



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Comunidades de helmintos parásitos en un gradiente altitudinal en poblaciones de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* en la cuenca del Río la Antigua, Veracruz, México.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

GUZMÁN GUARNEROS ARISBETH

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Guillermo Salgado Maldonado



Ciudad de México, 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Datos del alumno.
Guzmán
Guarneros
Arisbeth
5569131401
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
310050214
2. Datos del Tutor.
Dr. Guillermo
Salgado
Maldonado
3. Datos del sinodal 1
Dr. Benjamín
Quiroz
Martinez
4. Datos del sinodal 2
M. en C. Isabel cristina
Cañeda
Guzmán
5. Datos del sinodal 3
M. en C. Ignacio Andrés
Morales
Salas
6. Datos del sinodal 4
Gema Yolanda
Armendáriz
Ortega
7. Datos de la tesis.
Comunidades de helmintos parásitos en un gradiente altitudinal en poblaciones de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* en la cuenca del Río la Antigua, Veracruz, México.
70 p.
2018

8. Palabras clave:

Comunidades, helmintos, *Pseudoxiphophorus bimaculatus*, Cuenca del Río La Antigua.

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá, por tú apoyo incondicional, tú confianza, cariño y por haber siempre creído en mí. El que te sientas orgullosa de mí es mi mayor recompensa. Te amo mami.

A mi papá, Por tú valioso apoyo y por darme una carrera para mi futuro, porque eres un gran ejemplo de superación, y perseverancia. Te amo papi.

A la UNAM por abrirme las puertas y volverse uno de mis lugares favoritos, al igual que a la **Facultad de ciencias**, por todos los recuerdos que atesoro y todo lo que me hizo ser y aprender a lo largo de la bella carrera de biología. No pude haber escogido una mejor licenciatura.

Al **Instituto de biología** que siempre me gustó estar ahí y que además del trabajo de la tesis siempre tuve grandes compañías en ese lugar.

A **yazmín Santiago** por tú apoyo incondicional, por los buenos y divertidos momentos que hemos pasado juntas tanto en prácticas de campo, como en la licenciatura y por ser la mejor amiga. Te quiero amiga.

A mi tutor **Dr. Guillermo Salgado Maldonado**, a usted se lo debo principalmente e incondicionalmente, por abrirme las puertas desde el primer día al laboratorio, por su confianza, por su gran apoyo y tolerancia a lo largo de este tiempo. Por sus enseñanzas y ser un guía constante durante toda la realización de la tesis, por las revisiones de tesis y por ser el mejor tutor que puede haber.

“El amor por todas las criaturas vivientes es el más noble atributo del hombre”.

Charles Darwin

CONTENIDO TEMÁTICO

ÍNDICE

RESUMEN.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	10
HIPÓTESIS.....	10
OBJETIVOS.....	12
MATERIALES Y MÉTODO.....	12
RECOLECTA DE MUESTRAS.....	13
RECOLECCIÓN Y FIJACIÓN DE HELMINTOS.....	14
ANÁLISIS DE DATOS.....	16
RESULTADOS	18
ANÁLISIS DE RIQUEZA EN LOS COMPONENTES DE COMUNIDAD.....	32
ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD	33
DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES EN LA CUENCA Y ORDENAMIENTO DE COMUNIDADES.....	36
DISCUSIÓN.....	55
CONCLUSIÓN.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
APÉNDICE 1. CURVAS ACUMULATIVAS DE ESPECIES	66
APÉNDICE 2. PROCESAMIENTO DE HELMINTOS	69

INDICE DE FIGURAS

FIG.1. *Pseudoxiphophorus bimaculatus*, ♀.

FIG.2. Mapa de la cuenca del río La Antigua, su localización geográfica y localidades muestreadas.

FIG.3. Gráfica de la distribución de abundancia de las especies de helmintos parásitos de *P. bimaculatus* en 11 localidades de la cuenca del Río La Antigua: (1) Río Pixquiac, (2) Teocelo, (3) Baxtla, (4) Xico, (5) Agua Bendita, (6) El Carrizal, (7) Río de los Pescados, (8) Jalcomulco, (9) Arroyo Apazapan, (10) Puente Nacional, (11) Antigua Presa.

FIG.4. Riqueza de especies de helmintos registradas en poblaciones de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* en la cuenca del Río La Antigua.

FIG.5. Variación de las tallas de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* examinados en 11 localidades de la cuenca del río La Antigua, Veracruz. H=Hembra, M=Macho.

FIG.6. Variación de peso de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* examinados en 11 localidades de la cuenca del río La Antigua, Veracruz. H=Hembra.

FIG.7. Variación peso de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* examinados en 11 localidades de la cuenca del río La Antigua, Veracruz. H=Hembra M=Macho.

FIG.8. Proporción por grupo taxonómico de helmintos parásitos de poecílido *P. bimaculatus* del Río La Antigua, Veracruz.

