

2.10 ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Carlos Ramírez-Martínez, Edna Naranjo,¹ Juan Manuel Caspeta,²
Héctor Espinosa-Pérez,¹ Rafael Barba¹

2.10.1 INTRODUCCIÓN

La diversidad de especies de agua dulce es muy alta comparada con la de otros ecosistemas. Los hábitats de agua dulce cubren menos de 1% de la superficie del mundo, y sin embargo en ellos habita aproximadamente 25% de todos los vertebrados descritos; alrededor de 126 000 especies conocidas de animales, y más de 2 600 plantas macrofitas. Se calcula que existen más de 27 000 especies de peces, moluscos, crustáceos y plantas de agua dulce (IUCN 2008).

En el ámbito global, las especies de agua dulce están muy amenazadas, incluso más que las especies marinas y terrestres. Sin embargo, el conocimiento que se tiene de ellas es aún insuficiente, ya que se han evaluado aproximadamente un poco más de 6 000, quedando más de 21 000 especies pendientes de evaluar a escala global (IUCN 2008), especialmente en zonas tropicales, que es donde se ubican los ecosistemas acuáticos continentales con mayor biodiversidad en el planeta.

México posee una gran diversidad de peces en sus ecosistemas acuáticos de agua dulce que consta de un poco más de 500 especies (Miller *et al.* 2009). De toda esta biodiversidad, la variedad y el aislamiento de las cuencas de nuestro país han propiciado la existencia de un alto grado de endemismos de enorme importancia ecológica. Dentro de las cuencas con mayor número de endemismos se encuentra el sistema Grijalva-Usumacinta con 36%, principalmente de cíclidos y pecílidos (Torres y Kobelkowsky 1991).

El río Usumacinta es considerado el río más largo y caudaloso de Mesoamérica, en donde exis-

ten aún ecosistemas naturales en buen estado de conservación, como la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA), ubicada en la subcuenca del río Lacantún.

En esta subcuenca, aún es posible encontrar ríos en muy buen estado de conservación, en donde habita una de las ictiofaunas de agua dulce mejor conservadas del país, además de especies acuáticas emblemáticas como la nutria de río (*Lutra longicaudis*), el cocodrilo (*Crocodylus moreletii*) y la tortuga blanca (*Dermatemis mawii*), entre muchas otras.

Sobre la biodiversidad que habita en ambientes acuáticos continentales de Chiapas y en particular de la Selva Lacandona se conoce poco a pesar de la gran riqueza biológica que poseen. Rodiles-Hernández *et al.* (2005) describió en esta región a *Lacantunia enigmatica*, una nueva especie de pez que pertenece a un nuevo género de una nueva familia, lo cual confirma el desconocimiento que hay sobre la fauna acuática y la riqueza biológica que aún falta por inventariar.

El presente estudio tuvo por objetivo describir la riqueza biológica que habita en los ambientes acuáticos de la subcuenca del Lacantún, mediante el monitoreo de cuatro grupos taxonómicos contrastantes: helmintos parásitos de peces, insectos acuáticos, moluscos y peces, que en conjunto son considerados como buenos bioindicadores de la calidad de los ecosistemas acuáticos, análisis que se lleva a cabo en el capítulo 4.2.

¹ Instituto de Biología, UNAM.

² Centro de Investigación en Biotecnología, UAEM.

2.10.2 METODOLOGÍA

Con el fin de estimar la riqueza de especies y tener algunos registros sobre la abundancia de los ambientes acuáticos naturales del río Lacantún y sus tributarios ubicados dentro y fuera de la porción sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA), se llevaron a cabo colectas trimestrales durante el periodo febrero 2010-febrero 2015. Se colectaron organismos acuáticos utilizados como bioindicadores, en 12 localidades ubicadas a lo largo de 120 km de ribera del río Lacantún, desde el Cañón del Colorado hasta la confluencia con el río Lacanjá. Las

técnicas utilizadas para realizar la colecta, el tratamiento curatorial y la identificación de cada uno de los grupos biológicos involucrados se describen a continuación (recuadro 2.10.1).

Helmintos parásitos de peces

Los peces capturados en los sitios de muestreo fueron transportados vivos a las instalaciones de la estaciones Chajul y Tzendales para realizar el examen helmintológico dentro de un periodo de 24 horas a partir de su captura. Cada pez se examinó en su totalidad (piel, aletas, boca, branquias,

Recuadro 2.10.1 GRUPOS BIOLÓGICOS UTILIZADOS COMO BIOINDICADORES*Helmintos parásitos*

Los helmintos parásitos de peces son excelentes indicadores de la calidad ambiental de un sitio determinado. Por lo general, los ciclos de vida de estos organismos son complejos y para completarlos requieren uno o más hospederos intermediarios o definitivos, por lo que la presencia de helmintos en densidades adecuadas en peces en un cuerpo de agua dado es un indicador indirecto de la existencia de otras especies, lo que denota la salud del ambiente. En sentido contrario, la presencia de especies introducidas de helmintos denota impacto antropogénico que puede poner en riesgo la salud ambiental (Salgado-Maldonado y Pineda-López 2003).

