ayuntamiento del Municipio de Tecoaapa, 2014). De acuerdo al Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2014), el municipio presenta un grado de rezago social alto desde el año 2000. Rezagó social que se expresa en 82.7% de la población total en situación de pobreza; donde la pobreza extrema alcanza el 47.1% de la población del municipio.

Para la encuesta se seleccionaron nueve localidades, de la muestra de residentes entrevistados, 52% fueron mujeres y 47.4% hombres. El promedio de edad de los encuestados fue de 47 años. El 25.7% terminó la secundaria y el 5.9% tuvo estudios de licenciatura. En relación a su situación laboral el 62% manifestó no tener un empleo fijo, pues la mayoría son ejidatarios y se emplean en trabajos agrícolas.

El 41.4% manifestó ganar entre \$1,501.00 y \$3,000.00 pesos y el 38.2% menos de \$1,500.00 pesos. A pesar de ello, el 77.0% de los entrevistados contestaron que sus ingresos alcanzan para la alimentación familiar.

Rezago Social de las nueve comunidades. De acuerdo al CONEVAL (2014) estas nueve localidades presentan deficiencias en educación, acceso a servicios de salud, servicios básicos, calidad y espacios en la vivienda, y en activos en el hogar.

En la Tabla 2, se presentan indicadores promedio de rezago social para las comunidades estudiadas. En ella se muestra que las comunidades registran en promedio 57.4% del total de la población de 15 años y más con educación básica incompleta.

Tabla 2. Porcentaje promedio de las poblaciones (total = 17687 individuos) y de los indicadores de rezago social. Promedio = Promedio de los porcentajes de las 9 localidades

Rezago social	Promedio
Población de 15 años o más analfabeta	18%
Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	4%
Población de 15 años y más con educación básica incompleta	57%
Población sin derecho-habienencia a servicios de salud	33%
Viviendas con piso de tierra	10%
Viviendas que no disponen de excusado o sanitario	55%
Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública	44%
Viviendas que no disponen de drenaje	57%
Viviendas que no disponen de energía eléctrica	6%
Viviendas que no disponen de lavadora	92%
Viviendas que no disponen de refrigerador	42%

En relación al acceso de la población a los servicios de salud, más de un tercio de la población (33.3%) no cuenta con este servicio. El 55.1% de las viviendas no disponen de sanitario; el 43.6% de las casas de habitación no cuentan con agua entubada; el 56.8% de las viviendas no disponen de drenaje, más del 90% no cuentan con lavadora, y el 42.0% no cuentan con refrigerador.

Percepción sobre contaminación. Un 52.6% de los residentes encuestados manifiesto que la condición de contaminación en su comunidad era *grave*; el 42.8% contestó que era *regular*. Del total de encuestados, el 59.9% identificó contaminación por agua, el 23.7% describen que la causa de la contaminación en su comunidad es el aire, y sólo un 12.5% percibió contaminación en el suelo, y de manera general el 94.7% relacionó la contaminación con alguna enfermedad (Tabla 3).

Tabla 3. Respuestas a la pregunta ¿Qué tipo de contaminación es la que más le afecta?

Localidad	Aire	Suelo	Agua	Ninguno
El Guayabo	1	1	5	1
Tecoanapa	5	0	35	1
Mecatepec	1	0	6	1
Barrio Nuevo	0	1	7	0
San Francisco	2	1	9	1
Ocotitlán	1	0	3	0
Xalpatlahuac	11	0	7	1
Pericón	15	16	18	0
Huamuchapa	21	3	0	0

Comparando las respuestas por localidad, se encontró que la comunidad de Tecoanapa identificó el recurso agua como la principal fuente de contaminación en la localidad.

Los entrevistados del Pericón reconocieron al suelo como el elemento más contaminado y, finalmente, Huamuchapa es la localidad de mayor rezago social, en donde los encuestados infirieron que la contaminación de aire es la que más les perjudica.

Entre las enfermedades más recurrentes estuvo la gripe (7.2%) y fiebre (5.9%), enfermedades que están asociadas a la contaminación del ambiente, en particular de los ríos y por la proliferación del mosquito que trasmite el virus del "dengue". Esta enfermedad ocupa el primer lugar en importancia, después le sigue la diabetes (5.3%).

Más del 30% de las personas han asistido al menos una vez al médico en el mes anterior a la encuesta, aunque más del 20% carece de seguridad social.

Percepción de riesgo. Sobre el tema de riesgo ante los fenómenos naturales, el 52% consideró *poco* el riesgo que se vive ante manifestaciones hidrometeorológicas. El 27.6% de las personas encuestadas contestó que el peligro era *regular*, y solo el 20% supuso que era *alto*.

La perspectiva cambia cuando se analiza la apreciación del riesgo por comunidad. En este aspecto, en cinco comunidades los entrevistados consideraron de alto riesgo la afectación de los fenómenos meteorológicos (Tabla 4).

En este aspecto coinciden las comunidades de El Guayabo, Barrio Nuevo, Mecatepec y San Francisco; y la localidad de mayor rezago social es Huamuchapa.

En el otro grupo, cuatro son las localidades que percibieron como poco el riesgo de los fenómenos hidrometeorológicos.

Tabla 4. Respuestas a la pregunta ¿Usted percibe riesgos familiares ante fenómenos naturales?

Localidad	Poco	Regular	Alto
Barrio Nuevo	25%	25%	50%
El Guayabo	25%	0%	75%
Huamuchapa	17%	17%	67%
Mecatepec	25%	13%	63%
San Francisco	31%	0%	69%
Ocotitlán	50%	25%	25%
Xalpatlahuac	53%	37%	11%
Pericón	55%	41%	4%
Tecoanapa	71%	24%	5%

Percepción sobre calidad de vida. Bajo las consideraciones señaladas en relación al rezago social en el que vive la población, y la percepción sobre contaminación y riesgo, un gran porcentaje (85.5%) de los residentes encuestados manifestaron tener una *buena* calidad de vida y sólo el 9.9% visualizaron tener una *muy buena* calidad de vida.

La percepción por comunidad varía, es decir, el 100% de los encuestado de las comunidades de Ocotitlán y Xalpatlahuac calificaron su calidad de vida como *buena*; mientras que las comunidades de Tecoaapa y Huamuchapa coincidieron en los porcentajes (83.0%) en cuanto a valorar su calidad de vida como *buena* (ver Tabla 5).

Los entrevistados de El Guayabo y Barrio Nuevo dividieron su opinión en *buena* (50.0%) y *muy buena* (50.0%). Los pobladores de Barrio Nuevo y San Francisco dividieron más sus consideraciones sobre su calidad de vida, pues si más del 50% valoran tener una *buena* calidad de vida, entre el 8% y el 13% percibieron tener una *muy mala* calidad de vida (Tabla 5).

Discusión y Conclusiones

El concepto de calidad de vida representa un término multidimensional que significa tener buenas condiciones de vida 'objetivas' y un alto grado de bienestar 'subjetivo'; también incluye la satisfacción colectiva de necesidades. Es un concepto multidimensional e incluye aspectos del bienestar material y no material, objetivos y subjetivos, individuales y colectivos (Palomba, 2002).

En otros términos en la calidad de vida intervienen otros factores como: factores materiales, factores ambientales, factores sociales, políticas públicas y factores subjetivos.

Tabla 5. Percepción sobre calidad de vida de la población por localidad

Localidad	Muy mala	Mala	Buena	Muy buena
El Guayabo	0%	0%	50%	50%
Tecoaapa	0%	5%	83%	12%
Mecatepec	0%	0%	75%	25%
Barrio Nuevo	13%	0%	50%	38%
San Francisco	8%	8%	77%	8%
Ocotitlán	0%	0%	100%	0%
Xalpatlahuac	0%	0%	100%	0%
Pericón	0%	4%	96%	0%
Huamuchap	0%	8%	83%	8%

Los factores ambientales son las características del vecindario/comunidad que pueden influir en la calidad de vida, como: la presencia y acceso a servicios, grado de seguridad y criminalidad, transporte y movilización, habilidad para servirse de las nuevas tecnologías que hacen la vida más simple. También, las características del hogar son relevantes en determinar la calidad de las condiciones de vida (Palomba, 2002).

En esta investigación más del 80% de los encuestados percibieron tener buena calidad de vida, sin embargo la paradoja no fue ajena al estudio, porque los encuestados que participaron en el análisis se dijeron satisfechos con su calidad de vida, a pesar de su percepción sobre contaminación de agua, suelo y aire, y riesgos familiares que enfrentan ante los fenómenos naturales.

Es importante señalar que este estudio fue exploratorio y descriptivo de las percepciones de calidad de vida, riesgo y contaminación. En lo que se refiere a la percepción de riesgo y contaminación, la apreciación por la población estudiada podría implicar la socialización de una preocupación colectiva que gira en torno a cuestionar el impacto que la contaminación pueda ejercer sobre sus comunidades y áreas naturales (Conde, 2007).

Si bien, los resultados muestran una perspectiva general del problema, pueden permitir tomar estos estudios como una oportunidad para dirigirse a las autoridades competentes en relación a protección civil y cuidado del medio ambiente, a fin de evaluar los grados de riesgo y contaminación ambiental que enfrentan estos núcleos poblacionales que habitan en zonas rurales y que afectan su calidad de vida.

Literatura citada

- Conde, F. 2007. La percepción social de los riesgos en Salud Pública en la Comunidad de Madrid. De la percepción social a la construcción social de los riesgos. CIMOP. Madrid, España. 124 p.
- CONEVAL. 2014. Resultados de pobreza en México 2010-2012 a nivel nacional y por entidad federativa. Página en red. <http://www.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Medici%C3%B3n/Pobreza%202012/Anexo-estad%C3%ADstico-pobreza-2012.aspx> ; (consulta 15 de abril 2014).
- CONAPO. Índices de Marginación (2000-2010). Página en red. http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Indices_de_Marginacion_Publicaciones ; (consulta 15 de abril 2014).

- Guevara, H. B., A. Giustino, P. Marwis, A. Centeno, J. Hernández, L. Rada, K. Manrique, E. Raffensperger, V. Azuaje, E. Gallarday, y C. Rodríguez. 2011. Percepción de riesgo de salud por contaminación ambiental en urbanización Terrazas del Este, Zona Industrial Cloris, Guaranas. *Informe Médico* 13: 257-267.
- Honorable Ayuntamiento del Municipio de Tecoaapa. 2014. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de Guerrero. Estado de Guerrero. Página en red. <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM12guerrero/municipios/12056a.html> ; (consulta 15 de enero 2014).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2010. Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM). Página en red. http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/simbad/default.asp?c=73 ; (consultada 01 de enero 2014).
- Palomba, R. 2002. Calidad de vida. Conceptos y medidas. Taller sobre calidad de vida y redes de apoyo de las personas adultas mayores. CELADE / División de Población, CEPAL, Santiago, Chile. 13p.
- Rodríguez, O. J., M. L. Ferreras, y A. Núñez. 2014. Inferencia estadística, niveles de precisión y diseño muestral. Centro de Investigaciones Sociológicas. Página en red. <http://www.google.com.mx/url?url=http://dialnet.unirioja.es/download/articulo/249348.pdf&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ei=dquvnsbbkf28qg81ihgdq&ved=0ceiqfjai&sig2=d32rwmrjnndaxbpvmdv4g&usg=afqjcnfc9xte-hebdlw-9e8nlhs4t6kpog> ; (consultada 9 de febrero de 2014).
- Secretaría de Desarrollo Social. 2014. Índice de Rezago Social en entidades federativas y municipios. Página en red. <http://www.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Medici%C3%B3n/Pobreza%202012/Pobreza-2012.aspx>; (consultada 01 de enero 2014).

El arbolado de los espacios públicos abiertos de la zona de monumentos del centro histórico de la Ciudad de Puebla

Víctor Gutiérrez-Pacheco, Sonia Emilia Silva-Gómez,
José Silvestre Toxtle-Tlamani, y J. Santos Hernández-Zepeda

Resumen

Los conglomerados humanos, presentan espacios públicos abiertos (EPA's), sobre todo arbolados, con funciones estéticas, sociales y ambientales. Se requiere información e indicadores con un enfoque ecológico, para que su atención descansa sobre una planeación documentada. Así, se pretende conocer la composición arbórea, su distribución y la biodiversidad en los Espacios Públicos Abiertos (EPA's) de la Zona de Monumentos del Centro Histórico de la Ciudad de Puebla (ZMCHP). Por tanto, se contaron los especímenes, se ubicaron en los EPA's y se identificaron. Para determinar la biodiversidad se aplicó el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H'). En 25 EPA's, se censaron 1,120 individuos comprendiendo 29 especies y 16 familias. Se percibe cierta relación directamente proporcional entre la extensión de los EPA's y la frecuencia de individuos. Para los individuos juveniles, *Ficus retusa* (Laurel) dará paso a *Ficus benjamina* (Ficus) como la especie más representativa. La diversidad en la mayoría de los EPA's (19) se aprecia por encima del 0.5 por lo que hay cierto equilibrio en la abundancia entre las especies. Dos EPA's solo tienen una especie. Se recomienda que se reforeste con especímenes de las especies: *Juniperus* (tascate, enebro), *Quercus* (encinos), *Pinus* (pinos), *Leucaena* (guaje), *Arbutus* (madroño), *Agave* (maguey, yuca), *Yuca* (izote o yuca), *Platanus* (sicomoro), *Buddleia* (tepozán), *Morus* (árbol de mora), *Pronus* (capulín), *Ipomoea* (cazahuate) entre otros.

Palabras clave: EPA's, composición, distribución, abundancia, biodiversidad

Introducción

Desde que el hombre se estableció en lugares fijos para vivir, se inició el proceso de urbanización. Se asignaron espacios públicos abiertos (EPA's) en estos asentamientos para el encuentro público, la realización de actos colectivos y la convivencia social.

Aunque muchos de estos espacios han sido plazas llanas, los registros indican que siempre ha existido una inclinación y gusto por los espacios públicos arbolados (blandos) con una composición de especies tanto propias del sitio como exógenas de acuerdo con la utilidad y aspecto estético (Baylina *et al.*, 2005).

Los registros históricos indican que México presenta una larga tradición en el establecimiento de jardines de tipo botánico, y un amplio conocimiento de la flora útil en aspectos culinarios y medicinales.

De la valoración sobre todo decorativa de los árboles en los sitios urbanos, en tiempos más recientes se ha generado un especial interés ciudadano sobre la importancia de estos por lo que actualmente se reconocen una serie de beneficios y funciones relacionadas con el mejoramiento de la temperatura del aire, en el medio urbano debido a que modifica la cantidad de radiación solar mediante la absorción y refracción de sus hojas disminuyendo los efectos de las llamadas

“islas de calor” (Granados y Mendoza, 1992; Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2008). La disminución de la contaminación urbana, disipando la polución del aire, amortiguando los ruidos desagradables, enmascarando los malos olores y ocultando las vistas indeseables (Rivas, 2001). La protección a otros recursos evitando la erosión hídrica, favoreciendo la infiltración del agua y la recarga de acuíferos, y contribuyendo a la generación de oxígeno a través de sus procesos fotosintéticos (Rodríguez, 2003; Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2008). Siendo elemento decisivo en el sostenimiento de la biodiversidad en la medida en que se convierten en fuente de alimento y abrigo para la fauna silvestre, ya que a causa de la depredación y persecución de que ésta es objeto, muchas especies de aves, reptiles y mamíferos encuentran su último refugio en jardines privados y públicos (Rivas, 2001). Así mismo, contribuyen en la recreación y salud mental de los ciudadanos impactando positivamente en su estado de ánimo y sus emociones (Martínez y Chacalo, 1994), y desempeñando funciones importantes en la arquitectura, como: definición y articulación de espacios, construcción de pantallas o cortinas, control de la privacidad y realce del paisaje (Granados y Mendoza, 1992).

Respecto a los procesos de sociabilización que se generan en los espacios, encontramos aquellos que tienen que ver con la apropiación, desde la infancia con el juego, de los espacios públicos abiertos por parte de los ciudadanos, lográndose así que dichos espacios se constituyan en remansos para la reapropiación del individuo hacia su ciudad y convirtiéndose con ello dichos espacios en “paisajes participativos” es decir, elementos centrales de la vida urbana que reflejan la cultura, creencias y valores (Baylina *et al.*, 2005).

Estos espacios son fundamentales por lo ya referido en un mundo que se urbaniza a pasos acelerados y que sin embargo este, como la mayoría de los fenómenos que caracterizan a dicho proceso han sido muy poco documentados y por ende, muy poco entendidos. Esto como resultado de que los sistemas de medición del crecimiento urbano se evidencian inadecuados e incompletos a más de que muy pocas ciudades en el mundo producen, en forma sistemática y seria, indicadores urbanos para medir dicho fenómeno (López, 2005).

Por lo tanto, se hace necesario mejorar el conocimiento sobre lo urbano a tono con acciones como el “Programa de Indicadores de Vivienda” de la

ONU-Banco Mundial de 1988 y la “Conferencia de Hábitat II” de 1993 en Estambul con “Indicadores de Desarrollo Urbano” como: infraestructura urbana, transporte, medio ambiente y otros.

Así que, bajo la lógica de que “mejor información produce mejores políticas y mejores políticas arrojan mejores resultados”, conocer el fenómeno urbano se ha convertido en una acción estratégica. Sin embargo, a nivel nacional, estatal y municipal se carece de un sistema que integre ordenadamente la información que existe y la que se produce cotidianamente sobre los procesos urbanos.

El interés es pues, contar con una herramienta estadística confiable para la toma de decisiones, por lo que la creación de un sistema de indicadores para el desarrollo urbano debe facilitar el manejo de información estructurada, congruente entre sí y sistematizada que permita conocer el estado actual de la ciudad midiendo aspectos específicos como la densidad (habitantes por hectárea), longitud y clasificación de la red vial, estado de los espacios públicos abiertos entre otros.

A la par de los esfuerzos por generar indicadores urbanos como los señalados, se hace imprescindible incorporar conceptos como la sustentabilidad y participación social de tal manera que se transite de la idea de la gestión urbana como una responsabilidad única de los gobiernos, a una en que se comprenda que las actividades de planeación y solución de los problemas son una responsabilidad compartida entre estado, capital y sociedad civil (Friedman, 1999; Villasis, 2005).

Esta nueva planeación comprende cuatro dimensiones: económica, física, socio-cultural y ambiental. La dimensión económica comprende la diplomacia de la ciudad; la física incluye el transporte, uso de suelo, diseño urbano y otros; la socio-cultural, inmigración, multiculturalidad y sectores vulnerables entre otros, y la ambiental, el uso de agua, contaminación de agua y aire, desechos sólidos, planeación de espacios abiertos y otros (Friedman, 1999). Con esta nueva perspectiva y con la participación de los diferentes agentes sociales como se pueden abordar los problemas urbanos con miras a lograr el “reequilibrio territorial”.

Así, este trabajo busca colaborar fundamentalmente en la construcción de la dimensión ambiental bajo la premisa que el estudio de los EPA´s blandos debe abordarse fundamentados en un enfoque ecológico como el indicado por el Programa sobre el Hombre y la Biósfera (MAB) de la UNESCO; que parte de

la idea de considerar a las ciudades como sistemas ecológicos complejos con funciones y estructuras definidas. Por esto, diversos grupos de investigación se han dado a la búsqueda de marcos conceptuales que puedan explicar el origen y función de la diversidad biológica, con el propósito de elaborar proyectos factibles de manejo y conservación, en los sistemas urbanos. Estos estudios han permitido observar que, como señala López-Moreno y Díaz-Betancourt (1998) citando a su vez a Holfftery Ezcurra (1992), “la biodiversidad es una respuesta del proceso evolutivo que se manifiesta en la presencia de diferentes estrategias o modos de ser para la vida” en concordancia precisamente con el hecho de que los sistemas urbanos están compuestos, además del hombre y sus mascotas, por especies silvestres tanto de plantas como de animales (nativos e introducidos) que se han adaptado con éxito a los nuevos hábitats que prevalecen en los ecosistemas urbanos.

Así, los estudios desarrollados sobre la diversidad biológica en sistemas urbanos se han agrupado en cuatro categorías correspondiendo la primera a recopilaciones descriptivas relativas al número de especies de diferentes grupos, en áreas de muestreo de distintos tamaños (López-Moreno y Díaz-Betancourt, 1998). En México, como reporta Moreno (2001) y otros, estudios con este enfoque y características es una concepción relativamente reciente por lo que no se cuenta con estudios básicos, precisos y confiables sobre el metabolismo de las ciudades.

Por lo tanto, basados en este enfoque se busca con este trabajo conocer la composición arbórea, la distribución de los especímenes y la biodiversidad en los EPA´s de la Zona de Monumentos del Centro Histórico de la Ciudad de Puebla (ZMCHP). Para contribuir en la optimización los servicios que los EPA´s proporcionan a la ciudadanía a través de aumentar nuestro conocimiento sobre las características y el estado de los árboles, organizar las actividades relacionadas con su mantenimiento, la integración de este componente con la arquitectura del paisaje, el urbanismo, la arboricultura, la jardinería y la educación ambiental, las especies que una vez en su madurez se convierten en un peligro, la pertinencia o impertinencia de la siembra de ciertas especies en espacios definidos (plazas, parques y plazuelas). Todo esto como un paso necesario para una mejor gestión de este patrimonio en acciones como una guía para la sustitución de arbolado inapropiado con acciones de reforestación coherentes

y ordenadas; así como un diseño, aplicación y sanción de las normas conducentes de forma más completa.

La zona de estudio arriba referida se denomina así por concentrarse en ella el mayor número de edificios catalogados como patrimonio, que comprende el polígono de la 11 Norte-Sur, 18 Poniente-Oriente, Boulevard 5 de Mayo, y la 17 Poniente-Oriente (Terán, 1996). Un elemento adicional de relevancia, por lo que el estudio del arbolado es importante en estos espacios, lo constituye el hecho de que los edificios de la ZMCHP presentan características arquitectónicas particulares que los hace estar catalogados como patrimonio histórico, y para el caso de los que circundan alguno de los EPA´s debe observarse que los árboles presentes en estos, estén en equilibrio con el patrimonio edificado y no constituyan un elemento que potencie su deterioro u obstaculice su apreciación.

La Ciudad de Puebla se encuentra en la provincia fisiográfica del eje neovolcánico, correspondiente a la subprovincia de los lagos y volcanes de Anáhuac.

En el estado de Puebla, la ciudad del mismo nombre se localiza en la parte centro-oeste y en el valle de Puebla en la posición centro-sur con una altitud promedio de 2,000 msnm. La zona de asentamiento se caracteriza por su topografía plana con un ligero declive en dirección noreste-sur con pendientes menores de 2°. Esta uniformidad es solo interrumpida por cerros de poca altura periféricos a dicha ciudad (Dirección de Medio Ambiente y Ecología del Municipio de Puebla, 2005).

El tipo de clima predominante es el templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano, y la temperatura presenta una media de 20 °C. El registro anual de la temperatura reporta su mínimo en el mes de enero y su máximo en el mes de mayo (Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, 2005).

La Ciudad de Puebla fue fundada el 29 de septiembre de 1531, en un lugar llamado Cuetlaxcoapan que quiere decir “Donde las Serpientes Cambian de Piel” por Fray Toribio de Benavente, a quien los indígenas llamaban “Motolinía”. (I.C.S.H, BUAP, 1994; González, 2000).

Estos son pues los inicios de lo que hoy es una de las ciudades y zonas metropolitanas más grande de la República Mexicana y lo que fue su trazo original, hoy conforma el Centro Histórico el cual ha sido reconocido como un patrimonio histórico y cultural importante, por lo que el 16 de Noviembre de 1977 fue declarado Zona de Monumentos Históricos y el 11 de

Diciembre de 1987 Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO. Básicamente, este espacio se compone de aproximadamente 100 cuadras de la zona central de la ciudad y ofrece 2,619 monumentos históricos (Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla, 2005; Gobierno del Estado de Puebla, 2009).

Materiales y Métodos

Inicialmente, se censaron e inventariaron los EPA's para determinar su composición arbórea, la distribución de los especímenes y su biodiversidad. Para esto, en campo se inspeccionaron directamente los especímenes, se contaron, se registró la ubicación de los mismos en los EPA's y se tomaron muestras de los árboles. En gabinete se hizo la identificación por familia, género y especie con el auxilio de claves de identificación botánica (Calderón y Rzedowski, 2001) y a fin de determinar la biodiversidad se aplicó el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H').

Respecto a la aplicación del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), dicho índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Para este caso al obtenerse por EPA, considera cada EPA como una comunidad. La fórmula para obtener el índice es la siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i (\ln P_i)$$

y se tiene que $P_i = \frac{ni}{N}$

ni = Número de individuos de la especie i .

N = Número de todos los individuos de todas las especies.

P_i = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos N (es decir la abundancia relativa de la especie i).

s = Número de especies (riqueza de especies).

Una vez calculado el índice de cada EPA (H'), se obtuvo la diversidad máxima hipotética (H'_{max}) de cada uno de ellos, la cual está en función del número de especies (s) que en ella existen y que se logra al obtener el logaritmo natural de " s " por lo cual $H'_{max} = \ln s$. Posteriormente, se realizó la operación H'/H'_{max} cuyo resultado es la proporción que la diversidad relativa de cada EPA representa en función de su diversidad máxima posible (Moreno, 2001).

Resultados y Discusión

En la zona de estudio existen 25 Espacios Públicos Abiertos que se indican en la Tabla 1.

La población objeto de estudio está integrada por la totalidad de individuos de las diversas especies que integran actualmente la masa arbórea de la zona de estudio.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el total de árboles censados fue de 1,120 individuos representados por un total de 29 especies arbóreas y 16 familias las cuales fueron determinadas con base a su taxonomía. Las especies censadas en los EPA's de la ZM-CHP, las familias a que pertenecen, así como el número de individuos por cada una de ellas se observan en la Tabla 2.

En la Tabla 3 se observan los individuos de cada especie presentes en los EPA's, así como la sumatoria por especie y por EPA. También se puede observar que las especies presentes en mayor número de EPA's son: *Ficus benjamina* (17), *Ficus retusa* (17) y *Fraxinus uhdei* (14), mientras que las especies presentes en menor número de EPA's son: *Acacia retinoides* (uno), *Citrus* sp. (uno), *Eucalyptus globulus* (uno), *Pronus serotina* (uno), *Prunus ameniaca* (uno) y *Washintoniana robusta* (uno). Así mismo, se observa que los EPA's con mayor número de individuos son el Zócalo (256), el Parque de San José (144) y el Parque de los Enamorados (123) mientras que los EPA's con menor frecuencia de especímenes son la Plazuela del Parián (tres), las Plazuelas Adjuntas al Teatro Principal (tres) y la Plazuela Cuco Sánchez (tres).

Si bien es cierto que no hay una estricta relación directamente proporcional entre la extensión de los EPA's y la frecuencia de individuos como se aprecia en la Figura 1, si se aprecia una tendencia en ese sentido ya que el Zócalo, que es el más grande de los EPA's, es el que presenta mayor número de individuos totales mientras que las Plazuelas Adjuntas al Teatro Principal, que son las segundas más pequeñas en extensión, son una de las tres que menor número de individuos totales presenta. Por su parte, el Parque de San José y el Parque de los Enamorados, si bien es cierto que no son los que le siguen al Zócalo en extensión, si están por encima de la media (Fig. 1) lo que indica cierta relación proporcional entre las variables de área y frecuencia de individuos totales además de que ambos parques presentan cierta saturación de individuos. En cuanto a la Plazuela del Parián y la Plazuela Cuco Sánchez, aunque no son las que le siguen a la Plazuela Adjunta al Teatro Principal

Tabla 1. Ubicación y extensión de los espacios públicos abiertos

Espacio	Ubicación	Ext. (m ²)
Parque de San José	18 Oriente, entre 2 y 4 Norte	6.195
Parque de San Pablo de los Frailes	18 Poniente esquina con 9 Norte	1.302
Parque de los Enamorados	6 Norte y 16 Oriente	4.73
Plazuela Carmen Serdán Alatraste	6 Norte, entre 10 y 12 Oriente	3
Plaza de San Francisco	6 Norte, entre 8 y 10 Oriente	5.96
Plaza posterior de la Iglesia de Dolores	10 Oriente y Boulevard 5 de Mayo	800
Parque de la 12 Poniente y 5 de Mayo	12 Poniente y calle 5 de Mayo	836
Jardín Álvaro Obregón	11 Norte, entre 10 y 12 Poniente	3.06
Jardín del Barrio del Artista	8 Norte, entre 4 y 6 Oriente	1.821
Plazuela del Parián	8 Norte, entre 2 y 4 Oriente	765
Plazuelas adjuntas al Teatro Principal	Boulevard 5 de Mayo y 8 Oriente	301
Plaza del Teatro Principal	Entre 6 y 8 Norte, y entre 6 y 8 Oriente	1.922
Parque de San Luis	Calle 5 de Mayo esquina con 10 Poniente	1.075
Calle 5 de Mayo	5 de Mayo, entre 14 Oriente y Reforma	8.936
Zócalo	Entre Juan de Palafox y Mendoza, 3 Oriente, 16 de Septiembre y 2 Sur	12.4
Plazuela de los Sapos	6 Sur, entre 5 y 7 Oriente	1.304
Plazuela Sor Juana Inés de la Cruz	5 Norte esquina con 4 Oriente	720
Parque Luis Donald Colosio Murrieta	7 Poniente y 5 Sur	713
Plaza de Santa Inés	9 Poniente y 3 Sur	1.386
Parque del Carmen	16 de Septiembre, entre 15 y 17 Oriente	7.938
Plaza de la Democracia	4 Sur, entre Juan de Palafox y Mendoza y 3 Oriente	1.156
Plaza John Lennon	3 Oriente, entre 4 y 6 Sur	1.368
Plazuela Cuco Sánchez	6 Sur, entre Juan de Palafox y Mendoza y 3 Oriente	990
Jardín del Boulevard y Palafox	Boulevard 5 de Mayo y Juan de Palafox y Mendoza	140
Plazuela Vicente Lombardo Toledano	4 Sur esquina con 5 Oriente	800
Total		69.618

Tabla 2. Especies en los EPA's de la ZMCHP

Especie	Familia	Individuos
<i>Acacia retinoides</i> (<i>Acacia Amarilla</i>)	Fabaceae	1
<i>Araucaria heterophylla</i> (<i>Araucaria</i>)	Araucareaceae	3
<i>Casuarina equisetifolia</i> (<i>Casuarina</i>)	Casuarinaceae	37
<i>Citrus</i> sp. (<i>Naranja</i>)	Rutaceae	1
<i>Citrus limon</i> (<i>Limón</i>)	Rutaceae	5
<i>Cupressus lusitánica</i> (<i>Cedro Blanco</i>)	Cupresaceae	35
<i>Cupressus macrocarpa</i> (<i>Cedro limón</i>)	Cupresaceae	134
<i>Cupressus sempervirens</i> (<i>Ciprés Italiano</i>)	Cupresaceae	73
<i>Eriobotrya japonica</i> (<i>Nispero</i>)	Rosaceae	4
<i>Eritrina americana</i> (<i>Colorín</i>)	Leguminosaceae	3
<i>Eucalyptus globulus</i> (<i>Eucalipto</i>)	Myrtaceae	11
<i>Ficus benjamina</i> (<i>Ficus</i>)	Moraceae	147
<i>Ficus elástica</i> (<i>Palo de Hule</i>)	Moraceae	12
<i>Ficus retusa</i> (<i>Laurel</i>)	Moraceae	240
<i>Fraxinus uhdei</i> (<i>Fresno</i>)	Oleaceae	217
<i>Grevilea robusta</i> (<i>Grebilia</i>)	Protaceae	2
<i>Jacaranda mimosifolia</i> (<i>Jacaranda</i>)	Bignoniaceae	25
<i>Juniperus deppeana</i> (<i>Sabino</i>)	Cupressaceae	11
<i>Ligustrum japonicum</i> (<i>Trueno</i>)	Oleaceae	41
<i>Persea americana</i> (<i>Ahuacate</i>)	Lauraceae	3
<i>Phoenix datilifera</i> (<i>Palma Datilera</i>)	Arecaceae	38
<i>Pronus serotina</i> (<i>Capulín</i>)	Rosaceae	3
<i>Prunus ameniaca</i> (<i>Chabacano</i>)	Rosaceae	1
<i>Prunus persica</i> (<i>Durazno</i>)	Rosaceae	2
<i>Schinus molle</i> (<i>Pirú</i>)	Anacardiaceae	6
<i>Spathodea campanulata</i> (<i>Tulipán Africano</i>)	Bignoniaceae	8
<i>Yuca elephantipes</i> (<i>Yuca</i>)	Agavaceae	41
<i>Washingtoniana robusta</i> (<i>Palma Abanico</i>)	Arecaceae	15
<i>Casimiroa edulis</i> (<i>Zapote Blanco</i>)	Rutaceae	1
Total: 29		1.12

Tabla 3. Riqueza arborística

Especie	Espacios Públicos Abiertos																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 Total	
Acacia	1																								1	
Araucaria		1													2										3	
Casuarina			34				2							1											37	
Naranjo																						1			1	
Limón	3						2																		5	
Cedro blanco	5	5	18			1								2				1		2					35	
Cedro limón	4	4	2			1	10							111		5		1							134	
Ciprés Italiano	1	7	2	3		5	1				11			36		2			5						73	
Níspero	3	1																							4	
Colorín	1				1								1												3	
Eucalipto	11																								11	
Ficus	3	1	2		3		21	18		2		3	2	3	14	22		4	28	1	4				16	
Palo de hule	3		2		1	2					1			3											12	
Laurel		9	13	11	2		31	4	1	2			50	49	9	4			32	10	8	3	2		240	
Fresno	87		31	9	8	5	1	8					4	24	2	2	14	8	9						2	
Grebillia								1						1											2	
Jacaranda	5		1						3			1		8	2			3	2						25	
Sabino	4	1					5	1																	11	
Trueno	5	4	7	1		1					12			2					9						41	
Ahuacate							1	1																	3	
Palma datilera	2		19		1	1					2			11	2										38	
Capulín																3									3	
Chabacano																	1								1	
Durazno																				1					2	
Pirú	1						2							1						2					6	
Tulipán de la India							4	4																	8	
Yuca	12		12	4			2					4		2	2				3						41	
Palma Abanico																15									15	
Zapote blanco																									1	
Total	144	28	123	56	40	11	30	82	8	3	3	11	22	57	256	29	41	15	16	93	11	13	3	6	19	1120

EPA's: 1: Parque de San José, 2: Parque de San Pablo de los Frailes, 3: Parque de Enamorados, 4: Plazuela Carmen Serdán Alatríste, 5: Plaza de San Francisco, 6: Plaza posterior de la Iglesia de Dolores, 7: Parque de la 12 Poniente y 5 de Mayo, 8: Jardín Álvaro Obregón, 9: Jardín del Barrio del Artista, 10: Plazuela del Parián, 11: Plazuelas adjuntas al Teatro Principal, 12: Plaza del Teatro Principal, 13: Parque de San Luis, 14: Calle 5 de Mayo, 15: Zócalo, 16: Plazuela de los Sapos, 17: Plazuela Sor Juana Inés de la Cruz, 18: Parque Luis Donald Colosio Murrieta, 19: Plaza de Santa Inés, 20: Parque del Carmen, 21: Plaza de la Democracia, 22: Plaza John Lennon, 23: Plazuela Cuco Sánchez, 24: Jardín del Boulevard y Palafox, 25: Plazuela Vicente Lombardo Toledano.

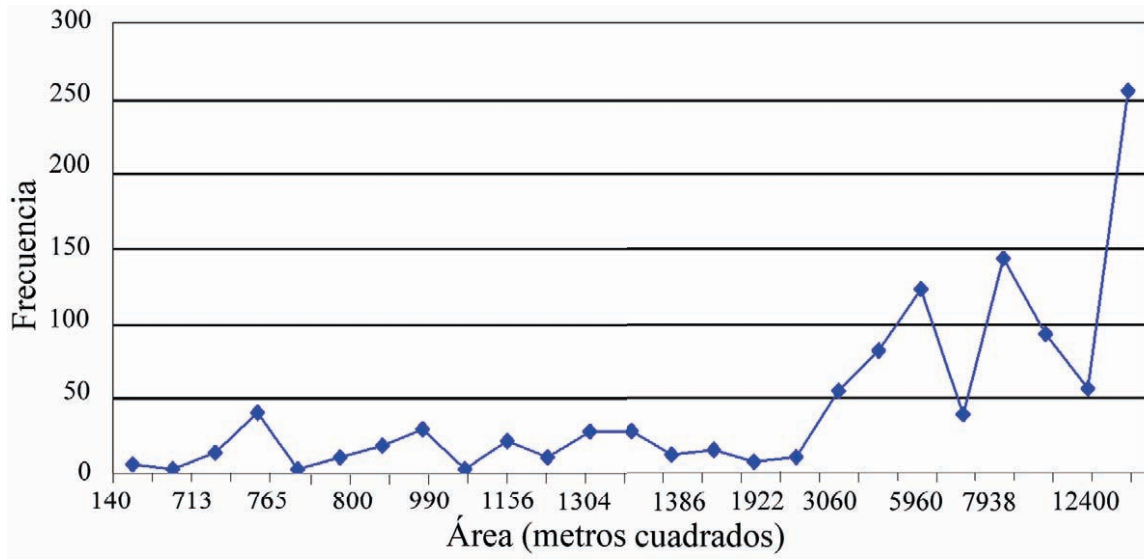


Figura 1. Relación entre área de EPA contra número de organismos arbóreos.

en extensión menor, sí están por debajo de la media. Además, para estos EPA´s, se adiciona el hecho de que el primero es un área con muchos locales comerciales y el segundo, de los tres especímenes que presenta, son de talla grande.

En la Tabla 3 y la Figura 2, se observa las frecuencias totales que presentaron las especies encontradas durante el censo, nos permiten ver que las especies con mayor número de individuos en la zona de estudio son el *Ficus retusa* (240) y el *Fraxinus uhdei*

(217) mientras que las especies con menor frecuencia de individuos son la *Acacia retinoides* (uno), *Citrus* sp. (uno), *Prunus ameniaca* (uno) y *Casimiroa edulis* (uno).