FIG.9. Gráfica de prevalencia de helmintos en las 11 localidades del Río La Antigua, Veracruz.

FIG.10. Valores del estimador de Bootstrap en 11 localidades del Río La Antigua.

Fig.11. Dendrograma resultante de la matriz de similitud de 11 localidades calculado con todas las especies de helmintos, de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* del Río La Antigua, Veracruz.

Fig.12. Curvas acumulativas de especies, y su ajuste al modelo de Clench para los componentes de comunidad de helmintos parásitos de *P. bimaculata* recolectados en 11 localidades del Río La Antigua.

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Localidades de muestreo de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* en la Cuenca del Río La Antigua, Veracruz.

TABLA 2. Número total de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* examinados y datos de talla y peso promedio en 11 localidades de la cuenca del Río La Antigua, Veracruz.

TABLA 3. Número de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* separados por sexo, examinados en 11 localidades de la cuenca del Río La Antigua, Veracruz. Algunos hospederos no fueron sexados o fueron juveniles.

TABLA 4. Inventario de helmintos parásitos de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* examinadas en la cuenca del Río La Antigua, Veracruz en junio 2016.

TABLA 5. Variación de los parámetros de infección de las especies de helmintos de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* recolectados en 11 localidades de la cuenca del Río La Antigua, Veracruz. N= Número de hospederos examinados en cada localidad, los datos que se presentan en el cuerpo de la tabla son los siguientes.

TABLA 6. Valores de distribución de abundancias de los helmintos parásitos de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* en 11 localidades de la Cuenca del Río La Antigua, Veracruz.

TABLA 7. Distribución altitudinal de helmintos párasitos de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* en la cuenca del Río La Antigua.

TABLA 8. Riqueza de los componentes de comunidad de helmintos en 11 poblaciones de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* en la cuenca del Río La Antigua. Ajuste de modelo de la curva acumulativa de especies Clench y valores de estimador no paramétrico de riqueza.

TABLA 9. Valores de diversidad (α) de comunidades de helmintos parásitos de 11 poblaciones de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* en la cuenca del Río La Antigua, Veracruz en junio 2016.

TABLA 10. Presencia de especies de helmintos encontrados en peces poecilidos.

TABLA 11. Poecilidos encontrados a lo largo de las cuencas de México.

TABLA 12. Helmintos de *P. bimaculatus* en el Río La Antigua, Veracruz. Características biológicas de los taxa.

RESUMEN

Se describen las comunidades de helmintos parásitos del pez dulceacuícola *Pseudoxiphophorus bimaculatus* (Heckel, 1848) (Teleostei: Poeciliidae) en la cuenca del Río La Antigua, en el área centro oriental de la República Mexicana. Se muestrearon poblaciones de este pez en 11 localidades de la cuenca en abril, 2016. Se recolectaron datos sobre la riqueza de especies de helmintos y su distribución de abundancias. Aportamos un inventario helmintológico que incluye un total de 19 especies de helmintos; cuatro especies de monogéneos dos especies de tremátodos adultos, dos de nemátodos adultos y 11 especies de metacercarias y larvas de nemátodos. Estas comunidades de helmintos resultaron constituidas por las mismas especies en todas las localidades de muestreo. Se detectó que las comunidades de helmintos se estructuran con base en las especies especialistas de monogéneos y endohelmintos que son típicas de *Pseudoxiphophorus bimaculatus*. Las comunidades resultaron poco diversas y fuertemente dominadas por algunas de estas especies especialistas, generalmente la misma en todas las localidades. El registro de una especie invasora, la metacercaria de *Centrocestus formosanus* denota la invasibilidad de estas comunidades. La amplitud geográfica de la distribución de estas especies especialistas en la cuenca del Río La Antigua explica la alta similitud en el ordenamiento de los componentes de comunidad. Las condiciones locales marcan la variabilidad en la riqueza y composición de helmintos. Las poblaciones de peces que habitan en los cuerpos de agua de la cuenca media resultaron con mayor riqueza y abundancia de helmintos que las poblaciones de la cuenca alta. El registro helmintológico que aportamos en esta tesis es bastante completo según los análisis estadísticos que presentamos y constituye una base empírica firme para el estudio de las comunidades de helmintos que parasitan a los Poeciliidae en México.

INTRODUCCIÓN

Una de las generalizaciones más aceptadas en ecología de parásitos dice que los componentes de comunidades tienden a tener pocas especies de helmintos, con abundancias bajas y con poca similitud entre las poblaciones (Kennedy, 1990). Sin embargo, otros trabajos han demostrado las características opuestas (Holmes, 1990; Valtonen et al., 1997; Choudhury y Dick, 1998; Karvonen y Valtonen, 2004). Una pregunta de actualidad y de gran trascendencia para la ecología de parásitos se enfoca en el estudio de estas variaciones en el nivel de componente de comunidad. ¿Cómo y por qué varía la estructura de la comunidad de helmintos en los componentes de comunidad de una misma especie de pez?