Moluscos acuáticos

Los miembros del *phylum* Mollusca son de los invertebrados más conocidos para el ser humano. Este grupo es el segundo más numeroso con aproximadamente 12 000 especies vivas, siendo apenas superados por los artrópodos. De las siete clases que conforman el grupo, gasterópodos y bivalvos son los que han incursionado con gran éxito en las aguas dulces y el medio terrestre. Actualmente, diversos grupos de la malacofauna de agua dulce son utilizados para determinar la diversidad, riqueza y similitud de ambientes acuáticos continentales.

Insectos acuáticos

La gran diversidad y abundancia que existe de artrópodos en las aguas dulces ha determinado que sean organismos utilizados como bioindicadores. La mayoría de los métodos biológicos basados en los índices bióticos incluyen en más de un 70% a los artrópodos para el cálculo de los mismos. Se tienen referencias del uso de los insectos como indicadores de la calidad del agua desde la mitad del siglo XIX.

Peces

El uso de los peces como indicadores presenta notables ventajas respecto a otros grupos y metodologías por las siguientes razones: los conocimientos sobre la taxonomía, biología y ecología de los peces continentales están suficientemente avanzados; las comunidades de peces incluyen diferentes grupos tróficos, de manera que cualquier alteración del ecosistema puede reflejarse en la estructura de la comunidad; por tanto, son potencialmente buenos indicadores de las condiciones circundantes; las técnicas de muestreo, procesamiento de muestras e identificación son relativamente sencillos; los peces están presentes en la mayoría de los ambientes, incluso en los más contaminados; debido al carácter migratorio de algunas especies son indicadores de condiciones de conectividad de la cuenca; la mayoría de los peces son más longevos que los invertebrados, de modo que registran los impactos ambientales pretéritos y los peces son populares, importantes desde el punto de vista económico y representan un medio para advertir a la opinión pública sobre la existencia de una alteración en el medio acuático.



JME

orificios externos, cavidad celómica, corazón, cerebro, ojos, intestino, mesenterios, grasa, hígado y riñón) bajo microscopios estereoscópicos marca Leica EZ4. Los helmintos obtenidos fueron contados y fijados para su procesamiento y determinación taxonómica.

En el caso de platelmintos y acantocéfalos se elaboraron preparaciones microscópicas permanentes de ejemplares completos para su estudio morfológico y determinación taxonómica. Dichos ejemplares se tiñeron con hematoxilina de Ehrlich o con paracarmín de Meyer, se deshidrataron en alcoholes graduales, hasta alcohol etílico absoluto, se aclararon y se montaron con bálsamo de Canadá. Los nemátodos se conservaron en viales con alcohol etílico 70%; para su estudio y determinación se transparentaron con glicerina y se montaron en preparaciones temporales. Las preparaciones totales permanentes de platelmintos y acantocé-

falos, y los ejemplares de nemátodos preservados en viales con alcohol 70% se depositaron en la Colección Nacional de Helmintos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (CNHE) y la Colección Parasitológica de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (COPA-UAEM).

Moluscos acuáticos

Las colectas de moluscos acuáticos se realizaron empleando una red de cuchara con un diámetro de 13.5 centímetros aproximadamente; este instrumento se utilizó para sacudir la vegetación acuática y tomar sustratos como lodo, arena y grava. Para retirar los moluscos de la red se utilizó un pincel y estos se colocaron en frascos de plástico de aproximadamente 125 y 100 ml, con tapa; cada frasco contenía un poco de agua del sitio de mues-



JME



treo y los datos de localización. La revisión del material colectado se realizó en las instalaciones de las estaciones Chajul y Tzendales, en donde se llevó a cabo la separación de conchas de acuerdo con su tamaño. Por otro lado, a cada frasco que contenía moluscos vivos, se le agregó agua hasta el borde y una pequeña pizca de tabaco o Nembu-tal al 0.05% para provocar su relajación y posteriormente se les agregó alcohol al 70% para su fijación, con el fin de poder realizar su identificación taxonómica. Una vez identificados, los individuos colectados fueron depositados en la Colección Nacional de Moluscos del Instituto de Biología de la UNAM.

Insectos acuáticos

Se realizaron muestreos diurnos utilizando una red acuática tipo "D" que permite capturar una mayor diversidad de ejemplares tanto del fondo del cuerpo de agua (bentos), como aquellos que se encuentran en la superficie del agua (neuston), en sus diferentes estadios de desarrollo (larva, ninfa, pupa o adulto). Para obtener muestras de los diferentes microhábitats presentes se realizaron arrastres, golpeo y remoción del sustrato donde los insectos suelen establecerse y refugiarse, ya sean rocas, hojarasca, sedimento o vegetación, tanto en zonas de rápidos y de turbulencia, como en aguas calmas o zonas de remanso.

El material recolectado fue trasladado a una charola de plástico de color blanco y con ayuda de pinzas entomológicas se seleccionó y se depositó en frascos con alcohol al 70% para su preservación.

El trabajo de gabinete consistió en separar por grupo taxonómico los organismos de cada muestra. La separación se realizó utilizando un microscopio estereoscópico de disección. Los ejemplares separados fueron depositados en tubos de vidrio o viales con su respectiva etiqueta de colecta y de identificación taxonómica. A cada vial se le tapó con algodón y fue depositado en frascos de vidrio de boca ancha con alcohol al 80%. La identifica-

ción taxonómica se realizó a nivel de género; sin embargo, en algunos casos sólo fue posible realizarla a nivel de especie. Los ejemplares fueron depositados en la Colección Nacional de Insectos (CNIN) del Instituto de Biología de la UNAM.