En la Tabla 4 se representa el porcentaje que las especies obtienen en comparación con el total del arbolado censado. En esta se distingue que las especies que presentan mayor porcentaje de individuos censados respecto al total son el *Ficus retusa* con el 21.3%, el *Fraxinus uhdei* con el 19.3%, el *Ficus benjamina*

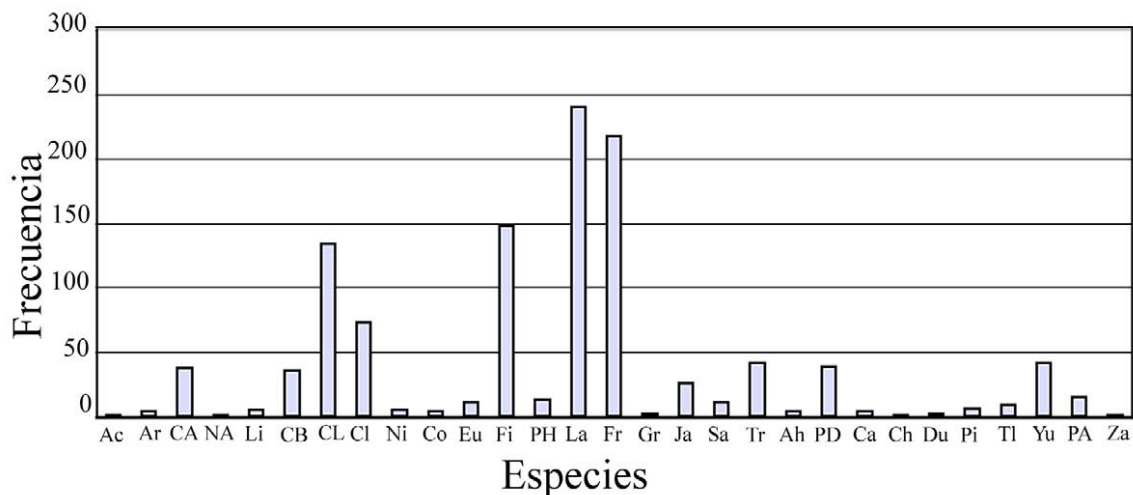


Figura 2. Frecuencias totales de las especies. Ac = Acacia; Ar = Araucaria; Ca = Casuarina; Na = Naranja; Li = Limón; CB = Cedro Blanco; CL = Cedro Limón; CI = Ciprés Italiano; Ni = Níspero; Co = Colorín; Eu = Eucalipto; Fi = Ficus, PH = Palo de Hule; La = Laurel; Fr = Fresno; Gr = Grebilia; Ja = Jacaranda; Sa = Sabino; Tr = Trueno; Ah = Ahuacate; PD = Palma Dátilera; Ca = Capulín; Ch = Chabacano; Du = Durazno; Pi = Pirú; TA = Tulipán Africano; Yu = Yuca; PA = Palma Abanico; ZB = Zapote Blanco.

Tabla 4. Porcentaje por especie

Sp	Ac	Ar	Ca	Na	Li	CB	CL	CI	Ni	Co	Eu	Fi	PH	La
%	0.1	0.3	3.3	0.1	0.4	3.1	12	6.5	0.4	0.3	1	13	1.1	21

Sp	Fr	Gr	Ja	Sa	Tr	Ah	PD	Ca	Ch	Du	Pi	TA	Yu	PA	ZB
%	19	0.2	2.2	1	3.7	0.3	3	0.3	0.1	0.2	1	1	3.7	1.3	0.1

Especies: Ac = Acacia; Ar = Araucaria; Ca = Casuarina; Na = Naranja; Li = Limón; CB = Cedro Blanco; CL = Cedro Limón; CI = Ciprés Italiano; Ni = Níspero; Co = Colorín; Eu = Eucalipto; Fi = Ficus; PH = Palo de Hule; La = Laurel; Fr = Fresno; Gr = Grebilia; Ja = Jacaranda; Sa = Sabino; Tr = Trueno; Ah = Ahuacate; PD = Palma Datilera; Ca = Capulín; Ch = Chabacano; Du = Durazno; Pi = Pirú; TA = Tulipán Africano; Yu = Yuca; PA = Palma Abanico; ZB = Zapote Blanco.

con el 13.1%, el *Cupressus macrocarpa* con el 12%, y el *Cupressus sempervirens* con el 6.5%.

La Tabla 5 permite relacionar cada EPA con el número total de especies presentes en cada uno de ellos, el total de individuos, la especie más común con su número de individuos, el número de juveniles y la especie que presenta mayor número de juveniles.

Se puede observar que el Parque de San José es el que mayor riqueza de especies presenta (15 especies) y le siguen en este aspecto el Zócalo con 14 especies, el Jardín Álvaro Obregón con 12 especies, el Parque

de los Enamorados con 11 especies y el Parque de la Iglesia de San Pablo de los Frailes con 10 especies. Los EPA´s que menor riqueza presentan (una especie) son la Plaza del Teatro Principal y la Plazuela Cuco Sánchez. También se observa que especie, de las existentes en cada EPA, es la que presenta mayor número de individuos en cada uno de estos. Las especies que en mayor medida presentan esta condición son el *Ficus retusa* (11 EPA´s), el *Ficus benjamina* (seis EPA´s) y el *Fraxinus uhdei* (cuatro EPA´s).

Respecto a la población juvenil de la zona de

Tabla 5. Composición y abundancia en los EPA´s

Espacio	SP	Individuos	Especie más común	Juveniles	Juvenil más común
Parque de San José	15	144	Fresno (87)	69	Fresno
Parque de San Pablo de los Frailes	10	28	Ciprés Italiano (7)	11	Ciprés Italiano
Parque de los Enamorados	11	123	Casuarina (34)	16	Palma D
Plazuela Carmen Serdán Alatraste	9	56	Laurel (13)	38	Cedro B
Plazuela de San Francisco	7	40	Laurel (11)	26	Palma A
Plazuela posterior de la Iglesia de Dolores	5	11	Fresno (5)	2	Laurel
Parque de la 12 Poniente y 5 de Mayo	6	30	Ficus (21)	14	Ficus
Jardín Álvaro Obregón	12	82	Laurel (31)	31	Ficus
Jardín del Barrio del Artista	3	8	Laurel (4)	0	0
Plazuela del Parián	2	3	Ficus (2)	0	0
Plazuela adjuntas al Teatro Principal	2	3	Laurel (2)	0	0
Plaza del Teatro Principal	1	11	Ciprés Italiano (11)	2	Ciprés Italiano
Parque de San Luis	5	22	Trueno (12)	4	Yuca
Calle 5 de Mayo	5	57	Laurel (50)	4	Ficus
Zócalo	14	256	Laurel (49)	156	Cedro I
Plazuela de los Sapos	5	29	Ficus (14)	17	Ficus
Plazuela Sor Juana Inés de la Cruz	8	41	Ficus (22)	23	Ficus
Parque Luis Donald Colosio Murrieta	2	15	Ficus (14)	6	Ficus
Plazuela de Santa Inés	4	16	Fresno (8)	5	Ficus
Parque del Carmen	9	93	Laurel (32)	68	Laurel
Plaza de la Democracia	2	11	Laurel (10)	0	0
Plaza John Lennon	3	13	Laurel (8)	1	Naranja
Plazuela Cuco Sánchez	1	3	Laurel (3)	0	0
Jardín del Boulevard y Palafox	3	6	Fresno (3)	2	Fresno
Plazuela Vicente Lombardo Toledano	3	19	Ficus (16)	0	0
Total	-	1.12	-	-	-

estudio, en este mismo cuadro se puede observar que 19 de los EPA´s presentan especímenes juveniles mientras que seis EPA´s solo presentan individuos adultos. Así mismo, se puede observar cual especie de cada EPA es la que presenta mayor número de individuos juveniles respecto a la especie más común actualmente y al número de individuos totales. Así, la especie que mayor frecuencia de juveniles presenta en más número de EPA´s es el *Ficus benjamina* (siete). Otras especies también están representadas de esta manera aunque en solo dos o un EPA: *Fraxinus uhdei* (dos), *Cupressus sempervirens* (dos), *Ficus retusa* (dos), *Phoenix datilifera* (uno), *Cupressus lusitánica* (uno), *Washintoniana robusta* (uno), *Yuca elephantipes* (uno), *Cupressus macrocarpa* (uno) y *Citrus* sp. (uno).

En la Tabla 6 podemos observar concentrados los datos respecto a aquellas especies que presentan el mayor número de especímenes juveniles por EPA. En la primera columna tenemos las especies que presentan juveniles en los EPA´s. En la segunda columna el número de EPA´s en los que la especie más común es la misma con el mayor número de juveniles. En la tercera columna están aquellos en los que la especie más común es diferente a la que presenta mayor número de juveniles. En la cuarta y quinta columnas se enumeran los EPA´s cuyas especies con individuos juveniles se consideran árboles de talla pequeña y mediana o árboles de talla grande.

Con relación a la especie con mayor frecuencia de juveniles por EPA y la especie con mayor frecuencia total por el mismo EPA, se tiene que nueve de los espacios presentan a la misma especie, mientras que 10 presentan una especie con mayor frecuencia de juveniles diferente a la especie con mayor frecuencia total. En vista a los datos que se presentan, el *Ficus*

benjamina es la especie que en mayor número de EPA´s coincide en cuanto a mayor número de juveniles con la especie más común (cuatro EPA´s) y también es la que en mayor número de EPA´s presenta mayor frecuencia de juveniles en contraste con la especie con más frecuencia total (tres EPA´s).

En la Tabla 6 también se introduce el concepto de especies de talla pequeña y mediana y especies de talla grande lo cual es un elemento importante que consideran las dependencias en sus programas de mantenimiento de arbolado y reforestación. Cabe hacer la observación que el concepto talla pequeña y mediana o talla grande para este trabajo, tiene que ver no solo con la altura del espécimen sino también contempla las características de sus raíces considerando como de talla pequeña y mediana a aquellas raíces que sobre todo penetran hacia lo profundo del suelo, como en el caso del *Cupressus lusitánica* o el *Cupressus macrocarpa* y de talla grande a aquellas raíces que sobre todo tienden a extenderse a nivel del suelo como es el caso del *Ficus retusa* o el *Fraxinus uhdei*. Otra característica contemplada es el si son frutales o no, como en el caso del *Citrus* sp., que se colocó en el rubro de especies de talla grande por ser frutal. Esto último porque el uso de frutales está en desuso en los EPA´s por considerarse que en la época de cosecha ensucian el lugar con los frutos caídos y no aprovechados. El resultado en la Tabla 5 indica que 14 EPA´s tienen como juveniles más comunes a especies de árboles de tallas pequeña y mediana mientras que cinco los tiene de especies de talla grande.

Dado que el arbolado es un componente dinámico en tanto son poblaciones de seres vivos, con base a estos resultados podemos de alguna manera prever la composición poblacional que presentará la zona de estudio en un mediano plazo siempre y cuando

Tabla 6. Especies con mayor número de juveniles en los EPA'S y su relación con la especie más común en cuanto a adultos

Especie	Similar	Diferente	Talla pequeña y mediana	Talla grande
Fresno	2 EPA´s	0	0	2
Ciprés Italiano	2 EPA´s	0	2	0
Palma Datilera	0	1 EPA	1	0
Cedro Blanco	0	1 EPA	1	0
Palma Abanico	0	1 EPA	1	0
Laurel	1 EPA	1 EPA	0	2
Ficus	4 EPA´s	3 EPA´s	7	0
Yuca	0	1 EPA	1	0
Cedro Limón	0	1 EPA	1	0
Naranja	0	1 EPA	0	1
Total	9 EPA´s	10 EPA	14	5

las tendencias observadas en cuanto a las políticas de atención se mantengan ya que hay que recordar que estos espacios experimentan una constante intervención humana y no discurren de acuerdo a dinámicas naturales intrínsecas. En vista a los datos que se presentan, la composición tiende a modificarse teniendo al *Ficus benjamina* como una especie que se perfila en los próximos años para posicionarse como la más representativa en los EPA's en detrimento del *Ficus retusa*. Estas proyecciones están en concordancia con la idea circulante en las dependencias encargadas de parques y jardines de la ciudad, de que el *Ficus retusa* es una especie altamente agresiva para la infraestructura mientras que el *Ficus benjamina* es una especie de menor talla y agresividad.

Dada esta situación, con base en este trabajo, se podría generar un programa de seguimiento y atención individualizado para los 1,120 especímenes de la zona de estudio y con ello determinar las acciones a seguir en cuanto al mantenimiento o sustitución de aquellos árboles que así lo requieran o que ya hayan llegado al fin de su vida útil, con un programa ad hoc

para tales fines y así evitar acciones emergentes. Tal es el caso de los árboles de la Plaza John Lennon y de la Plazuela de los Sapos que por su crecimiento excesivo se les debió aplicar prácticas que no son recomendables como las podas de despunte que rompen totalmente con la estructura y estética de los especímenes. (Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal y Banco Interamericano de Desarrollo, 2000; Acuerdo del Honorable Cabildo del Municipio de Puebla del 29 de Septiembre del 2004, 2005).

Respecto a los resultados sobre biodiversidad, después de haberse aplicado el índice de Shannon Wiener (H'), en la Tabla 7 se expone la diversidad máxima hipotética ($\ln S = H'_{\max}$) para cada EPA en función del número de especies presentes en cada uno de ellos, el índice de diversidad (H') que representa la diversidad relativa de cada EPA, así como la proporción que la diversidad relativa de cada EPA representa en función de su diversidad máxima posible.

Con base en los resultados que arroja el índice, se puede ver que contra lo esperado para espacios fuertemente impactados por el ser humano, la diversidad

Tabla 7. Biodiversidad de los EPA's (Índice de Shannon Wiener)

Espacio	S	$\ln S = H'_{\max}$	H'	Diversidad
Parque de San José	15	2,708,050	1,596,964	0.58971
Parque de San Pablo de los Frailes	10	2,302,585	2,044,535	0.88793
Parque de los Enamorados	11	2,397,895	1,924,269	0.802483
Plazuela Carmen Serdán Alatraste	9	2,197,225	1,841,337	0.838029
Plazuela de San Francisco	7	1,945,910	1,515,655	0.778893
Plazuela posterior de la Iglesia de Dolores	5	1,609,438	1,414,279	0.878741
Parque de la 12 Poniente y calle 5 de Mayo	6	1,791,759	1,001,792	0.559111
Jardín Álvaro Obregón	12	2,484,907	1,841,503	0.741075
Jardín del Barrio del Artista	3	1,098,612	0.974315	0.88686
Plazuela del Parián	2	0.693147	0.636514	0.918296
Plazuelas adjuntas al Teatro Principal	2	0.693147	0.636514	0.918296
Plaza del Teatro Principal	1	0	0	
Parque de San Luis	5	1,609,438	1,270,761	0.789568
Calle 5 de Mayo	4	1,386,294	0.489847	0.35335
Zócalo	15	2,708,050	1,740,934	0.642874
Plazuela de los Sapos	5	1,609,438	1,267,961	0.787828
Plazuela Sor Juana Inés de la Cruz	8	2,079,442	154,162	0.741363
Parque Luis Donald Colosio Murrieta	2	0.693147	0.24493	0.353359
Plazuela de Santa Inés	4	1,386,294	1,180,305	0.85141
Parque del Carmen	10	2,302,585	1,744,887	0.757795
Plaza de la Democracia	2	0.693147	0.304636	0.439497
Plaza John Lennon	3	1,098,612	0.858741	0.78166
Plazuela Cuco Sánchez	1	0	0	
Jardín del Boulevard y Palafox	3	1,098,612	1,011,404	0.92062
Plazuela Vicente Lombardo Toledano	3	1,098,612	0.536665	0.488494

en la mayoría de estos (19 EPA´s) se aprecia por encima del 0.5, esto es que respecto a las especies presentes la abundancia de alguna de ellas en detrimento de las demás no es tan acentuada sino que hay cierto equilibrio en la proporción de especímenes entre ellas. Esto también se ve fortalecido por el hecho de que varios de los EPA´s presentan pocas especies con pocos especímenes en total.

Se observa que dos EPA´s no muestran resultado en cuanto a su diversidad ya que al presentar solo una especie el hablar de abundancia o diversidad no tiene sentido.

Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados de este trabajo sientan las bases cognitivas que permitirán la generación de indicadores para un mejor seguimiento en el futuro de las condiciones de los EPA´s, su mejor atención por las dependencias correspondientes y con ello lograrse que proporcionen un mejor servicio comunitario con un menor gasto de recursos tanto humanos como monetarios. Así mismo, este trabajo puede servir ya en el estado en que se concluye como documento de consulta a quien se interese en la atención de los EPA´s, permitiendo que la atención no se realice a ciegas sino de forma planeada, a los espacios que lo requieren y en los aspectos en que verdaderamente se necesita.

Además, de los resultados obtenidos se puede recomendar a las instancias pertinentes el trabajar en un programa de atención al arbolado y en su caso de sustitución por especímenes adecuados para estos lugares; atendiendo aspectos de talla de los mismos, que sean especímenes de la región, propiciando mayor diversidad de especies, dimensiones de los EPA´s, presencia o no de edificios históricos en la periferia de estos, entre otros.

Al reconocer que los EPA´s son sistemas ecológicos complejos; es pertinente ahondar en este aspecto recomendando que los especímenes adecuados para acciones de reforestación sean aquellos que por ser propios de la región, generen hábitats propicios para diversos géneros de fauna también propia de la región y de tallas mediana y grande dependiendo de las características del EPA en cuestión. Así, se recomienda reintroducir especímenes de los géneros *Juniperus*, *Quercus*, *Pinus*, *Leucaena*, *Arbutus*, *Agave*, *Yuca*, *Platanus*, *Buddleia*, *Morus*, *Pronus*, *Ipomoea* entre otros, pues su presencia es prácticamente nula en los EPA´s en cuestión.

Finalmente, se espera que con este trabajo se sienten las bases para que en futuros trabajos, se generen indicadores de estado para los EPA´s de la ZMCHP, buscando también que tales indicadores se constituyan en la herramienta para evaluar el estado de los EPA´s de ciudades del país con centros históricos.

Bibliografía

- Acuerdo del Honorable Cabildo del Municipio de Puebla del 29 de Septiembre del 2004. 2005. Criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la poda, el trasplante y el derribo, así como la forestación y reforestación del arbolado en zonas urbanas del Municipio de Puebla. Honorable Ayuntamiento del Municipio de Puebla. Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Puebla, 11 de marzo del 2005. Puebla, Puebla, México.
- Ayuntamiento de la Ciudad de Puebla. 2005. Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable para el periodo 2005-2008. Honorable Ayuntamiento del Municipio de Puebla. Puebla, Puebla, México. 845 p.
- Baylina, M., M. Prats, y A. Ortiz. 2005. Espacios de juego como escenarios educativos urbanos. Red de Investigación Urbana. México. Ciudades 67:20-24.
- Calderón de, R. G., y J. Rzedowski. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología A. C. y CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). Distrito Federal, México. 400 p.
- Dirección de Medio Ambiente y Ecología del Municipio de Puebla. 2005. Diagnóstico Ambiental del Municipio de Puebla. Honorable Ayuntamiento del Municipio de Puebla. Puebla, Puebla, México. 798 p.
- Friedman, J. 1999. El reto de la planeación en un mundo sin fronteras. Ciudades 42:3-6.
- Gobierno del Estado de Puebla. 2009. Centro Histórico de Puebla. Gobierno del Estado de Puebla. Página en red: www.puebla.gob.mx. (consultada 23 de marzo, 2013).
- González, R. A. E. 2000. Cambios en la gestión del agua y del saneamiento en la Ciudad de Puebla, 1988-1994. Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora. Distrito Federal, México. 235 p.
- Granados, S., y A. Mendoza. 1992. Los árboles y el ecosistema urbano, Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México, México. 135 p.
- Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades. 1994. La Ciudad de Puebla. Patrimonio Cultural 1:132.
- López, M. E. 2005. Urbanización y observatorios locales. Ciudades 68:2-10.
- López-Moreno, I. R., y M. E. Díaz-Betancourt. 1998. Urbanización y Biodiversidad. Ciudades 38:8-13.

- Martínez, G., y H. Chacalo. 1994. Los árboles de la ciudad de México. Grupo Editorial Eón S. A. de C. V., Universidad Autónoma Metropolitana, Distrito Federal, México. 165 p.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M y T-Manuales y Tesis SEA Vol. 1. Zaragoza, España. 243 p.
- Rivas, T. 2001. Importancia y ambiente de los bosques y árboles urbanos. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México, México. 135 p.
- Rodríguez, S. 2003. Guía de árboles y arbustos de la zona metropolitana de la ciudad de México, Corporación Papalote, México. 79 p.
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. 2008. Programa de Manejo Integral de Áreas Verdes Urbanas. Distrito Federal, México. 163 p.
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal y Banco Interamericano de Desarrollo. 2000. Manual Técnico para la Poda, Derribo y Transplante de Árboles y Arbustos de la Ciudad de México. Distrito Federal, México. 63 p.
- Suárez, A. S., y Q. E. F. Robles. 2005. Dasonomía Urbana del Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca. Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Página en red: <http://www.eumed.net/eursecon/ecolat/mx/2008/sarq.htm> (consultada 23 de marzo, 2013).
- Terán, B. J. A. 1996. El desarrollo de la Fisonomía Urbana del Centro Histórico de la Ciudad de Puebla (1531-1994) Ed. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (OPAEP). Puebla, Puebla, México. 89 p.
- Villasos-Keever, R. 2005. Sobre indicadores de sustentabilidad urbana y observatorios. Ciudades 68:21-27.

Plantas útiles de tres municipios (Metztitlán, Atotonilco el Grande y Huasca de Ocampo) de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México

Miguel Ángel Villavicencio-Nieto, Blanca Estela Pérez-Escandón,
y Berenice N. López-Gutiérrez

Resumen

Existen muy pocos trabajos etnobotánicos realizados en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, por lo que el objetivo de este estudio fue generar un listado preliminar de plantas útiles de la Reserva. Se aplicaron entrevistas a habitantes de localidades ubicadas en la zona, para coleccionar las plantas útiles mencionadas se hicieron recorridos de campo en compañía de informantes, posteriormente las especies fueron identificadas con el uso de claves dicotómicas. Se registraron 83 especies de plantas útiles, distribuidas en 39 familias y 20 categorías de uso, siendo la medicinal la mejor representada por número de especies. Conocer el uso y manejo de la flora en áreas naturales protegidas es un punto de partida para desarrollar propuestas viables de aprovechamiento sostenible, que tengan como objeto la conservación de la biodiversidad y su conocimiento tradicional asociado.

Palabras clave: Etnobotánica, conservación, área natural protegida, conocimiento tradicional, plantas medicinales

Introducción

El conocimiento tradicional sobre el uso de la biodiversidad es cada vez más importante para definir estrategias de conservación del medio ambiente. En las áreas naturales protegidas, parte de su funcionamiento depende del conocimiento generado sobre las especies presentes en el área. Las plantas son un componente importante de la biodiversidad, su uso y manejo derivado de la importancia cultural que representan para las personas es uno de los factores importantes considerados en la biología de la conservación (Hamilton, 2004; Singh *et al.*, 2012; Bhat *et al.*, 2013; Blancas *et al.*, 2013). La Reserva de la Biosfera Barranca

de Metztitlán, decretada en el año 2000 ha sido ampliamente estudiada en lo que se refiere a su flora contando con una gran cantidad de trabajos (González y Sánchez-Mejorada, 1972; Ortiz-Calderón, 1980; Ragueb, 1985 y Sánchez, 1965, 1968); la riqueza florística está constituida por 465 especies pertenecientes a 270 géneros y 83 familias, en 6 tipos principales de vegetación: matorral xerófilo, matorral submontano, bosque tropical caducifolio, bosque de coníferas, pastizal y vegetación ribereña (CONANP, 2003). El matorral xerófilo abarca grandes extensiones en la zona y se aísla de las demás comunidades xerófilas del altiplano mexicano, pero presenta afinidades que muestran la relación que existió en el pasado con el

desierto de Chihuahua y Sonora, funcionando actualmente como corredor biológico de las zonas áridas en el altiplano central del país. Debido a esta aislación geográfica el ecosistema en Metztitlán mantiene una diversidad rica de especies endémicas, por lo que es considerada como un refugio pleistocénico de la biota desértica mexicana (CONANP, 2003).

La flora de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, ha sido una fuente de productos útiles para los habitantes del área. Sin embargo, la explotación de sus recursos debe ser restringida debido al estatus de área natural protegida, que debe llevarse a cabo en un esquema sostenible y de conservación. En esta forma, el presente trabajo tiene como objetivo documentar el uso tradicional de las plantas del área. Este conocimiento integra creencias, sistemas de valores, respeto y cuidado al medio ambiente, así como el conocimiento y manejo de la flora nativa que da como resultado un recurso viable de manejo (Cortés-Rodríguez y Venegas-Cardoso, 2011). Por tanto, valorar la presencia e importancia que las plantas brindan a los pobladores, es un punto de partida para contribuir a conservar hábitats completos (Adams *et al.*, 2004, Wiersum *et al.*, 2006, Lagos-Witte *et al.*, 2011; Payyappallimana y Fadeeva, 2013).

En este sentido, se presenta un listado preliminar sobre las plantas útiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán registradas en los municipios de Metztitlán, Atotonilco el Grande y Huasca de Ocampo, lo cual puede contribuir en los planes de conservación y uso sostenible en el área.

Materiales y Métodos

La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán se localiza en el centro del estado de Hidalgo, México, entre los 19°35'52" y 21°25'00" N y los 97°57'27" y 99°51'51" O. Con una extensión de 960.42 km² ocupa el décimo noveno lugar en cuanto a superficie respecto al conjunto de las Reservas del país y es la única en su género en Hidalgo (CONANP, 2003). Presenta un gradiente altitudinal que va desde los 1,100 hasta los 2,600 msnm, lo que le confiere diversos climas y tipos de vegetación; el clima varía de seco semicálido a seco templado, con temperatura promedio anual de 18 a 22°C y precipitación media anual de 400 a 700 mm (CONANP, 2003). Comprende ocho municipios, de los cuales para este trabajo se han considerado tres: Atotonilco el Grande, Huasca de Ocampo y Metztitlán (Figura 1).

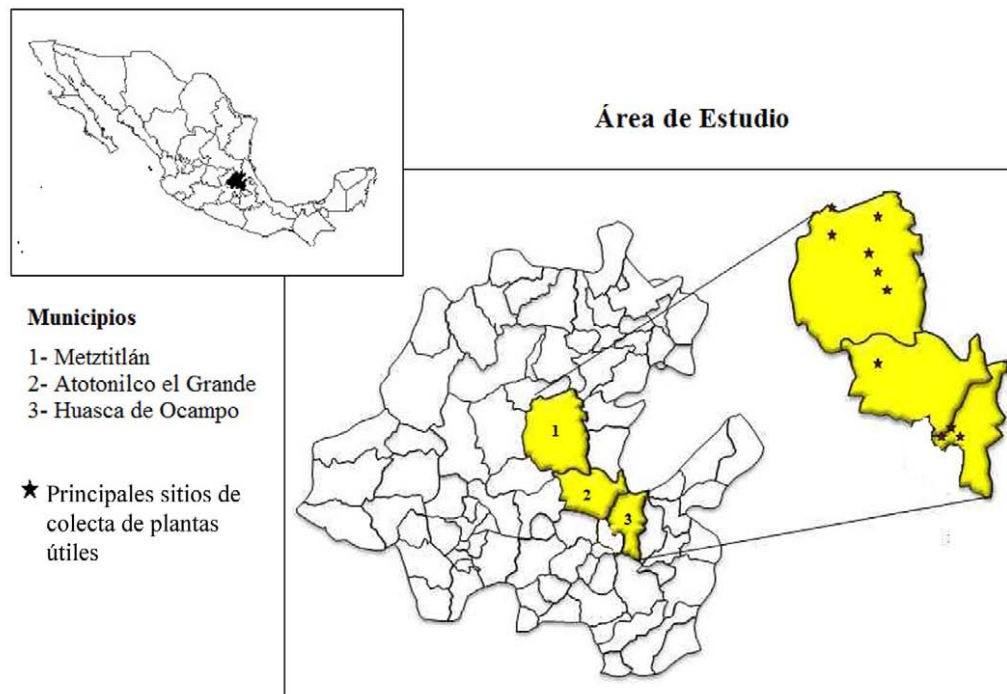


Figura 1. Localización de los tres municipios que forman parte de La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, en los que se realizó la colecta de plantas útiles.

Para recabar la información acerca de las plantas que se utilizan en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, se realizaron entrevistas a los habitantes de diferentes localidades ubicadas en la zona, generando una base de datos. Posteriormente, se colectaron las especies de plantas útiles de la zona, y se identificaron mediante el uso de claves dicotómicas. Los datos se analizaron para clasificar a las especies de acuerdo a sus diferentes categorías de uso, distribución en familias, géneros y números de especies.

Resultados y Discusión

Se determinó que en algunas comunidades de Metztitlán, Atotonilco el Grande y Huasca de Ocampo, los habitantes utilizan 83 especies de plantas, que se distribuyen en 74 géneros y 39 familias. El listado completo de las especies se presenta en la Tabla 1. Las especies útiles registradas representan el 18% de la flora reportada para este sitio y casi el 50% de las familias (CONANP, 2003). Considerando que el 25% de la flora mundial es utilizada (Sarukhán, 1995); este listado preliminar representa un número significativo de

plantas útiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, pues al ser una comunidad xerófila aislada del resto del altiplano mexicano, presenta alto endemismo de especies (CONANP, 2003). Como ejemplo, se reportó a *Cephalocereus senilis* como especie ornamental, pero es una especie endémica, bajo estatus de amenaza en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El mismo caso se presenta con *Echinocactus platycanthus*, bajo protección especial y utilizada en la zona como comestible y ornamental. Por lo que es importante continuar con estudios etnobotánicos para fundamentar el aprovechamiento sostenible y conservación de la flora nativa y el conocimiento tradicional asociado a su uso y manejo.

Las plantas útiles registradas se clasifican en 20 categorías de uso, siendo el uso medicinal el que ocupa el primer lugar, pues para este fin se utilizan 57 especies de plantas, seguido por la categoría de comestibles con 38 especies, ornamental con 28 y plaguicida con 13. Lo cual se observa como tendencia en el estado de Hidalgo respecto a la flora útil (Pérez-Escandón *et al.*, 2003). La clasificación completa se presenta en la Figura 2.

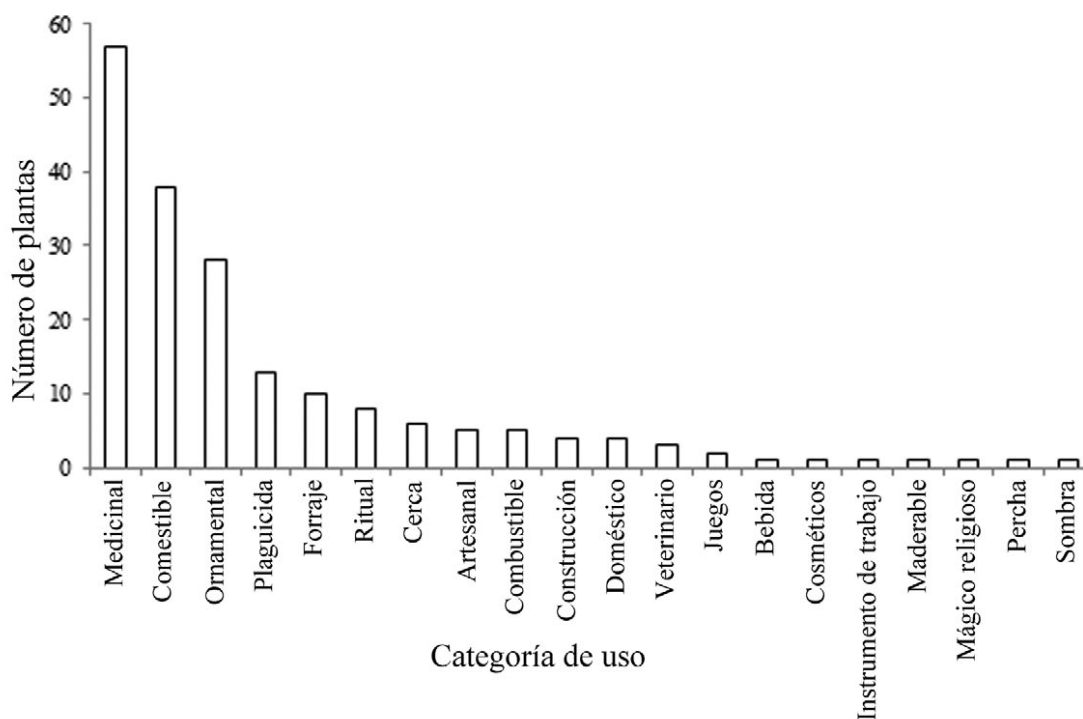


Figura 2. Número de plantas distribuidas en las veinte diferentes categorías de uso registradas.

Tabla 1. Especies por familias de plantas útiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán

FAMILIA/especie	Nombre (s) común (es)	Uso (s)	Municipio (s)	Tipo de vegetación
AGAVACEAE				
<i>Agave lechuguilla</i> Torr.	lechuguilla, ts'uta	medicinal, comestible, forrajera, construcción, doméstico, artesanal, combustible	M	MX
<i>Agave xylonacantha</i> Salm	magüey	comestible, forrajera, combustible	M	MX
<i>Yucca filifera</i> Chab.	palma	comestible, medicinal, artesanal, ornamental, plaguicida, veterinario, forrajera	M	MX
ALOACEAE				
<i>Aloe vera</i> L.	Sábila	medicinal, comestible, ornamental	M	C
APIACEAE				
<i>Coriandrum sativum</i> L.	cilantro	comestible, medicinal	M	C
<i>Eryngium carlinae</i> Delar.	hierba del sapo	medicinal	H	BQ
<i>Eryngium depeanum</i> Cham. & Schl.	hierba del sapo	medicinal	H	BQ
APOCYNACEAE				
<i>Vallesia glabra</i> (Cav.) Link.	crystalillo, tlahuishil	combustible, doméstico, forrajero	M	MX
ASTERACEAE				
<i>Ambrosia psilostachya</i> DC.	artemisa	medicinal, plaguicida	M	MX
<i>Bidens odorata</i> Cav.	rosilla	medicinal, forrajera	M	MX
<i>Cirsium raphilepis</i> (Hemsl.) Petrak	cardo morado	medicinal	M	MX
<i>Tagetes erecta</i> L.	cempoalxóchitl, cempasúchitl	ornamental, mágico religioso, medicinal, plaguicida	M	C
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	pericón	medicinal, plaguicida, comestible	M, A	MX, C
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	ojo de gallo	medicinal	A	MX
<i>Stevia serrata</i> Cav.	sopita, encaje	medicinal, ornamental, ritual	H	R
<i>Schkuhria pinnata</i> (Lam.) Kuntze	anís cimarrón	medicinal, plaguicida	H	R
<i>Ambrosia psilostachya</i> DC.	artemisa	medicinal, plaguicida	H	R
<i>Stevia pilosa</i> Lag.	sopita rosa	medicinal, ritual	H	R
<i>Bidens odorata</i> Cav.	rosilla	medicinal, forrajera	H	R
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	mirasol	ornamental	H	R
<i>Pinaropappus roseus</i> (Less.) Less var. <i>roseus</i>	Ispul, espolen	medicinal	H	BQ
<i>Piqueria trinervia</i> Cav.	hierba o raíz de san nicolás	medicinal	H	BQ
<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass.	gigantón	forrajera, artesanal, plaguicida, medicinal	H	R
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	chamiza, chilchayate	plaguicida, medicinal	M	MX
<i>Eupatorium petiolare</i> Moc. ex. DC.	yolochichi, yolochiche	medicinal, cerca, plaguicida	M	MX
<i>Ambrosia psilostachya</i> DC.	artemisa	medicinal	M	MX
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	chamiza	medicinal, plaguicida	M	R
BIGNONIACEAE				
<i>Tecoma stans</i> (L.) HBK. cátafé	truenitos, tronadora,	medicinal, plaguicida	M	MX
BROMELIACEAE				
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	heno, pashtle	forrajera, ritual	M	MX
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	heno, heno largo	ornamental, medicinal	M	MX
CACTACEAE				
<i>Cephalocereus senilis</i> (Haworth) Pfeiffer	viejito	ornamental	M	MX
<i>Echinocactus platyacanthus</i> Lk. & Otto f.	biznaga	comestible, ornamental	M	MX
<i>Echinocereus cinerascens</i> (DC) Först. & Ruml.	pitaya	comestible, ornamental	M	MX
<i>Hylocereus undatus</i> (Haw) Britton & Rose	pitaya, reina de una noche	comestible, ornamental	M	MX
<i>Mammillaria geminispina</i> Haw.	biznaga de chilitos	comestible, ornamental	M	MX
<i>Mammillaria magnimamma</i> Haw.	biznaga de chilitos	comestible, ornamental	M	MX
<i>Mammillaria sempervivi</i> (DC.) Br. & Rose	biznaga de chilitos	comestible, ornamental	M	MX
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart.) Cons.	garambullo	comestible, medicinal combustible, plaguicida, veterinario	M	MX

Municipios en los que se realizaron las colectas. M: Metztlán, A: Atotonilco el Grande y H: Huasca de Ocampo. Tipos de vegetación. MX: Matorral xerófilo, C: cultivadas, BQ: Bosque de Quercus, A: Arvensis y R: Ruderal.

Tabla 1. Especies por familias de plantas útiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán (continuación)

FAMILIA/especie	Nombre (s) común (es)	Uso (s)	Municipio (s)	Tipo de vegetación
<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dyck	nopal verdura	comestible, cerca, ornamental	M	C
<i>Opuntia microdasys</i> (Lehm.) Pfeiff.	nopal cegador	ornamental	M	MX
CARYOPHYLLACEAE				
<i>Stellaria cuspidata</i> Willd.	pimpinillo	medicinal, bebida, comestible	H	BQ
CHENOPODIACEAE				
<i>Chenopodium album</i> L.	quelite cenizo	comestible	M	MX
CISTACEAE				
<i>Helianthemum glomeratum</i> Lag.	santa martha, nana juana, sanalotodo	medicinal	H	BQ
CRASSULACEAE				
<i>Kalanchoe tubiflora</i> (Harv.) Raym.-Hamet	hierba de la víbora, viborita, brujita	ornamental, ritual	M	MX
CUCURBITACEAE				
<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	chilacayote	comestible, forrajera	M	C
<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) St.	acocote	comestible, doméstico, instrumento de trabajo	M	C
<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	chayote, pinaco	comestible, medicinal	M	C
EUPHORBIACEAE				
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd.	nochebuena	medicinal, ornamental	M	C
<i>Jatropha dioica dioica</i> Sessé ex Cerv.	sangre de grado	medicinal, comestible, juegos	M	MX
<i>Euphorbia anychioides</i> Muell. Arg.	hierba de la golondrina	medicinal	H	BQ
<i>Croton pulcher</i> Arg.	solimán	plaguicida	M	MX
FOUQUIERIACEAE				
<i>Fouquieria splendens</i> spp. breviflora Henrickson	ocotillo, ts'ik'ia	construcción, cerca, medicinal, ornamental	M	MX
<i>Fouquieria splendens</i> Engelm.	ocotillo	construcción, cerca, medicinal, ornamental	M	MX
GERANIACEAE				
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Herit.	alfilerillo	medicinal, forrajera	H	BQ
<i>Geranium seemannii</i> Peyr.	pata de león	medicinal	H	BQ
JUGLANDACEAE				
<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) K. Koch	nogal, nuez, damzá	comestible, medicinal	M	MX
KRAMERIACEAE				
<i>Krameria cystoides</i> Cav.	pegarropa	comestible, medicinal	M	MX
LAMIACEAE				
<i>Ocimum basilicum</i> L.	albahácar	medicinal, mágico religioso, comestible	M	C
LEGUMINOSAE				
<i>Erythrina americana</i> Mill.	pemucho, colorín	comestible, cerca, ornamental, doméstico, medicinal, plaguicida	M	MX
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.) Sarg.	palo dulce, ursa	medicinal, veterinario, ritual	M	MX
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth	humo	comestible, medicinal	M	C
<i>Prosopis laevigata</i> (H. & B.) Johnst.	mezquite	comestible, medicinal, forrajera, combustible, artesanal, plaguicida	M	MX
<i>Senna wislizeni</i> DC.	retama	ornamental	M	MX
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	huizache	construcción, ritual, medicinal, cosmético	M	MX
LOASACEAE				
<i>Mentzelia hispida</i> Willd.	pegarropa	medicinal, juegos	M	MX
MAGNOLIACEAE				
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	magnolia	medicinal, ornamental	M	C
MALVACEAE				
<i>Malva parviflora</i> L.	malva	comestible, medicinal, forrajero	M	A
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav	manzanita	comestible, ornamental	M	R

Municipios en los que se realizaron las colectas. M: Metztlán, A: Atotonilco el Grande y H: Huasca de Ocampo. Tipos de vegetación. MX: Matorral xerófilo, C: cultivadas, BQ: Bosque de Quercus, A: Arvense y R: Ruderal.