La variación en la estructura de comunidades de parásitos puede deberse a: 1) factores relacionados con el hospedero, como la interacción biológica que tiene con el medio; 2) a factores relacionados con los parásitos tales como la especificidad hospedatoria y las características de su ciclo de vida; o bien, 3) a las variaciones en las características del hábitat de las poblaciones de peces tales como el tamaño del cuerpo de agua, profundidad y su aislamiento. Además, las variaciones en la estructura de comunidad de peces pueden asociarse con las variaciones en la productividad de cuerpos acuáticos. Por ejemplo, Esch (1971) predijo que la diversidad de helmintos y su abundancia se incrementan cuando incrementa la productividad de los lagos.

En nuestro grupo de trabajo, se han hecho estudios faunísticos en la localidad del Río La Antigua en comunidades de parásitos de peces de la especie *Pseudoxiphophorus bimaculatus* (Heckel, 1848) en las cuales se han encontrado 19 especies de helmintos; cinco de ellos monogéneos, dos tremátodos, siete metacercarias, dos nemátodos y dos larvas de nematodos (Salgado-Maldonado et al., 2014). De acuerdo con esto, es notorio que estas comunidades de helmintos en la Cuenca alta del Río La Antigua, son muy ricas. Y dado el conocimiento que tenemos, este sistema hospedero- parásito permite abordar cuestionamientos interesantes e importantes sobre la ecología de estos sistemas parasitológicos: ¿Cuál es la relación entre las comunidades de helmintos en la distribución

de *P. bimaculatus*?, ¿las comunidades de helmintos de este pez en las cuencas medias, bajas del Río La Antigua, serán aún más ricas que las de la cuenca alta? Esta pregunta es válida y guía el planteamiento de una hipótesis desde el punto de vista de la teoría del continuo rivereño planteada por Vannote et al. (1980). Según ésta teoría dado el arrastre de las corrientes fuertes de los pequeños arroyos que constituyen en la parte alta de las cuencas y la baja diversidad con las características opuestas hacia la cuenca media y baja, entonces debiéramos encontrar mayor riqueza biótica hacia estas partes de la cuenca.

De acuerdo con lo anterior nos propusimos describir la composición y estructura de comunidades de helmintos que parasitan a poblaciones de peces dulceacuícolas *P. bimaculatus* a lo largo de la cuenca del río La Antigua, Veracruz, explorando su relación con las características de las poblaciones de estos peces.

El sistema *P. bimaculatus* y sus helmintos parásitos presentan grandes ventajas como sistema de estudio porque conocemos estos helmintos parásitos (Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado et al., 2014) Y porque es un sistema accesible de muestrear ya que se trata de un pez pequeño (~10 cm de longitud total), abundante, ampliamente distribuido y que tiene muchos parásitos.

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Dogiel inició los estudios de ecología de parásitos en los años 1961, 1964; revisó la literatura disponible hasta esa fecha y examinó la fauna de parásitos de peces y otros hospederos, proponiendo algunas generalizaciones ecológicas. En 1961 estudió aspectos de química del agua, tamaño del hábitat, y otros factores biológicos, como la edad del huésped, su dieta, migración, composición de la fauna parasitaria de una población en particular, generando así los primeros estudios de parasitología ecológica. La mayoría de aquellos datos son descriptivos y se refieren al nivel de componente de comunidad.

Entre los estudios más recientes de comunidades de helmintos en peces de agua dulce se encuentran los de Kennedy. En particular, Kennedy et al. (1986) examinaron las

diferencias fundamentales entre las comunidades de helmintos en peces y aves, llegando a la conclusión de que las comunidades de helmintos en los peces eran significativamente más pobres en número de especies, individuos y diversidad en comparación con las de aves. Principalmente las aves ictiófagas se reconocieron por su gran diversidad de helmintos. Kennedy et al, 1986 reconocieron una serie de factores primordiales que contribuyen a una comunidad de helmintos diversa, incluyendo la complejidad del canal alimentario, la amplitud y la selectividad de la dieta del huésped. Consideraron además que la colonización es un factor principal determinante de la estructura de la comunidad de helmintos.

Las comunidades de parásitos son dinámicas, cambian en tamaño y composición en el espacio y a través del tiempo; los tipos de parásitos que infectan a los hospederos y las características de sus infecciones varían entre áreas geográficas y especies de hospederos, así como entre poblaciones de hospederos y hospederos individuales (Kennedy et al., 1986; Kennedy, 1997; Poulin y Morand, 2004; Poulin, 2007). Los cambios en las características del hábitat a través de distintas escalas espaciales (i. e. regionales, locales) pueden influir directa o indirectamente en la dinámica de la transmisión y de esta forma en el reclutamiento de parásitos por sus hospederos (Sousa y Grosholz, 1991; Parietti et al., 2013).