Peces

La colecta de peces se llevó a cabo utilizando las siguientes artes de pesca: una red chinchorro con una luz de malla de $\frac{3}{16}$ de pulgada; dos redes agalleras, una de 40 m con $1\frac{1}{2}$ pulgada de luz de malla, y una experimental de 30 m con tres tipos de luz de malla que van de $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$ pulgadas; atarrayas con $1\frac{1}{2}$ y 2 m de radio, con $\frac{1}{2}$ y $1\frac{1}{2}$ pulgadas de luz de malla, respectivamente; un equipo de electropesca de la marca Smith-Root, modelo LR20 y anzuelos de diversas medidas. El material biológico fue etiquetado y preservado en formol al 10% y, posteriormente, fue transportado a la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología de la UNAM, donde fue lavado por 24 horas y preservado en alcohol isopropílico al 50 por ciento.

La separación del material íctico se realizó por familias, géneros y especies con el apoyo de claves taxonómicas especializadas. Para la revisión taxonómica se tomaron diversas medidas y conteos (biometría: morfometría y merística) bajo el microscopio estereoscópico SteroStar Zoom 07x a 4.2x 570 Reichert. Para las medidas se utilizó un Vernier de puntas Fowler Ultra Kal 2 # 54-100-006.

2.10.3 RESULTADOS

Durante el periodo de estudio fueron colectados un total de 23 016 individuos de todos los grupos taxonómicos estudiados (cuadro 2.10.1). Los muestreos fueron realizados tanto en el periodo de secas como de lluvias, debido a que durante estas fases las condiciones hidrológicas y productivas de los ambientes acuáticos estudiados experimentaron cambios sustanciales.

Cuadro 2.10.1 Número de individuos colectados durante el periodo 2010-2015*

Grupo	Individuos	Especies	Géneros	Familias
Helmintos parásitos de peces	612	83	45	28
Moluscos acuáticos	2539	25	16	10
Insectos acuáticos	9318	n/d	165	69
Peces	10547	66	37	20
Total	23016			

* Primer trimestre.

Helmintos parásitos de peces

Se obtuvieron 612 registros de 83 especies pertenecientes a 45 géneros y 28 familias, incluyendo representantes de los *phyla* Platyhelminthes (68%), Nematoda (29%) y Acanthocephala (3%).

De acuerdo con la clase a la que pertenecen, los tremátodos (36%) y nemátodos (29%) constituyeron los grupos dominantes, en conjunto aportan 65% de las especies de helmintos registradas. Los monogéneos (25%), los céstodos (7%) y los acantocéfalos (3%) fueron los grupos taxonómicos menos numerosos.

Las familias de helmintos parásitos adultos con mayor incidencia en los peces del río Lacantún y sus tributarios fueron Diplostomidae (14%), Rhabdochonidae (14%) y Gnathostomidae (10%). En el

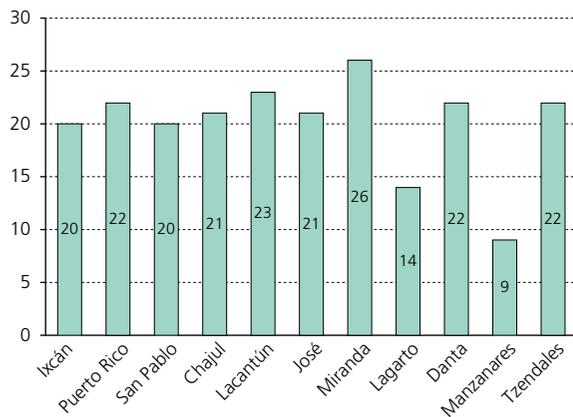
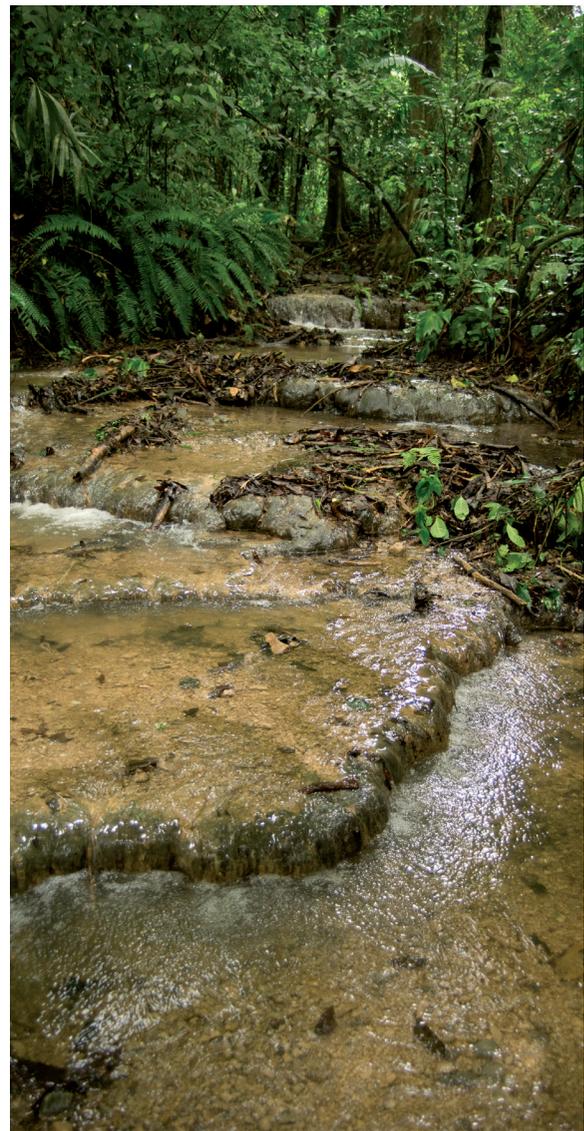


Figura 2.10.1 Número de especies de helmintos parásitos identificados, por sitio de muestreo.

nivel de género, *Rhabdochona* es el más abundante (15%), seguido de los géneros *Spiroxys* (10%) y *Tylodelphys* (8%).