Tabla 1. Especies por familias de plantas útiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán (continuación)

FAMILIA/especie	Nombre (s) común (es)	Uso (s)	Municipio (s)	Tipo de vegetación
MARTYNACEAE				
<i>Proboscidea lousianica</i> (Mill.) Thell.	Toritos	comestible	M	MX
<i>Proboscidea lousianica</i> ssp. <i>fragrans</i> (Lindl.) Bretting	Toritos	comestible	M	MX
MELIACEAE				
<i>Melia azedarach</i> L.	pioche, piochi	ritual, maderable, percha, sombra, construcción,	M	MX, C
NYCTAGINACEAE				
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	bugambilia	medicinal, ornamental	M	C
ONAGRACEAE				
<i>Fuchsia microphylla</i> HBK	aretillo	ornamental, comestible	H	BQ
<i>Lopezia racemosa</i> Cav. ssp. <i>racemosa</i>	perilla, cabeza de hormiga	medicinal	H	BQ
PLANTAGINACEAE				
<i>Plantago australis</i> Lam. ssp. <i>hirtella</i> (H.B.K.) Rahn	antén, llantén, yantén	medicinal	H	BQ
PUNICACEAE				
<i>Punica granatum</i> Choisy	granada	ornamental, comestible, medicinal	M	C
RUBIACEAE				
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.	trompetilla, trompetilla roja,	medicinal, ritual	M	R
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.	trompetilla	medicinal, ritual	H	R
RUTACEAE				
<i>Casimiroa edulis</i> Llave & Lex.	zapote, zapote blanco, t'axmuza	comestible, medicinal, ornamental	M	MX
SALICACEAE				
<i>Salix babylonica</i> Linn.	sauz	ornamental, medicinal	M	C
SCROPHULARIACEAE				
<i>Leucophyllum ambiguum</i> H.& B.	flor de pan, cenizo	medicinal	M	MX
<i>Penstemon roseus</i> (Sweet.) G. Don.	jarritos, chulpa, cantaritos	medicinal	H	BQ
SOLANACEAE				
<i>Datura innoxia</i> P. Mill.	toloache	medicinal	M	A
<i>Datura stramonium</i> L.	toloache	medicinal	M	A
STERCULIACEAE				
<i>Waltheria americana</i> L.	tapacola	medicinal	M	R
TURNERACEAE				
<i>Turnera diffusa</i> Willd	hierba del moro, hierbamoro	medicinal, comestible	M	MX
TYPHACEAE				
<i>Typha latifolia</i> L.	tule	artesanal, forraje	M	AC
VERBENACEAE				
<i>Lippia graveolens</i> H.B.K.	orégano, orégano mexicano, danga	comestible, medicinal	M	MX
<i>Lantana camara</i> L.	orozuz, gobernadora	medicinal, ornamental	M	MX

Municipios en los que se realizaron las colectas. M: Metztlán, A: Atotonilco el Grande y H: Huasca de Ocampo. Tipos de vegetación. MX: Matorral xerófilo, C: cultivadas, BQ: Bosque de Quercus, A: Arvense y R: Ruderal.

Bibliografía

- Adams, W. M., R. Aveling, D. Brockington, B. Dickson, J. Elliott, B. Hutton, D. Roe, B. Vira, y W. Wolmer. 2004. Biodiversity conservation and the eradication of poverty. *Science* 306: 1146-1149.
- Bhat, J. A., M. Kumar, y R. W. Bussmann. 2013. Ecological status and traditional knowledge of medicinal plants in Kedarnath Wildlife Sanctuary of Garhwal Himalaya, India. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9:1-18.
- Blancas, J., A. Casas, D. Pérez-Salicrup, J. Caballero, y E. Vega. 2013. Ecological and socio-cultural factors influencing plant management in Náhuatl communities of the Tehuacán Valley, México. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9:39.
- CONANP: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2003. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT, Distrito Federal, México. 204 p.
- Cortés-Rodríguez, E. A., y F. R. Venegas-Cardoso. 2011. Conocimiento tradicional y la conservación de la flora medicinal en la comunidad indígena de Santa Catarina, B. C. Ra Ximhai 7:117-122.
- González, M. F., y H. Sánchez-Mejorada. 1972. Excursión a la Barranca de Metztitlán, Hidalgo, Guías botánicas de excursiones en México, Sociedad Botánica de México, Distrito Federal, México. 68 p.
- Hamilton, A. C. 2004. Medicinal plants, conservation and livelihoods. *Biodiversity and Conservation* 13:1477-1517.
- Lagos-Witte, S., O. Sanabria-Diago, P. Chacón, y R. García. 2011. Manual de herramientas etnobotánicas relativas a la conservación y el uso sostenible de los recursos vegetales. Red Latinoamericana de Botánica, Santiago, Chile. 138 p.
- NOM: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Diario Oficial, 30 de diciembre 2010, Distrito Federal, México. 77 p.
- Ortiz-Calderón, G. 1980. La vegetación xerófila de la Barranca de Metztitlán, Hidalgo. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México.
- Payyappallimana, U., y Z. Fadeeva. 2013. Innovation in Local and Global Learning Systems for Sustainability. Traditional Knowledge and Biodiversity. United Nations University Institute of Advanced studies (UNU-IAS), 6F International Organizations Center, Pacific- Yokohama, Japan 124 p.
- Pérez-Escandón, B. E., M. A. Villavicencio-Nieto, y A. Ramírez-Aguirre. 2003. Lista de las plantas útiles del estado de Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo, México. 133 p.
- Rageb, R. Y. 1985. Estudio fitosociológico de *Cephalocereus senilis* (Haw.) Pfeiff., en la Barranca de Metztitlán, estado de Hidalgo. Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México.
- Sánchez, M. 1965. Los ferocactus de la Barranca de Metztitlán, Hidalgo. *Cactáceas Suculentas Mexicanas* 10:61-72.
- Sánchez, M. 1968. Las cactáceas del estado de Hidalgo. *Cactáceas Suculentas Mexicanas* 13:13-18.
- Sarukhán, J. 1995. Diversidad biológica. Revista de la Universidad de México. Universidad Nacional Autónoma de México 536-537:3-10.
- Singh, H., T. Husain, P. Agnihotri, P. C. Pande, y M. Iqbal. 2012. Biodiversity conservation through traditional beliefs system: case study from Kumaon Himalayas, India. *International Journal of Conservation Science* 3:33-40.
- Wiersum, K., A. Dold, M. Husselman, y M. Cocks. 2006. Cultivation of medicinal plants as a tool for biodiversity conservation and poverty alleviation in the Amatola region, South Africa. *En: Bogers, R. J., L. E. Craker, y D. Lange (Eds). Medicinal and Aromatic Plants. Wageningen University, Wageningen. pp. 43-57.*

La biodiversidad de los hongos ectomicorrízicos y su importancia para la conservación del bosque en la zona poblana del Parque Nacional Malintzi

Marco Antonio Marín-Castro, Virginia Silva-Díaz, Gladys Linares-Fleites,
Ana María Castagnino, y José Antonio Ticante-Roldán

Resumen

El Parque Nacional Malintzi comprende una superficie de 45,852 hectáreas, de las cuales corresponden 14,544 al estado de Puebla. El deterioro a su riqueza forestal tiene sus inicios desde la época colonial y hasta nuestros días la presión sobre los recursos de este parque nacional aumenta debido a que los pobladores de la zona, tradicionalmente ven en la montaña su fuente de sustento mediante la agricultura y la extracción de madera, que aunadas a la tala clandestina inmoderada, han influido drásticamente en la pérdida de biodiversidad y cambio de uso del suelo. Los objetivos de este trabajo fueron describir la distribución espacial de los hongos macroscópicos, y su relación poblacional con respecto a la perturbación del ecosistema. La colecta de individuos, para conformar un herbario. Generar el cultivo del micelio o germoplasma, en el laboratorio registrando los parámetros físicos y condiciones nutrimentales que permitieran esta acción. Los puntos de muestreo se señalaron por el sistema GPS y se realizó la gráfica de distribución poblacional de una especie micorrízica. Entre los puntos de muestreo se examinó la aleatoriedad espacial completa, estimando la intensidad del patrón de puntos espaciales y la no existencia de interacciones entre ellos. La validez de las hipótesis planteadas se probó con las herramientas estadísticas del módulo S+SPATIALSTATS del sistema computacional S-PLUS 2000.

Palabras clave: Preservación, Germoplasma, Distribución espacial

Introducción

La situación actual de los bosques en México y el Mundo

Actualmente los bosques cubren más de la cuarta parte de las tierras emergidas, la mitad de ellos están en los trópicos; y el resto en las zonas templadas y arbóreas. Siete países albergan más del 60% de la superficie forestal mundial: Rusia, Brasil, Canadá, Estados Unidos, China, Indonesia. La mitad de los bosques que una vez cubrieron la tierra, 29 millones de Km², han desaparecido, y lo más importantes en términos

de biodiversidad, cerca del 78% de los bosques primarios han sido ya destruidos y el 22% restante está amenazado por la extracción de madera (INI-PNUD, 2000; FAO, 2012).

Los bosques más amenazados en términos relativos no son los tropicales, como podría pensarse por su diversidad, sino los bosques templados. Los bosques boreales son los mejores conservados y hoy representan el 48 % de la frontera forestal, frente al 44% de los bosques tropicales y apenas un 3% de los bosques templados.

Por lo menos 5 millones de Km² de bosques fueron

talados, sólo entre 1960 y 1995, una superficie de equivalente a 10 veces España, África y América latina perdieron el 18% cada una. Durante la primera mitad de los años noventa, más de la mitad de la pérdida neta durante 1980 y 1995 tuvo lugar en solo siete países. Brasil, Indonesia, Congo, México, Venezuela y Malasia, como se puede observar, los bosques secos, los Manglares y los bosques templados han experimentado pérdidas muy altas (FAO, 2012).

Al comenzar el siglo XXI se ha registrado una pérdida neta anual de 113 millones de hectáreas de bosques, según la FAO esta superficie se ha determinado a otros usos (Boa, 2005).

Las amenazas a los bosques no son simples amenazas a los árboles, cuando desaparecen los árboles también desaparece todo lo que depende de ellos, desde microorganismos hasta flora y fauna.

Condiciones sociales de los bosques en México

Dos condiciones sociales son características de la situación de los bosques de México: la pobreza en que viven la gran mayoría de sus habitantes, y el carácter social de su tenencia. De principio los bosques mexicanos son bosques habitados, en los que viven casi 18 millones de personas en su mayoría indígenas, dependen directamente de los recursos forestales para sobrevivir y cuyas condiciones de vida se encuentran entre las de mayor pobreza en el país. Para esta población que se dedica a la agricultura de subsistencia, los bosques son un recurso fundamental, ya que constituyen fuentes de combustible, materiales de construcción, plantas de uso alimenticio y medicinal y piezas de caza, de los bosques estas poblaciones obtienen también recursos maderables y no maderables que destinan al mercado y que representan para ellas fuentes de ingresos suplementarios (FAO, 2010).

Las condiciones de tenencia de la tierra de los bosques mexicanos son particulares, únicas en el contexto internacional, ya que mientras en la mayoría del los países del mundo los bosques están en manos privadas o de los estados, en el país el 80 % de ellos es propiedad de ejidos y comunidades indígenas, el 15% es propiedad privada, y pertenece a pequeños propietarios con extensiones de menos de 20 ha, y 5% son terrenos nacionales. El carácter social de la propiedad de la tierra forestal en México implica un punto de partida insostenible para la definición de políticas y estrategias de conservación y manejo de

los recursos. Las comunidades y ejidos forestales del país son 8,417, sin embargo únicamente en 421 de ellos la forestería es la actividad económica más importante, para el resto el aprovechamiento del bosque tienen importancia secundaria, como complemento de la agricultura y la ganadería (INEGI, 1990; INI-PNUD, 2000).

Los bosques en México y sus recursos no maderables

Por lo general, cuando se habla de bosques y selvas se piensa sólo en árboles y en la madera que de ellos se extrae. Esta visión, herencia de una forma errónea de ver la naturaleza y de los viejos modelos extractivos de explotación de los recursos naturales, deja de lado a la mayoría de las especies animales y vegetales que junto con los árboles, constituyen lo que se conoce como ecosistemas forestales. En dichos ecosistemas existe un sinnúmero de plantas y animales que, asociados con los árboles de valor comercial reconocido o maderables, aportan numerosos bienes y servicios como: productos alimenticios, forrajes, materiales para curación, construcción, retención de agua, captura de carbono, extracción de materias primas y principios activos, o simplemente como refugio de otras especies. Todos estos organismos forman parte de complejas redes de relaciones biológicas, mismas que crean las condiciones necesarias para el equilibrio y la preservación de los ecosistemas forestales en bosques, selvas y semidesiertos (Boa, 2005).

Gran número de esas plantas y animales han sido aprovechados históricamente por los pueblos campesinos indígenas, éstos han generado sistemas tradicionales de saberes sobre manejo, uso y propiedades. Incluso han establecido normas y restricciones para controlar su extracción, buscando con ello evitar que se extingan. Gran cantidad de especies se comercializan en mercados regionales y una pequeña cantidad de ellas han pasado a venderse en circuitos nacionales e inclusive internacionales. Es a esta amplia gama de individuos animales y vegetales, y a los bienes e insumos que se extraen de ellos aprovechados hoy y con grandes potenciales de aprovechamiento a futuro que forman parte de los ciclos productivos, alimenticios, religiosos y culturales de los pueblos rurales, se les a denominamos genéricamente: productos forestales no maderables (PFNM) (Boa, 2005).

Parque Nacional Malintzi

El parque nacional, Malintzi, Matlalcuéyatl o Malinche (La de faldas azules, en nahuatl), se ubica en la zona central oriente de México formando parte de la Cordillera Neovolcánica y se considera la montaña aislada más significativa del país. El 6 de Octubre de 1938 la montaña fue declarada como área natural protegida con el carácter de Parque Nacional, con el propósito de salvaguardar los ecosistemas forestales en beneficio de las comunidades rurales, y para la protección del área de recarga de los acuíferos del valle Poblano y Tlaxcalteca. El parque comprende una superficie total de 45,852.45 ha, de las cuales 31,418.638 corresponden al estado de Tlaxcala y 14,433.81 al estado de Puebla. Es el quinto con mayor extensión de los 85 parques nacionales considerados en el país. Puebla y Tlaxcala están considerados en su totalidad dentro de la provincia del eje neovolcánico y la subprovincia de los lagos y volcanes de Anáhuac. Esta subprovincia está integrada por grandes sierras volcánicas o volcanes individuales, de los cuales la Malintzi es considerada como una ruina volcánica, el muñón erosionado de lo que fue en otros tiempos un gran volcán. Sus faldas inferiores se tienden radialmente con pendientes poco pronunciadas, en tanto sus laderas centrales, a partir de 3,300 msnm, son muy pronunciadas y se elevan hasta los 4,461 msnm (SARH, 1993; SEMARNAP, 1996).

Flora del parque

El Parque Nacional Malintzi esta en la región Neotropical, ubicado en la zona xerófila mexicana, y en la provincia de la altiplanicie. La cual se extiende desde Chihuahua y Coahuila hasta Jalisco, Michoacán, Estado de México, Tlaxcala y Puebla (Rzedowski, 1978).

Los gobiernos de los estados de Puebla (1999) y Tlaxcala (2001), a través de sus instancias gubernamentales, han incluido al parque dentro de sus programas de desarrollo, y fue hasta el año 2001 en que ambos gobiernos presentaron un programa de manejo integral (SEGOB, 2002). A partir del inventario forestal de INEGI en el año 2000, se considera que los tipos de vegetación localizados dentro de la poligonal y área de influencia de la montaña son: bosque de pino, de oyamel, de encino, de pino-encino, de encino-aile, de pino-encino-oyamel, de pino-encino-aile, así como pastizal natural, páramo de altura, agricultura de temporal y riego. A continuación se hace una descripción breve de la flora presente en la montaña.

Bosque de pino: esta vegetación se caracteriza por la dominación de especies arbóreas pertenecientes al género *Pinus* (Pinaceae). Los pinares, en general, son comunidades muy características de las montañas de México y se les encuentra también en varias partes de los estados de Puebla y Tlaxcala. Esta comunidad se encuentra en el volcán a altitudes que van desde los 4,200 a los 2,500 msnm, aunque en algunos casos tiende a ocupar altitudes más bajas. Los pinares son casi exclusivamente dominados por *Pinus leiophylla*. Aunque en la mayoría de los casos se trata de un bosque mixto y casi en su totalidad se encuentra desplazado por la agricultura de temporal, existiendo solo un pequeño remanente situado en alguna barranca y zonas donde el suelo carece de vocación agrícola. Además de la especie citada es posible observar *Quercus crassipes*, *Juniperus deppeana*, *Prunus serotina* y *Buddleia cordata*, entre otros. Entre los 2,500 msnm, los pinares son casi exclusivamente dominados por *P. montezumae*, este es moderadamente alto (20-30 m), donde y con bastante frecuencia forman un cinturón continuo entre dicho rango latitudinal, aunque en ocasiones entran en su composición *Pinus pseudostrobus*, *P. teocote*, *Alnus jorullensis*, *Abies religiosa*, *Quercus laurina*, *Q. crassipes* y *Arbutus xalapensis*. Es muy frecuente observar árboles de *P. montezumae* y *P. pseudostrobus* parasitados por *Arceuthobium vaginatum*; *P. teocote* por *A. gollii*; y *Alnus jorullensis* por *Phoradendron velutinum*.

Los pinares de mayor altitud son los dominados por *P. hartwegii*; se desarrollan entre los 3,500 msnm y 4,200 msnm, que corresponde a la parte alta y fría de la montaña. Este bosque constituye el límite altitudinal superior de la vegetación arbórea, en general un bosque puro.

Bosque de Oyamel: Esta comunidad bien definida desde los puntos de vista fisiológico, ecológico y florístico se presenta en altitudes que van desde los 2,800 y 3,500 msnm, a veces sobrepasando un poco estos límites, casi siempre sobre suelos derivados de sedimentos aluviales, poco desarrollados profundos y gravosos, localmente con bloque de roca. Esta comunidad se encuentra formando manchones representativos en las barrancas situadas alrededor del volcán, tales como: Cañada grande, Barranca nexa, Barranca Briones y Barranca Huetziatl entre otras. En la mayoría de los casos se trata de un bosque mono específico con un estrato arbóreo, donde como único compuesto se encuentra *Abies religiosa*. Por lo general la

altura del bosque oscila entre 10 y 25 m, pero en ocasiones se han observado árboles viejos de hasta 35 m como con un grosor de casi un metro.

Bosque de Encino: Los encinares guardan relaciones estrechas con los pinares con los que comparten infinitudes ecológicas, por lo que es común encontrar bosques formados por ambos elementos. Esta comunidad habita desde los 2,200 hasta los 2,800 msnm, de altitud y no es del todo continua ya que en algunas partes, dominan únicamente los pinares debido por un lado a las condiciones microclimáticas y edáficas y por otro lado la intervención del hombre. En altitudes por debajo de los 2,500 msnm, los árboles dominantes son con frecuencia *Quercus laurina* y *Q. crassifolia*. A menudo *P. leiophylla* forma parte de la asociación. Estos encinares en su mayoría se encuentran fuertemente perturbados y solo se les encuentra habitando en pequeñas barrancas.

Pastizal Natural: (zacatonal): bajo el rubro de pastizales se consideran los tipos de vegetación en el que predominan las gramíneas. Indudablemente se trata de una comunidad secundaria favorecida por el disturbio, esta formación vegetal se presenta en forma de manchones relativamente pequeños en altitudes desde 2,600, hasta los 3,800 msnm, siendo más frecuente encontrar a esta comunidad ocupando los claros en medio del bosque de pino y oyamel. En general tiende a ocupar suelos profundos y ricos en materia orgánica. Las especies más comunes son *Festuca toluensis*, *Muhlenbergia macroura*, y *Stipa ichu*.

Chaparral: esta comunidad, se trata de una agrupación densa de encinos bajos y delgados que brotaron a partir de tocones, siendo el más común *Q. laurina*. Así como otras especies arbustivas como *Ceanothus coeruleus*, *Arctostaphylos discolor*, y *Baccharis conferta*. Este chaparral solo se encuentra en una pequeña porción al sur del volcán a los 3,300 msnm, en el estado de Puebla; es una comunidad secundaria que surgió después de una tala total y un incendio que dejó la superficie desprovista de vegetación, y que propició las condiciones para el establecimiento de dicha comunidad.

Páramo de Altura: (zacatonal alpino): este tipo de vegetación se presenta en las partes más altas del volcán entre los 4000-4300 msnm, constituyendo la vegetación de la cima, donde la insolación y el viento son intensos, por lo que la evaporación es alta, la

temperatura extrema, el suelo arenoso y pobre en materia orgánica con abundantes afloramiento rocosos que hacen de este paraje un lugar inhóspito; siendo la baja temperatura el factor limitante más importante. El cual constituye el filtro que pocas especies pueden resistir (Rzedowski, 1978; SARH, 1993; INEGI, 2000).

Recursos no maderables del Parque

Estos recursos naturales también generan recursos económicos por lo que son consumidos y aparte de su valor económico, estos producen adicionalmente otros beneficios tales como los servicios ambientales (captura de agua, protección de suelos, captura de carbono etc.) y la conservación misma de la biodiversidad. El aprovechamiento de los productos forestales no maderables (PFNM), no se basa en algún tipo de vegetación en particular, estos recursos incluyen a diversas partes de las plantas como: hojas, frutos, gomas, ceras, fibras, suelo, corteza, raíces, así como diferentes tipos de hongos. Para la mayoría de estos recursos su aprovechamiento se realiza por recolección (extractivismo) y es terminal, en otros casos se siguen procedimientos de recolecta en los que incluso se ponen en riesgo la capacidad reproductora de las plantas a largo plazo; porque se destruye o altera el hábitat o micro hábitat de las especies, o bien, porque el aprovechamiento es tan intensivo, que elimina en una superficie considerable a ciertos individuos y en ocasiones a especies completas, como sucede en el parque Malintzi. Varios estudios demuestran que el aprovechamiento de los PFNM proporciona las utilidades más bajas por unidad de área dentro del bosque, esta condición obliga a los colectores a sobre explotar el inventario, buscar nuevas actividades o bien manipular el bosque para obtener mejores utilidades.

Dentro de los trabajos que se están realizando por parte de la Comisión Estatal Forestal y de la Fauna Silvestre, con respecto a la conservación del parque, además de realizar reforestaciones con plántulas procedentes de otros bosques y viveros del país, no se están tomando en cuenta las consecuencias que trae consigo la pérdida de la microbiota nativa, la importancia en especial de las especies micorrizógenas que están asociadas a las plantas nativas, tampoco la recolección indiscriminada de hongos comestibles y destrucción de los no comestibles por parte de los pobladores de la montaña, los estados de Tlaxcala y Puebla no han tomado como punto esencial la prevención de esta extracción de material no maderable

y su importancia en la renovación del bosque de una manera seria (SEMARNAP, 1996; Cruz, 1992; García y Garza, 2001).

Los hongos ectomicorrízicos

Existe una faceta de los hongos, que desafortunadamente es poco conocida, pero si existiera una adecuada divulgación aportaría grandes beneficios a la agricultura, a las prácticas forestales para la recuperación de bosques, al mantenimiento del equilibrio de ciertos ecosistemas y a la disminución de la contaminación provocada por el uso indiscriminado de fertilizantes químicos. Una micorriza (del griego *mykes*: hongo y *rhiza* = raíz) es una asociación íntima (simbiosis) entre ciertos hongos nativos del suelo y las raíces de la mayoría de las plantas. La palabra fue acuñada por primera vez por Frank en 1885, para describir la unión de dos seres (hongo-planta), que forman una nueva estructura funcional altamente evolucionada, en donde la planta recibe nutrimentos minerales y agua, proporcionados por el hongo, mientras que este último obtiene los nutrimentos productos de la fotosíntesis (alimentos que la planta fabrica con la luz solar, agua y minerales), es decir las micorrizas constituyen el enlace entre los organismos fotosintetizadores y los que se nutren por absorción.

El tipo de micorriza, objeto de este estudio es la ectomicorriza, la cual se calcula es formada por solamente alrededor del 3% de las plantas conocidas, muchas de ellas de importancia forestal, frutícola y ornamental. Están formadas por hongos que producen carpóforos macroscópicos en los cuales se desarrollan millones de esporas. Las estructuras de estos hongos jamás penetran al interior de las células radicales, solamente forman estructuras miceliarias que envuelve por completo las raíces y que son conocidas como manto fúngico. Las ectomicorrizas se forman por la asociación de las raíces de árboles y plantas leñosas, principalmente en coníferas. La asociación, es un tipo de simbiosis mutualista cuya permanencia garantiza el desarrollo, crecimiento y la supervivencia de las especies participantes.

Las ectomicorrizas son muy específicas esto quiere decir que una especie de hongo solo puede vivir con algunas pocas especies de plantas, formando un manto. Aproximadamente del 3% de las plantas que forman este tipo de micorrizas, entre ellas destacan: pino, abedul, roble y eucalipto (Pinaceae, Betulaceae y Fagaceae) (Cruz, 1992; Villareal-Ruíz, 1996; Varma, 1998).

Importancia ambiental del parque

El recurso más importante que genera este importante volcán de 4,461 metros de altura, es el agua, casi todo el estado de Tlaxcala depende de él, así como el 80 % del municipio de Puebla. La Malintzi es el factor más importante para el clima de la zona, los árboles y agua juegan un papel fundamental en ello, pero la sola presencia física del volcán en buena parte lo determina.

De no existir este edificio natural, Tlaxcala y Puebla tendrían un clima, seco y semidesértico como el de Tecamachalco u Oriental, ambos municipios de Puebla.

Este Volcán condensa la humedad y determina el régimen de lluvias y de los vientos, cuando amanece, la cima del volcán se calienta más rápidamente que el valle y crea una corriente de aire; por la tarde, al enfriarse primero, genera el fenómeno inverso, lo cual determina la temperatura de las poblaciones que están bajo su influencia. De cada 1000 litros de agua que se incorporan a la cuenca hidrológica del río Zahuapan-Atoyac, más del 80% proviene de la Malintzi (SEDURBECOP, 2003; SEMARNAP, 2000; SEMARNAP, 2014).

Problemática del parque

La problemática ecológica muy importante en el parque, surge por la expansión de labores agropecuarias de la población, en lo que antes fuera bosque, y ha eliminado su cubierta vegetal. Además se ha incrementado el aprovechamiento de la madera, así como la producción de leña y carbón, y la quema de zacates para tener renuevos tiernos para el ganado han ocasionado la pérdida de las plántulas de renuevos naturales del bosque (SARH, 1993; SEGOB, 2002). Esta problemática, se puede describir por las acciones que se enlistan a continuación

Pérdida de biodiversidad. Las causas que han originado este proceso se relacionan directamente con el cambio del uso del suelo y la falta de alternativas productivas para la población asentada en el parque.

Cambios de uso de suelo. Originado por la presión del crecimiento urbano e industrial y de la actividad agropecuaria, son la principal causa de la deforestación, situación que se ha favorecido por la forma de la tenencia de la tierra y sus poseedores. Como efecto de este cambio, el suelo presenta fuertes procesos de erosión y con ello la pérdida acelerada de la fertilidad al destinarlos para la agricultura, y la pérdida de suelo por arrastre durante la temporada de lluvia.

Incidencia de incendios forestales. La alta incidencia se debe a la quema de pastos que tienen como finalidad favorecer renuevos, así como la práctica de quema agrícola que generalmente se salen de control.

Deforestación y Pastoreo. La tala clandestina para la obtención de productos maderables, así como la elaboración de carbón, establecen zonas de pastoreo, altamente destructivo para la renovación de la cubierta vegetal.

Recolección de leña. Es una actividad que se realiza en forma continua, el daño es menor en comparación con otras actividades forestales incluso se considera que hasta cierto punto, es una manera de mantener libre de material combustible, plagas y enfermedades. Sin embargo, cuando se vuelve una fuente de recursos económicos este produce un efecto contrario.

Contaminación del suelo. El problema radica en el origen y deposición de los residuos que son generalmente de uso doméstico, tanto de material plástico y vidrio así como los plaguicidas que se utilizan en la agricultura.

Calidad del agua. En lo que representa a este recurso, la principal repercusión se refleja en el cambio del régimen de lluvias, al que se suma el aumento de la velocidad de escurrimiento debido a la pérdida de cubierta vegetal, con lo que la infiltración y recarga de manto freático disminuye considerablemente.

Cálculos aproximados señalan que la superficie boscosa a la llegada de los españoles era aproximadamente de 75,000 ha, hoy la cifra difícilmente llega a 15,000 ha. También se calcula que se pierde un millón de toneladas de suelo por época de lluvia (SEGOB, 2002).

Contexto del trabajo de investigación

En la naturaleza, generalmente los organismos no se distribuyen al azar, sino que tienden a estar agrupados o estar espacialmente estructurados. La heterogeneidad espacial medio ambiental, de extraordinaria importancia, no siempre es detectada por las técnicas estadísticas clásicas, por lo que en los últimos años, se han desarrollado nuevas técnicas que permiten reflejar la estructura espacial de los fenómenos ecológicos (Diggle, 1983; Fortín *et al.*, 2002).

En muchas ocasiones, dependiendo de la escala de estudio, los elementos pueden describirse aceptablemente mediante sus coordenadas espaciales (x, y),

generándose un conjunto de datos que recibe el nombre de *patrón espacial de puntos*. La metodología habitual en el estudio de estas estructuras asume que el patrón espacial de puntos de una población, comunidad, etc., es una realización concreta de un *proceso espacial de puntos subyacentes*. Un proceso de puntos es un proceso estocástico que “genera” patrones de puntos aleatorios que comparten la misma estructura espacial, por ejemplo, patrones de Poisson (distribución completamente al azar), regulares o agrupados (de la Cruz Rot, 2006).

Bajo la suposición de *estacionaridad* (el proceso es homogéneo o invariante a la traslación) e isotropía (el proceso es invariante a la rotación), las características principales de un proceso de puntos pueden ser resumidas por su propiedad de primer orden (λ o intensidad, que es el número esperado de puntos por unidad de área en cualquier localidad) y por su propiedad de segundo orden, que describe las relaciones entre pares de puntos (por ejemplo, la probabilidad de encontrar un punto en las inmediaciones de otro).

En el caso de patrones uniformes o regulares, la probabilidad de encontrar un punto en las inmediaciones de otro es menor de la que tendría un patrón aleatorio, mientras que en los patrones agrupados la probabilidad es mayor.

El estimador más popular de las propiedades de segundo orden es la función K de Ripley, que las estima a todas las escalas.

La función K se define como

$$K(r) = \lambda^{-1} E \text{ (número de puntos en un radio } r \text{ alrededor de cualquier individuo)}$$

Donde

λ es la densidad de individuos (número de individuos por unidad de área) y

E denota el valor esperado o media.

La ventaja de la función K es que el valor teórico de $K(r)$ se conoce para varios modelos útiles de procesos de puntos espaciales (Kaluzny *et al.*, 1997). Por ejemplo, para el proceso de Poisson se cumple que si

- No hay dependencia espacial: $K(r) = \Pi r^2$
- Hay agrupamiento: $K(r) > \Pi r^2$
- Hay espaciado regular: $K(r) < \Pi r^2$

Dixon (2002) expone los estimadores que se utilizan comúnmente, y Venables y Ripley (2002) los desarrollan en lenguaje S. Estos estimadores están

programados en el sistema de cómputos S-PLUS 2000 que elabora también gráficos, esclarecen la interpretación.

Para la detección de CSR puede utilizarse el gráfico LHAT de Ripley. El gráfico LHAT representa al estimador de la función $L(r) = \sqrt{K(r)}/\pi$ y es una línea recta para un proceso aleatorio homogéneo de Poisson, lo que corresponde a la hipótesis de aleatoriedad espacial completa. Los puntos por encima de la recta indican la existencia de agrupamientos, mientras que los puntos por debajo indican espaciado regular.

Materiales y Métodos

El tipo de estudio en campo, fue descriptivo, de esta manera se propuso conocer la distribución geográfica de los hongos micorrizicos, en la zona de estudio, con lo cual se puede saber qué tipo de especies tienen mayor presencia, describiendo las características de los puntos de recolección resaltando el grado de perturbación existente, altura a la que se colectó el ejemplar y tipo de vegetación predominante. Las delimitaciones del área se registraron tanto en cartografía como a base del sistema de geoposicionamiento satelital.

El acceso al parque se realizó por San Miguel Cano, población perteneciente al municipio de Puebla. Se recorrió la zona de estudio bajo el criterio de localizar áreas de mayor a menor perturbación, describiendo el entorno, tomando en cuenta la vegetación de especies dominantes o características y grado de perturbación existente. Los muestreos, se realizaron en las áreas seleccionadas recorriéndolas en forma ascendente en zigzag hasta cercanías del manto arenoso de la montaña y posteriormente en forma descendente, seleccionando cuadrantes en cada ocasión y haciendo muestreo aleatorio de conglomerados, registrando su ubicación por medio de coordenadas por el sistema GPS (Flores y Álvarez-Sánchez, 2004).

Los ejemplares colectados se trasladaron al laboratorio, en donde se realizó el trabajo de identificación, y la propagación *in vitro* de su micelio para la preservación del germoplasma.

Método de muestreo. El muestreo de hongos en zonas con diferentes niveles y estructuras de suelo (cañadas, pendientes), así como diversidad en vegetación, generan la dinámica de utilizar un modelo de muestreo, que considere los datos necesarios y condiciones ecológicas del área, que permitan el análisis de su distribución.

Método de los cuadrantes. Es una modificación más eficiente del método de pares al azar, que se utiliza en el estudio y análisis de vegetación boscosa. En este caso se aplicó a los hongos ectomicorrizicos. Consiste en seleccionar una serie de puntos de muestreo en el área de estudio, utilizando un procedimiento adecuado, que puede ser al azar o fijando los mismos en una línea a un intervalo fijo, pero que garantice que en cada punto se midan hongos diferentes.

El área alrededor de cada punto se divide en cuatro cuadrantes orientados siguiendo los puntos cardinales. Dentro de cada cuadrante, el hongo más cerca del punto de muestreo se identifica, se determina su posición y se registra la distancia hasta el punto central de muestreo (Figura 1). Los datos de los cuatro hongos de cada punto de muestreo se registran en formularios preparados al efecto. El mismo procedimiento se repite en los demás puntos, hasta completar por lo menos 40 (Flores y Álvarez-Sánchez, 2004).

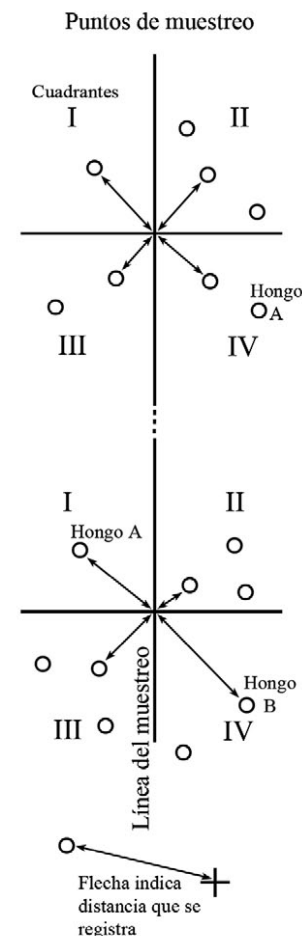


Figura 1. Patrón de muestreo por cuadrantes.



Figura 2. Localización y extracción de un ejemplar.

El método estadístico propuesto para este estudio fue un modelo de distribución espacial, con un análisis de varianza, con el cual se puede relacionar la gráfica de la zona con la especie de interés.

Método de recolección. La recolección de carpóforos se realizó entre mayo y octubre, de acuerdo a la metodología propuesta por Guzmán (1977), fue muy importante tener claro los datos que se tomarían de las diferentes características de los hongos las cuales se registraron en fichas técnicas, acompañando al ejemplar.

El material requerido y equipo convencional para el muestreo, fueron bolsas de papel cera y una cesta de mimbre, en la cual se logró que los hongos se conservaran frescos y aireados protegidos de las condiciones ambientales, se les colocó una etiqueta con su clave, localización y otras características complementarias como condiciones del terreno (planicie o pendiente), en qué tipo de sustrato se recolectó (humus, hojarasca, tronco), si existió evidencia de manejo agrícola, pastoreo, ganado o tala de árboles. Para coleccionar los hongos se utilizó una navaja, con la cual se extrajo completa y cuidadosamente el cuerpo fructífero o carpóforo del suelo, ya que todas sus partes son muy importantes para su identificación (Figura 2).

Durante la colecta se recogieron solo los hongos necesarios, se escogieron varios ejemplares en buenas condiciones, y en diferentes estadios de desarrollo. Los hongos se separaron en dos grupos, uno para el herbario y otro para el aislamiento. Para conservar los fue preciso deshidratarlos, el secado se hizo lo más rápido posible a temperatura entre 25 y 30°C, en una

campana de deshidratado que se elaboró con una parrilla eléctrica, cuando se secaron los hongos se aplicó una temperatura más baja para finalizar su deshidratación, los hongos secos se colocaron en bolsas de papel celofán con sus etiquetas (Guzmán, 1977).