De acuerdo con el número total de especies identificadas por localidad, el arroyo Miranda presentó la mayor diversidad (26), seguido del río Lacantún (23), el río Tzendales (22) y los arroyos Puerto Rico (22) y Danta (22); en contraste, la localidad con el menor número de especies identificadas fue el arroyo Manzanares (9) (Fig. 2.10.1).



JME

Cuadro 2.10.2 Listado de especies de moluscos acuáticos nativos

Familias y especies de moluscos acuáticos	Número de individuos
Ampullariidae	48
<i>Pomacea flagellata</i>	48
Ancylidae	315
<i>Gundlachia radiata</i>	315
Hydrobiidae	1039
<i>Aroapyrgus clenchi</i>	158
<i>Aroapyrgus pasionensis</i>	54
<i>Aroapyrgus</i> sp.	509
<i>Cochliopina dulcensis</i>	24
<i>Cochliopina francesae</i>	98
<i>Cochliopina infundibulum</i>	126
<i>Cochliopina</i> sp.	50
No determinada	1
<i>Pyrgophorus</i> sp.	18
<i>Tryonia</i> sp.	1
Physidae	514
<i>Mayabina</i> sp.	106
<i>Physa</i> sp.	408
Planorbidae	71
<i>Biomphalaria havanensis</i>	2
<i>Biomphalaria subprona</i>	30
<i>Biomphalaria</i> sp.	1
<i>Drepanotrema anatinum</i>	16
<i>Drepanotrema lucidum</i>	19
No determinada	2
<i>Planorbella (Pierosoma) cf. trivolvis trivolvis</i>	1
Sphaeriidae	19
No determinada	7
No determinada A	5
No determinada B	1
No determinada C	6
Unionidae	20
<i>Psoroniaias cf. crocodilorum</i>	20
Pachychilidae	154
<i>Pachychilus indiorum</i>	152
<i>Pachychilus (Potamax) sargi</i>	2
Total	2 180

Moluscos acuáticos

En el periodo de 2008 a 2015 fueron colectados un total de 2 539 individuos de 25 especies, 22 nativas (cuadro 2.10.2) y tres no nativas (cuadro 2.10.3), pertenecientes a 16 géneros y 10 familias; además de seis especies que aún no han sido identificadas taxonómicamente.

Dentro de los moluscos acuáticos nativos la familia Hydrobiidae representa 48% de los registros de la malacofauna colectada en el área de estudio, seguida de la familia Physidae con 24% de los registros; las familias Ancylidae y Pachychilidae aportaron 14 y 7%, respectivamente, la familia Planorbidae 3%, Ampullariidae 2% y tanto Unionidae como Sphaeriidae 1 por ciento.

Los géneros *Aroapyrgus* (33%), *Physa* (19%), *Gundlachia* (14%) y *Cochliopina* (14%) fueron los más abundantes.

Considerando la abundancia absoluta de individuos de moluscos acuáticos colectados, en el arroyo José fue en donde se registró el mayor número de individuos (492) seguido de los ríos Tzendales (433) e Ixcán (304) (Figura 2.10.2).

La mayor diversidad de especies nativas de moluscos acuáticos se registró en los ríos y arroyos que se encuentran dentro de la RBMA (Fig. 2.10.3).

Insectos acuáticos

Como producto de las colectas diurnas se obtuvieron un total de 9 318 ejemplares que corres-

Cuadro 2.10.3 Listado de especies de moluscos acuáticos no nativos

Familias y especies de moluscos acuáticos	Número de individuos
Thiaridae	287
<i>Tarebia granifera</i>	282
<i>Thiara (Melanoides) tuberculata</i>	5
Cyrenidae	72
<i>Corbicula fluminea</i>	72
Total	359

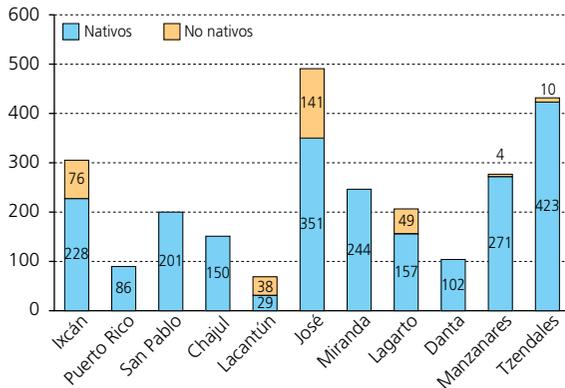


Figura 2.10.2 Número de individuos de moluscos acuáticos colectados, por sitio de muestreo.