Método de aislamiento del micelio de los hongos colectados

Medios de cultivo. Los medios de cultivo que se utilizaron fueron medios a base de agar con papa y dextrosa, (PDA), agar con extracto de malta (EMA) y medio de Melin Norkrans Modificado (MNM).

Aislamiento del micelio. El cuerpo fructífero se limpio perfectamente de los residuos del campo como suelo, hojas etc. y se colocó en un área estéril, el carpóforo se partió a la mitad con una navaja o bisturí estéril, con una pinza o aguja de disección se extrajo del interior una porción de tejido, colocándolo en una caja Petri con medio de cultivo, una vez inoculado, se etiquetaron las cajas y se incubaron a 25°C (Figura 3).

Durante el desarrollo miceliar se determinaron sus características microscópicas y macroscópicas; como forma del micelio, crecimiento, textura y tiempo de crecimiento. Las características microscópicas se refieren a las características hifales como hifas terminales y redondeadas, alantoideas, globosas en punta, incrustadas, elípticas, sinuosas, tortuosas lisas, filamentosas, ramificadas o con prolongaciones parietales, rizadas, y anastomosadas.



Figura 3. Obtención del tejido vegetativo en laboratorio.



Figura 4. Cultivo del micelio de los hongos colectados.

Determinación del deterioro del material biológico. Cuando el micelio cubrió la superficie del medio en las cajas Petri, se evaluó el tiempo en el que se manifestaron signos de envejecimiento o deterioro del micelio, atribuido a diferentes factores que actúan durante el crecimiento de la biomasa, esto puede ser por la carencia y/o agotamiento de los nutrientes en el medio, por la acumulación de secreciones enzimáticas propias del metabolismo del hongo, por alteración del pH en el medio, por la disminución de la concentración de oxígeno y la consecuente acumulación de CO₂, entre otros factores.

Para contrarrestar estas características las cepas se transfirieron periódicamente a una nueva caja de Petri (Figura 4). El tiempo que puede permanecer una cepa sin transferirse, depende de la especie y de la cepa misma (Ávila, 1988; Mukerji *et al.*, 2002).

Resultados

Delimitada la zona y los puntos en la carta topográfica con sus coordenadas de posición global, se describió la distribución de los hongos colectados, determinando a que altitud (msnm) se desarrollan, el tipo de vegetación asociada y el grado de perturbación del área correspondiente, en la Tabla 1, se describe las ubicaciones de siete especies y tres géneros.

Con los datos obtenidos para el género *Suillus*, se describió su distribución en la zona muestreada (Tabla 2). Estos datos fueron sometidos al análisis estadístico de distribución espacial con el programa S-Plus 2000, con la finalidad de comprobar dos hipótesis: a) los hongos colectados presentan una distribución aleatoria (completamente al azar), y b) los hongos colectados siguen una ley de distribución.

Contar con las coordenadas geográficas hizo posible estudiar la distribución espacial de dichos hongos, específicamente, fue posible probar la hipótesis de Aleatoriedad Espacial Completa (en inglés, Complete Spatial Randomness (CSR)) contra la hipótesis alternativa de que los hongos no presentan CSR, sino que se distribuyen como patrones regulares o con agrupamientos. Estadísticos tradicionales para la bondad de ajuste, como la Chi cuadrado, no pudieron detectar la heterogeneidad espacial, sin embargo, la medida de autocorrelación espacial de Moran detectó la existencia de agrupaciones de estos hongos.

De los 25 puntos de muestreo observados, se detectó la presencia de *Suillus* spp., en 9 de ellos (Linares

Tabla 1. Resultados obtenidos en cuanto a puntos muestreados y hongos colectados

14 Q	UTM	Altura	Julio		Agosto		Septiembre		Vegetación y perturbación
Longitud	Latitud	msnm	Especie	N	Especie	N	Especie	N	
593151	2122947	3122	<i>Boletus</i> sp. <i>Suillus</i> sp.	3 5	<i>Lactarius deliciosus</i>	12	<i>Lactarius deliciosus</i> <i>Russula brevipes</i>	5 2	Pino Media
588268	212145	3003	<i>Boletus</i> sp.	1	<i>Russula brevipes</i>	8	<i>Boletus</i> sp. <i>Suillus</i> sp.	3 2	Pino-encino Media
588901	2122303	3122	<i>Russula brevipes</i> <i>Boletus</i> sp.	4 1	<i>Amanita caesarea</i> <i>Boletus</i> sp.	2	<i>Boletus</i> sp.	2	Pino-encino
591000	2121700	3040	<i>Suillus</i> sp. <i>Amanita caesarea</i>	2 1	<i>Boletus</i> sp.	4	<i>Lactarius salmonicolor</i>	5	Pino-encino Media
599176	2121910	2707	<i>Suillus</i> sp. <i>Lactarius deliciosus</i> <i>Russula brevipes</i> <i>Boletus</i> sp.	5 3 2 3	<i>Russula brevipes</i>	7	<i>Lactarius deliciosus</i> <i>Russula brevipes</i>	8 3	Pino-encino Alta
593151	2122947	3122	<i>Boletus</i> sp. <i>Suillus</i> sp.	2 3	<i>Amanita caesarea</i> <i>Boletus</i> sp.	1 1	<i>Amanita caesarea</i> <i>Boletus</i> sp.	1 2	Pino-encino
598498	2121083	3030	<i>Boletus</i> sp. <i>Russula brevipes</i>	2 1	<i>Boletus</i> sp. <i>R. brevipes</i> <i>A. caesarea</i>	2 4 1	<i>Amanita caesarea</i> <i>Boletus</i> sp. <i>Russula brevipes</i> <i>Cortinarius</i> sp.	1 2 2 1	Pino-encino Alta

et al., 2004). Bajo la hipótesis nula de que estos hongos se comportaban según la ley de Poisson, con parámetro λ , se procedió a buscar su estimador máximo verosímil, dado por la media muestral igual a 0.36. Las probabilidades estimadas de presencia y ausencia de *Suillus* sp. fueron 0.6972 y 0.252. Como las observaciones son independientes, las frecuencias de las celdas poseen distribución multinomial con los parámetros anteriormente estimados, por lo que los valores esperados estimados de las frecuencias son, también respectivamente, 17.5 y 6.3. El estadígrafo Chi cuadrada observado tomó el valor 1.2856, que es menor que el punto crítico obtenido de la una distribución Chi cuadrada con un grado de libertad al nivel de significación del 10%. Por tanto, podemos concluir que la evidencia que proporcionan los datos no es suficiente para contradecir la hipótesis nula de que la variable aleatoria que define la presencia o ausencia de *Suillus* spp., posee una distribución de Poisson.

Sin embargo, la medida de autocorrelación espacial de Moran contradice los resultados de la prueba Chi-cuadrada de bondad de ajuste anterior. La correlación de Moran fue de 0.4792, con varianza de 0.0636 y error estándar de 0.2522. El estadístico Z fue igual a 2.065, por lo que la hipótesis nula de no

correlación espacial fue rechazada con p-empírico (dos colas) de 0.0389.

Para la detección de CSR, utilizamos el gráfico LHAT derivado de la función KHAT de Ripley. El gráfico LHAT (Figura 5) mostró valores positivos, por encima de la recta diagonal del gráfico, lo que indica que el género *Suillus* spp. de hongos ectomicorrízicos coleccionados en la parte poblana del Parque Nacional Malintzi no se presenta de manera aleatoria, sino que se ha detectado la existencia de agrupaciones en estos hongos.

Tabla 2. Coordenadas de ubicación del género *Suillus* en la zona de muestreo

14 Q	UTM	Altitud	Presencia
Longitud	Latitud	msnm	
598040	2120544	2962	no
598309	2121279	3020	no
598393	2121374	3024	si
599176	2121910	3131	si
599560	2122486	3240	si
599621	2122193	3220	no
598498	2121083	3030	si
598393	2121374	3024	si
599176	2121910	3131	si
599560	2122486	3240	si
599621	2122193	3220	no
598498	2121083	3030	si

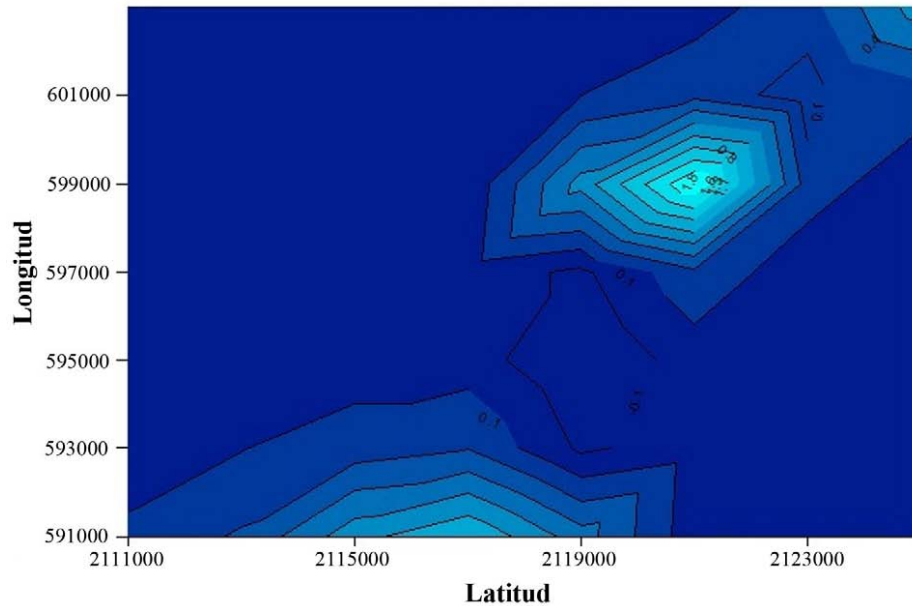


Figura 5. Gráfico LHAAT para *Suillus* spp.; las zonas más claras se representa la mayor distribución del género seleccionado.

El programa indicó que los hongos de este género observan una ley de distribución, al cumplirse esto, el programa nos permite modelar o graficar dicha distribución poblacional de este organismo y también poder predecir su presencia en zonas adyacentes que no se hayan muestreado. En la Figura 6 se puede apreciar en las zonas más claras dentro de las coordenadas de ubicación la distribución del género.

Se aislaron ocho cepas de los géneros: (2) *Russula* spp., (1) *Lactarius* spp., (1) *Cantharellus* spp., (3) *Suillus* spp., y (1) *Boletus edulis* determinando que los medios apropiados para su crecimiento en laboratorio fueron el extracto de malta (EMA) y el de Melin Norkrans Modificado (MNM). Los periodos de incubación fueron de tres a cuatro semanas, realizando re-siembras de cada cepa (Figura 7).

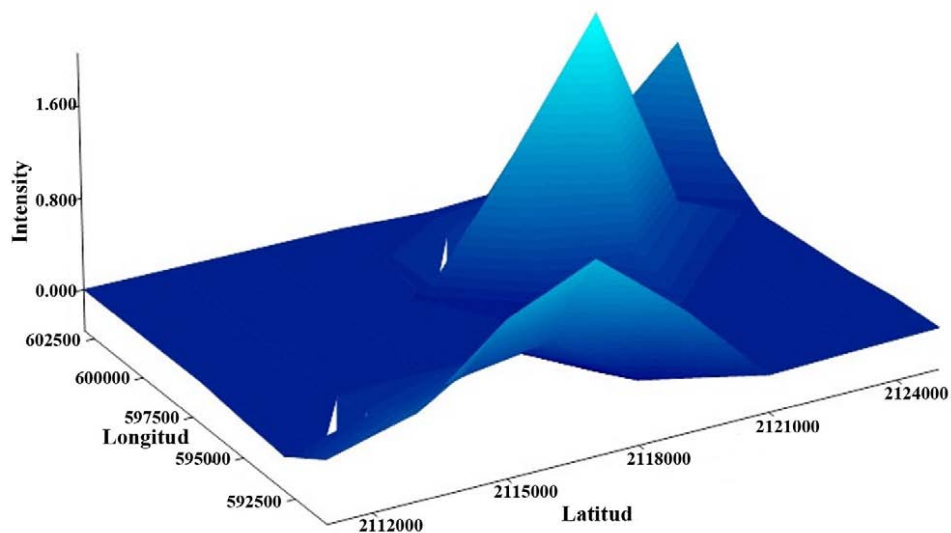


Figura 6. Distribución espacial de *Suillus* spp. en coordenadas del área; la zona más clara se representa la mayor distribución del género en tercera dimensión.



Figura 7. Micelio desarrollado de *Boletus edulis*.

Conclusiones

Considerando este trabajo como una etapa inicial de reconocimiento y muestreo de una parte de la zona poblana del Parque Nacional Malintzi, se colectaron especies de hongos en diferentes cuadrantes en el intervalo de altura promedio entre 2,000 y 3,000 msnm, gran parte del material biológico colectado requiere aún ser identificado.

El micelio o germoplasma de los hongos es difícil de cultivar en medios sintéticos, no obstante, ocho cepas fueron cultivadas. Su adaptación fue adecuada en los medios de cultivo EMA y MNM, esto permitirá proponer el inicio del proyecto, sobre micorrización *in vitro* a plántulas nativas del parque, por lo que la creación de viveros con especies nativas, será fundamental.

La descripción de la distribución espacial de los hongos micorrízicos permitirá generar un inventario, crear un mapa de localización y señalamiento de las zonas más deterioradas. Con esto se podrá realizar

una propuesta de reforestación sostenible en el sistema forestal de la Malintzi, en busca de la conservación del recurso suelo y la biodiversidad fúngica en la parte poblana del parque nacional.

En el análisis de la distribución espacial de los hongos, se utilizaron los estimadores de Ripley para la función K y los gráficos KHAT y LHAT que permiten una fácil interpretación. Los resultados obtenidos revelan que en la mayoría de los géneros observados no se cumple la hipótesis de aleatoriedad espacial completa. Por el contrario, estos hongos tienden a estar agrupados y están espacialmente estructurados.

Es conocido que dentro de problemática ambiental y el deterioro de los bosques, se encuentra la deforestación y la erosión de los suelos. Que se originan, entre otros factores, por el cambio de uso de los suelos, la tala clandestina, incendios forestales, el sobre pastoreo y la falta de una cultura silvícola. Este último factor genera la pérdida irreversible de especies, entre

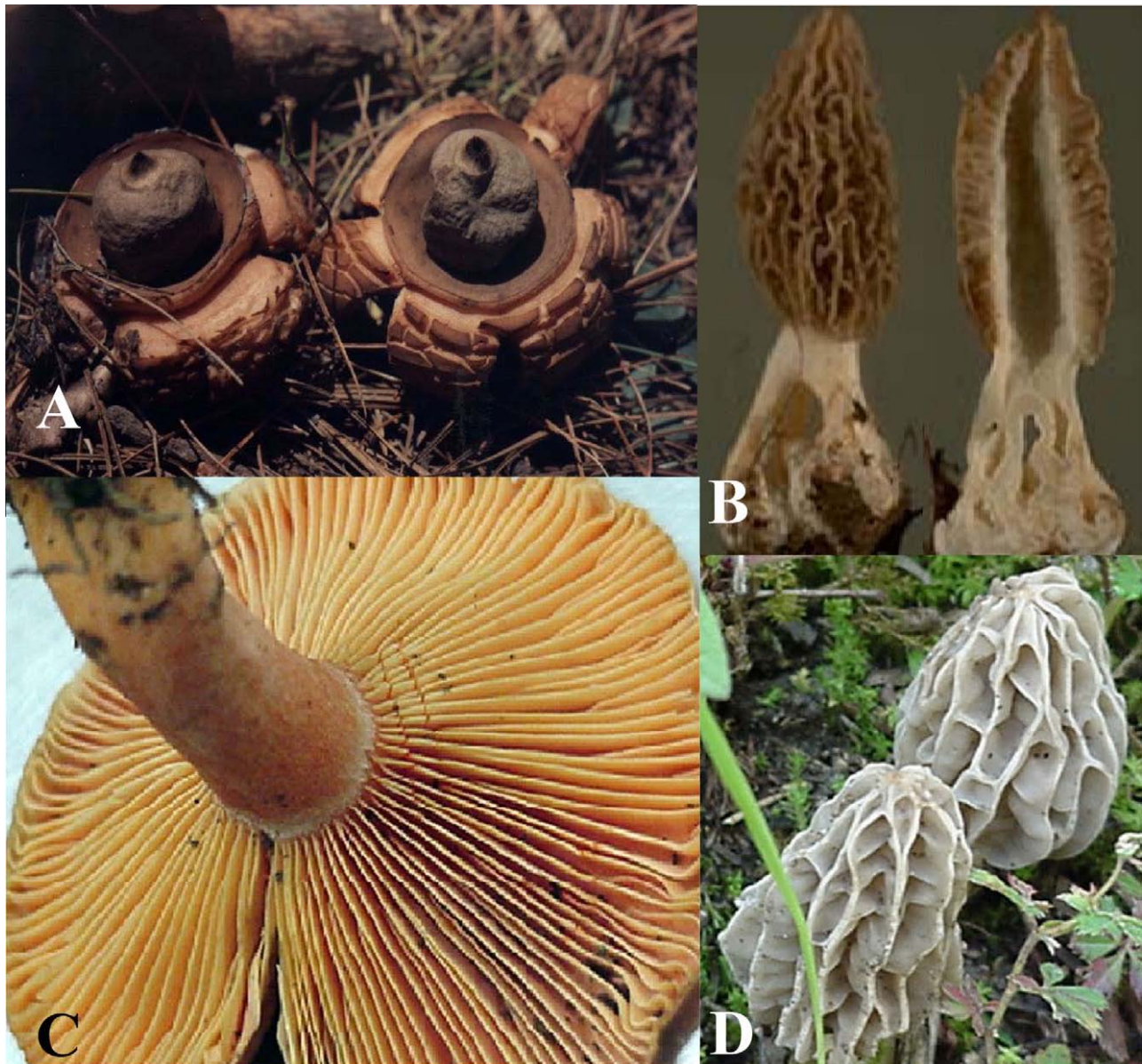


Figura 8. Fotos de ejemplares de cuatro especies de los hongos colectados que fueron identificados. A. *Geastrum triplex*; B. *Morchella elata*; C. *Lactarius deliciosus*; D. *Morchella esculenta*.

ellas, los hongos ectomicorrízicos. Los árboles, en todo el mundo, aun los que no están siendo cortados, están muriendo por causas diversas, incluyendo enfermedades, contaminación y degradación del suelo. Las amenazas a los bosques no son simples amenazas a los árboles, hay que comprender que cuando desaparezcan los árboles también desaparece todo lo que depende de ellos, desde hongos y microorganismos hasta flora y fauna.

El desarrollo de métodos para describir la configuración espacial de un conjunto de puntos y la posible relación con otros fenómenos espaciales es de extraordinaria importancia y es aún un reto para la estadística como ciencia. En particular, el poder describir cómo está distribuido éste y otros hongos micorrízicos en el parque permitirá generar una propuesta de reforestación sostenible en el sistema forestal de la Malintzi.

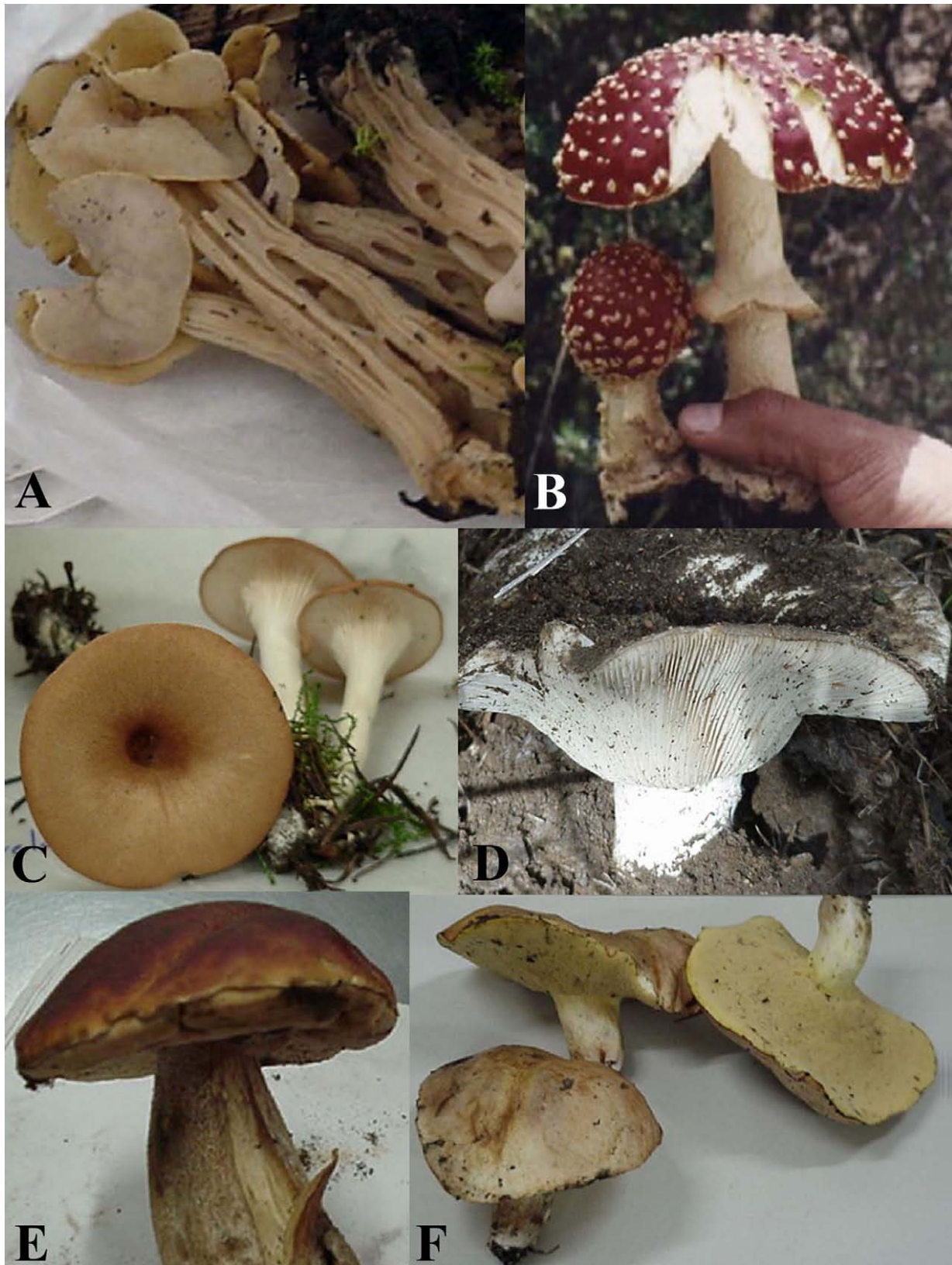


Figura 9. Fotos de ejemplares de seis especies de los hongos colectados que fueron identificados. A. *Helvella crispa*; B. *Amanita muscaria*; C. *Clytocibe gibba*; D. *Russula brevipes*; E. *Boletus edulis*; F. *Suillus luteos*.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a la Red PRO-MEP: Calidad Ambiental y Desarrollo Sustentable y al Cuerpo Académico en Uso, Manejo y conservación de la Biodiversidad, perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, por la oportunidad de participar en este proyecto editorial.

Literatura citada

- Ávila, Z., H. 1988. Aislamiento, caracterización y confirmación de micelio de cuatro especies de amanitas (Agaricales) de México. Tesis. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal. 180 p.
- Boa, E. 2005. Los hongos silvestres comestibles, perspectiva global de su uso e importancia para la población. Productos Forestales no Maderables No. 17. FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Roma. 176 p.
- Cruz, U. B. 1992. Micorrizas en la conservación de los bosques. *Ciencia Ergo Sum* 6(2): 7.
- De la Cruz Rot, M. 2006. Introducción al análisis de datos mapeados o algunas de las (muchas) cosas que puedo hacer si tengo coordenadas. *Ecosistemas*. 2006/3 España Monográfico. pp 1-21. Página en red: <http://www.revistae-cosistemas.net/articulo> ; (consultada 22 febrero, 2006).
- Diggle, P. J. 1983. The statistical analysis of spatial point patterns. London: Academic Press. 148 p.
- Dixon, P. M. 2002. Ripley's K function. *En: El-Shaarawi, A. H., and W. W. Pigorsch. (eds). Encyclopedia of Environmetrics*. Chichester: John Wiley. Vol. 3, pp. 1796-1803.
- FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. 2010. Global Forest Resources Assessment 2010. Main report. FAO Forestry paper 163. Italy, Roma. 340 p.
- FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. 2012. El estado de los bosques del mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Roma. 51 p.
- Flores, J. S., y J. Álvarez-Sánchez. 2004. Flora y vegetación. *En: Bautista, F., y H. Delfin. (Ed). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. Universidad Nacional Autónoma de México, CONACYT. México, Distrito Federal, México. pp. 303-325.
- Fortín, M. J., R. T. Mark, Dale, y Jay ver Hoef. 2002. Spatial analysis in ecology. *En: El-Shaarawi, A. H., and W. W. Piegorsch (eds). Encyclopedia of Environmetrics*. Chichester: John Wiley. Vol. 4, pp. 2051-2058.
- García, J. J., y O. Garza. 2001. Conocimiento de los hongos de la familia Boletaceae de México. *Ciencia UANL/VOL. IV, No. 3* pp. 336-344. Página en internet: <http://www.uanl.mx/publicaciones/trayectorias/> ; (consultada 15 enero, 2012).
- Gobierno del Estado de Puebla. 1999. Plan Estatal de Desarrollo 1995-2005. México. Página en red: <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/3/1428/14.pdf>; (Consultada 13 enero, 2012).
- Gobierno del Estado de Tlaxcala – Gobierno del Estado de Puebla. 2001. Programa de Manejo Integral del Parque Nacional “La Malinche” Tlaxcala-Puebla, México. Página en red: <http://ordenjuridicodemo.segob.gob.mx/Estatal/TLAXCALA/Reglamentos/TLAXREG61.pdf> ; (Consultada 13 enero, 2012).
- Guzmán, G. 1977. Identificación de los hongos comestibles venenosos y alucinantes. LIMUSA, México. pp. 18-23.
- INEGI. Instituto Nacional de Geografía y Estadística. 1990. XI Censo General de Población y Vivienda. Página en red: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/consulta.asp?p=16653=&c=11893&sest> ; (consultada 25 septiembre, 2010).
- INEGI. Instituto Nacional de Geografía y Estadística. 2000. Inventario Forestal Nacional. Página en red: <http://www.ejournal.unam.mx/cnc/no64/>; (consultada 13 agosto, 2012).
- INI-PNUD. Instituto Nacional Indigenista - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2000. Estado del desarrollo económico y social de los pueblos indígenas de México. Página en red: http://www.cdi.gob.mx/idh/informe_desarrollo_humano_pueblos_indigenas_mexico_2006.pdf; base electrónica 2000; (Consultada 13 enero, 2012).
- Kaluzny, S. P., S. C. Vega, T. P. Cardoso, y A. A. Shelly. 1997. S+Spatial Stats: User's Manual for Windows and Unix, Seattle, USA: MathSoft, Inc.
- Linares, G., Marín, M., Cruz, A. y V. Silva. 2004. Detección de aleatoriedad en un patrón de puntos espaciales: modelación espacial de hongos *Bolletus* en la zona poblana de la Malintzi. *En: Rodríguez, C. A., E. R. Rivera, y J. M. Pérez. Memoria del XIV Congreso del INCA*. Cuba. pp. 79-85
- MathSoft. 2000. S-PLUS: S+Spatial Stats. 2000. Professional Release 2. [computer program] MathSoft, Inc., Seattle.
- Mukerji, K., C. Manoharachary, y B. Chamola. 2002. Techniques in Mycorrhizal Studies. Kluwer Academic Publisher. 553 p.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, Distrito Federal, México. 432 p.
- SARH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1993. Diagnóstico del Parque Nacional Malinche o Matlacueyatl, Tlaxcala. Subsecretaría Forestal y de fauna Silvestre. Pausa. Noviembre. 39 páginas, más cinco anexos: florístico, faunístico, jurídico y cartográfico. 18 p.
- SEDURBECOP. 2003. Programa Estatal de Protección al Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable 2003-2005, Gobierno del Estado de Puebla. México. Página de

- internet: <http://docs.mexico.justia.com.s3.amazonaws.com/estatales/puebla/ley-para-la-proteccion-del-ambiente-natural-y-el-desarrollo-sustentable-del-estado-de-puebla.pdf> ; (consultada 15 febrero, 2012).
- SEGOB. Secretaría de Gobernación. Diario Oficial de la Federación. 2002. Programa del manejo integral del Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlalcueyatl. Página en red: http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5294346 ; (consultada 20 septiembre, 2014).
- SEMARNAP. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1996. Acuerdo de coordinación mediante el cual se transfiere la administración del Parque Nacional denominado La Malinche a los gobiernos de Tlaxcala y Puebla. Página en red: http://www.diario-o.com/dof/1996/02/27/semarnap_27feb96.htm ; (consultada 20 enero, 2010).
- SEMARNAP. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales, RDS, PNUD. 2000. Áreas Naturales Protegidas. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAP. México. 800 p.
- SEMARNAP. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2014. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. México. Página en red: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf> ; (consultada 12 septiembre, 2014).
- Vargas, M. F. 1984. Parques Nacionales de México y Reservas Equivalentes. Pasado, presente y futuro. Colección: Los Grandes Problemas Nacionales. Instituto Nacional de Ecología. 266 p.
- Varma, A. (Ed.). 1998. Mycorrhiza manual. Springer-Verlag, New York, Volume 161, Issue 6, 700 p.
- Venables, W. N., y B. D. Ripley. 2002. Modern Applied with S. 4ta. ed. New York: Springer-Verlag. 498 p.
- Villarreal-Ruiz, L. 1996. Los Hongos Silvestres: Componentes de la Biodiversidad y Alternativa para la Sustentabilidad de los Bosques Templados de México. Informe Final, Proyecto-CONABIO C066. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Estado de México. 88 p.

Los hongos poliporoides de la subcuenca del río Metztlán, Hidalgo, México

Leticia Romero-Bautista, Miguel Ángel Islas-Santillán, Maritza López-Herrera, Nahara Ayala-Sánchez, Irma Estela Soria-Mercado, Amelia Portillo-López, Tania Raymundo-Ojeda, y Ricardo Valenzuela-Garza

Resumen

Los hongos poliporoides son excelentes descomponedores de la madera, aunque también hay ectomicorrizógenos; su importancia ecológica radica en que ayudan a mantener el equilibrio del ciclo del carbono en la naturaleza. Además presentan potencial biotecnológico dadas sus características nutrimentales, medicinales y degradadoras, por su capacidad de producir metabolitos secundarios y ser potencialmente cultivables. Se analiza la importancia del impacto ambiental en los ecosistemas de la subcuenca del río Metztlán y la diversidad de este grupo de hongos asociados a ellos. Se revisaron ejemplares de herbario y se realizaron exploraciones micológicas en 13 comunidades vegetales de 11 municipios, y 37 localidades de la zona de estudio. Se determinaron 62 especies clasificadas en 13 familias y 6 órdenes, se indican los hábitos de vida de las especies, encontrándose 10 micorrizógenas, 30 saprófitas, y 22 parásitas y en relación a su uso 21 especies son comestibles, 39 medicinales, tres tóxicas, nueve con potencial en biorremediación, además de 11 potencialmente cultivables. La deforestación, la urbanización y las alteraciones de las condiciones bioclimáticas han modificado el ciclo hidrológico, el clima y la biodiversidad, lo cual afecta los ecosistemas asociados a esta subcuenca y pone en riesgo la permanencia de las especies fúngicas que tienen relevancia ecológica, económica y social en beneficio de las comunidades.

Palabras clave: subcuenca, área natural protegida, recursos forestales no maderables, comestible, medicinal, biotecnológico

Introducción

La diversidad de hongos en México se estima en 140,000 especies, de los cuales solo se conoce el 6.6 %, 2,000 corresponden a micromicetos y 4,000 a macromicetos (Guzmán, 1995); particularmente en el estado de Hidalgo, se han reportado alrededor de 620 especies de macromicetos (Varela y Cifuentes 1979; Frutis y Guzmán 1983; Villarreal y Pérez-Moreno, 1989; Romero-Bautista *et al.*, 2010).

Con base en Ryvar den (1991) las especies del grupo de los poliporoides se han ubicado en gran variedad

de órdenes y familias, a nivel mundial se conocen alrededor de 2,000 especies, que anteriormente se agrupaban en 12 familias del orden Aphyllophorales. Actualmente se clasifican en 21 familias de los órdenes Agaricales, Boletales, Cantharellales, Gloeophyllales, Hymenochaetales, Polyporales, Russulales, Thelephorales y Trechisporales (Kirk *et al.*, 2008) y todas están representadas en México.

Bandala *et al.* (1993) realizaron una revisión bibliográfica de los hongos poliporoides de México y mencionaron 357 especies, que corresponden a 91 géneros y representan el 17% a nivel mundial. Estas cifras

se han incrementado a 421 especies a la fecha con los trabajos de Nava y Valenzuela (1993), Valenzuela *et al.* (1994, 1996, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2011, 2012a,b, 2013), Rodríguez-Alcantar *et al.* (1996), Raymundo y Valenzuela (2003), Montaña *et al.* (2006), Raymundo *et al.* (2008, 2009, 2012a,b, 2013a,b,c), Romero-Bautista *et al.* (2010) y Amalfi *et al.* (2012). Con respecto a los estudios que se han realizado en el estado de Hidalgo sobre hongos poliporoides, destacan los de Romero-Bautista y Valenzuela (2008) quienes estudiaron 73 especies de las Áreas Naturales Protegidas del estado y Romero-Bautista *et al.* (2010) quienes registran 104 especies para la entidad.

Romero-Bautista *et al.* (2010) consideraron 12 especies comestibles con alto valor nutrimental que contienen vitaminas, proteínas, minerales y fibra, 200 medicinales con propiedades antitumorales, anticancerígenas, inmunomoduladoras, antihiperlipémicas y cardiorreguladoras, entre otras, así como 3 especies con potencial biotecnológico para obtención de metabolitos secundarios, elaboración de productos nutracéuticos, establecimiento de cultivos y aplicaciones en biorremediación. En este trabajo se analiza la importancia de la subcuenca del río Metztitlán, su influencia en los ecosistemas que la conforman en relación a los hongos poliporoides y el impacto ambiental que la actividad humana ha generado. Así mismo, se registran algunas especies y se hace una revisión de su potencial de uso de acuerdo con datos reportados para este grupo.

Las cuencas hidrográficas

Las cuencas hidrográficas formadas por el escurrimiento de arroyos y ríos superficiales o subterráneos fluyen desde las montañas y mesetas, entrelazando los valles con las costas al transportar los nutrientes hasta las planicies y deltas de los ríos (Cotler *et al.*, 2010). Sus características físicas (altura, caudal, área, relieve y clima) han favorecido el desarrollo de diversos ecosistemas entre los que se encuentran: bosque tropical perennifolio, bosque tropical subperennifolio, bosque tropical caducifolio, bosques espinosos, matorral xerófilo, pastizal, bosque de *Quercus*, bosque de coníferas y bosque mesófilo de montaña, en donde interactúan el agua y la biodiversidad que albergan.

En el Programa Hídrico Nacional, son consideradas zonas prioritarias porque promueven y preservan el equilibrio ecológico de las zonas en donde se ubican, como ocurre en las cuencas con zonas boscosas,

que tienen un papel clave en la producción de O₂, procesamiento de CO₂, conservación del suelo, recarga de mantos acuíferos, así como en la preservación de flora, fauna y micobiota.

México es uno de los 12 países con mayor biodiversidad, que debería ser reconocido en primer lugar como un país con aptitud forestal por encima de su vocación agrícola y ganadera, debido a sus diferentes tipos de vegetación. Sin embargo, resulta contrastante que se encuentra entre las naciones con mayor pérdida de superficie forestal, que es transformada en zonas agrícolas, ganaderas, centros urbanos y suburbanos, para atender la demanda alimenticia, industrial y de vivienda (Serrano-Gálvez, 2002). Esta presión repercute en las cuencas hidrográficas, causando problemas en el balance hídrico por la sobreexplotación de mantos acuíferos, contaminación de afluentes y deforestación, debido a que más del 75% de la población se concentra en 13 cuencas: cuenca de México, Lerma-Chapala, Grijalva-Usumacinta, península de Yucatán y de los ríos Balsas, Bravo, Santiago, Pánuco, Papaloapan, Nazas, Verde, Tijuana y Tecolutla, mientras que el 25% se sitúa en las 380 cuencas restantes (Cotler *et al.*, 2010).

Estudios realizados con base en el grado de fragmentación de los ríos y el estado de la vegetación, determinaron que las cuencas de México, río Balsas, Lago de Cuitzeo, río Bravo, río Santiago, río Pánuco y río San Luis Potosí presentan mayor deterioro ecohidrológico (Cotler *et al.*, 2010).

El proceso de transformación ambiental de nuestro país ha sido gradual y progresivo; durante la época precolombina los territorios americanos estuvieron habitados por culturas indígenas, con un profundo respeto por la tierra y una cosmovisión que giraba en torno a los recursos naturales (González, 2001). Sin embargo, a partir de la conquista, el paisaje se cambió de manera evidente durante los siglos XVI y XVII del Virreinato, con una intensa deforestación. Además, el despojo de tierras a los indígenas obligó su desplazamiento a zonas forestales. De igual forma la construcción de nuevas ciudades, la necesidad de combustible en los hogares y la explotación minera, demandaron el consumo de grandes cantidades de recursos (González, 1992) y contribuyeron a la explotación de los bosques en el centro del país (Castañeda-Rincón, 2006). Humboldt en 1803 estimó que la mitad de la Nueva España estaba forestada, mientras que Simonian (1999) calculó que al inicio del Virreinato

tres cuartas partes de su superficie estaban cubiertas por bosque y que al término de éste periodo, se había perdido una cuarta parte.

Esta situación empeoró después de la Independencia y en el Porfiriato, al norte del país las haciendas dedicadas a la ganadería extensiva alteraron las zonas áridas y semiáridas, en el altiplano las empresas reanudaron la explotación minera, mientras que al sur el cultivo extensivo de azúcar, café, cacao, tabaco, hule, henequén y la explotación de maderas preciosas, perturbaron selvas y bosques. Así mismo, el impulso del ferrocarril y el desarrollo industrial demandaron grandes cantidades de carbón, ocasionando un cambio drástico en los ecosistemas, disminuyendo las poblaciones de mezquite, encino y coníferas principalmente (Castañeda-Rincón, 2006).

Durante el gobierno del General Lázaro Cárdenas del Río, se realizó el reparto agrario y el fraccionamiento de latifundios, concediendo a los ejidatarios predios improductivos sin sistemas de riego, ni infraestructura, y con áreas boscosas que fueron transformadas en campos de cultivo poco productivos, que perdieron su fertilidad debido a su ubicación en laderas de montañas.