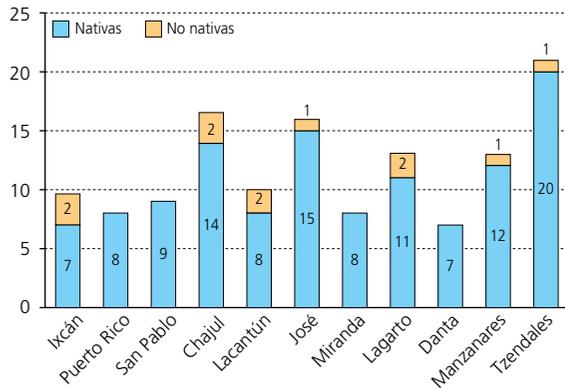


Figura 2.10.3 Especies de moluscos acuáticos, por sitio de muestreo.

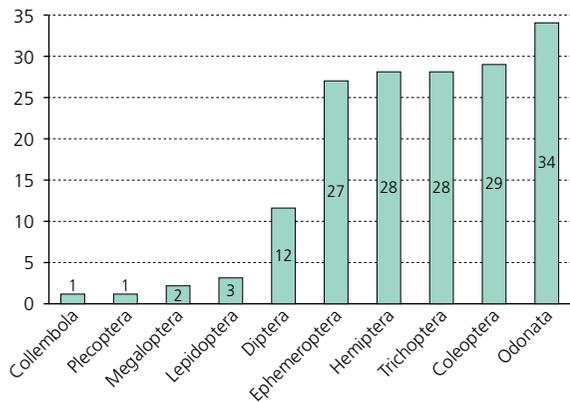


Figura 2.10.4 Número de individuos y de géneros de insectos acuáticos colectados, por orden.

Cuadro 2.10.4 Total de individuos de insectos acuáticos colectados

Orden	Número de individuos	Porcentaje	Número de géneros
Ephemeroptera	5033	55.07	27
Trichoptera	1515	16.57	28
Hemiptera	769	8.41	28
Odonata	575	6.29	34
Diptera	479	5.24	12
Coleoptera	429	4.69	29
Plecoptera	249	2.72	1
Megaloptera	65	0.71	2
Lepidoptera	21	0.22	3
Collembola	3	0.08	1
Total	9138	100.00	165

ponden a 10 órdenes, 69 familias y 165 géneros. Los grupos más abundantes fueron Ephemeroptera y Trichoptera con 5033 y 1515 individuos, respectivamente, lo cual representó 55.07 y 16.57% del total de individuos capturados (cuadro 2.10.4).

El grupo más diverso fue Odonata con 34 géneros, seguido por Coleoptera con 29, Trichoptera y Hemiptera ambos con 28 (Fig. 2.10.4).

El arroyo José fue la localidad con mayor riqueza específica con 62 grupos taxonómicos, seguido del arroyo Lagarto con 56 y el arroyo San Pablo con 50 (Fig. 2.10.5). Respecto a la abundancia, en el río Tzendales se colectaron 1380 individuos, siendo la localidad con mayor abundancia, seguida por el río Ixcán con 1327 y el arroyo José con 1284 (Fig. 2.10.6).

Los géneros *Isonychia*, *Maccaffertium*, *Ulmeritoides* (Ephemeroptera); *Anacroneuria* (Plecoptera); *Neoneura*, *Neurocordulia*, *Palaemnema* (Odonata); *Platyneuromus* (Megaloptera); *Protoptila*, *Anchitrichia*, *Atopsyche*, *Centromacronema*, *Phylloicus*, *Wormaldia* (Trichoptera); *Anchytarsus*, *Anchytarsus*, *Anchytarsus*, *Anchytarsus* (Coleoptera) son de especial interés debido a su alta sensibilidad y baja tolerancia a las perturbaciones, por lo que son consideradas como especies "centinela".

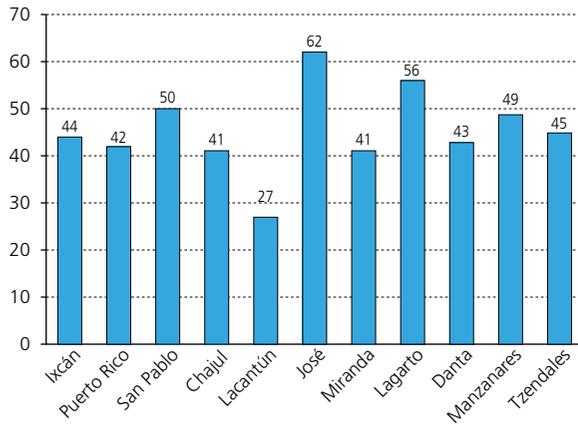


Figura 2.10.5 Riqueza específica por número de taxa de insectos acuáticos presentes en cada sitio de muestreo.

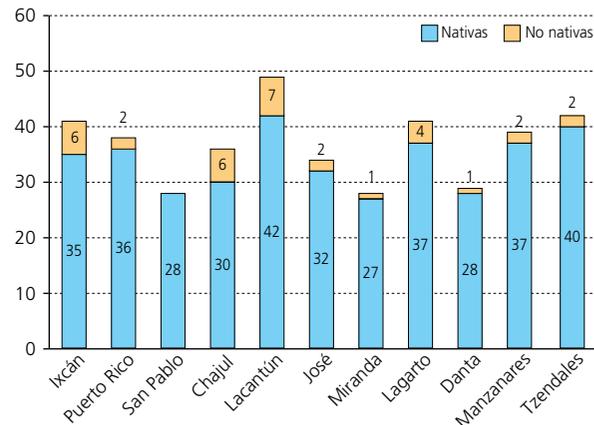


Figura 2.10.7 Número de especies de peces, por sitio de muestreo.