Entre los años de 1940 y 1980, fueron devastadas 9 millones de hectáreas de selvas tropicales en el sureste mexicano (50% de la cobertura original), para crear potreros con pastizales inducidos y favorecer la ganadería extensiva (Challenger, 1998). Así mismo, la colonización de zonas tropicales, la apertura de caminos, la ampliación de carreteras y la construcción de presas para abastecer de agua y generar electricidad, han contribuido a la reducción, fraccionamiento y destrucción de ecosistemas, de tal forma que se calcula que el área actual de las selvas altas equivale solamente al 10% de la superficie original (Rzedowski, 2006). Datos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2001), indican que la superficie deforestada en México entre los años de 1993 y 2000 fue de 7'894,921 ha, con una tasa anual de 1,127,845 ha, y de continuar esta tendencia pudieran desaparecer las selvas en 58 años y los bosques en 127 (Serrano-Gálvez, 2002).

Uso de los productos forestales en México

Los ecosistemas boscosos proporcionan Productos Forestales Maderables (PFM) constituidos por vegetación leñosa susceptible de aprovechamiento y Productos Forestales No Maderables (PFNM) que

incluyen los servicios ambientales asociados y bienes de origen biológico distintos a la madera, leña y carbón vegetal (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2001), utilizados para obtener alimentos, medicinas, fibras, aceites, colorantes y materiales para construcción, que se destinan al autoconsumo y comercialización (Zamora *et al.*, 2001) y de acuerdo a las normas oficiales mexicanas NOM-010, NOM-027 y NOM-028, se definen como la vegetación y hongos de poblaciones naturales, sus partes, sustancias y residuos, no constituidos por materiales leñosos y los suelos de terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal.

De acuerdo a Tejada *et al.* (1998), alrededor de 1,000 PFNM son extraídos principalmente de los bosques templados ubicados en la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur y Sierra Madre de Chiapas, entre los que destacan: resinas, exudados, aceites esenciales, tierra de monte, especies vegetales ornamentales y medicinales, cortezas, colorantes, taninos, follaje, flores, frutos, raíces, rizomas, conos, semillas forestales y hongos silvestres (Figura 1).

Existen reportes sobre el aprovechamiento tradicional de más de 240 especies de hongos silvestres con propósitos alimentarios, medicinales y ceremoniales, tal es el caso de los estados de Chihuahua, Durango, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca en donde se conoce el uso de 185 especies, distribuidas en 40 familias (Zamora-Martínez *et al.*, 2001).

Los Hongos Comestibles Silvestres (HCS) destacan por su importancia cultural, alimentaria y económica entre la población indígena y mestiza de zonas rurales, debido a que su recolecta, consumo, y venta en tianguis y mercados durante la temporada de lluvias contribuye a la subsistencia familiar, además de ser una opción para el manejo sustentable de los bosques (Bandala *et al.*, 1997; Montoya *et al.*, 2003 y 2004; Garibay-Orijel *et al.*, 2006; Ruan-Soto *et al.*, 2006) (Figura 2).

Sin embargo, la legislación mexicana para el aprovechamiento de éste recurso cuenta con 2 normas oficiales: NOM-059-SEMARNAT-2010 en la que se categorizan 46 especies de hongos en diferente nivel de riesgo: 10 en peligro de extinción, 28 amenazadas y 8 con protección especial; y la NOM-010-RECNAT-1996 que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hongos.



Figura 1. Recolección de hongos silvestres comestibles en Acaxochitlán, Hidalgo.

Con base en éstas normas y otros estudios, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) editaron de manera conjunta el “Manual que establece los Criterios Técnicos para el Aprovechamiento Sustentable de Recursos Forestales no Maderables de Clima Templado-Frío”, que incluye fichas técnicas de 8 especies de HCS, con especificaciones para su recolecta y comercialización.

Área de estudio: Subcuenca Hidrográfica del Río Metztlán (RH26DV)

El estado de Hidalgo ocupa el 1.1% del territorio nacional (INEGI, 2014), cuenta con una superficie prioritaria de conservación de 614,157.38 ha, que equivale al 29.38% de su territorio, posee 36 Áreas Naturales Protegidas (ANP), de carácter federal, estatal y municipal, que en conjunto suman una extensión de 139,357.56 ha, lo que representa el 22.9% de la superficie prioritaria de conservación y el 6.67% del territorio estatal.



Figura 2. Venta tradicional de hongos en el tianguis de Acaxochitlán, Hidalgo.

Está comprendido en dos regiones hidrográficas: 1) Región Pánuco: con las cuencas de México y del Río Pánuco; 2) Región Norte de Veracruz: con las cuencas del Río Tecolutla, Río Cazones y Río Tuxpan-Pantepec (INEEC, 2014).

La región hidrológica del Río Pánuco está dividida en dos zonas: “Alto Pánuco” y “Bajo Pánuco”. La primera incluye las subcuencas del río Tula y San Juan del Río (afluentes del Río Moctezuma), así como las subcuencas de Metztlán y Amajac (afluentes del río Amajac), que en conjunto constituyen la cuenca del río Moctezuma.

La subcuenca del río Metztlán se ubica entre los paralelos 19° 53' 41" y 20° 45' 05" N y los meridianos 98° 55' 04" y 98° 08' 39" O, abarca una superficie de 329,053.9 ha, presenta un gradiente altitudinal entre 1,250 msnm (Laguna de Metztlán) y 3,100 msnm (Sierra de Singuilucan). El 89.9 % de ella cruza al estado en dirección sureste-noroeste a lo largo de los municipios de Acatlán (1), Acaxochitlán (2), Agua

Blanca de Iturbide (4), Atotonilco el Grande (12), Cuauhtepac de Hinojosa (16), Eloxochitlán (20), Epazoyucan (22), Huasca de Ocampo (24), Metepec (35), Metztlán (37), Mineral del Monte (39), Omitlán de Juárez (45), San Agustín Metzquitlán (36), Santiago Tulantepec de Lugo (56), Singuilucan (57), Tenango de Doria (60), Tulancingo de Bravo (77) y Zacualtipán de Ángeles (81), además del municipio de Huayacocotla en el estado de Veracruz (6.4 %) y los municipios de Chignahuapan y Honey en el estado de Puebla (3.7 %) (3).

Se observa que la distribución de la vegetación a lo largo de la cuenca está determinada por la condición barlovento-sotavento (Barradas *et al.*, 2004), en los bordes de la cuenca (barlovento) las montañas captan la mayoría de la precipitación (al noreste Zacualtipán y Agua Blanca, al sureste Acaxochitlán, al sur Singuilucan y al suroeste la sierra de Pachuca), lo que permite el desarrollo de vegetación de clima templado (bosque mesófilo de montaña, bosques de *Pinus* y *Pinus-Quercus*); mientras que en la parte interna de la cuenca (sotavento) el viento tiene humedad reducida por el efecto llamado “sombra geográfica” y la escasez de precipitaciones favorece el desarrollo de matorral xerófilo crassicaule, espinoso y rosetófilo.

La porción oriental de la cuenca del río Metztlán está franqueada por la región terrestre prioritaria de México RTP-102 “Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental”, que abarca los estados de Hidalgo, Puebla y Veracruz, a través de los municipios hidalguenses de Acatlán, Acaxochitlán, Agua Blanca de Iturbide, Calnali, Cuauhtepac de Hinojosa, Eloxochitlán, Huazalingo, Huehuetla, Huejutla de Reyes, Lolotla, Metepec, Metztlán, Molango de Escamilla, San Agustín Metzquitlán, San Bartolo Tutotepec, Tenango de Doria, Tepehuacán de Guerrero, Tianguistengo, Tlanchinol, Xochicoatlán, Yahualica y Zacualtipán, con un gradiente altitudinal que oscila entre 400 y 2,500 msnm. Las áreas más integradas están al norte, mientras que la parte central presenta mayor fragmentación hacia Huayacocotla; al sur se encuentran fragmentos con vegetación secundaria y pastizales inducidos. Se considera un corredor biológico que interconecta los bosques mesófilos entre la sierra Norte de Puebla y la región de Tlanchinol en Hidalgo, además cuenta con relictos de selvas altas perenifolias, medianas subperenifolias, encinares tropicales, bosques de *Pinus-Quercus* y bosques de *Abies* con alta diversidad biótica (CONABIO, 2000).

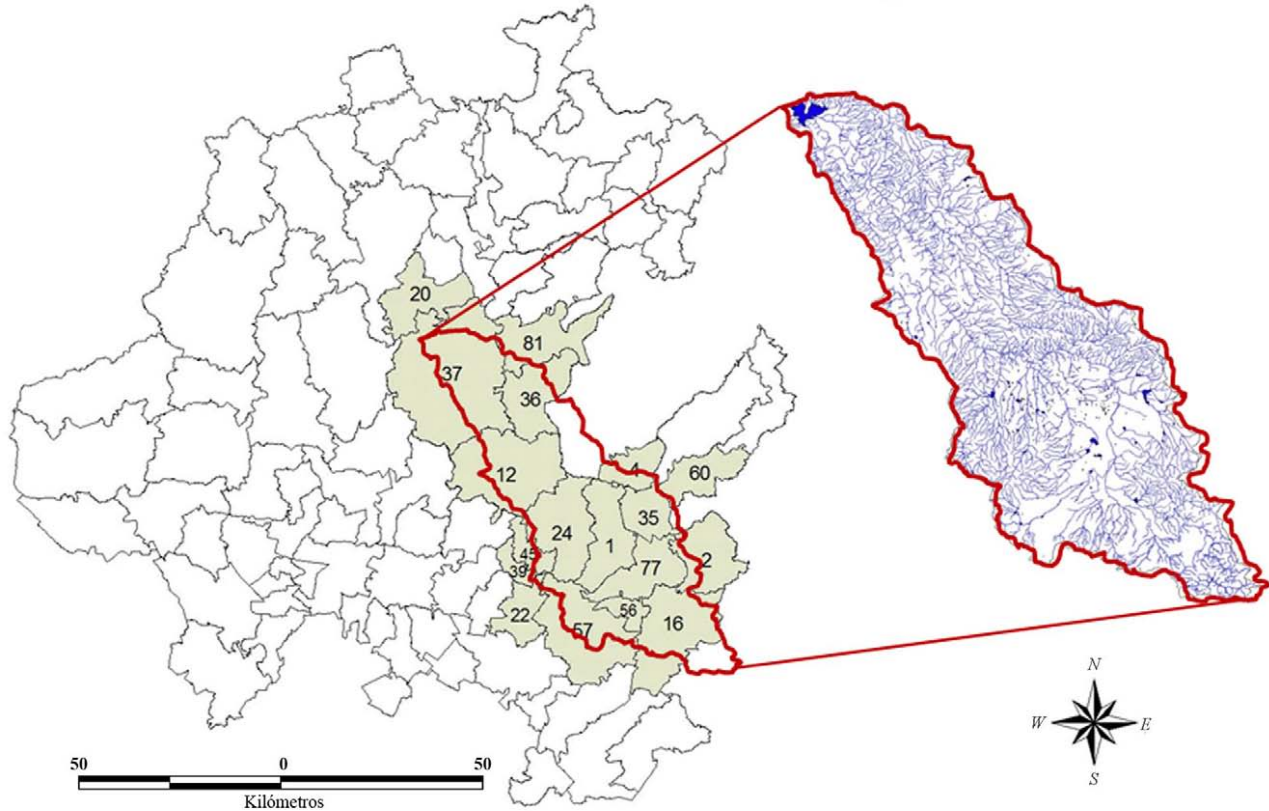


Figura 3. Mapa de los municipios que conforman la subcuenca hidrográfica del Río Metztlán, Hidalgo.

De igual forma se encuentra comprendida en la región hidrológica prioritaria “Confluencia de las Huastecas” que se extiende a los estados de Veracruz, San Luis Potosí y Querétaro, incluye entre sus recursos hídricos la presa Zimapán, las lagunas de Meztlán y Molango, los ríos Santa María, Bagres, Jalpan, de las Albercas, Naranjo, Mesillas, Tamuín o Pánuco, Grande de Meztlán, San Pedro, Gallinas, Tambaón, Choy, Moctezuma, Ojo Frío, Tempoal o Calabazo, Tulancingo, Hondo, Amajac, del Hule, Axtla y Matlapa (CONABIO, 2002).

Así mismo, comparte dos regiones bioculturales prioritarias: la Sierra Gorda-Mármoles-Barranca de Meztlán y las Huastecas-Sierra norte de Puebla, con poblaciones indígenas otomí, totonaca y nahua, que realizan el aprovechamiento de los recursos forestales (Boege-Schmidt, 2008). Finalmente es importante destacar que dentro del área comprendida por la subcuenca de Río Metztlán se han decretado 10 zonas protegidas (Figura 4 y Tabla 1).

Materiales y Métodos

El presente trabajo consistió en dos etapas: la revisión de ejemplares depositados en la colección de hongos “Dr. Gastón Guzmán Huerta” del Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN (ENCB) y una serie de exploraciones micológicas entre los años 2008 y 2014.

La recolección de ejemplares se realizó en 24 localidades de seis municipios del estado de Hidalgo y la búsqueda de basidiomas se realizó en la base de troncos de árboles vivos, tocones y árboles muertos. Se seleccionaron los ejemplares en mejor estado, se extrajeron con una navaja y se colocaron en bolsas de papel encerado dentro de una canasta. Los datos de ubicación se tomaron con el geoposicionador satelital (GPS) y en la libreta de campo se registraron los datos de recolecta: localidad, fecha, coordenadas, altitud, tipo de vegetación, sustrato, características morfológicas (tamaño, color, olor, colector, número de colecta y observaciones) y se tomó el registro fotográfico.

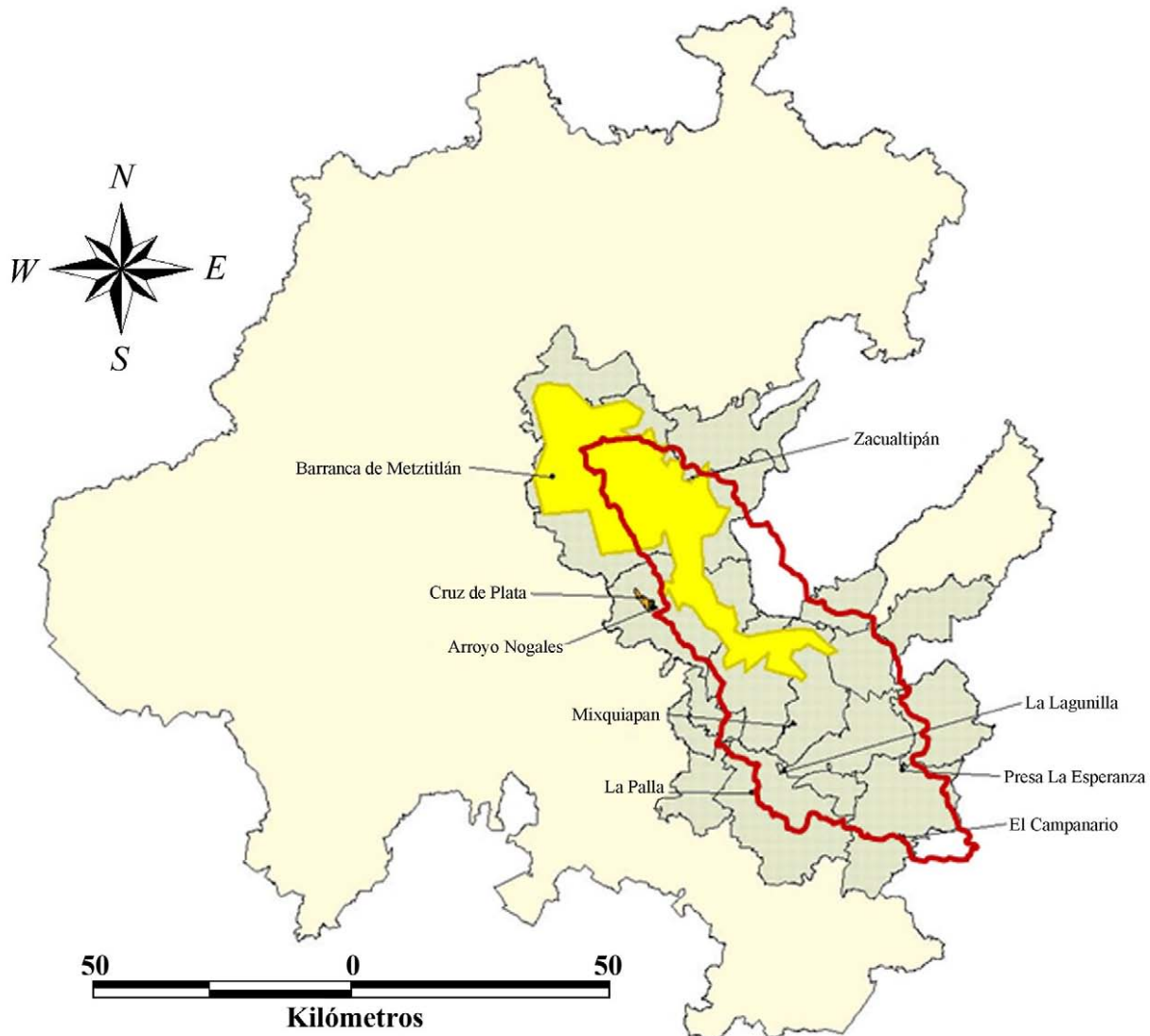


Figura 4. Mapa del area natural protegida (ANP), comprendida en la subcuenca de Río Metztitlán.

Los ejemplares se describieron macro-morfológicamente considerando las características del basidioma: pileo, tipo de margen, estructura y tamaño del contexto, presencia de estípite, color del himenio, tipo y tamaño de poros, utilizando las técnicas básicas de micología propuestas por Largent (1973) y Largent *et al.* (1977).

Para la descripción micro-morfológica se realizaron cortes del pileo, cutícula, contexto, himenio y estípite (Largent *et al.*, 1977) y se montaron preparaciones temporales; las hifas observadas fueron medidas y descritas (forma, color, tipo de sistema hifal y presencia

de fibulas), de igual manera se realizaron preparaciones temporales con las esporas y se describieron sus características: tamaño, forma, color, tipo de ápice y ornamentaciones. El color se describió con las tablas de Kornerup y Wanscher (1978) y para la identificación taxonómica se siguieron las claves de Gilbertson y Ryvardeen (1986, 1987), Larsen y Cobb-Pouille (1990), Ryvardeen y Gilbertson (1993), Ryvardeen y Johansen (1980), Ryvardeen (1991), Valenzuela *et al.* (1994), Cibrián-Tovar *et al.* (2007) y Torres (2007).

El material fue herborizado con una deshidratadora eléctrica para su conservación, guardado en

Tabla 1. Áreas Naturales Protegidas, decretadas en la subcuenca de Río Metztlán

CLASIFICACIÓN	NOMBRE DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA	MUNICIPIOS
I ANP de competencia federal	1 Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán	Acatlán, Atotonilco el Grande, Eloxochitlán, Huasca de Ocampo, Metepec, Metztlán, San Agustín Metzquitlán y Zacualtipán de Ángeles
II Zonas Protectoras Forestales	2 Ciudad de Zacualtipán Presa la Esperanza	Zacualtipán de Ángeles Cuauhtepic de Hinojosa
III ANP de competencia municipal con categoría de zonas de preservación ecológica de los centros de población (Z.P.E.C.P):	7 Mixquiapan La Lagunilla El Campanario Cerro La Paila-El Susto Cerro La Paila-Matías Rodríguez Arroyo Nogales Cruz de Plata	Acatlán Singuilucan Cuauhtepic de Hinojosa Singuilucan Singuilucan Atotonilco el Grande Atotonilco el Grande

cajas de cartón debidamente etiquetadas, y depositados en el Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

Resultados

Los ejemplares revisados y recolectados, correspondieron a 37 localidades de 11 municipios del estado de Hidalgo, en las que existen 13 comunidades vegetales: bosque de *Abies* (BA), bosque de *Abies-Juniperus* (BAJ), bosque de *Fagus* (BF), bosque de *Juniperus-Quercus* (BJQ), bosque mixto (BM), bosque mesófilo de montaña (BMM), bosque de *Pinus* (BP), bosque de *Pinus-Juniperus* (BPJ), bosque de *Pinus-Quercus* (BPQ), bosque de *Pinus-Quercus-Abies* (BPQA), bosque de *Quercus* (BQ), bosque de *Quercus-Alnus* (BQAl), matorral xerofito (MX) y plantación de *Pinus* (PP), a lo largo de un gradiente altitudinal de 1,400 a 3,212 msnm (Tabla 2, Figura 5).

En este trabajo se determinaron 62 especies de hongos poliporoides correspondientes a las familias Albarellaceae, Bondarzewiaceae y Steraceae del orden Russulales, las familias Fomitopsidaceae, Ganodermataceae, Meripilaceae, Meruliaceae, Polyporaceae y Sparassidaceae del orden Polyporales, Hymenochaetales, y especies *Incertae sedis* del orden Hymenochaetales, la familia Gleophyllaceae del orden Gloeophyllales, la familia Bankeraceae del orden Thelephorales y la familia Fistulinaceae del orden Agaricales, de acuerdo con Kirk *et al.* (2008).

La familia Polyporaceae fue la mejor representada con 14 géneros y 17 especies, seguida por las familias Hymenochaetales con siete géneros y 10 especies, la Fomitopsidaceae con seis géneros y siete especies, Albatrellaceae con tres géneros y cinco especies y Ganodermataceae con un género y cinco especies. Así mismo, la familia Meruliaceae presentó dos géneros y tres especies, las familias Stereaceae y Gloeophyllaceae presentaron un género y tres especies, mientras que Bankeraceae con un género y dos especies, tres especies *incertae sedis*, las demás familias solamente tuvieron un género y una especie. De acuerdo con sus hábitos de vida 10 especies fueron micorrízicas, 30 saprófitas y 22 parásitas, de las especies degradadoras de madera viva o muerta, 40 fueron causantes de pudrición blanca y 12 de pudrición café. Con base en su uso, tres especies: *Sparassis crispa*, *Albatrellus cristatus* y *A. ellisii* (la segunda llamada "lengua de toro") se consumen de manera tradicional como parte de la dieta habitual en Zacualtipán y Agua Blanca, respectivamente. Sin embargo, en los estados de Puebla y Veracruz se registran como comestibles a *Albatrellus subrubescens* y *Favolus tenuiculus* porque se han encontrado en los mercados de algunas localidades. Por otro lado, la literatura reporta 21 especies comestibles a nivel mundial de las presentadas en este trabajo, las cuales no son consumidas tradicionalmente y son potencialmente utilizables en la zona de estudio. De igual forma se encontraron reportes de 39 especies con propiedades medicinales, entre las que destacan: antitumorales, antileucemia,

Tabla 2. Municipios explorados para la recolección del material fúngico

MUNICIPIO	LOCALIDAD	ALITITUD (mnm)	VEGETACIÓN
Acaxochitlán	Los Reyes	2251	BPQ
	Presa del Tejocotal	2300	BP
Agua Blanca	Agua Blanca	2300	BP Y BPQ
	Los Cuves	2200-2300	BPQ
Atotonilco el Grande	Potrero de Monroy	1825	BQA y PP
	Doñana	1820	MX
Epazoyucan	La Nogalera	2000	BM
	El Guajolote (Cañada Húmeda)	2800	BPQ
Huasca de Ocampo	Los Lirios	2700	BPJ
	Nopalillo	2800-2850	BP Y BPQ
	Bosque Real	2150	BPQ
	Camino a San Miguel Regla	2100	BQ
Metepc	Huasca	2300	BPQ
	San Miguel Cacaloapan	2150	BPQ
	Cueva Ahumada	2400	BMM
Mineral del Monte	Ciénega Larga	3000	BAJ
	El Jarillal	2800	BPQ
	Pueblo Nuevo	2917	BA
	Real del Monte	2700	BJQ
	Tezoantla	2700	BQ
Omitlán	Omitlán	2500	BQ
	Rincón Chico	2200	BQ
	Velasco	2397	BPQA
San Agustín Mezquititlán	Barranca de Metztititlán cerca de Venados	1400	MX
	Carpinteros	1978-2030	BPQ
	Km 78 carr Pachuca-Tampico	1500	MX
	Rancho Alegre	1400	MX
Singuilucan	San Miguel	1500	MX
	Cuyamaloya	2750	BQ
	Matías Rodríguez	2700	BPQ
Zacualtipán	Segundas Lajas	3212	BP
	Cumbre de Alumbres	2000	BMM
	El crucero	2100	BPQ
	La Estación	1700	BMM
	La Mojonera	1800-2016	BF
	San Miguel	1700	BP
		1800	BF
		1700	BMM
		2100	BP
		1800	BQ
	Zaragoza	1476	BPQ

antioxidantes, anticancerígenas, antiinflamatorias, antimicrobiales, antiparasíticas, inmunomoduladoras, hepatoprotectoras, reguladoras de la presión arterial y reductoras de colesterol, así como, para el tratamiento de padecimientos respiratorios y cutáneos, entre otros. Dos especies se reportaron como tóxicas (*Albatrellus cristatus* y *Lenzites elegans*) (Walley y Rammeloo, 1994; Karadelev, 2010); sin embargo, en algunos trabajos estas mismas especies fueron reportadas como comestibles. Nueve especies con potencial biotecnológico en biorremediación de suelos o agua,

principalmente *Bjerkandera adusta*, *Gloeophyllum sepiarium* y *Trametes versicolor* (Dávila-Vázquez et al., 2005; Walter et al., 2005; Pumomo et al., 2011). Finalmente, 11 especies son potencialmente cultivables, entre las que destacan: *Ganoderma* spp., *Trametes versicolor*, *Sparassis crispa*, *Favolus tenuiculus* y *Laetiporus sulphureus* (Tabla 3, Figuras 6 - 8).

Impacto ambiental en la subcuenca hidrográfica del río Metztitlán

En los últimos años se ha incrementado la sobre-

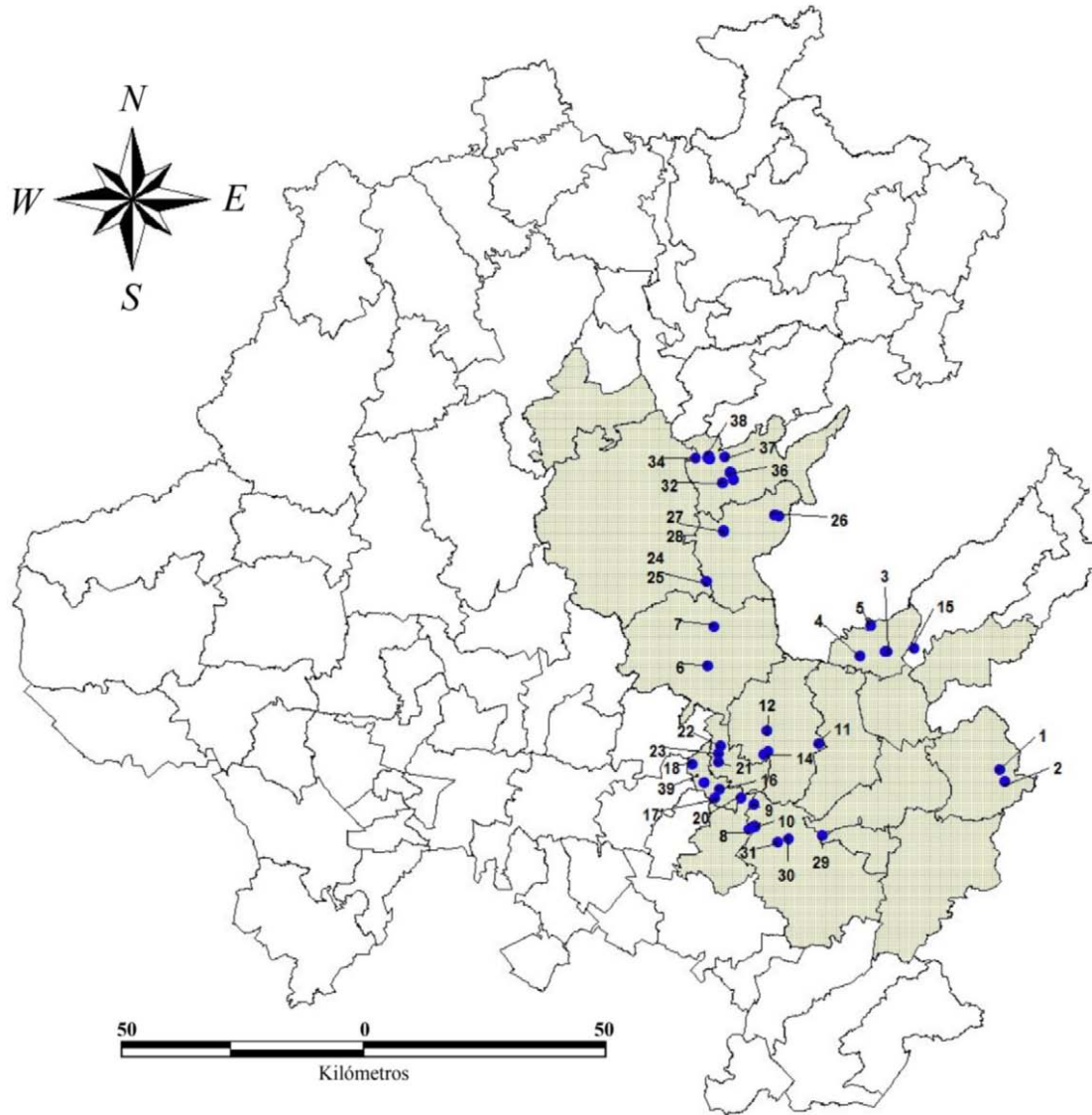


Figura 5. Mapa que muestra los sitios de recolección de los especímenes de hongos. Sitios de recolecta: 1 = Los Reyes; 2 = El Tejocotal; 3 = Agua Blanca; 4 = Los Cuves; 5 = Potrero de Monroy; 6 = Doñana; 7 = La Nogalera; 8 = Los Lirios; 9 = El Guajalote; 10 = Nopalillo; 11 = San Miguel Cacaloapan; 12 = San Miguel Regla; 13 = Huasca; 14 = Bosque Real; 15 = Cueva Ahumada; 16 = Tezoantla; 17 = El Jarilla; 18 = Pueblo Nuevo; 19 = Ciénega Larga; 20 = Real del Monte; 21 Omitlán; 22 = Ricón Chico; 23 = Velasco; 24 = Rancho Alegre; 25 = Barranca de Metztitlán; 26 =Carpinteros; 27 = Km 78 Carretera Pachuca – Tampico; 28 = San Miguel; 29 = Segundas Lajas; 30 = Cuyamaloya; 31 = Matías Rodríguez; 32 = San Miguel; 33 = Carpinteros; 34 = Cumbre de Alumbres; 35 = El Crucero; 36 = La Mojonera; 37 = La Estación; 38 = Zaragoza.

explotación y deterioro de recursos naturales, con implicaciones en el ciclo hidrológico, la biodiversidad, la erosión del suelo y el clima local. A consecuencia de la deforestación, la urbanización y las intensas lluvias de verano se ha aumentado el escurrimiento de los afluentes a lo largo de la cuenca, ocasionando

inundaciones periódicas en la vega del río Metztitlán. Además, se estima que la transformación en la cobertura vegetal pueden desencadenar alteraciones de las condiciones bioclimáticas de la zona con posibilidades de un cambio climático en la época de secas (Barradas *et al.*, 2004).

Tabla 3. Características generales de las especies reportadas

ESPECIE	ESTADOS	HÁBITO	PUDRICIÓN	USO				CU
				C	M	T	B	
Orden Agaricales								
Familia Fistulinaceae								
<i>Pseudofistulina radicata</i> (Schwein.) Burds. 1971	4	saprófito	C	x	x			
Orden Gloeophyllales								
Familia Gloeophyllaceae								
<i>Gloeophyllum mexicanum</i> (Mont.) Ryvarden 1972	12	saprófito	C					
<i>Gloeophyllum sepiarium</i> (Wulfen) P. Karst. 1882	15	saprófito	C		x			x
<i>Gloeophyllum striatum</i> (Fr.) Murrill 1905	22	saprófito	C		x			
Orden Hymenochaetales								
Familia Hymenochaetaeae								
<i>Coltricia focicola</i> (Berk. & M.A. Curtis) Murrill 1908	4	micorrízico						
<i>Coltricia montagnei</i> (Fr.) Murrill 1920	2	micorrízico						
<i>Coltricia perennis</i> (L.) Murrill 1903	8	micorrízico			x			
<i>Fomitopsis calkinsii</i> (Murrill) Vlasák & Kout 2011	6	parásito	B		x			
<i>Fusoporia gilva</i> (Schwein.) T. Wagner & M. Fisch. 2002	20	saprófito	B					
<i>Fusoporia ferrea</i> (Pers.) G. Cunn. 1948	9	saprófito	B					
<i>Inocutis jamaicensis</i> (Murrill) A.M. Gottlieb, J.E. Wright & Moncalvo 2002	4	parásito	B					
<i>Inonotus fulvomelleus</i> Murrill 1908	11	parásito	B					
<i>Onnia circinata</i> (Fr.) P. Karst. 1889	11	parásito	B					
<i>Xanthoporia radiata</i> (Sowerby) Tura, Zmitr., Wasser, Raats & Nevo 2012	1	parásito	B		x			
Incertae sedis								
<i>Trichaptum abietinum</i> (Dicks.) Ryvarden 1972	17	saprófito	B	x				
<i>Trichaptum biforme</i> (Fr.) Ryvarden 1972	15	saprófito	B	x				
<i>Trichaptum fuscoviolaceum</i> (Ehreb.) Ryvarden	4	saprófito	B		x			
Orden Polyporales								
Familia Fomitopsidaceae								
<i>Climacocystis borealis</i> (Fr.) Kotoloba & Pouzar 1958	10	saprófito	B	x				
<i>Fibroporia radiculosa</i> (Peck) Parmasto 1968	2	saprófito	C					
<i>Fomitopsis cajanderi</i> (P. Karst.) Kotl y Pouzar 1957	15	parásito	C		x			
<i>Fomitopsis pinicola</i> Karsten 1889	18	parásito	C		x			
<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.) Murrill 1920	7	parásito	C		x			x
<i>Leptoporus mollis</i> (Pers.) Qué. 1986	1	parásito	C		x			
<i>Phaeolus schweinitzii</i> (Fr.) Pat. 1900	15	parásito	C		x			
Familia Ganodermataceae								
<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat. 1887	18	parásito	B		x			x
<i>Ganoderma australe</i> (Fr.) Pat. 1889	1	parásito	B		x			x
<i>Ganoderma brownii</i> (Murrill) Gilb. 1962	1	parásito	B		x			x
<i>Ganoderma curtisii</i> (Berk.) Murrill 1908	14	parásito	B		x			x
<i>Ganoderma resinaceum</i> Boud. 1889	7	parásito	B		x			x
Familia Meripilaceae								
<i>Hydnopolyporus fimbriatus</i> (Cooke) D.A. Reid 1962	12	parásito	B			x		

Familia Meruliaceae									
18	<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd) P. Karsten 1879	saprófito	B						x
4	<i>Bjerkandera fumosa</i> (Persoon: Fries) P. Karsten 1879	saprófito	B						x
1	<i>Jungkuhnia luteoalba</i> (P. Karst.) Ryvarden 1972	parásito	C		x				
Familia Polyporaceae									
11	<i>Coriolopsis gallica</i> (Fries) Ryvarden 1973	saprófito	B						x
11	<i>Cryptoporus volvatus</i> (Peck) Shear 1902	saprófito	B						x
1	<i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolton) J. Schröt. 1888	saprófito	B						
9	<i>Echinochaete brachyporus</i> (Montagne) Ryvarden 1978	parásito	B		x				
20	<i>Favolus tenuiculus</i> P. Beauv. 1806	saprófito	B		x				
15	<i>Fomes fasciatus</i> (Sw.) Cooke 1885	parásito	B						x
15	<i>Lenzites betulina</i> (L.) Fries 1838	saprófito	B		x				
23	<i>Lenzites elegans</i> (Spreng.) Pat. 1900	saprófito	B						x
9	<i>Neofavolus alveolaris</i> (DC.) Sotome y T. Hatt 2013	saprófito	B		x				
1	<i>Neolentinus lepideus</i> (Fr.) Redhead y Ginns 1985	saprófito	B		x				
2	<i>Perenniporia tepetitensis</i> (Murrill) Ryvarden 1985	saprófito	B		x				
17	<i>Polyporus arcularius</i> (Batsch) Fr. 1821	parásito	B						x
3	<i>Spongipellis unicolor</i> (Fr.) Murrill 1907	parásito	B		x				
16	<i>Trametes hirsuta</i> (Wulfen) Lloyd 1924	saprófito	B						x
22	<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd 1921	saprófito	B		x				x
25	<i>Trametes villosa</i> (Sw.) Kreisel 1971	saprófito	B		x				x
11	<i>Trametopsis cervina</i> (Schwein.) Tomšovský 2008	saprófito	B						x
Familia Sparassidaceae									
4	<i>Sparassis crispa</i> (Wulfen) Fr. 1821	saprófito	C						x
Orden Russulales									
Familia Albatrellaceae									
14	<i>Albatrellus cristatus</i> (Schaeff.) Kotlaba & Pouzar 1957	micorrízico			x				x
9	<i>Albatrellus elisii</i> (Berk.) Pouzar 1966	micorrízico			x				x
11	<i>Albatrellus subrubescens</i> (Murrill) Pouzar 1972	micorrízico			x				x
5	<i>Jahnporus hirtus</i> (Cooke) Nuss 1980	micorrízico			x				
1	<i>Polyporoletus subtilivius</i> Snell 1936	micorrízico							
Familia Bondarzewiaceae									
15	<i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref. 1888	parásito	B						x
Familia Stereaceae									
4	<i>Stereum complicatum</i> (Fr.) Fr. 1838	saprófito	B						x
6	<i>Stereum gausapatum</i> (Fr.) Fr. 1874	saprófito	B						x
6	<i>Stereum ostrea</i> (Blume & T. Nees) Fr. 1838	saprófito	B						x
Orden Thelephorales									
Familia Bankeraceae									
2	<i>Boletopsis grisea</i> (Peck) Bondartsev & Singer 1941	micorrízico							x
1	<i>Boletopsis leucomelaena</i> (Pers.) Fayod 1889	micorrízico							x

E = número de estados de la República Mexicana con reporte de las especies; **TP** = tipo de pudrición; **C** = comestible; **M** = medicinal; **T** = tóxico; **B** = biorremediación; **PC**=potencial de cultivo.



Figura 6. Algunas especies de poliporoides. A = *Fomitopsis pinicola*; B = *Ganoderma brownie*; C = *Sparassis crispa*; D = *Stereum complicatum*.

Valdez-Lizalde *et al.* (2011) calcularon una baja tasa de deforestación (0.5 % anual), originada por la apertura de terrenos agrícolas de temporal en áreas forestales que posteriormente se integraron a la mancha urbana, aunque, ésta situación se ha incrementado un 250 % en 22 años, con un ritmo anual de 4.3 %. De manera general el crecimiento urbano en la cuenca ocurrió principalmente en zonas de agricultura de temporal donde se han establecido asentamientos humanos y en menor grado en bosques, zonas de riego y pastizal. De manera particular en Tulancingo, las zonas urbanas desplazaron a la agricultura de riego y temporal, en Zacualtipán al bosque y en Atotonilco

el Grande al matorral, debido a que éstas poblaciones tienen mayor presión demográfica por su ubicación estratégica entre la zona metropolitana del Valle de México y la del Golfo.

Discusión y Conclusión

Se deben desarrollar estrategias para un Manejo Forestal Sustentable (MFS) que contribuyan a estimular su protección, al considerar las interacciones ecológicas, económicas y sociales, de manera que se asegure la producción de bienes y servicios en los ecosistemas forestales (Torres-Rojo y Moreno-Sánchez, 1992). Sin embargo, son insuficientes los estudios que evalúan la

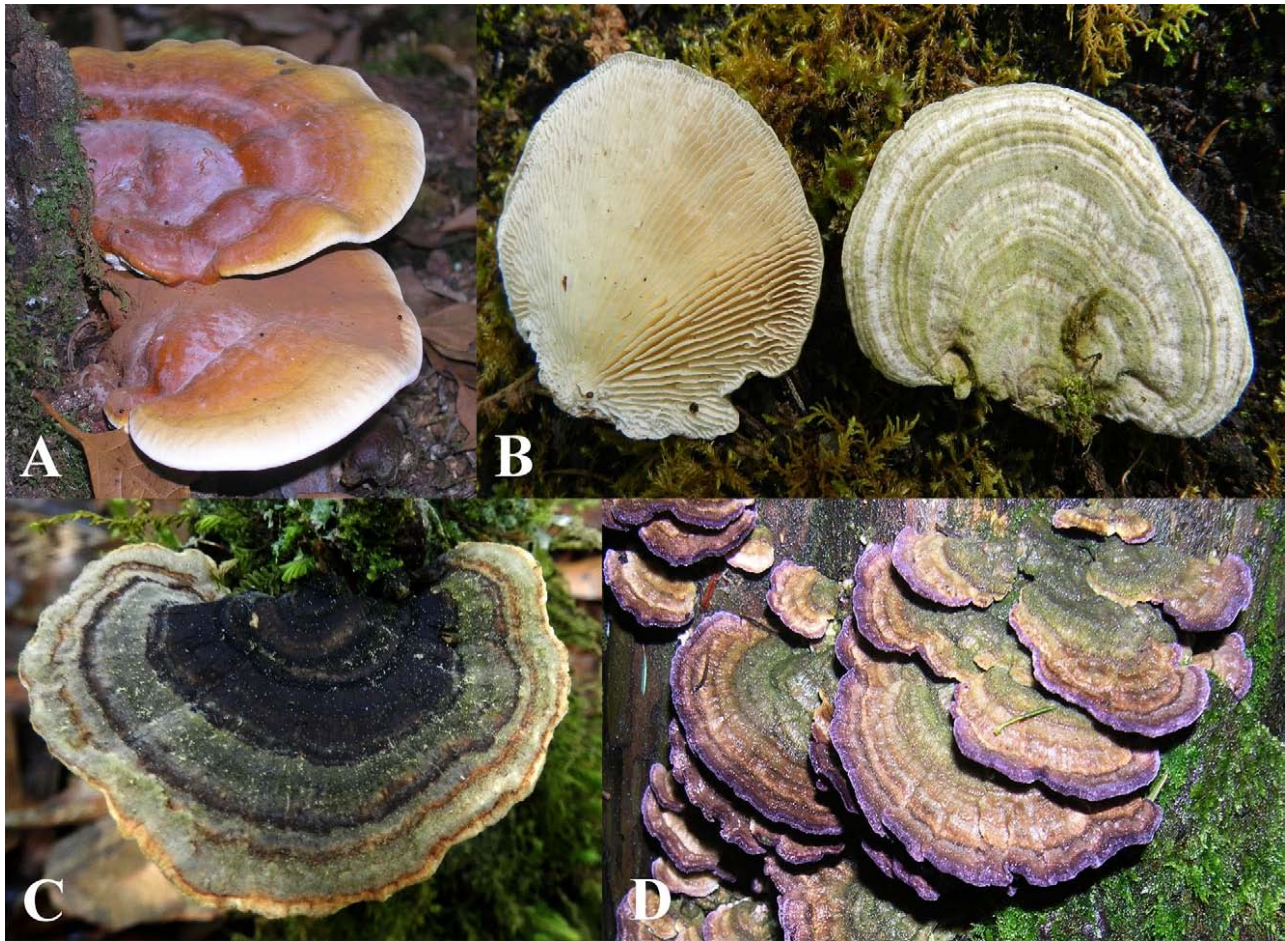


Figura 7. Algunas especies de poliporoides. A = *Ganoderma curtisii*; B = *Lenzites betulina*; C = *Trametes versicolor*; D = *Trichapum biforme*.

situación actual y los cambios recientes en la cobertura vegetal y el uso de suelo, para desarrollar modelos de monitoreo ambiental que revelen cómo es que influyen estos elementos en la hidrología, biodiversidad, erosión del suelo, producción agrícola y forestal (Linke *et al.*, 2007).

Este trabajo representa una contribución a las especies de poliporoides que se encuentran creciendo en la subcuenca del río Metztlán, y aunque ninguna de estas especies está incluida en la NOM-059, no garantiza que realmente se encuentren fuera de riesgo por la destrucción del hábitat, cambio en el uso de suelo y contaminación ambiental.

Pocos estudios se han realizado con relación al gran número de especies existentes, debido a la dificultad en la localización de los cuerpos fructíferos que se presentan sólo cuando las condiciones ambientales son favorables y a que se requiere un mayor esfuerzo de muestreo comparado con otros organismos, son excluidos

de los estudios de impacto ambiental y de las políticas de protección.

Existen especies de hongos silvestres con propiedades terapéuticas, de uso ritual y con potencial biotecnológico que pueden ser aprovechadas. Entender la dinámica de los complejos sistemas naturales y de los recursos asociados a esta subcuenca, permitirá su aprovechamiento a fin de lograr una prosperidad económica sostenida a través de la protección de los sistemas naturales para mejorar la calidad de vida para las personas que conviven con estos recursos y garantizar su permanencia.

Agradecimientos

Los autores agradecen al proyecto colaborativo Calidad Ambiental y Desarrollo Sustentable “Evaluación del Impacto Ambiental por Actividades Antropogénicas: Alternativas de Mitigación” con fondos del



Figura 8. Algunas especies de poliporoides. A = *Albatrellus ellisii*; B = *Laetiporus sulphureus*; C = *Fibroporia radiculosa*; D = *Fomitiporia calkinsii*; E = *Leptoporus mollis*; F = *Perenniporia tepeitensis*.

Programa de Mejoramiento del Profesorado (PRO-MEP). Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo. Fondos Mixtos-Conacyt - Gobierno del Estado de Hidalgo (clave 95828). Empoderamiento económico de las hongueras del municipio de Acaxochitlán, Hidalgo, a través de procesos organizativos para la elaboración

de productos alimenticios a base de hongos silvestres y cultivo orgánico de plantas. Inmujeres-Conacyt (clave S0005-2012-2-198333). RV-G y TR-O agradecena al IPN el apoyo financiero otorgado en los proyectos SIP 20150540 y SIP 20151530, así mismo RV-G agradece a la COFAA el apoyo otorgado a sus investigaciones.



Figura 9. Algunas especies de poliporoides. A = *Trametes villosa*; B = *Neolentinus lepideus*.

Bibliografía

- Amalfi, M., T. Raymundo, R. Valenzuela, y C. Decock. 2012. *Fomitiporia cupressicola* sp. nov., a parasite on *Cupressus arizonica*, and additional unnamed clades in the southern USA and northern Mexico, determined by multilocus phylogenetic analyses. *Mycologia* 104:880-893.
- Bandala, V. M., L. Montoya, e I. H. Chapela. 1997. Wild edible mushrooms in Mexico: a challenge and opportunity for sustainable development. *En: Palm, M. E., e I. H. Chapela (eds). Mycology in Sustainable Development: Expanding concepts, vanishing borders.* Parkway Publishers. Boone, NC, United States of America. pp. 76-90.
- Bandala, V. M., G. Guzmán, y L. Montoya. 1993. Los hongos del grupo de los Poliporáceos conocidos en México. *Reporte científico, México. Núm. especial 13:1-55.*
- Barradas, V. L., P. J. Cervantes, y A. C. Puchet. 2004. Evidencia de un cambio climático en la región de las grandes montañas del estado de Veracruz, México. *En: García-Codron, J. C., C. Diego-Liaño, P. Fernández de Arróyabe, C. Garmendia-Pederaja y D. Rasilla-Álvarez (eds). El clima entre el mar y la montaña.* Santander España Asociación Española de Climatología y Universidad de Cantabria, España. Serie A No. 4:213-220.
- Boege-Schmidt, E. 2008. El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrodiversidad en los territorios indígenas, Instituto Nacional de Antropología e Historia/ Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, Distrito Federal, México. pp. 136-157.
- Castañeda-Rincón, J. 2006. Las Áreas Naturales Protegidas de México, de su origen precoz a su consolidación tardía. Scriptanova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona. 1 de agosto de 2006, Vol X, No. 218 (13). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-218-13.htm> >
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Instituto de Biología; Universidad Nacional Autónoma de México; Agrupación Sierra Madre S. C., Distrito Federal, México. 847 p.
- Cibrián-Tovar D., D. Alvarado-Rosales, y S. E. García-Díaz. 2007. Enfermedades forestales de México. Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México, México. 587 p.
- CONABIO: Comisión Nacional para el Manejo y Uso de la Biodiversidad. 2000. Página en red: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_102.pdf (consultada 25 julio, 2014).
- CONABIO: Comisión Nacional para el Manejo y Uso de la Biodiversidad. 2002. Página en red: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_075.html (consultada 28 julio, 2014).
- Cotler, H., A. Garrido, V. Bunge, y M. L. Cuevas. 2010. Las cuencas hidrográficas de México: priorización y toma de decisiones. *En: Cotler, H. (Coord.). Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización.* México: Instituto Nacional de Ecología/Fundación Gonzalo Río Arronte Institución de Asistencia Privada, México, Distrito Federal, México, pp. 4-7.
- Dávila-Vázquez, G., R. Tinoco, M. A. Pickard, y R. Vázquez-Duhalt. 2005. Transformation of halogenated pesticides by versatile peroxidase from *Bjerkandera adusta*. *Enzyme and Microbial Technology* 36:223-231.
- Frutis, I., y G. Guzmán. 1983. Contribución al conocimiento de los hongos del estado de Hidalgo. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 18:219-265.
- Garibay-Orijel, R., J. Cifuentes, A. Estrada Torres, y J. Caballero. 2006. People using macrofungal diversity in Oaxaca Mexico. *Fungal Diversity* 21:41-67.
- Gilbertson, R. L., y L. Ryvardeen. 1986. North American Polypores I. *Abortiporus-Lindtneria*. *Fungiflora*. Oslo, Noruega. 433 p.

- Gilbertson, R. L., y L. Ryvarden. 1987. North American Polypores II. *Megasporoporia-Wrightoporia*. Fungiflora. Oslo, Noruega. 885 p.
- González, A. 1992. Los bosques de las tierras mexicanas, la gran tendencia. *El Cotidiano* 48:3-6.
- González, Y. 2001. Animales y plantas en la cosmovisión mesoamericana. México, CONACULTA. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Plaza y Valdés Editores/Sociedad Mexicana para el Estudio de la Religiones, Distrito Federal, México. 322 p.
- Guzmán, G. 1995. La diversidad de los hongos en México. *Ciencias* 39:52-57.
- INEEC: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 2014. Página en red: www.cuencas.ine.gob.mx; (consultada 20 julio, 2014).
- INEGI: Instituto Nacional de Estadística y geografía. 2014. Página en red: www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/información/hidalgo/territorio/default.aspx?tema=me&e=13; (consultada 20 de julio, 2014).
- Karadelev, M. 2010. Fungi of National Park Mavrovo. Final Report. Institute of Biology, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Ss Cyril and Methodius University, Skopje, Macedonia, 55 p. < <http://www.oxfamitalia.org/wp-content/uploads/2010/12/Final-report.pdf> >
- Kirk, P. M., P. F. Cannon, D. W. Minter, y J. A. Stalpers. 2008. *Dictionary of Fungi*. (10th ed.). CAB International, Wallingford, United Kingdom. 784 p.
- Kornerup, A., y J. H. Wanscher. 1978. *Methuen handbook of colour*. (3th ed.). Eyne Methuen. Londres, United Kingdom. 252 p.
- Largent, D. L. 1973. How to identify mushrooms to genus I: macroscopic features. (1st ed.). Made River Press Inc., Eureka, California, United States of America. 85 p.
- Largent, D., D. Johnson, y R. Walting. 1977. How to identify mushrooms to genus III: microscopic features. (1st ed.). Made River Press Inc., Eureka, California, United States of America. 148 p.
- Larsen, M. J., y L. A. Cobb-Poule. 1990. *Phellius* (Hymenochaetaceae). A survey of the world taxa. *Synopsis Fungorum* 3:1-206.
- Linke, J., M. G. Betts, M. B. Lavinge, y S. E. Franklin. 2007. Introduction: Structure function and change of forests landscapes. *En: Wulder, M. A. y S. E. Franklin (eds). Understanding forests disturbance and spatial pattern: remote sensing and GIS approaches*. Taylor and Francis, Boca Raton, Florida, United States of America, pp. 1-29.
- Montaño, A., R. Valenzuela, A. Sánchez, M. Coronado, y M. Esqueda. 2006. Aphylophorales de Sonora, México 1. Algunas especies de la Reserva Forestal Nacional y Refugio de la Fauna Silvestre Ajos-Bavispe. *Revista Mexicana de Micología* 23:17-26.
- Montoya, A., O Hernández-Totomoch, A. Estrada-Torres, A. Kong y J. Caballero. 2003. Traditional knowledge about mushrooms in a Nahua community in the state of Tlaxcala Mexico. *Mycologia* 95(5):793-806.
- Montoya, A., A. Kong, A. Estrada-Torres, J. Cifuentes, y J. Caballero. 2004. Useful wild fungi of La Malinche National Park, Mexico. *Fungal Diversity* 17:115-143.
- Nava, R., y R. Valenzuela-Garza, 1993. Los Poliporáceos de México IV. Especies poco conocidas. *En: Marmolejo, J. G., y F. Garza-Ocañas (eds.) Reporte Científico N° Especial* 13:182-193.
- NOM: NOM-010-SEMARNAT-1996. 2014. Procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hongos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Diario Oficial, 23 de abril de 2003, Distrito Federal, México.
- NOM: NOM-027-SEMARNAT-1996. 2014. Procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Diario Oficial, 23 de abril de 2003, Distrito Federal, México.
- NOM: NOM-028-SEMARNAT-1996. 2014. Procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de raíces y rizomas de vegetación forestal. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Diario Oficial, 23 de abril de 2003, Distrito Federal, México.
- NOM: NOM-059-SEMARNAT-2010. 2014. Protección ambiental. Especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo, 30 de diciembre de 2010, Distrito Federal, México.
- Pumomo, A. S., T. Mori, K. Takagi, y R. Kondo. 2011. Bioremediation of DDT contaminated soil using brown-rot fungi. *International Biodeterioration and biodegradation* 65:691-695.
- Raymundo, T., y R. Valenzuela. 2003. Los Poliporáceos de México VI. Los Hongos Poliporoides del estado de Oaxaca. *Polibotánica* 16:79-112.
- Raymundo T., R. Valenzuela, y J. Cifuentes. 2008. Dos nuevas especies del género *Phellinus* (Hymenochaetaceae, Basidiomycota) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79:295-301.
- Raymundo, T., R. Valenzuela y M. Esqueda. 2009. The family *Hymenochaetaceae* from México 4. New records from Sierra de Álamos - Río Cuchujaqui biosphere reserve. *Mycotaxon* 110:387-398.
- Raymundo, T., C. Decock, R. Valenzuela, M. Amalfi, J. Cifuentes, y L. Pacheco-Mota. 2012a. Nuevos registros del género *Fomitiporia* (Hymenochaetales, Basidiomycota) para México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:313-328.
- Raymundo, T., R. Valenzuela, R. Díaz-Moreno, J. Cifuentes, y L. Pacheco. 2012b. La familia Hymenochaetaceae en

- México V. Especies del bosque Las Bayas, Pueblo Nuevo, Durango. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 36:37-51.
- Raymundo, T., R. Valenzuela, A. Gutiérrez, M. L. Coronado, y M. Esqueda. 2013a. Agaricomycetes xilófagos de la planicie central del desierto sonorense. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84:417-424.
- Raymundo, T., R. Valenzuela, S. Bautista-Hernández, M. Esqueda, J. Cifuentes, y L. Pacheco-Mota. 2013b. El Género *Fuscoporia* (Hymenochaetales-Basidiomycota) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84:S50-S69.
- Raymundo, T., R. Valenzuela, y M. Esqueda. 2013c. Hymenochaetales from México 6. A new *Fuscoporia* species from the Sonoran desert. *Mycotaxon* 125:37-43.
- Rodríguez-Alcantar, O., R. Valenzuela, S. Herrera, y R. Díaz-Moreno. 1996. Nuevo registro de *Coltricia montagnei* (Fr.) Murrill (Aphylophorales, Hymenochaetales) para México. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara* 4:61-64.
- Romero-Bautista, L., G. Pulido-Flores, y R. Valenzuela. 2010. Estudio micoflorístico de los hongos poliporoides del estado de Hidalgo, México. *Polibotánica* 29:1-28.
- Romero-Bautista, L., y R. Valenzuela. 2008. Los hongos poliporoides en la áreas naturales protegidas del estado de Hidalgo. *En: Pulido-Flores, G., A. L. López-Escamilla, y M. T. Pulido-Silva (eds). Estudios biológicos en las áreas naturales del estado de Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo, México. pp. 29-39.*
- Ruan-Soto, F., R. Garibay-Orijel, y J. Cifuentes. 2006. Process and dynamics of traditional selling wild edible mushrooms in tropical Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2:3.
- Ryvarden, L. 1991. Genera of Polypores, nomenclatura and taxonomy, Fungiflora, Oslo Noruega. 363 p.
- Ryvarden, L., y I. Johansen. 1980. A preliminary polypore flora of East Africa, Fungiflora, Oslo, Noruega. 636 p.
- Ryvarden, L., y R. L. Gilbertson. 1993. European polypores. Part I. Fungiflora, Oslo, Noruega. 387 p.
- Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. (1st ed.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Distrito Federal, México. 504 p.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2001. Sustainable management of non-timber forest resources. Montreal SCBO (CBO Technical series), 6:30 p.
- Serrano-Gálvez, E. 2002. Contribución al conocimiento del México Forestal. Notas. *Revista de información y Análisis* 22:7-14.
- Simonian, L. 1999. La defensa de la tierra del jaguar. Una historia de la conservación en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Instituto Nacional de Ecología; Secretaría del medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca; Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, Distrito Federal, México. 345 p.
- Tejeda, G. C., M. C. Zamora-Martínez, y L. Sánchez. 1998. Recursos forestales no maderables, situación actual y perspectivas. *En: Memorias Reunión de la Comisión Forestal para América del Norte, Mérida, Yucatán, México, pp. 35-49.*
- Torres, M. G. 2007. Sistemática de *Ganoderma* (Fungi, Basidiomycota, Ganodermatales): Aspectos morfológicos, moleculares y químicos. Tesis doctoral. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Jalisco, México 205 p.
- Torres-Rojo, J. M., y R. Moreno-Sánchez. 1992. Aspectos Económicos del manejo Integral Forestal. *En: Arteaga, B. (ed). Memoria del primer Foro Nacional sobre Manejo Integral Forestal. División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Chapingo, México, pp. 47-87.*
- Valdez-Lazalde, J. R., C. A. Aguirre-Salado, y G. Ángeles-Pérez. 2011. Análisis en los cambios en el uso del suelo en la cuenca del río Metztitlán (México), usando imágenes de Satélite 1985-2007. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. México* 17:313-324.
- Valenzuela, R., R. Nava, y J. Cifuentes, 1994. El género *Albatrellus* (Albatrellaceae, Aphylophorales) en México I. *Revista Mexicana de Micología* 10:113-152.
- Valenzuela, R., R. Nava, y J. Cifuentes, 1996. La Familia Hymenochaetales en México I. El género *Hydnochaete* Bres. *Polibotánica* 1:7-15.
- Valenzuela, R., T. Raymundo, y R. Fernández-Nava, 2004. Los Poliporáceos de México VII. Primer registro de *Perriniporia* Gilbertson & Blackwell y *Trechispora regularis* (Murrill) Libert. *Polibotánica* 17:103-106.
- Valenzuela, R., T. Raymundo, y J. Cifuentes, 2005. La Familia Hymenochaetales en México II. Especies poco conocidas del género *Phellinus*. *Revista Mexicana de Micología* 20:13-19.
- Valenzuela, R., M. R. Palacios-Pacheco, T. Raymundo, y S. Bautista-Hernández. 2006. Especies de Poliporáceos poco conocidas en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:35-49.
- Valenzuela R., T. Raymundo, y J. Cifuentes. 2007. La Familia Hymenochaetales en México III. El Género *Aurificaria* D. A. Reid en México. *Polibotánica* 24:153-166.
- Valenzuela, R., T. Raymundo, M. R. Palacios, y R. Díaz-Moreno. 2008. La Familia Polyporaceae en México VIII. Nuevos registros de especies del género *Antrodia* Karst. (Basidiomycota, Polyporales). *Revista Mexicana de Micología* 27:41-47.
- Valenzuela, R., T. Raymundo, J. Cifuentes, G. Castillo, M. Amalfi, y C. Decock. 2011. Two undescribed species of *Phylloporia* from Mexico based on morphological and phylogenetic evidence. *Mycological Progress* 10:341-349.

- Valenzuela, R., T. Raymundo, J. Cifuentes, M. Esqueda, M. Amalfi, y C. Decock. 2012a. *Coltriciella sonorensis* sp. nov. (Basidiomycota, Hymenochaetales) from Mexico: evidence from morphology and DNA sequence data. *Mycological Progress* 11:81-189.
- Valenzuela, R., T. Raymundo, C. Decock, y M. Esqueda. 2012b. Aphylophoroid fungi from Sonora, México 2. New records from Sierra of Álamos-Río Cuchujaqui Biosphere Reserve. *Mycotaxon* 122:51-59.
- Valenzuela, R., T. Raymundo, y J. Cifuentes. 2013. El Género *Inonotus* (Hymenochaetales-Agaricomycetes) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84:S70-S90.
- Varela, L. y J. Cifuentes. 1979. Distribución de algunos Macromicetos en el norte del Estado de Hidalgo. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 13:75-88.
- Villarreal, L., y J. Pérez-Moreno. 1989. Los hongos comestibles silvestres de México, un enfoque integral. *Micología Neotropical Aplicada* 2:77-114.
- Walley, R., y J. Rammeloo. 1994. The poisonous and useful fungi of Africa south of the Sahara: a literature survey. *Scripta Botanica Belgica* 10:1-56.
- Walter, M., K. Boyd-Wilson, L. Boul, C. Ford, D. McFadden, B. Chong, y J. Pinfold. 2005. Field Scale Biorremediation of pentachlorophenol by *Trametes versicolor*. *International Biodeterioration and Biodegradation* 56:51-57.
- Zamora-Martínez M. C., R. J. M. Torres y L. I. Zamora-Martínez. 2001. Análisis de la información sobre productos forestales no madereros en México. FAO. Santiago de Chile, Chile. 120 p.
- Zamora-Martínez, M. C., E. Velasco-Bautista, y A. Arellano-Rivas. (s/f). Manual que establece los criterios técnicos para el aprovechamiento sustentable de los Recursos Forestales no Maderables de clima templado y frío. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 125 p.

Los hongos Agaricales de las áreas de encino del estado de Baja California, México

Nahara Ayala-Sánchez, Irma E. Soria-Mercado, Leticia Romero-Bautista, Maritza López-Herrera, Roxana Rico-Mora, y Amelia Portillo-López

Resumen

Se realizó una recopilación de las especies de hongos del orden Agaricales (regionalmente conocido como "agaricoides") de los bosques *Quercus* spp. de la península de Baja California (México), con la pretensión de contar con un panorama de la diversidad de este grupo taxonómico en el área, su distribución y dinámica dentro de estos ecosistemas y el papel ecológico de cada una de las especies citadas. Para la realización del presente estudio se reunió la información obtenida de las especies recolectadas de las diferentes localidades de las áreas de encino del estado de Baja California desde 1996 hasta el presente, ejemplares de herbario y la recopilación de las citas de hongos Agaricales de estas áreas. En este trabajo se obtuvo un listado de 95 especies que se incluyen en 16 familias y 47 géneros. Estos resultados son un referente único de los constituyentes fúngicos de este grupo taxonómico en este tipo de vegetación, de una de las áreas poco estudiadas desde el punto de vista micológico, como lo es la península de Baja California.

Palabras clave: Basidiomycota, Agaricales, *Quercus*, taxonomía

Introducción

El género *Quercus* es uno de los más importantes grupos de plantas de muchas regiones del hemisferio norte (Nixon, 2002), y México tiene el mayor número de especies de encino a nivel mundial (Nixon, 1993). Frecuentemente se asocian con Agaricales *sensu lato*; en el estado de Baja California ocurren principalmente en la región mediterránea ubicada al noroeste de la península de Baja California, con temperaturas templadas la mayor parte del año y lluvias en invierno, que incluye bosques de coníferas en las partes altas de las Sierra de Juárez y de San Pedro Mártir.

El estado de Baja California se ubica al noroeste de México. Tiene un área aproximada de 71,450 km² y colinda, al norte, con los estados de California y Arizona, USA, al oeste, con el Océano Pacífico y, al este, con el Golfo de California y el estado de Sonora. Esta

región de México han sido poco estudiada con respecto a su diversidad fúngica, y sólo existen como referencia los trabajos de Guzmán (1963), Ayala y Guzmán (1984), Ayala *et al.* (1988), Gil (1989), Manjarrez (1990), Ochoa *et al.* (1990), Moreno *et al.* (1993a, b), Candusso *et al.* (1994), Pérez-Silva y de la Luz (1997), Ochoa y Moreno (2006) y Moreno y Ayala (1996; 2003; 2007).

Si bien estos trabajos incluyen a hongos Agaricales, ninguno de estos trabajos hace énfasis sobre la diversidad de este grupo taxonómico en algún tipo de vegetación en particular, lo que indica la necesidad de realizar más estudios que permitan conocer exactamente su distribución y dinámica dentro de estos ecosistemas, por lo que el objetivo central de este trabajo fue determinar la diversidad y el papel ecológico de estas especies en el bosque *Quercus* spp. del estado de Baja California.

Materiales y Métodos

El presente trabajo está basado en los registros conocidos de las especies Agaricales *sensu lato* (agaricoides). La mayoría de estos datos corresponden a especies recolectadas por los autores desde 1996 hasta el presente, en diferentes localidades de las áreas de encino del estado de Baja California (Tabla 1), ejemplares de herbario y la recopilación de todas las citas de Agaricales *sensu lato* que se pudieron obtener.

La determinación taxonómica de las especies estudiadas, se basó en el estudio macroscópico y microscópico del basidioma; para la realización de las observaciones microscópicas de las muestras estudiadas se utilizó una solución de hidróxido de amonio (NH_4OH) al 10%, hidróxido de potasio (KOH) al 5% y reactivo de Melzer. El equipo utilizado consistió en microscopio compuesto de luz de transmisión Marca Zeiss; para el estudio de la ornamentación de algunas esporas o estructuras particulares se requirió del uso de microscopio de contraste de fases y de campo oscuro, de igual manera para la observación precisa de la ornamentación de las esporas de algunos géneros o especies particulares se requirió

del microscopio electrónico de barrido modelo Zeiss DSM-950, con sistema de fotografía integrado. Las especies fúngicas se clasificaron de acuerdo al papel ecológico de cada una de las especies, siguiendo la terminología utilizada por Moreno e Illana (1992), de acuerdo al tipo de substrato sobre el que fructifican y su relación con él, clasificándose de la siguiente manera: saprobias húmicas (Sh); saprobias folícolas (Sf); saprobias lignícolas (Sl); saprobias lignícolas sobre troncos muertos (Sltm); saprobias lignícolas sobre troncos vivos (Sltv); saprobias praticolas (Spr); saprobias ramícolas en ramas muertas (Srm); parásitas (P) y micorrizógenas (M).

El material estudiado se depositó en el herbario AH del Departamento de Biología Vegetal de la Universidad de Alcalá, y en el herbario BCMEX de la Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada. Las especies que se reportan, se citan por orden alfabético para su rápida localización con la descripción de los caracteres más relevantes de aquellas especies más representativas del área de estudio. La nomenclatura de los taxa y las autoridades taxonómicas están con base en la información de la página web mycobank.org.

Tabla 1. Localidades de recolección de los hongos Agaricales del estado de Baja California

Localidad	Ubicación
1 Valle de Guadalupe	30 kilómetros al este de la ciudad de Ensenada, Delegación de Francisco Zarco
2 Ignacio Zaragoza	Km 65, Carretera Ensenada-Tecate
3 San Antonio Necua	33 kilómetros al este de la ciudad de Ensenada
4 Las Lomas	San Antonio de la Minas, Km 13, carretera Ensenada-Tecate
5 Rancho La Cruz	San Antonio de la Minas, Km 10, carretera Ensenada-Tecate
6 San Antonio de las Minas	17 km al este de Ensenada, carretera Ensenada-Tecate
7 Rancho Santa Rosa	Cañón de Santa Rosa, Km 78, carretera libre Tijuana-Ensenada
8 Las Chichihuas	Km 79, carretera libre Tijuana-Ensenada, altitud 240 m
9 El Junco	Km 87, carretera libre Tijuana-Ensenada
10 Cañón de Doña Petra	8 Km al este de Ensenada, altitud 500 m
11 Presa Emilio López Zamora	Zona urbana de la ciudad de Ensenada
12 Ejido el Povenir	Km 88, carretera Tecate-Ensenada
13 Rancho Agua Viva	Km 21-24, carretera Ensenada a Ojos Negros, altitud 530-560 m
14 La Zorra	Sierra Juárez, altitud 1060 m
15 El Aguaje	Sierra Juárez
16 Cañada Verde	Km 106, carretera Tecate-Mexicali, altitud 1000 m
17 Rancho Preciado	10-17 Km al noreste de Ensenada, carretera Ensenada-Tecate, altitud 480 m
18 Rancho Las Jacarandas	Cañón las Ánimas, altitud 200 m
19 Rancho La Fortuna	10 Km al este de Playas Rosarito
20 Rancho Los Canales	15 Km al este de la ciudad de Tecate, Carretera Tecate a Mexicali
21 Mike Sky Ranch	Km 74-75 camino San Telmo al Observatorio, Sierra de San Pedro Mártir
22 Vallecitos	Camino San Telmo al Observatorio, Sierra de San Pedro Mártir, altitud 2380 m

Tabla 2. Listado de las especies de hongos Agaricales de las áreas de encino de Baja California

Familia	Especies
Agaricaceae	<i>Agaricus bitorquis</i> ; <i>A. californicus</i> ; <i>A. campestris</i> ; <i>A. fuscofibrillosus</i> ; <i>A. silvaticus</i> ; <i>A. texensis</i> ; <i>A. xanthodermus</i> ; <i>Chlorophyllum molybdites</i> ; <i>C. rhacodes</i> ; <i>Coprinellus domesticus</i> ; <i>Co. truncorum</i> ; <i>Coprinopsis atramentaria</i> ; <i>Coprinus comatus</i> ; <i>Lepiota cristata</i> ; <i>Leucoagaricus leucothites</i> ; <i>Phaeolepiota aurea</i>
Amanitaceae	<i>Amanita bisporigera</i> ; <i>Am. ceciliae</i> ; <i>Am. cokeri</i> ; <i>Am. crocea</i> ; <i>Am. fallax</i> ; <i>Am. flavoconia</i> ; <i>Am. gemmata</i> ; <i>Am. magnivelaris</i> ; <i>Am. magniverrucata</i> ; <i>Am. ocreata</i> ; <i>Am. pantherina</i> ; <i>Am. rubescens</i> ; <i>Am. strobiliformis</i> ; <i>Am. valens</i> ; <i>Am. velosa</i> ; <i>Am. verna</i> ; <i>Am. volvata</i>
Bolbitiaceae	<i>Agrocybe dura</i> ; <i>Ag. pediades</i> ; <i>Panaeolus papilionaceus</i>
Boletaceae	<i>Boletus amygdalinus</i> ; <i>B. barrowsii</i> ; <i>B. chrysenteron</i> ; <i>B. dryophilus</i> ; <i>B. flaviporus</i> ; <i>B. satanas</i> ; <i>B. subtomentosus</i>
Cortinariaceae	<i>Crepidotus calolepis</i> ; <i>Cr. epibryus</i> ; <i>Inocybe godeyi</i> ; <i>I. rimosa</i> ; <i>Phaeomarasmium erinaceus</i> ; <i>Tubaria conspersa</i>
Entolomataceae	<i>Clitopilus hobsonii</i> ; <i>Entoloma juncinum</i> ; <i>E. lividoalbum</i> ; <i>E. sericeum</i>
Hydnangiaceae	<i>Laccaria bicolor</i> ; <i>L. laccata</i> ; <i>L. proxima</i>
Hygrophoraceae	<i>Hygrocybe miniata</i>
Marasmiaceae	<i>Armillaria mellea</i> ; <i>Ar. tabescens</i> ; <i>Contumyces rosellus</i> ; <i>Gymnopus quercophilus</i> ; <i>Marasmius copelandii</i> ; <i>M. ferrugineus</i> ; <i>M. plicatulus</i> ; <i>M. siccus</i> ; <i>Micromphale inodorum</i>
Omphalotaceae	<i>Omphalotus olivascens</i> var. <i>Indigo</i>
Paxillaceae	<i>Paxillus involutus</i>
Pleurotaceae	<i>Hohenbuehelia petaloides</i>
Pluteaceae	<i>Pluteus cervinus</i> ; <i>Volvariella gloiocephala</i>
Psathyrellaceae	<i>Psathyrella candolleana</i> ; <i>P. spadiceogrisea</i>
Russulaceae	<i>Lactarius alnicola</i> ; <i>La. argillaceifolius</i> var. <i>megacarpus</i> ; <i>La. camphoratus</i> ; <i>La. rufulus</i> ; <i>Russula alutacea</i> ; <i>Ru. emetica</i> ; <i>Ru. lutea</i>
Strophariaceae	<i>Hypholoma fasciculare</i> , <i>Pholiota highlandensis</i> , <i>Deconica coprophila</i> ; <i>D. Merdaria</i> ; <i>Stropharia aurantiaca</i> ; <i>S. coronilla</i> ; <i>S. melanosperma</i> ; <i>S. semiglobata</i>
Tricholomataceae	<i>Clitocybe fragrans</i> ; <i>Cl. trulliformis</i> ; <i>Cystoderma cinnabarina</i> ; <i>Hemimycena hirsuta</i> ; <i>Lepista nuda</i> ; <i>Leucopaxillus gentianeus</i> ; <i>Melanoleuca rasilis</i> ; <i>Mycena californiensis</i> ; <i>My. pura</i> ; <i>My. Sanguinolenta</i> ; <i>Ossicaulis lignatilis</i> ; <i>Resupinatus applicatus</i> ; <i>Tricholoma columbetta</i> , <i>T. equestre</i> , <i>T. scalpturatum</i> ; <i>Xeromphalina caudicinalis</i>

Resultados

El catálogo micológico obtenido de esta investigación es de 103 especies, que se incluyen en 16 familias y 47 géneros.

Las familias que presentan el mayor número de taxones descritos, en orden decreciente son: Amanitaceae (17), Agaricaceae (16), Tricholomataceae (16), Marasmiaceae (nueve), Strophariaceae (ocho), Boletaceae (siete), Russulaceae (siete), Cortinariaceae (seis), Entolomataceae (cuatro), Bolbitiaceae (tres), Hydnangiaceae (tres), Omphalotaceae (uno), Pleurotaceae (uno), Pluteaceae (dos), Psathyrellaceae (dos), Hygrophoraceae (uno) y Paxillaceae (uno) (Tabla 2).

El papel ecológico de las especies encontradas en los bosques de encino fue representada por 35.78 % de especies micorrizógenas, 64.21% de especies saprobias y 1.05 % por especies parásitas (Tabla 3).

Catálogo micológico:

Agaricus bitorquis (Quél.) Sacc., citada por Moreno y Ayala (2007).