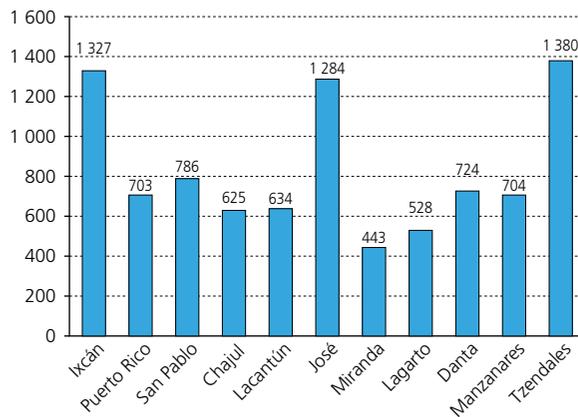


Figura 2.10.6 Abundancia de insectos acuáticos, por sitio de muestreo.

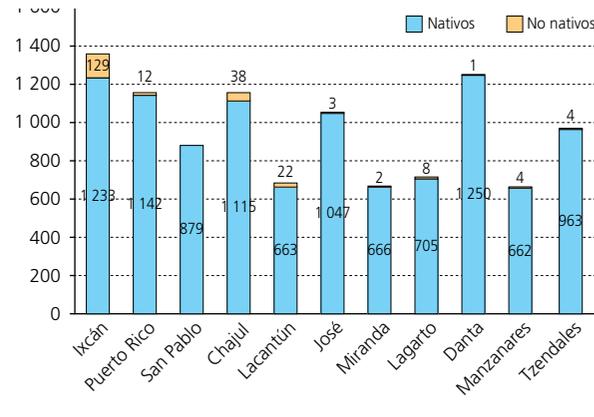


Figura 2.10.8 Número de peces colectados, por sitio de muestreo.

Peces

Un total de 10 547 ejemplares fueron capturados, pertenecientes a 53 especies nativas, tres no identificadas y 10 especies no nativas, de 37 géneros y 20 familias (apéndice 6). Se agregaron a la ictiofauna regional 13 especies. Las especies nativas se clasifican, de acuerdo con su origen zoogeográfico, en cuatro neárticas, 38 neotropicales y una de amplia distribución (sábalo); por afinidad ecológica, 20 especies son primarias (especies que sólo habitan en ambientes dulceacuícolas), 30 secundarias (especies con cierto grado de tolerancia a la salinidad), 13 periféricas y/o vicarias (especies que toleran am-

plias variaciones de salinidad, lo que les permite vivir en ambientes dulceacuícolas o salobres) y seis son estuarinas. Las dos familias mejor representadas fueron Cichlidae y Poeciliidae con 21 y nueve especies, respectivamente.

Las familias de peces que aportaron el mayor número de individuos colectados fueron Poeciliidae (35%), Characidae (32%), Atherinopsidae (12%) y Cichlidae (12%). En contraste, las familias Mugilidae (2%), Heptapteridae (1%), Eleotridae (1%), Hemirhamphidae (1%) y Gerridae (1%) aportaron pocos individuos, mientras que Lacantuniidae, Lepisosteidae, Sciaenidae y Synbranchidae, aportaron, cada una, de los individuos colectados.

El río Lacantún fue el sitio en donde se registró el mayor número de especies (49), seguido del Tzendales (42), el Ixcán (41) y el arroyo Lagarto (41) (Fig. 2.10.7).

La mayor cantidad de peces fue colectada en el río Ixcán (1 362), seguido del arroyo Danta (1 251) y el arroyo Puerto Rico (1 154) (Fig. 2.10.8).

2.10.4 DISCUSIÓN

Helmintos-parásitos

Los aportes de nuevas especies de helmintos parásitos de peces que se han registrado es considerable, aun sin incluir en estos conteos las especies que faltan por determinar taxonómicamente, por lo que es posible afirmar que el río Lacantún y sus tributarios ubicados al sur de la RBMA poseen una alta diversidad de fauna helmintológica, lo cual constituye una muestra muy completa de la helmintofauna del sureste de México y Cen-

troamérica, en particular de la provincia del Usamacinta.

Un aspecto importante que se presenta en esta región es el alto grado de endemismo de especies de helmintos parásitos; incluso es posible que cuatro de las especies que aún no han sido determinadas taxonómicamente sean endémicas de la subcuenca del río Lacantún, y probablemente se trate de nuevas especies.

Dentro de los aportes importantes realizados por el estudio está el hallazgo de especies de tremátodos y de nemátodos de los géneros *Rhabdochona* y *Spinitectus* que no habían sido descritas anteriormente, así como la presencia del nemátodo *Rhabdochona kidderi* y el tremátodo *Crassicutis cichlasomae*, que son indicadores de ambientes acuáticos con un bajo impacto ambiental.