A. californicus Peck., citada por Ayala (1996).

A. campestris L., citada por Manjarrez (1990), Patouillard y Hariot (1896), y Guzmán (1963).

A. fuscofibrillosus (F. H. Møller) Pilát, citada por Ayala (1996).

A. texensis Berk. y M. A. Curtis Geml, Geiser y Royse, citada por Ochoa y Moreno (2006).

A. xanthodermus Genev., citada por Moreno y Ayala (2007) (Figura 1A). Pileo de globoso a ovoide, extendido en la madurez, blanquecino con un disco parduzco central, fuerte viraje a amarillo al corte. Láminas libres, blanquecinas con tonos rosados, que más tarde se oscurece hasta marrón grisáceo oscuro, con aristas ligeramente más pálidas. Estípites blancos muy

Tabla 3. Función ecológica de los hongos Agaricales en bosques con *Quercus* spp. Claves: saprobias húmicas (Sh); saprobias folícolas (Sf); saprobias lignícolas (Sl); saprobias lignícolas sobre troncos muertos (Slm); saprobias lignícolas sobre troncos vivos (Sltv); saprobias praticolas (Spr); saprobias ramícolas en ramas muertas (Srm); parásitas (P) y micorrizógenas (M)

Especies	Papel ecológico	
<i>Amanita bisporigera</i> ; <i>Am. ceciliae</i> ; <i>Am. cokeri</i> ; <i>Am. crocea</i> ; <i>Am. fallax</i> ; <i>Am. flavoconia</i> ; <i>Am. gemmata</i> ; <i>Am. magnivelaris</i> ; <i>Am. magniverrucata</i> ; <i>Am. ocreata</i> ; <i>Am. pantherina</i> ; <i>Am. rubescens</i> ; <i>Am. strobiliformis</i> ; <i>Am. valens</i> ; <i>Am. velosa</i> ; <i>Am. verna</i> ; <i>Am. volvata</i> ; <i>Boletus amygdalinus</i> ; <i>B. barrowsii</i> ; <i>B. chrysenteron</i> ; <i>B. dryophilus</i> ; <i>B. flaviporus</i> ; <i>B. satanas</i> ; <i>B. subtomentosus</i> ; <i>Inocybe godeyi</i> ; <i>I. rimosa</i> ; <i>Laccaria bicolor</i> ; <i>L. laccata</i> ; <i>L. próxima</i> ; <i>Lactarius alnicola</i> ; <i>La. argillaceifolius</i> var. <i>megacarpus</i> ; <i>La. camphoratus</i> ; <i>La. rufulus</i> ; <i>Leucopaxillus gentianeus</i> ; <i>Russula alutacea</i> ; <i>Ru. emética</i> ; <i>Ru. lutea</i> ; <i>Tricholoma columbetta</i> ; <i>T. equestre</i> ; <i>T. sculpturatum</i>	M	
<i>Omphalotus olivascens</i> var. <i>Indigo</i>	P	
<i>Deconica coprophila</i> ; <i>D. merdaria</i> ; <i>Stropharia semiglobata</i>	Sc	
<i>Gymnopus quercophilus</i> ; <i>Marasmius copelandii</i> ; <i>M. plicatulus</i> ; <i>M. siccus</i> ; <i>Mycena sanguinolenta</i>	Sf	
<i>Agaricus bitorquis</i> ; <i>A. californicus</i> ; <i>A. fuscofibrilosus</i> ; <i>A. texensis</i> ; <i>A. xanthodermus</i> ; <i>Chlorophyllum molybdites</i> ; <i>C. rhacodes</i> ; <i>Clitocybe fragrans</i> ; <i>Cl. trulliformis</i> ; <i>Contomyces rosellus</i> ; <i>Coprinopsis atramentaria</i> ; <i>Coprinus comatus</i> ; <i>Cystoderma cinnabarina</i> ; <i>Entoloma juncinum</i> ; <i>E. lividoalbum</i> ; <i>E. sericeum</i> ; <i>Hemimycena hirsuta</i> ; <i>Hygrocybe miniata</i> ; <i>Lepiota cristata</i> ; <i>Lepista nuda</i> ; <i>Melanoleuca rasilis</i> ; <i>Mycena pura</i> ; <i>Phaeolepiota aurea</i> ; <i>Pholiota higlandensis</i> ; <i>Psathyrella spadiceogrisea</i> ; <i>Stropharia melanosperma</i> ; <i>Volvariella gloiocephala</i>	Sh	
<i>Clitopilus hobsonii</i> ; <i>Micromphale inodorum</i> ; <i>Coprinellus domesticus</i> ; <i>Co. truncorum</i> ; <i>Marasmius ferrugineus</i> ; <i>Mycena californiensis</i> ; <i>Paxillus involutus</i> ; <i>Tubaria conspersa</i> ; <i>Pluteus cervinus</i> ; <i>Xeromphalina caudicinalis</i> .	Sl	
<i>Crepidotus calolepis</i> ; <i>Cr. epibryus</i> ; <i>Hohenbuehelia petaloides</i> ; <i>Hypholoma fasciculare</i> ; <i>Phaeomarasmius erinaceus</i> ; <i>Resupinatus applicatus</i>	Slm	
<i>Psathyrella candolleana</i>	Slm-Sltv	
<i>Ossicaulis lignatilis</i>	Sltv	
<i>Armillaria mellea</i> ; <i>Ar. tabescens</i>	Sltv-P	
<i>Agaricus campestris</i> ; <i>A. silvaticus</i> ; <i>Agrocybe dura</i> ; <i>Ag. pediades</i> ; <i>Leucoagaricus leucothites</i> ; <i>Panaeolus papilionaceus</i> ; <i>Stropharia aurantiaca</i> ; <i>S. coronilla</i> ; <i>S. semiglobata</i>	Spr	
No. de Taxa encontrados	103	
Micorrizógenos	40	38.83%
Parásitos	1	0.97%
Saprobios	64	61.13%

esbelto, separable, frecuentemente curvado hacia la base, de 5-15 cm de altura por 1 a 1.5 cm de diámetro, que vira a amarillento cromo al roce. Anillo amplio y doble con caras diferenciadas, la superior membranosa y consistente, y la inferior fugaz y dentada. Contexto blanquecino que se torna rápidamente al amarillento especialmente en la base. Olor fenólico y sabor desagradable.

Esporas de 5-7 x 3,5-4 µm, subglobosas, pardo pálidas, lisas, con apéndice hilar algo excéntrico. Basidios de 22-23 (25) x 6-7.5 µm, hialinos, tetraspóricos. Queilocistidios de 24-25 x (4.5) 5-6 µm, esfero-pedunculados a claviformes, escasos. Pileipellis formado por hifas de 7-8 (8.5) µm de diámetro, hialinas, de paredes delgadas. Estipitipellis

hialina, con hifas de 5-7 µm. Hifas del anillo hialinas, de pared simple, no fibuladas de 4-5 (6) µm. Trama himenial constituida por hifas de 7-8 µm de diámetro, hialinas.

Especies próximas son: *A. arvensis* Schaeffer, la cual es superficialmente similar, pero no se tiñe de amarillo en la base del estípote y tiene sabor farinoso. *A. californicus* es también similar superficialmente, pero la variación al amarillento es más pálida, tiene esporas más grandes y un disco más oscuro. Otra especie también próxima es *A. hondensis* Murrill, pero no es flavesciente y tiene esporas más angostas.

Moreno *et al.* (1986) consideran que esta especie constituye un taxón heterogéneo. Biek (1984), señala que el índice de escamosidad sobre el píleo



Figura 1. A. *Agaricus xanthodermus*. B. *Amanita velosa*.

puede estar relacionado con el clima seco y que en carpóforos juveniles todas las partes del hongo, incluso láminas y velo pueden teñirse de amarillo.

Agrocybe dura (Bolton) Singer, citada por Moreno y Ayala (2007).

Ag. pediades (Fr.) Fayod, citada por Moreno y Ayala (2007).

Amanita cokeri (E.-J. Gilbert y Kühner) E.-J. Gilbert, citada por Moreno y Ayala (2007).

Am. gemmata (Fr.) Bertill., citada en Baja California por Moreno y Ayala (2007). ***Am. magnivelaris*** Peck, citada por Ayala *et al.* (1988).

Am. magniverrucata Thiers y Ammirati, citada por Moreno y Ayala (2007).

Am. ocreata Peck, citada por Moreno y Ayala (2007).

Am. pantherina (DC.) Krombh., citada por Moreno y Ayala (2007).

Am. rubescens Pers., citada por Moreno y Ayala (2007).

Am. valens (E.J. Gilbert) Bertault, citada en Baja California por Ayala *et al.* (1988).

Am. velosa (Peck) Lloyd, citada por Moreno y Ayala (2007) (Figura 1B). Píleo de 7.5-8 (8.5) cm de

diámetro, convexo a plano, de color naranja pálido, de borde estriado, con una escama central de color blanquecino. Láminas blanquecinas. Arista concolor con las láminas. Estípite de 11-14 x 1.5- 2.5 cm, cilíndrico, de color blanquecino, pruinoso en el ápice. Volva membranosa sacciforme de borde superior libre. Contexto pardusco. Olor agradable y sabor dulce finalmente picante.

Esporas de 9.5-11 (12.5) x 6-8 μm , elipsoidales a subglobosas, hialinas, lisas, inamiloides. Basidios de (25) 40-45 (50) x 10-12.5 (17.5) μm , con esterigmas de 2.5-3.5 μm , hialinos, tetraspóricos. Pileipellis formada por hifas de 4-4.5 μm de diámetro, hialinas, de paredes delgadas. Hifas del anillo hialinas, de pared delgada. Trama himenial constituida por hifas de 4-6 μm de diámetro, hialinas. Fíbulas no observadas.

Especies próximas son *Am. fulva* (Schaeff.) Pers., que tiene píleo pardo rojizo a bronceado con tintes ocráceos y volva sacciforme, *Am. calyptrata* Peck, que presenta un anillo persistente y píleo de color amarillo.



Figura 2. A. *Boletus amygdalinus*. B. *Boletus dryophilus*.

Am. verna (Bull.) Lam., citada por Ayala y Guzmán (1984) y Ayala *et al.* (1988).

Am. volvata (Peck) Lloyd, citada por Moreno y Ayala (2007).

Armillaria mellea (Vahl) P. Kumm., citada de Baja California por Ayala y Guzmán (1984).

Ar. tabescens (Scop.) Emel, citada por Ayala y Guzmán (1984).

Boletus amygdalinus (Thiers) Thiers, citada de Baja California por Gil (1989) y Ayala (1996) (Figura 2A). Píleo de 12-18 cm de diámetro, convexo a plano, rosa pálido a pardo pálido con tintes rojizos, superficie seca, algo tomentosa. Tubos amarillentos. Poros angulares de 0.5-1.5 mm, rojizo a naranja-rojizo oscuro cambiando a amarillo ocráceo al secarse, al roce virando rápidamente a azul. Estípite bulboso, de 14-17 cm, pardo rojizo en su porción apical y basal, tomentoso a granuloso en la base. Contexto amarillento con ciertos tintes rojizos que al exponerse vira al azul. Con unas gotas de KOH los poros viran a rojo-parduzco, los tubos se oscurecen y el contexto se torna ocre-naranja. Olor y sabor agradable. Esporas de (25) 27-28 x 12-14 (15) μm , elipsoidales a subfusiformes, ocre-oliváceas. Basidios de 28-32 x 7.5-9 μm , hialinos, tetraspóricos. Pileipellis formada por hifas de 10 μm de diámetro, hialinas, de paredes delgadas. Estipitipellis hialina, con hifas de 7-9 μm de diámetro, ocráceo pálido entremezcladas con algunas hifas púrpura pálido, no fibuladas. Trama himenial constituida por hifas de 5-11 μm de diámetro, hialinas, no fibuladas.

Especies próximas son *B. erythropus* (Fr.) Krombholz, que presenta coloraciones más pálidas en el píleo y en el himenóforo, no obstante es importante considerar que en los basidiocarpos maduros de esta especie, la coloración se vuelve más intensa y puede dar lugar a confusión, aun cuando, *B. amygdalinus* también puede separarse de esta especie por poseer esporas y cistidios de mayor tamaño.

B. barrowsii Thiers y A. H. Sm., citada por Ayala (1996).

B. chrysenteron Bull., citada por Ayala (1996).

B. dryophilus Thiers, citada por Moreno y Ayala (2007) (Figura 2B). Píleo de 3-7.5 cm de diámetro, convexo a plano, pardo-rojizo con tintes oliváceos, seco, agrietado, con tomento oliváceo que le da una apariencia aterciopelada, ligeramente apendiculado. Tubos de 1 cm de longitud, ocre a ocre-oliváceo, que viran al azul a la exposición. Poros angulares de 1 mm de diámetro, amarillentos, que al roce se tornan azul. Estípite 3-5 x 1-2 cm, amarillo intenso en la región superior y rojo-vináceo hacia la base. Contexto amarillenta pálida rojiza pálida hacia la base del estípite, y que a la exposición vira lentamente al azul, con micelio basal amarillo pálido. Olor ligero afrutado y sabor dulzaino. Con unas gotas de KOH el píleo cambia lentamente de coloración al rojo pálido, el estípite y el contexto adquieren tonos rosado pálido a amarillo-anaranjado, y los tubos se tiñen rápidamente de rojizo, con NH_4OH el estípite, píleo y la carne adquieren una coloración rojiza.



Figura 3. A. *Boletus flaviporus*. B. *Deconica merdaria*.

Esporas de (11) 12-14 x 5-6 μm , subelipsoidales, oliváceo pálidas. Basidios de (16) 18-22 x 6-8.5 μm , hialinos, tetraspóricos. Pileipellis formada por hifas de 5-8 μm de diámetro, hialinas, de paredes delgadas algunas con terminación redondeadas, Pileipellis constituido por células ocre-amarillento con pigmento extracelular, última célula de 30 x 10 μm y penúltima célula de 45 x 13 μm . Estipitipellis hialina, con hifas 2-5 μm , no fibuladas. Trama himenial constituida por hifas de 4-6 μm de diámetro, hialinas, no fibuladas.

Especies próximas son *B. subtomentosus* L., de la que se diferencia por la distinta coloración del píleo y del estípite y la ausencia de tonos azules al contacto con unas gotas de NH_4OH y *B. chrysen-teron*, con la cual comparte el píleo generalmente agrietado en la madurez, pero se distingue por la distinta coloración de la subcutis y el estípite.

B. flaviporus Earle, citada por Moreno y Ayala (2007) (Figura 3A). Píleo de (3) 4.5-6.5 cm de diámetro, convexo a plano-convexo, glabro, pardo pálido a pardo-rojizo, viscido a glutinoso. Tubos de 0.5-1.5 mm de longitud, amarillentos, decurrentes. Poros redondos, 2-3 por mm, amarillo brillante. Estípite de 6-9 x 1-1.5 cm, amarillito-ocráceo a naranja-blanquecino en su región media y con tintes rojizos, pruinoso a levemente granuloso en la región

basal. Contexto de 10-22 mm, pálido rosado a amarilla con tonos rojizos, que vira lentamente a rojizo al exponerse. Con unas gotas de KOH , el píleo se torna pardo y con NH_4OH vira a violeta. Olor inapreciable y sabor ácido.

Esporas de (12) 13-15 (16) x (4) 4.5-5 μm , ocre pálido, elipsoides a subfusiformes, de pared lisa. Basidios de 20-25 (30) x 10-12 μm , hialinos, tetraspóricos.

Pleurocistidios de (49) 52-60 (70) x 9-12 μm , hialinos, con una inclusión globular apical. Pileipellis formada por hifas de 5-7 μm de diámetro, hialinas, de paredes delgadas, algunas células con terminaciones algo angulares. Estipitipellis constituida por hifas turgentes de 30-35 μm , de diámetro, hialinas, no fibuladas. Trama himenial constituida por hifas de 3-4 μm , de diámetro, hialinas, no fibuladas.

Especie próxima es *B. auriporus* Peck, pero de la que se diferencia por ser de menor porte, con diferentes coloraciones en el píleo y cistidios himeniales con una fuerte y característica pigmentación amarillenta.

B. satanas Lenz, citada por García-Jiménez (1999). ***B. subtomentosus*** L., citada por Moreno y Ayala (2007).

Chlorophyllum molybdites (G. Mey.) Masee, citada por Moreno y Ayala (2007).



Figura 4. A. *Hohenbuehelia petaloides*. B. *Hypholoma fasciculare*.

C. rhacodes (Vittad.) Vellinga, citada por Moreno y Ayala (2007).

Clitocybe fragrans (With.) P. Kumm., citada por Ayala (1996).

Cl. trulliformis (Fr.) P. Karst., citada por Candusso et al. (1994).

Clitopilus hobsonii (Berk. y Broome) P. D. Orton, citada por Moreno y Ayala (1996).

Contumyces rosellus (M. M. Moser) Redhead, Moncalvo, Vilgalys y Lutzoni, citada de Baja California por Candusso et al. (1994).

Coprinopsis atramentaria (Bull.) Redhead, Vilgalys y Moncalvo, citada por Moreno y Ayala (2007).

Coprinus comatus (O.F. Müll.) Pers., citada por Moreno y Ayala (2007).

Coprinellus domesticus (Bolton) Vilgalys, Hopple y Jacq. Johnson, citada por Moreno y Ayala (2003).

Co. truncorum (Scop.) Redhead, Vilgalys y Moncalvo, citada por Moreno y Ayala (2007).

Crepidotus calolepis (Fr.) P. Karst., citada por Moreno y Ayala (2003).

Cr. epibryus (Fr.) Quél., citada por Moreno y Ayala (2003).

Cystodermella cinnabarina (Alb. y Schwein.) Harmaja, citada por Moreno y Ayala (2007).

Deconica coprophila (Bull.) P. Karst., citada por Candusso et al. (1994).

D. merdaria (Fr.) Noordel., citada por Moreno y Ayala (1996) (Fig. 3B). Píleo de 3-4.5 cm de diámetro, hemisférico a campanulado, pardo ocráceo a

pardo con algunos tintes gris-oliváceos, higrófono, ligeramente viscido, margen levemente estriado y apendiculado. Láminas adnatas, amplias, de color ocre parduzco con la arista pálida. Estípote 7-9 cm de longitud, grisáceo a gris pálido, parduzco en la base. Anillo blanquecino, apical, membranoso. Contexto pálido a parduzco pálido.

Esporas de 11-12 x 7-8.5 µm, citriformes a lenti-formes, hexagonales en vista frontal, poro germinativo central y pared gruesa. Basidios de 20-32 x 6-7.5 µm, claviformes, hialinos, tetraspóricos. Queilocistidios de 25-30 x 6.5-7 µm, lageniformes. Pileipellis y trama himenial formada por hifas hialinas de 3-5 µm de diámetro, fibuladas.

Especies próximas son *Psilocybe moelleri* Guzmán, que posee esporas de igual morfología que *D. merdaria* pero de distintas dimensiones, velo efímero y se ubica preferentemente en climas fríos.

Entoloma juncinum (Kühner y Romagn.) Noordel., citada por Moreno y Ayala (2003).

E. lividoalbum (Kühner y Romagn.) Kubička., citada por Candusso et al. (1994).

E. sericeum (Bull.) Quél., citada por Candusso et al. (1994).

Gymnopus quercophilus (Pouzar) Antonín y Noordel., citada por Moreno y Ayala (2003).

Hemimycena hirsuta (Tode) Singer, citada por Moreno y Ayala (2003).

Hohenbuehelia petaloides (Bull.) Schulzer, citada por Ayala (1996) (Figura 4A). Píleo de 3-6 cm de diámetro, con forma de abanico, convexo a plano



Figura 5. A. *Lactarius alnicola*. B. *Omphalotus olivascens*.

con borde involuto, ondulado y levemente estriado, ocráceo pálido, pardo, pardo grisáceo o pardo oscuro, superficie gelatinosa, lisa. Láminas decurrentes, céreas, cremas amarillentas a cremas grisáceas. Arista concolor con las láminas. Estípote de 1.5-3.0 x 1.2 cm, levemente comprimido lateralmente, gris a gris blanquecino, finamente piloso, textura cartilaginosa a levemente fibrosa. Contexto blanquecino. Esporas en masa de color pálido. Olor dulzaino y sabor a maíz.

Esporas de 6.5-9 (10) x (3) 3.5-5 μm , elipsoidales a amigdaliformes con una extremo romo, hialinas, de pared muy delgada e inamiloides. Basidios de (16) 17-25 x (3) 3.5-5.5 (10) μm , con esterigmas delgados, hialinos, de monospóricos a tetraspóricos. Lamprocistidios de hasta 65 μm de longitud. Pileipellis formada por hifas fibuladas, con denso contenido citoplasmático, con numerosas inclusiones citoplasmáticas, de 1.5-3 μm de diámetro. Estipitipellis hialina, con hifas septadas, fibuladas de (4) 6.5-10 μm .

Especies próximas son *H. geogenia* (De Cand.) Singer, con píleo de color amarillo parduzco y *H. atrocaerulea* (Fr.: Fr.) Singer, que tiene píleo ancho y corto, pardo a negro azulado, finamente piloso.

Hypholoma fasciculare (Huds.) P. Kumm., citada por Moreno y Ayala (2007) (Fig. 4B). Píleo de 4-6 cm de diámetro, convexo a plano, amarillo ocráceo pálido, con tintes naranja en el disco, liso. Láminas adnatas, oliváceas, amarillo-oliváceo a ocráceas. Arista concolor con las láminas. Estípote de

8-11 x 0.5-1 cm, de color ocre amarillento. Velo fibroso. Contexto amarillento. Sabor muy amargo.

Esporas de (7) 8-9 x (3,5) 4-4,5 μm , elipsoidales, operculadas, lisas. Basidios de (21) 22-24 (27) x (5) 7-9 μm , hialinos, tetraspóricos. Crisocistidios de (30) 32-35 (40) x (9) 10-11 μm . Pileipellis formada por hifas de 10-13 μm de diámetro, subhialinas, septadas, algunos segmentos algo globosos. Estipitipellis hialina, con hifas fibuladas de 3-5 (7) μm de diámetro.

Especies próximas son *H. sublateritium* (Schaeff.) Quél. 1872, de porte grande, píleo pardorrojizo, láminas amarillentas en la juventud y púrpura grisáceas a oliváceas en la madurez y *H. capnoides* (Fr.) P. Kumm., con píleo de igual coloración pero con láminas de color grisáceo con tonalidades amarillas verduzcas y sabor dulzaino.

Inocybe godeyi Gillet, citada por Ayala (1996).

I. rimosa (Bull.) P. Kumm., citada por Moreno y Ayala (2003).

Laccaria bicolor (Maire) P. D. Orton, citada por Ayala y Moreno (1996).

L. laccata (Scop.) Cooke, citada por Ayala y Moreno (1996).

L. proxima (Boud.) Pat., citada por Ayala y Moreno (1996).

Lactarius alnicola A.H. Sm., citada por Candusso et al. (1994) (Figura 5A). Píleo de 8,5-9 (11) cm de diámetro, infundibuliforme, ocre-naranja pálido, concéntricamente zonado, glabro, ligeramente viscido. Láminas blanquecinas a cremas pálidas, adnatas a decurrentes. Arista con color al resto de la

lámina. Estípote 3-4 x 1-1.5 cm, ocre-amarillento a naranja ocráceo pálido, cilíndrico a ligeramente más delgado hacia la base, fistuloso, escrobiculado. Contexto blanquecino que vira a amarillento al exponerse. Unas gotas de KOH 5 % provocan un cambio en la coloración de las láminas y el contexto a amarillo pálido. Látex blanquecino que a la exposición vira muy lentamente al amarillento pálido. Olor dulzaino y sabor sumamente picante. Esporas de (4.5) 6-10 x (4) 6-9 μm , globosas a subglobosas, verrugosas, con retículo parcial, amiloides y con prominente apéndice hilar de (1) 1.5-2 μm . Basidios de 40-50 (55) x (9) 10-15 μm , hialinos, tetraspóricos. Crisocistidios de 45-48 (55) x 6-7 (10) μm . Queilocistidios de (25) 29-40 (54) x (7) 8-9 μm , con cuello largo. Pleurocistidios de 40 x 12 μm , ventricosos, hialinos, claviformes, con ápice agudo y varios estrangulamientos en su longitud. Pileipellis formada por hifas de 3-4.5 μm de diámetro, fibuladas, y esferocistos de (21.5) 10-52 (56) x (20) 22.5-35 (45) μm . Estipitipellis hialina, con hifas fibuladas.

Especies próximas son *L. scrobiculatus* var. *pubescens* Smith, que tiene esporas pequeñas, sabor farinoso a ácido y látex blanquecino que vira rápidamente al amarillento con la exposición y *L. subvillosus* Hesler & Smith se diferencia por la coloración zonada del pileo de color pardo-amarillento a naranja-parduzco con margen piloso y esporas pequeñas.

La. argillaceifolius var. ***megacarpus*** Hesler y A.H. Sm., citada por Candusso *et al.* (1994).

La. camphoratus (Bull.) Fr., citada por Ayala (1996).

La. rufulus Peck, citada por Moreno y Ayala (2003).

Lepiota cristata (Bolton) P. Kumm., citada por Ayala (1996).

Le. nuda (Bull.) Cooke, citada por Ayala y Guzmán (1984).

Leucoagaricus leucothites (Vittad.) Wasser, citada por Moreno y Ayala (2007).

Leucopaxillus gentianeus (Quél.) Kotl., citada por Ayala y Guzmán (1984).

Marasmius copelandii Peck, citada por Moreno y Ayala (2003).

M. plicatulus Peck, citada por Moreno y Ayala (1996).

M. siccus (Schwein.) Fr., citada por Ayala y Guzmán (1984).

Melanoleuca rasilis (Fr.) Singer, citada por Moreno y Ayala (2003).

Micromphale inodorum Dennis, citada por Candusso *et al.* (1994).

Mycena californiensis Berk. y M. A. Curtis, citada por Moreno y Ayala (2003).

My. pura (Pers.) P. Kumm., citada por Ayala (1996).

My. sanguinolenta (Alb. y Schwein.) P. Kumm., citada por Ayala (1996).

Omphalotus olivascens var. ***indigo*** G. Moreno, Esteve-Rav., Pöder y N. Ayala, citada por Candusso *et al.* (1994) (Fig. 5B). Pileo de 4.5-9 (12) cm de diámetro, rojizo anaranjado parduzco con fibrillas peinadas radiales, con disco ligeramente más pálido, con tonos amarillento oliváceos, el borde anaranjado, incurvado, ligeramente estriado. Láminas con color con el pileo, con tonalidades oliváceas. Arista ligeramente más oscura que la lámina. Estípote de (3.5) 4-6 x 1-1.5 cm, naranja parduzco, cilíndrico a levemente radicante, con fibrillas arraigadas y dispuestas longitudinalmente, base del estípote tomentosa. Contexto al corte de grisáceo a gris-azulado oscuro, a la exposición cambia a gris violáceo oscuro. Unas gotas de KOH 5 % sobre el contexto provocan un cambio en su coloración hacia el oliváceo o vináceo oscuro, con FeSO_4 el contexto adquiere una coloración grisácea intensa. Olor dulzaino y sabor ácido y persistente. Esporas de (6.5) 7-8 (8.5) x (5) 6-6.5 (7) μm , subglobosas, ocre oliváceo pálido, de pared gruesa, inamiloide. Basidios de (30) 32-35 (40) x (7) 7.5-8 (9) μm , claviformes, ocráceo pálido a hialinos, bispóricos a tetraspóricos, con esterigmas de (5) 6-7 (8) μm . Crisocistidios de (25) 26-30 (40) x (6) 9-12 (25) μm . Estipitipellis hialina, con hifas fibuladas.

Ossicaulis lignatilis (Pers.) Redhead y Ginns, citada por Moreno y Ayala (1996).

Panaeolus papilionaceus (Bull.) Quél., citada por Ayala (1996).

Paxillus involutus (Batsch) Fr., citada por Ayala (1996).

Phaeolepiota aurea (Matt.) Maire, citada por Ayala (1996).

Phaeomarasmius erinaceus (Pers.) Scherff. ex Romagn., citada por Moreno y Ayala (1996).

Pholiota highlandensis (Peck) A.H. Sm. y Hesler, citada por Moreno y Ayala (2007).

Pluteus cervinus (Schaeff.) P. Kumm., citada por Ayala (1996) y Rodríguez (2006).

- Psathyrella candolleana*** (Fr.) Maire, citada por Ayala (1996).
- P. spadiceogrisea*** (Schaeff.) Maire, citada por Moreno y Ayala (2003).
- Resupinatus applicatus*** (Batsch) Gray, citada por Moreno y Ayala (2003).
- Russula alutacea*** (Fr.) Fr., citada por Ayala y Guzmán (1984).
- Ru. emetica*** (Schaeff.) Pers., citada por Ayala y Guzmán (1984).
- Ru. lutea*** (Huds.) Fr., citada por Ayala y Guzmán (1984).
- Stropharia aurantiaca*** (Cooke) M. Imai, citada por Ayala y Guzmán (1984). Pileo de 2 a 6 cm, de hemisférico a convexo extendido, con amplio mamelón central, margen de incurvado a plano, algo más claro que el sombrero, con restos flocosos blancos del velo universal, rojo anaranjado. Láminas adnatas con lamélulas, blancas a grisáceas, con tonos púrpuras y arista blanquecina. Estípites largo y delgado, de recto a curvado, blanco-crema, algo ensanchado en la base, con cordones miceliales blancos y con manchas naranja oscuro, liso sobre el anillo y escamoso debajo. Anillo fugaz. Contexto blanco-amarillento.
- S. coronilla*** (Bull.) Quél., citada por Moreno y Ayala (2007).
- S. melanosperma*** (Bull.) Bres., citada por Ayala (1996).
- S. semiglobata*** (Batsch) Quél., citada por Moreno y Ayala (2007).
- Tricholoma columbetta*** (Fr.) P. Kumm., citada por Candusso *et al.* (1994).
- T. equestre*** (L.) P. Kumm., citada por Ayala (1996).
- T. scalpturatum*** (Fr.) Quél., citada por Ayala (1996).
- Tubaria conspersa*** (Pers.) Fayod, citada por Moreno y Ayala (2003).
- Volvariella gloiocephala*** (DC.) Boekhout y Enderle., citada por Candusso *et al.* (1994).
- Xeromphalina caudicinalis*** (With.) Kühner y Maire., citada por Moreno y Ayala (1996).

Discusión

La presentación de 95 especies del orden Agaricales asociadas a áreas de encino, pone de manifiesto la riqueza biótica de estas comunidades vegetales en el estado de Baja California, no obstante y a pesar de lo

extensivo del presente estudio, está claro que aún no se tiene el registro de todas las especies fúngicas de este *taxa* en estas áreas en particular. Por lo que estos resultados solo pudieran representar un acercamiento al conocimiento de estos organismos en las zonas de estudio.

Con relación a la función ecológica de los organismos estudiados, Mueller *et al.* (2004), indican que debido al importante papel que juegan los hongos en el ecosistema, los datos de abundancia y composición de sus especies en un ecosistema, pueden ser usados como indicadores de la salud del ecosistema y de los efectos provocados por alteraciones del mismo. Al respecto, el presente estudio fue sustancialmente dirigido al conocimiento de las especies que se ubican en estos ecosistemas. Por lo cual, y aún cuando a través del apoyo de importantes referencias bibliográficas se ubicó el papel ecológico de cada una de las especies estudiadas, se requiere establecer metodologías más precisas para poder utilizar a los hongos como bioindicadores de calidad ambiental, tal y como lo ha citado Moore *et al.* (2001).

Por otra parte, considerando las observaciones de Frankland *et al.* (1982), quienes asignan a los hongos macromicetos a tres grupos (micorrizógenos, saprobios y parásitos) cuando se estudia el componente vegetal de los ecosistemas, algunos son hábiles para utilizar más de una fuente nutricional, por lo que dependiendo de su tipo de nutrición pueden ser colocados en más de una categoría. Más aún en el caso de específico de los hongos simbióticos, Pilz y Molina (1996), indican que estos hongos pueden variar en su potencial ectomicorrizógeno, y que muchas especies tienen amplios rangos de posibles hospedantes, mientras otras especies fúngicas tienen rangos más angostos y/o son ectomicorrizógenos obligados de una sola especie o de las especies de un solo género, ejemplo de esto es *Amanita velosa*, quien se asocia exclusivamente con *Q. agrifolia*.

Conclusiones

La presentación de 95 especies Agaricales asociadas a áreas de encino, constituye un referente de la diversidad fúngica de estas comunidades vegetales del estado de Baja California. La ubicación de las especies determinadas con relación a su función ecológica, establece un marco básico de referencia muy general para futuros estudios en las zonas estudiadas.

Literatura citada

- Ayala, N. 1996. Estudio sistemático, corológico y ecológico de los Agaricales *sensu lato* del estado de Baja California, México. Tesis doctoral del programa de Ciencias Biológicas, Universidad de Alcalá de Henares, España. 457 p.
- Ayala, N., y G. Guzmán. 1984. Los hongos de la península de Baja California I. Las especies conocidas. Boletín Mexicano de Micología 19:73-91.
- Ayala, N., I. Manjarrez, G. Guzmán, y H. S. Thiers. 1988. Los hongos de la Península de Baja California, II. Las especies conocidas del género *Amanita*. Revista Mexicana de Micología 4:69-74.
- Biek, D. 1984. The mushrooms of northern California. Spore prints. 294 p.
- Candusso, M., A. Gennari, y N. Ayala. 1994. Agaricales of Baja California, México. Mycotaxon 50:175-189.
- Frankland, J. C., H. Hedger, y M. Swift. 1982. Biomass and nutrients cycling by decomposer basidiomycetes. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. 261 p.
- García, J. J. 1999. Estudio sobre la taxonomía, ecología y distribución de algunos hongos de la familia Boletaceae (Basidiomycetes, Agaricales) de México. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 334 p.
- Gil, A. 1989. Estudio taxonómico de los boletáceos del estado de Baja California. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma de Baja California, México. 125 p.
- Guzmán, G. 1963. Macromicetos de zonas áridas de México, I. Análisis taxonómico, ecológico y fitogeográfico de la investigación bibliográfica. Anales Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 12(1-4):43-60.
- Harry, T. 1982. The Agaricales (Gilled Fungi) of California: *Amanitaceae*. United States of America. 60 p.
- Manjarrez, I. 1990. Estudio taxonómico de Agaricales en la península de Baja California. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma de Baja California, México. 250 p.
- Montoya, L. 2000. Estudio taxonómico del género *Lactarius* en México. Tesis doctoral en Ciencias Biológicas, Universidad de Alcalá de Henares, España. 270 p.
- Montoya, L., N. Ayala, V. M. Bandala, y G. Moreno. 1998. Studies on *Lactarius* from Mexico: first report of *Lactarius rufulus*. Documentos Micología France 28(109-110):29-32.
- Moore, D., M. Nauta, S. Evans, y M. Rotheroe. 2001. Fungal conservation: issues and solutions (British Mycological Society Symposia). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 262 p.
- Moreno, G., J. Manjón, y A. Zugaza. 1986. La guía de Incafo de los hongos de la península Ibérica. I-II-Incafo. Madrid. 1276 p.
- Moreno, G., y C. Illana. 1992. Los hongos y los principales ecosistemas de Extremadura. Revista Extremadura 8:37-47.
- Moreno, G., F. Esteve-Raventós, y N. Ayala. 1993. A new species of *Pleurotus* from San Felipe Desert of Baja California, Mexico. Mycotaxon 48:451-457.
- Moreno, G., F. Esteve-Raventós, P. Pöder, y N. Ayala. 1993. *Omphalotus olivascens* var. *indigo* var. nov. from Baja California (México). Mycotaxon 48:217-222.
- Moreno, G., y N. Ayala. 1996. Agaricales *sensu lato* de Baja California (México). I. Boletín Sociedad Micológica Madrid 21:305-323.
- Moreno, G., N. Ayala, y F. Esteve-Raventós. 1997. *Tricholoma albidulum* sp. nov. (*Tricholomataceae*, Agaricales) from Baja California, Mexico. Mycotaxon 63:383-387.
- Moreno, G., y N. Ayala. 2003. Agaricales *sensu lato* de Baja California (México). II. Boletín Sociedad Micológica Madrid 27:67-78.
- Moreno, G., y N. Ayala. 2007. Agaricales *sensu lato* de Baja California (México). III. Boletín Sociedad Micológica Madrid 31:21-33.
- Mueller G., M. Foster, y G. Bills. 2004. Biodiversity of Fungi. Inventory and monitoring methods. Academic Press, Amsterdam. 777 p.
- Mycobank. 2014. Fungal databases nomenclature and species banks. International Mycological Association. Pagina en red: <http://www.mycobank.org/DefaultInfo.aspx?Page=Home>; (consultada 1 agosto, 2014).
- Nixon, K. C. 1993. The genus *Quercus* in Mexico. *En: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, J. Fa.* (eds.). Biological diversity of Mexico: origins and distribution. Oxford, Oxford University Press. pp. 447-458.
- Nixon, K. C. 2002. The oak (*Quercus*) biodiversity of California and adjacent regions. USDA Forest Service General Technical Reports PSW-GTR-184.
- Ochoa, C., N. Ayala, G. Guzmán, y L. Montoya. 1990. Contribución al conocimiento de los *Gasteromycetes* de la península de Baja California, México. *Brenesia* 33:51-60.
- Ochoa, C., y G. Moreno. 2006. Hongos gasteroides y secotioides de Baja California, México. Boletín Sociedad Micológica Madrid 30:121-166.
- Patouillard, M. M., y P. Hariot. 1896. Listes des champignons recoltés en Basse-Californie par M. Diguët. Journal of Botany 10:250-252.
- Pérez-Silva, E., y J. L. L. de la Luz. 1997. Macromycetes of Baja California Sur, México. Mycotaxon 58:395-417.
- Pilz, D., y R. Molina. 1996. Ecosystem management of forest Fungi: inventory, monitoring, and biodiversity assessment. Oregon State University, Oregon, General technical report PNW: 371. 104 p.
- Rodríguez, O. 2006. Contribución al estudio taxonómico del género *Pluteus* Fr. (Agaricales) en México. Tesis doctoral del programa de Ciencias Biológicas, Universidad de Alcalá de Henares, España. 182 p.

Los agaves mezcaleros del altiplano Potosino y Zacatecano

Edgar León Esparza-Ibarra, Juan Violante-González, Scott Monks,
Jorge Cadena Iñiguez, Cuauhtémoc Araujo-Andrade y Erich Dietmar Rössel-Kipping

Resumen

En el Altiplano Potosino y Zacatecano, los agaves mezcaleros son un componente socioeconómico importante ya que se pueden aprovechar desde el punto de vista económico, ya que tiene valor en el mercado para la producción de bebidas espirituosas como el mezcal; social, ya que su producción y modo de empleo genera jornales disminuyendo la migración; en la salud, por la producción de aguamiel, jarabes e inulinas como complemento nutricional; científico, por los aportes al conocimiento en la variación biológica de los agaves; debido a la diversidad y su plasticidad para enfrentar temperaturas extremas y sequías prolongadas, entre otros. Es por todo ello de importancia la caracterización de cada una de las variantes biológicas de esta especie, para lo cual se describieron sus caracteres morfológicos mediante el uso de una guía técnica descrita para agaves. La descripción es sólo un primer paso para su registro y protección legal, además de preservar la biodiversidad de este recurso genético de la nación, generando estrategias para su aprovechamiento sustentable con el fin de valorar la conservación de este patrimonio que se mantiene hoy en día vivo en manos de numerosas comunidades, que requieren opciones para su desarrollo socio económico donde el agave es protagonista.

Palabras clave: Agave, Maguey, Mezcal

Introducción

El género *Agave* se encuentra ubicado dentro de la familia *Agavaceae*, la cual surgió aproximadamente hace 8 millones de años (Eguiarte *et al.*, 2000) y su nombre proviene del griego *Agavos* que significa “admirable o noble” y fue descrito por el naturalista sueco Carlos Linneo en 1753 (Gómez-Pompa, 1963). A los agaves se les conoce con el nombre común de “maguey” o “mezcal” y se distribuyen en América; teniendo su límite septentrional desde Dakota del Norte, en Estados Unidos de América, y se extiende a Sudamérica a través de los Andes hasta Bolivia y Paraguay. Actualmente se reconocen alrededor de 273 especies

de agave, 205 crecen en México (75%), y 151 son endémicas (55%); siendo México el centro de mayor riqueza y biodiversidad de agaves (Figura 1), ya que se encuentran un poco más de la mitad de especies en nuestro país (García-Mendoza, 1995).

En Mesoamérica, los agaves han sido importantes desde hace 9,000 años y desde el punto de vista de grupos étnicos como los Huicholes, éstos los describen como la primera planta creada por dios. Además según descripciones, tiene más de 100 usos y se reportan actualmente por lo menos unas 70 formas de empleo (Tabla 1; Figura 2), entre las que destacan la producción de bebidas como el aguamiel, pulque, bacanora, tequila y el mezcal entre otros (Granados, 1993).



Figura 1. Distribución de los agaves en México (Modificado de CONABIO, 2005).

Los agaves son plantas hermafroditas y monocotiledóneas, que se caracterizan por ser suculentas perennes y con un tronco corto. Sus hojas, o “pencas”, se disponen en rosetas y tienen forma lanceolada (forma de lanza), rígidas, carnosas, acabadas en espina y con los márgenes dentados y espinosos. La zona donde reside la base de las hojas recibe el nombre de tallo y se le conoce también como “corazón” o “piña” (Figura 2). Posee inflorescencias en espigas o racimos situados sobre un largo escapo floral o “quiote”. El perianto es tubular con los estambres sobresaliendo a éste y su fruto se encuentra en cápsulas, con semillas negras achatadas (Aguirre *et al.*, 2001).

El final de la vida del agave lo marca la floración, que es resultado de las flores polinizadas por murciélagos, aves e insectos que producen las semillas las cuales aseguran la descendencia y una alta diversidad genética en la población. Si las semillas no se logran, pueden desarrollarse por apomixis yemas vegetativas o bulbilos en las ramas. Otra opción reproductiva son los hijuelos, que se producen a partir de un rizoma o raíz que surge de la base de la planta a lo largo de la vida del agave (Figura 3).

La forma más tradicional de producción del agave, es la de siembra por hijuelos; éstos son trasplantados a los 3 o 4 años, ya que se dejan hasta que alcancen el tamaño necesario para cosecharlos. Otra forma de producción es la germinación de semillas, las cuales se cultivan en viveros previamente acondicionadas para después ser trasplantadas a otro lugar. Actualmente existe la posibilidad de su reproducción *in vitro* en el laboratorio.

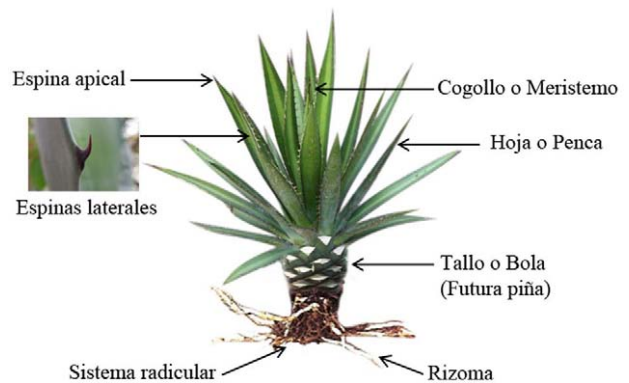


Figura 2. Anatomía del agave.

Tabla 1. Usos y productos tradicionales que se pueden obtener de las especies de *Agave*

Destino	Partes de la planta	Destino	Partes de la planta
Bebidas			
Aguamiel	Piña del maguey	Levadura	Residuos de pulque
Bacanora	Piña del maguey de sonora	Condimento	Pulque
Jarabe	Aguamiel concentrada	Tortillas	Quiote
Pulque	Aguamiel fermentada	Mezcal dulce	Penca asada u horneada
Miel	Aguamiel concentrada	Barbacoa	Hoja verde
Vinagre	Aguamiel fermentada	Ornato	
Aguardiente	Pulque destilado	Adornos de navidad	Maguey completo
Mezcales	Piña de los agaves mezcateros	Base para adornos de pluma y oro	Pencas
Tequila	Piña del agave tequilero	Fibras para arcos florales	Pencas
Atoles	Aguamiel	Adornos corporales	Semillas
Tejido y vestuario		Juguetes para niños	Semillas
Hilos y tejidos	Fibra de la penca	Sonajas	Semillas
Costales, bolsas y mantas	Pencas	Tocados para mujeres	Fibras del quiote
Tapetes, lazos y morrales	Pencas	Uso doméstico general	
Sandalias y huipiles	Pencas	Jabón para ropa	Raíces y pencas
Cinchos y hamacas	Pencas	Cepillos para lavar	Raíces
Petates y petacas para tortillas	Pencas	Cepillos y escobas	Raíces
Sombreros y ayates gruesos para carga	Pencas	Canastas	Raíces
Construcción		Clavos	Espinas
Vigas	Quiote seco	Aguja con hilo incluido	Púa terminal con fibra
Adobes	Bagazo de la piña	Recipientes para comida	Pencas
Medicinal		Bateas para masa y otros alimentos	Pencas
Sifilis, Cáncer, etc.	Diversas partes (agavinas)	Recipiente para agua	Piña
Comida y condimento		Material para cubrir la barbacoa de borrego	Pencas
Gusanos blancos	Pencas	Tapones para castañas y barriles	Pencas
Gusanos rojos (chinicuiles)	Raíces	Estropajos y estopa	Pencas
Sal de gusano	Piña	Escobetas	Pencas
Condimentos para barbacoa	Pulque	Combustible	Pencas y piñas secas
Guiso de gualumbo	Flores	Bancos para sentarse	Mezontete
Postre	Quiote asado, piña horneada	Agropecuaria	
Azúcar	Aguamiel concentrada	Deslindar terrenos	Planta completa
Saborizante de tamales y pan	Aguamiel y piña	Formar y proteger terrazas	Planta completa
Mixiotes	Epidermis del meyolote	Cercas protectoras	Planta completa
Guiso de huevito	Corazón del meyolote	Abono	Cenizas de pencas y piñas secas
		Protección contra la erosión	Planta completa
		Alimento para aves	Residuos de pulque

En México existe una inmensa diversidad de productos cuya calidad la definen su biología, geografía e historia. Es por ello, que la denominación de origen permite designar y hacer el reconocimiento de que un producto es originario de una región geográfica del país y que sus características y calidad obedecen exclusivamente al medio geográfico, a los factores y recursos naturales y humanos (Artículo 156, Ley de la Propiedad Industrial). Actualmente existe la

denominación de origen en México para los siguientes productos: 1) La piedra ámbar de Chiapas, 2) las cajitas de olinalá en Guerrero, 3) la talavera en Puebla y Tlaxcala, 4) el café de Chiapas, 5) el café de Veracruz, 6) el café pluma de Oaxaca, 7) el chile habanero de Yucatán, 8) el mango Ataulfo de Chiapas, 9) la vainilla de Papantla, Veracruz, 10) el agua mineral en Tehuacán, Puebla. Así como para las bebidas destiladas o espirituosas de: 11) bacanora de Sonora, 12) charanda de



Figura 3. Murciélago polinizador y formas de reproducción del agave.

Michoacán, 13) sotol de Chihuahua, Coahuila y Durango, 14) tequila de Guanajuato, Jalisco, Nayarit, Michoacán y Tamaulipas; y 15) mezcal de Durango, Guanajuato, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas (IMPI, 2013).

El DOF (2012) señala que el mezcal obtuvo su declaratoria desde 1994 (DOF-1994-11-28) y actualmente existe un organismo certificador que es el Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal (COMERCAM, 2007), el cual vigila el cumplimiento de la norma oficial mexicana para su elaboración (NOM-070-SCFI-1994) en los estados con denominación de origen mezcal.

El mezcal a diferencia de otras bebidas, se puede elaborar de varias especies diferentes de *Agave* (Tabla 2), siempre y cuando, no se utilice el mismo material para producir otras bebidas diferentes dentro de los estados con denominación de origen. Por lo que es necesario profundizar y sistematizar los conocimientos sobre la riqueza de las variantes múltiples de las plantas de *Agave* y sus distintos mezcales derivados de ellos.

El mezcal se define como una bebida alcohólica regional, que se obtiene por la destilación y rectificación de los mostos provenientes de los azúcares de las cabezas maduras del maguey previamente cocidas y sometidas a fermentación alcohólica con levaduras, cultivadas o no (NOM-070-SCFI-1994). Existe la creencia popular que el mezcal produce un efecto similar al de un tónico, pues además de su inmediato efecto afrodisíaco, aseguran que el hábito de consumirlo, con moderación, prolonga la vida sexual del individuo y por ende, la vida misma.



Figura 4. Mezcales. A. Joven; B. Reposado; C. Añejo.

Según la NOM-070-SCFI-1994, hay dos tipos de mezcal: el Tipo I que se elabora con el 100% de los azúcares del agave, y el tipo II que contiene solo 80% de los azúcares del agave. Además existen tres categorías del mezcal: el joven o blanco, que es el mezcal tal cual sale de la destilación y que puede ser abocado; el reposado, que es el que se deja reposar al menos dos meses; y el añejo, que es el que tiene un año madurando en barricas de roble blanco o encino (Figura 4).






El mezcal debe cumplir con las siguientes especificaciones: de 36 a 55 por ciento de grados de alcohol volumen a 20°C, de 30 a 300 mg de metanol, de 0 a 170 mg de acidez, de 0.2 a 10 gramos por litro de extracto seco y de 0 a 400 mg de alcoholes superiores (NOM-070-SCFI-1994). El último de los parámetros, es la característica por lo que es considerado como una de las bebidas espirituosas que menos alcoholes superiores contiene, a diferencia de otras bebidas como el tequila, charanda, whisky, etc., que están por arriba de estos parámetros fisicoquímicos (Tabla 3). Lo cual lo hace una bebida idónea para su consumo moderado debido a que causa menos toxicidad a diferencia de otras bebidas destiladas.

En Zacatecas, existen dos regiones productoras de mezcal, una en el sur conocida como los cañones, donde se produce solo de *Agave tequilana* weber variedad azul con 5,300 hectáreas principalmente en los municipios de Jalpa, Juchipila, Trinidad García de la Cadena y Téul de González Ortega. Mientras que en el sureste, existen alrededor de 59,000 hectáreas de poblaciones naturales de *Agave salmiana* spp. (maguey verde) y que comprenden los municipios de Loreto, Ojocaliente, Pinos, Noria de Ángeles, Villa Hidalgo,

Tabla 2. Riqueza de agaves (*Agave*) más comunes, empleados para la elaboración del mezcal en los estados con denominación de origen (CONABIO, 2005)

Tipo de planta	Especie	Característica
	<i>A. angustifolia</i>	El maguey de más amplia distribución, posible ancestro del maguey azul tequilero y del henequén.
	<i>A. salmiana</i>	Del altiplano Potosino – Zacatecano, región mezcalera integrada natural y culturalmente.
	<i>A. rhodocanta</i>	Su belleza y solitaria presencia en las tierras altas le valieron el nombre de “Mexicano”.
	<i>A. maximiliana</i>	De él se derivan mezcales que fueron prohibidos en Sinaloa en el siglo XVIII.
	<i>A. lophanta</i>	De inflorescencia espigada, pequeño pero con mucho azúcar, es característico de Tamaulipas.
	<i>A. durangensis</i>	Utilizado para producir pulque y mezcal; es exclusivo de Durango y Zacatecas.
	<i>A. tequilana</i>	El vino mezcal de Tequila prescindió de su primer nombre y sólo guardó el de su región de origen.
	<i>A. inaequidens</i>	Mezcalero y pulquero asociado a sustratos volcánicos del centro de México.
	<i>A. marmorata</i>	Su hermosa inflorescencia tiene importantes usos ornamentales y ceremoniales.

Tabla 2. Riqueza de agaves (*Agave*) más comunes, empleados para la elaboración del mezcal en los estados con denominación de origen (CONABIO, 2005) (continuado)

Tipo de planta	Especie	Característica
	<i>A. cupreata</i>	Dulce y bronco como los mezcales y las culturas de la cuenca del Balsas.
	<i>A. potatorum</i>	El tobalá es de los magueyes silvestres más apreciados para mezcal en Oaxaca.
	<i>A. americana</i>	El primer maguey conocido en Europa, una de las especies mezcaleras del noreste de México.
	<i>A. oaxacensis</i>	Variedad domesticada, el dulce arroqueño es uno de los magueyes mezcaleros más longevos.
	<i>A. karwinskii</i>	Propio de zonas áridas del sur y con numerosas variantes.

Villa García y Villa González (Figura 5). En San Luis Potosí, el maguey verde y la producción de mezcal, se encuentran distribuidos en los municipios de Ahualulco, Charcas, Matehuala, Mexquitic, Villa de Reyes y Venado; donde hay una gran diversidad de estos agaves. Existen diferencias en cuanto al proceso de elaboración del mezcal en el altiplano Potosino-Zacatecano con respecto a la región sur del estado de Zacatecas. Siendo de manera rústica o artesanal en el altiplano, mientras que el proceso de producción de mezcal, es

más eficiente para la otra región, ya que se produce de manera más tecnificada o industrial. Es interesante el procesamiento, ya que la bebida obtiene un sabor característico dependiendo de la región en la que es elaborada y a la mayor diversidad que se encuentran en los agaves silvestres *Agave salmiana*, que crecen junto a otras plantas y animales en ecosistemas llenos de vida; por lo que los agaves de cada región son un patrimonio que es necesario conservar y aprovechar de forma sustentable.

Tabla 3. Especificaciones máximas permitidas en diversas bebidas espirituosas

Bebida destilada	Extracto seco (g/L)	Acidez total (mg de Ácido Acético)	% Alcohol volumen a 20 °C	Metanol (mg/100 ml)	Alcoholes superiores (mg/100ml)
Mezcal	10	170	36 - 55	300	400
Tequila	5	N. E.	35 - 55	300	500
Sotol	15	N. E.	35 - 55	300	400
Bacanora	N. E.	170	38 - 55	300	400
Charanda	15	110	35 - 55	300	500
Coñac	N. E.	N. E.	40 - 60	300	1000
Whisky	N. E.	N. E.	40 - 62	300	1000

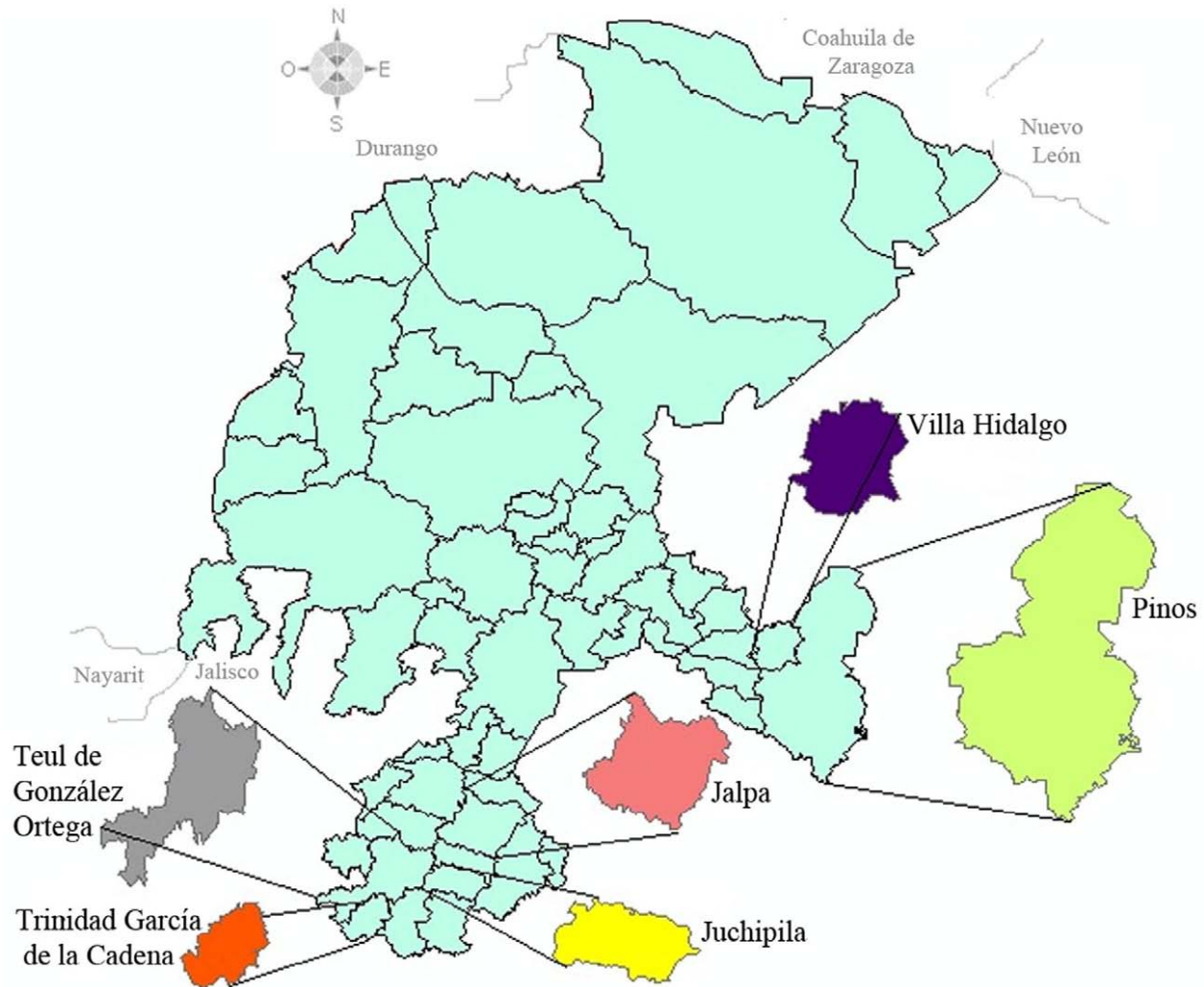


Figura 5. Regiones productoras de agave y mezcal en Zacatecas.

Por otra parte, se sabe que en el *A. salmiana* puede presentar una amplia variación fenotípica y que no han sido caracterizadas dichas variantes biológicas, además de que existe confusión respecto a su nivel de domesticación y adaptación al ambiente. Por lo que deben existir caracteres morfológicos y moleculares dentro de la riqueza de su variación que permiten su distinción; que puede asegurar a los productores de la región del altiplano Potosino-Zacatecano, las características homogéneas de olor y sabor que garanticen la calidad del mezcal que elaboran tradicionalmente de estos agaves. Además de que se puede preservar este recurso genético, mediante el registro de sus variantes biológicas ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) para su protección legal. Es por ello, que

describimos los agaves mezcaleros del altiplano Potosino y de Zacatecas.

Materiales y Métodos

Se realizaron descripciones en campo de los magueyes mezcaleros ($n=160$) en varias comunidades de las regiones productoras de mezcal (Tabla 4). Así como también se determinaron la edad promedio y el contenido de azúcares de cada uno de los agaves (grados brix).

Para ello se utilizó la guía técnica de descriptores varietales para agave del SNICS, en el cual se hicieron 30 mediciones de los descriptores de la guía técnica de agaves (SNICS, 2007). En la Tabla 5, se enlistan los caracteres que se midieron; así como el estado del carácter.

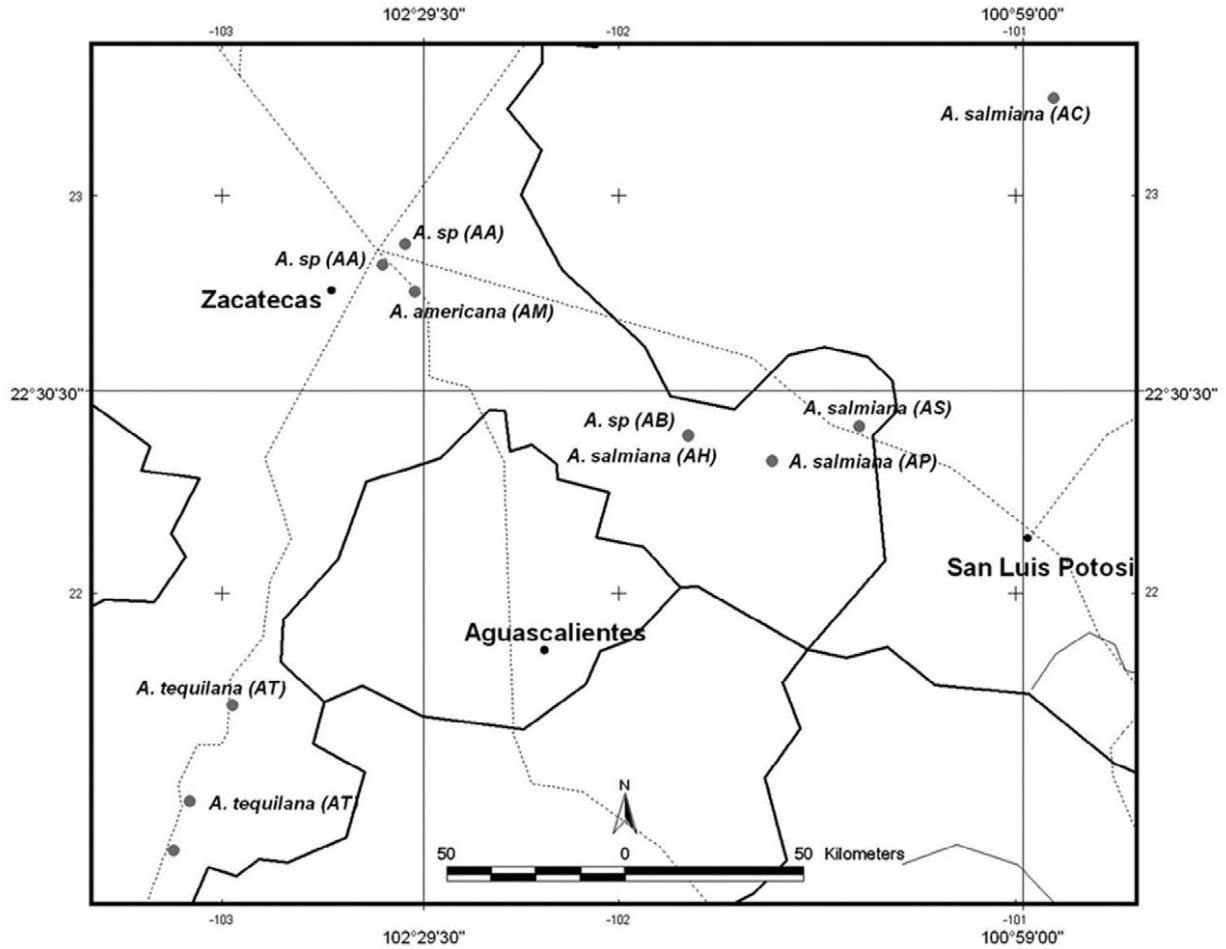


Figura 6. Localización de los agaves del estudio.

A los 160 agaves muestreados se les aplicó la guía técnica para agaves y se obtuvieron alrededor de 4,800 datos, los cuales se vaciaron en tablas. Luego se homogenizaron los datos, obteniendo los mínimos

y máximos; para luego someter a diversos análisis. Se realizó un análisis de componentes principales (PCA en inglés), desarrollado por Karl Pearson en 1901. En el cual se toman p variables correlacionadas, las

Tabla 4. Coordenadas de los agaves en diferentes comunidades

Especie	N	W	Altura (msnm)	Localidad
<i>Agave</i> sp. (AB)	22°23'730"	101°49'379"	2427	La Honda
<i>Agave</i> sp. (AA)	22°49'499"	102°35'616"	2287	Hacienda Nueva
<i>Agave</i> sp. (AA)	22°52'704"	102°32'213"	2305	Pánuco
<i>A. americana</i> (AM)	22°45'490"	102°30'663"	2228	Guadalupe
<i>A. tequilana</i> (AT)	21°21'066"	103°07'171"	1248	Juchipila
<i>A. tequilana</i> (AT)	21°28'485"	103°04'709"	1393	Apozol
<i>A. tequilana</i> (AT)	21°42'926"	102°58'262"	1481	Jalpa
<i>A. salmiana</i> (AH)	22°23'700"	101°49'426"	2427	La Honda
<i>A. salmiana</i> (AP)	22°19'908"	101°36'652"	2425	Pinos
<i>A. salmiana</i> (AS)	22°25'134"	101°23'521"	2428	Saldaña
<i>A. salmiana</i> (AC)	23°14'715"	100°54'145"	2420	Charcas

Tabla 5. Lista de caracteres y sus estados con base a los descriptores de la guía técnica para agave, según la unión internacional para la protección de las obtenciones vegetales

Carácter	Estado de carácter
Hoja	
1. Presencia del segundo color	1-ausente y 9-presente
2. Tonalidad del segundo color	1- blanco y 2-amarillo
3. Distribución del segundo color	1-marginal, 2-central y 3-reticulado
4. Textura	1-lisa y 2-rugosa
5. Tipo de curvatura	1-ausente, 2-recurvado, 3-incurvado y 4-ondulado
6. Tipo de margen	1-liso, 2-ondulado, 3-dentado y 4-crenado
7. Visibilidad (Tallo)	1-no visible y 9-conspicuo
8. Color	1-verde amarillento, 2-verde y 3-azul
9. Intensidad del color	3-débil, 5-medio y 7 fuerte
10. Forma	1-lineal, 2-espatulada, 3-deltoide, 4-lanceolada, 5-oblonga y 6-ovada
11. Glausencia	1-ausente y 9-presente
12. Longitud	3-corta, 5-media y 7-larga
13. Anchura	3-estrecha, 5-media y 7-ancha
14. Relación largo/ancho	3-pequeña, 5-media y 7-grande
15. Forma del corte transversal	1-plano, 2-en forma de "v", 3-en forma de "u", 4-cóncavo, 5-quillado, 6-obdeltado, 7-oblato, 8-hemioblato y 9-circular
16. Forma de la espina terminal	1-recta, 2-curvada, 3-filiforme y 4-polifurcada
17. Longitud de la espina terminal	3-corta, 5-media y 7-larga
18. Forma de las espinas laterales	1-recta, 2-curva, 3-ganchuda y 4-filífera
19. Perfil de la espina lateral	1-única, 2-bifurcada, 3-trifurcada y 4-polifurcada
20. Color de las espinas laterales	1-blanco, 2-marrón, 3-rojizo y 4-negro
21. Estrías en las espinas laterales	1-ausente y 9-presente
22. Uniformidad en el tamaño de las espinas laterales	1-homogénea y 9 heterogénea
23. Número de espinas laterales	3-pequeño, 5-medio y 7-grande
24. Distancia entre las espinas laterales	3-baja, 5-media y 7-alta
Planta	
25. Hábito de crecimiento	1-rosetófila acaulescente y 2-rosetófila caulescente
26. Diámetro de la roseta	3-pequeño, 5-medio y 7-grande
27. Número de hojas por filotaxia	3-bajo, 5-medio y 7-alto
28. Número de hojas	3-bajo, 5-medio y 7-alto
29. Altura	3-baja, 5-media y 7-alta
Hijuelos	
30. Prolificidad	1-ausente, 3-baja, 5-media y 7-alta

cuales describen n objetos y se encuentra una combinación lineal de estas para generar otras variables nuevas que no estén correlacionadas, las cuales son llamadas Componentes Principales (CPs ó PCs en inglés). El PCA tiene un doble objetivo: una transformación dentro de un sistema de coordenadas más relevante y una reducción de dimensionalidad (usando solo la componente principal que refleja la estructura en los datos).

Resultados y Discusión

Una vez que se colectaron los datos en todas las poblaciones de agaves que comprendieron el estudio

(Figuras 7 a 14), se realizaron los análisis de componentes principales para cada grupo.

En el PCA (Figura 15), se pueden identificar cuatro grupos correspondientes a cada una de las especies de agaves (*A. americana*, *A. salmiana*, *Agave* sp. y *A. tequilana*), lo cual es congruente con la localidad y características morfológicas de cada una de estas especies. Así mismo, al realizar el PCA (Figura 16) en los *Agave* sp. (AA y AB), éstos se agruparon de manera independiente, lo cual nos dice que existen diferencias entre ellos, que permiten su distinción.

Para el caso de los *A. salmiana* (AP, AS y AC), se puede observar que todos se agruparon en un mismo



Figura 7. *Agave* spp. de La Honda, Villa Hidalgo, Zacatecas (AB).



Figura 8. *Agave* spp. de Hacienda Nueva y Pánuco, Zacatecas (AA).



Figura 9. *Agave americana* de Guadalupe, Zacatecas (AM).



Figura 10. *Agave tequilana* de Apozol, Jalpa y Juchipila – Zacatecas (AT).



Figura 11. *Agave salmiana* de La Honda, Villa Hidalgo, Zacatecas (AH).



Figura 12. *Agave salmiana* de Pinos, Zacatecas (AP).



Figura 13. *Agave salmiana* de la comunidad de Saldaña, Zacatecas (AS).



Figura 14. *Agave salmiana* de la comunidad de Charcas, San Luis Potosí (AC).

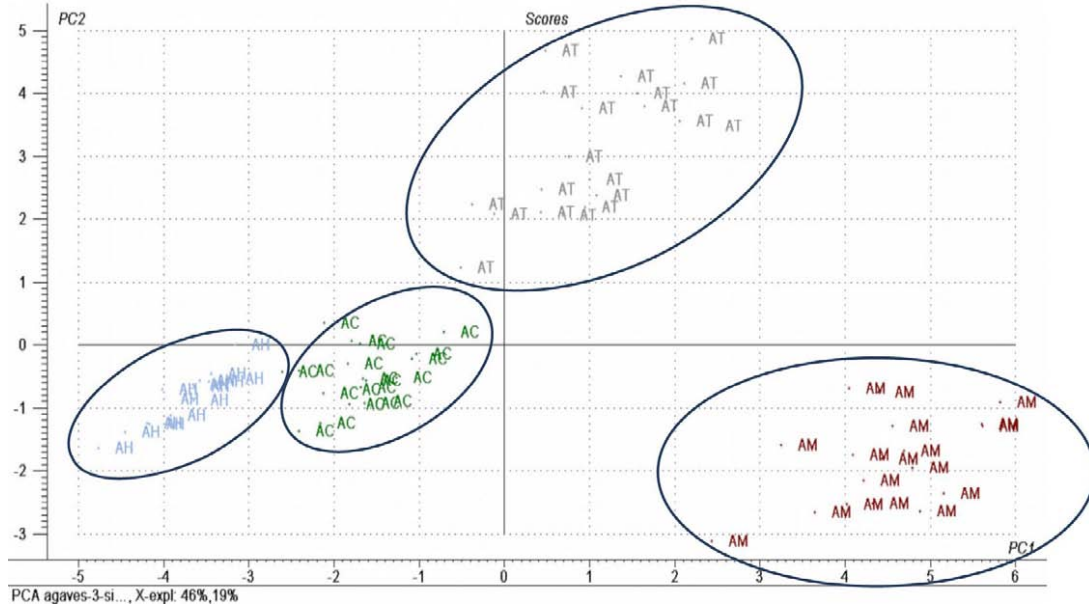


Figura 15. Gráfico de PCA de cuatro especies de Agaves: *Agave* sp. (AH), *A. salmiana* (AC), *A. tequilana* (AT) y *A. americana* (AM).

grupo, ello nos indica que son muy similares entre ellos, pero diferentes a los *Agave* sp. (Figura 17). El análisis de filogenético para el caso de los *A. salmiana* (datos no mostrados) arrojó diferencias al interior de cada grupo, estos ecotipos además están relacionados entre sí, al analizar todas las localidades de donde provienen los *A. salmiana* y ello podría atribuirse al intercambio directo o indirecto de material vegetativo entre los productores de agave-mezcal, debido a que existen políticas gubernamentales de transplantar los

hijuelos como un acto de reforestación.

Conclusiones

El análisis de componentes principales resultó ser una herramienta útil para analizar diferencias y semejanzas entre diversas especies de agaves mezcaleros. Donde se pudieron diferenciar las especies de Agaves americana, *A. salmiana*, *Agave* sp. y *A. tequilana*. Los datos obtenidos de los agaves mezcaleros,

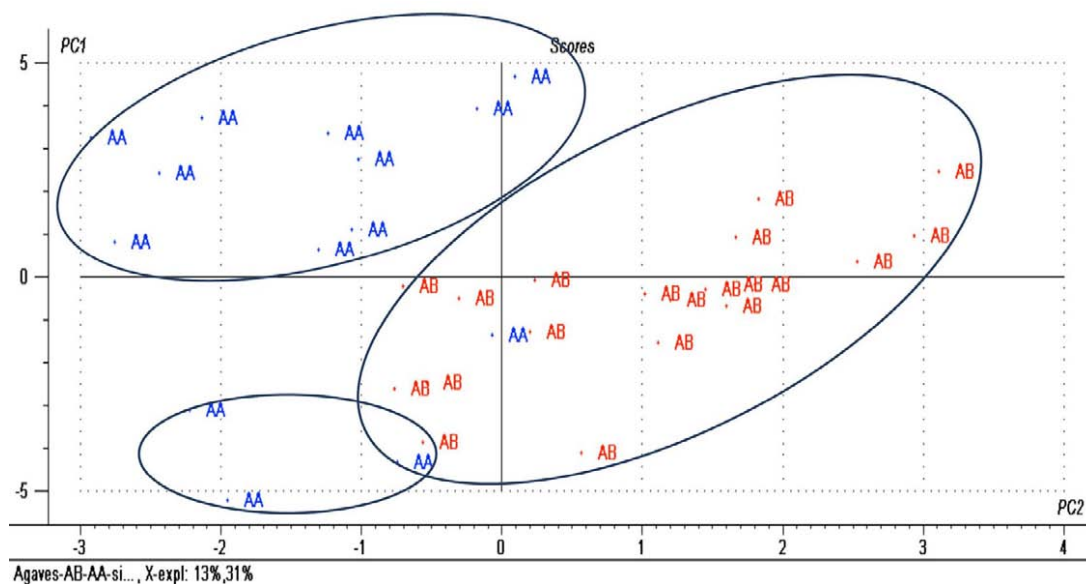


Figura 16. Gráfico de PCA de *Agave* sp. (AA y AB).

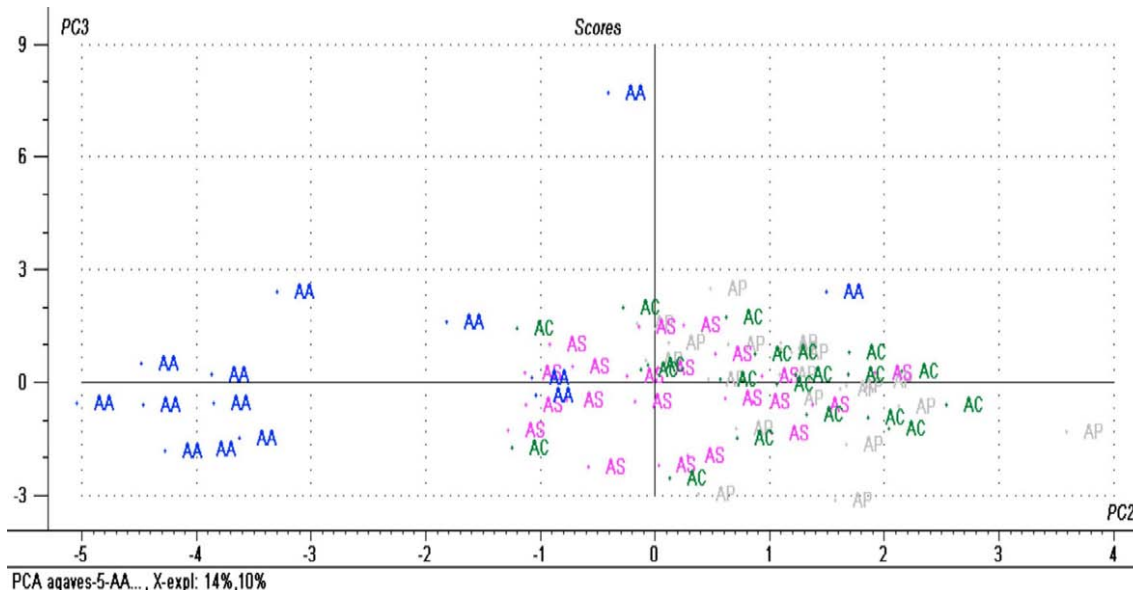


Figura 17. Gráfico de PCA de dos especies de Agave: *Agave* sp. (AA) y *A. salmiana* (AP, AC y AS).

servirán para el registro de las variantes de agaves mezcaleros ante el SNICS.

Literatura citada

- Aguirre, R. J., S. Charcas, y J. L. Flores. 2001. El Maguey Mezcalero Potosino. Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología, Gobierno del Estado de San Luis Potosí. Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, S.L.P, México. 87 p.
- CONABIO: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2005. Primera edición del mapa "Agave, mezcales y diversidad". Página en red: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ usos/mezcales/mMapa.html>; (consultada 15 enero, 2014).
- COMERCAM: Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal A. C. 2007. Página en red: <http://www.crm.org.mx/>; (consultada 20 marzo, 2012).
- DOF: Diario Oficial de la Federación. 2012. Modificación a la Declaración General de Protección de la Denominación de Origen Mezcal. Diario Oficial de la Federación. México, Distrito Federal, 21 de noviembre de 2012. Página en red: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5278677&fecha=22/11/2012; (consultada 17 septiembre, 2014).
- Eguiarte, L. E., V. S. Souza, y M. A. Silva. 2000. Evolución de la familia Agavaceae: Filogenia, biología reproductiva y genética de poblaciones. Boletín de la Sociedad Botánica de México 66:131-150.
- García-Mendoza, A. 1995. Riqueza y endemismo de la familia Agavaceae en México. En Linares, E., P. Dávila, F. Chiang, R. Bye, T. Elías (eds). Conservación de plantas en peligro de extinción: Diferentes enfoques. Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal. 51-75 pp.
- Gómez-Pompa, M. 1963. El género *Agave*: Cactáceas y suculentas Mexicanas, México 8(1):3-28.
- Granados, S. D. 1993. Los agaves en México. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. 252 p.
- IMPI: 2013. Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. Página en red: <http://www.impi.gob.mx/>; (consultada 18 septiembre, 2014).
- Ley de la Propiedad Industrial. Artículo 156 de la protección a la denominación de origen. Diario oficial de la federación del 27 de junio de 1991. Página en red: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/50.pdf>; (consultada 18 septiembre 2014).
- NOM: NOM-070-SCFI-1994. Norma Oficial Mexicana - Bebidas Alcohólicas -Mezcal-Especificaciones. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Diario Oficial de la Federación 28 de noviembre de 1994. México, Distrito Federal, México.
- Pearson, K. 1901. On lines and planes of closets it to systems of points in space, philosophical Magazine 2: 559-572.
- SNICS. 2007. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Guía Técnica TG/Agave UPOV. Página en red: <http://www.sagarpa.gob.mx/snics/>; (consultada 18 septiembre, 2014).

The University of Nebraska–Lincoln does not discriminate based on gender, age, disability, race, color, religion, marital status, veteran’s status, national or ethnic origin, or sexual orientation.

La Universidad de Nebraska-Lincoln no discrimina por razones de género, edad, discapacidad, raza, color, religión, estado civil, condición de veterano, origen nacional o étnico, o la orientación sexual.