La presencia de especies de monogéneos en todos los ambientes acuáticos en donde se realizaron muestreos refleja buenas condiciones de la calidad del agua, debido a que este tipo de helmintos parásitos de peces son considerados bioindicadores



JME

Cuadro 2.10.5 Peces examinados por primera vez para helmintos parásitos en México

<i>Hospedero (especie)</i>	<i>Ejemplares examinados</i>
<i>Ariopsis assimilis</i>	1
<i>Ictiobus meridionalis</i>	2
<i>Bathrachoides goldmani</i>	2
<i>Gambusias exradiata</i>	1
<i>Xenodexia ctenolepis</i>	40
<i>Hyphessobrycon compressus</i>	35
<i>Cynodonichthys tenuis</i>	19
<i>Theraps bifasciatus</i>	8
<i>Leptophilypnus guatemalensis</i>	17

con un alto margen de confiabilidad, pues se trata de especies que no habitan en ambientes degradados al ser muy sensibles a los cambios repentinos o provocados por contaminación.

El estudio aportó información sobre especies de peces que no habían sido examinadas nunca antes en México para helmintos parásitos (cuadro 2.10.5).

En esta misma línea, el estudio permitió sumar información sobre peces cuya parasitología en México se conocía muy poco, como el caso de *Eugerees mexicanus*, *Belones oxbelizanu*, *Brycon guatemalensis* y *Vieja argentea*.

El río Lacantún y sus tributarios localizados en la porción sur de la RBMA constituyen una región óptima para el mantenimiento y conservación de sistemas parásito-hospedero representativo de las cuencas hidrológicas del sureste de México, incluyendo ciclos de vida, dinámica poblacional y endemismos. Esta región aún cuenta con una alta diversidad de helmintos parásitos de peces; sin embargo, es altamente vulnerable a las perturbaciones del ambiente de origen antropogénico (capítulo 4.2 y 4.3).

Moluscos acuáticos

El río Lacantún y sus tributarios localizados al sur de la RBMA poseen una gran riqueza de especies de moluscos acuáticos asociada a una buena calidad de los ambientes acuáticos. Este grupo puede estu-

diarse mejor durante la época de secas, ya que el crecimiento que experimentan los ríos durante la temporada de lluvias provoca una baja sensible en las poblaciones de moluscos, debido a que hay poco sustrato al que se puedan adherir.

La malacofauna se encuentra conformada por las clases Gastropoda y Bivalvia, siendo menos diversa esta última. La mayor parte de las 25 especies reportadas constituyen nuevos registros para la zona de estudio.

Las especies de moluscos acuáticos mejor representadas son *Aroapyrgus* sp., y *Gunlachia radiata* registradas en ocho localidades; *Mayabina* sp. se encontró en seis y *Cochlio pinafrancesa*, *C. infundibulum* y *Physa* sp. en cinco. Los sitios con mayor diversidad de moluscos son la confluencia de los ríos San Pedro-Tzendales (21 especies), el arroyo José (16 especies) y el río Chajul (16 especies), la especie *Aroapyrgus* sp., de la familia Hidrobiidae, es la más abundante.

La familia de moluscos acuáticos mejor representada en la zona de estudio es la Hidrobiidae. Se trata de caracoles que habitan ambientes acuáticos con flujo permanente de agua, que tienen una concha muy pequeña (generalmente de menos de 8 mm), de consistencia frágil y son considerados indicadores de buena calidad ambiental.

Los ríos y arroyos que se encuentran dentro de la RBMA fueron los sitios que presentaron la mayor diversidad y abundancia de moluscos acuáticos nativos. Esta variable denota las buenas condiciones ambientales de estos sitios e incentiva a la conservación de los mismos.

Insectos acuáticos

La entomofauna acuática colectada muestra la presencia de grupos poco tolerantes a la contaminación. Tomando en cuenta este hecho es posible suponer que no existe contaminación grave en estos ambientes acuáticos.

En los sitios San Pablo, Chajul, José, Danta, Lacantún y Tzendales el estado de conservación y salud que se observa se puede considerar como



Rocio octofasciata.



Hyphessobrycon compressus.



Rhamdia guatemalensis.



Poecilia mexicana.



Belonesox belizanus.



Strongylura hubbsi.



Theraps lentiginosus.



Cichlasoma salvini.

“muy bueno”, con niveles muy bajos de contaminación de tipo orgánica; el sustrato, la velocidad de corriente, la oxigenación, la temperatura, la vegetación acuática y la riparia son adecuados para la presencia y el establecimiento de este tipo de comunidades. La entomofauna acuática recolectada contó con la presencia de elementos bioindicadores muy sensibles y de baja tolerancia ecológica. En cambio, las localidades Puerto Rico, Lagartos y Manzanares muestran cierto grado de deterioro, lo cual se ve reflejado en la calidad de la entomofauna ahí presente.

El conocimiento sobre la biología y la ecología de los insectos acuáticos neotropicales es de gran importancia para evaluar reglas ecológicas generales y para establecer un sistema de protección de los recursos acuáticos. Hasta el momento se conoce poco sobre taxonomía, biología, ecología, historia natural, así como de los niveles de tolerancia a la contaminación, de las especies de insectos acuáticos neotropicales, por lo que es importante que los estudios a nivel de diagnóstico o evaluación den el siguiente paso y asciendan al nivel de biomonitoreo con el cual se puedan implementar controles de calidad o programas de vigilancia a largo plazo.

Peces

Las 66 especies de peces registradas en el río Lacantún y sus tributarios localizados en la porción sur de la RBMA representan una de las ictiofaunas más diversas de aguas continentales del país, ya que en esta porción del territorio nacional habita más de 13% de las especies de agua dulce que han sido registradas hasta el momento en México, calculada en un poco más de 500 especies (Miller *et al.* 2009). Sin embargo, la presencia de especies no nativas e invasoras va en aumento lo cual pone en riesgo la estabilidad de los ambientes acuáticos, sumado al hecho de que la fragmentación de los ambientes terrestres provoca una disminución de los índices de diversidad y abundancia de los peces.

Destaca por su importancia la gran cantidad de especies de la familia Cichlidae (21) que se registró, lo cual sitúa a la región como un santuario de este tipo de peces en el ámbito nacional.

Por otra parte, algunas de las especies que registraron baja abundancia relativa se encuentran inscritas en la lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Éstas son: *Potamarius nelsoni* (Pr), *Lacantunia enigmatica* (P), *Rhamdia guatemalensis* (Pr), *Thorichthys socolofi* (A) y *Vieja intermedia* (Pr). De ellas, las especies en la categoría de Pr (bajo algún tipo de protección especial) coinciden con la baja abundancia registrada, a excepción de la especie *Rhamdia guatemalensis*, la cual puede ser considerada como una especie tolerante de acuerdo con la abundancia observada durante el presente estudio.

A pesar de que *Lacantunia enigmatica* es considerada una especie en peligro de extinción, Rodiles *et al.* (2005) mencionan que esta especie tiene preferencia por sitios que presentan condiciones *sui generis* como fondos de ríos asociados a corrientes rápidas, por lo que se han realizado muestreos dirigidos utilizando técnicas especializadas de captura como los palangres, obteniendo buenos resultados. Esta situación reafirma lo expresado por Rodiles y colaboradores, en el sentido de que la especie habita sitios muy específicos, lo cual dificulta su captura, pero esto no significa que se encuentre en riesgo de extinción.

Durante las colectas realizadas durante el estiaje de 2014 se obtuvo el registro de una nueva especie para la zona: *Leptophilypnus guatemalensis*, pero debido al número de individuos que fueron colectados (nueve), y al hecho de que en anteriores muestreos no fue posible colectarla, se presume que la abundancia de esta especie es muy baja para la cuenca media del río Lacantún, por lo que debe ser considerada como una especie amenazada e incluirla en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La presencia de especies periféricas en la zona de estudio se ve favorecida por la topografía poco accidentada que presentan las cuencas media y baja del Río Usumacinta, lo cual permite que pene-

tren especies eurihalinas cientos de kilómetros tierra adentro, como especies del género *Centropomus* y el sábalo *Megalops atlanticus*, entre otras.

2.10.5 CONCLUSIONES

El alto número de especies, endemismos y nuevas especies reportadas de los cuatro grupos biológicos estudiados demuestra que la cuenca media del río Lacantún tiene un muy buen estado de conservación, en donde habita parte de la helmintofauna, malacofauna y entomofauna acuáticas e ictiofauna continentales mejor conservadas del país.

El registro e identificación de nuevas especies y endemismos de organismos acuáticos constituye por sí mismo un gran hallazgo que demuestra la importancia biológica que tiene la subcuenca del

río Lacantún. Especialmente el descubrimiento de la especie *Lacantunia enigmatica* constituye un hecho sin precedentes, ya que se demostró que esta especie no tiene relación filogenética directa con ninguna otra especie de pez conocida en el mundo, por lo que se le colocó dentro de un nuevo género de una nueva familia. Este es un hecho muy poco común para una especie animal en nuestros días, que muestra la especificidad ecosistémica de la región.

En general, la riqueza biológica acuática del río Lacantún y sus tributarios, localizados en la porción limítrofe sur de la Reserva de la Biosfera de Montes Azules, presente un alto grado de conservación; sin embargo, en los ríos y arroyos que se encuentran fuera de la Reserva, en los territorios que ocupan ejidos y comunidades, se detectaron indicios de deterioro en algunas de las poblaciones de las especies acuáticas reportadas, por el



JME

registro de una menor abundancia de individuos de dichas poblaciones.

El río Lacantún y sus tributarios constituyen algunos de los últimos ecosistemas acuáticos continentales del país que aún conservan gran parte de su riqueza original, por lo que es necesario llevar a cabo todas las acciones necesarias para lograr su preservación, lo cual tendrá grandes beneficios en los ámbitos local, nacional y aun global.

REFERENCIAS

- Miller, R.R., W.L. Minckley y S.M. Norris, 2009. *Peces dulceacuícolas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Rodiles-Hernández, R., D.A. Hendrickson, J.G. Lundberg y J.M. Humphries, 2005. *Lacantunia enigmatica* (Teleostei: Siluriformes), a new phylogenetically puzzling freshwater fish from Mesoamerica. *Zootaxa* 1000: 1-24.
- 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.
- DOF, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo.
- Torres Orozco, R., y D.A. Kobelkowsky, 1991. *Los peces de México*. México, AGT Editor.
- IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), 2008. La biodiversidad de agua dulce, un recurso escondido y amenazado. La Lista Roja de la IUCN de especies amenazadas.



Desembocadura del río Lacanjá en el Lacantún. JME