Las poblaciones de peces hospederos distribuidas a lo largo de un río constituyen parches de recursos para los parásitos, dentro de cada población, cada pez constituye también un parche, es una isla habitable para sus parásitos (Price and Clancy, 1983; Holmes y Price, 1986). Los movimientos de los peces afectan potencialmente la distribución y abundancia de los parásitos en el sistema; las comunidades de parásitos de peces a lo largo del río deberán variar dependiendo de la continuidad o separación de los hábitats (Janovy et al., 1997; Weichman y Janovy, 2000; Knipes y Janovy, 2009). Algunos estudios que se han enfocado en la variación espacial en parásitos de peces de ríos, han mostrado que la composición de la comunidad de parásitos es relativamente persistente (Knipes y Janovy, 2009; Ferrari-Hoeinghaus et al., 2006; Ferreira-Sobrinho y Tavares-Dias, 2016). En tanto que otros reportan cambios considerables en la estructura de la

comunidad (Weichman y Janovy, 2000; Córdova y Pariselle, 2007; Espinal-Carrión y López-López, 2010; Bellay et al., 2012; Acosta et al., 2015;). La duda persiste, ¿hasta dónde las comunidades de parásitos de peces en un río son independientes entre las poblaciones de hospederos que habitan en ese río?.

De acuerdo con lo anterior, esta investigación se propone como objetivo principal describir las comunidades de helmintos de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* en 11 localidades a lo largo de la cuenca del Río La Antigua. Me enfoco en describir la variación en los componentes de comunidad de helmintos usando los helmintos individuales en cada población de *P. bimaculatus* muestreada como muestra replicada. Las comunidades de helmintos parásitos han sido concatenadas como infracomunidades (todos los helmintos de las distintas especies que se encuentran parasitando a un solo pez individual), componentes de comunidad (la suma de todas las infracomunidades, o peces individuales en una localidad y fecha determinada, o sea, en una población de una especie de pez o en un muestreo dado).

MATERIAL Y MÉTODOS

El poecilido *P. bimaculatus* (Fig. 1) se distribuye en la vertiente del océano Atlántico; y Golfo de México desde el Río Misantla, Ver., extendiendo su distribución al sur hasta el río Prinzapolka en Nicaragua. En México se registra naturalmente en los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán. Con periodo reproductivo largo; de diciembre a mayo, o quizá más, siendo principalmente herbívoro. Se encuentra en las partes medias de manantiales, arroyos, lagunas, ríos y estanques pantanosos. Prefiere aguas lénticas, de movimiento lento y poco profundas o hasta 1.3 m, normalmente en aguas claras, pero también en aguas turbias se llega a encontrar. Con agua sombreada y con poca o nula vegetación. Es un pez principalmente herbívoro; alcanza un tamaño máximo de 80 mm de longitud (Miller, 2009).



Fig 1. *P. bimaculatus*, ♀.

El área geográfica presente de estudio es la cuenca del Río La Antigua situada en el este del Eje Neovolcánico o Cinturón Trans Volcánico Mexicano, en la zona central del estado de Veracruz, México. El río La Antigua y sus afluentes drenan la sierra central y las tierras bajas en el estado de Veracruz. Fluye en sentido S- E hacia el Golfo de México. Se origina a una elevación de 3,500 msnm en el este y la vertiente norte del Cofre de Perote y el volcán Pico de Orizaba (Salgado-Maldonado, 2014). El alcance principal del río corre por unos kilómetros desde las tierras altas hasta su desembocadura en la Boca de la Antigua, próxima a la ciudad de este nombre en Veracruz, en el sur del Golfo de México. Esta cuenca puede dividirse en cuenca alta, media y baja de acuerdo con Vázquez et al., 2005. (Fig. 2).

RECOLECTA DE MUESTRAS

Entre el 13 y 17 de junio de 2016, se recolectaron peces pertenecientes a la especie *P. bimaculatus* en 11 localidades de muestreo en la Cuenca del Río La Antigua, 3 localidades distribuidas en la cuenca alta, 5 en las medias y 3 en la baja (Fig. 2) mediante el uso de distintas artes de pesca, incluyendo una atarraya: con 4 metros de diámetro y $\frac{1}{4}$ de pulgada de luz de malla; chinchorro de 3 metros por 2 de alto con luz de malla de 0.5 cm y equipo de electropesca. Los peces capturados fueron transportados vivos al laboratorio en cubetas o recipientes apropiados en bolsas de plástico con agua del medio y mantenidos

en condiciones adecuadas con bombas de aire, hasta su posterior examen helmintológico que se realizó en las siguientes 8-12 horas después de su captura.

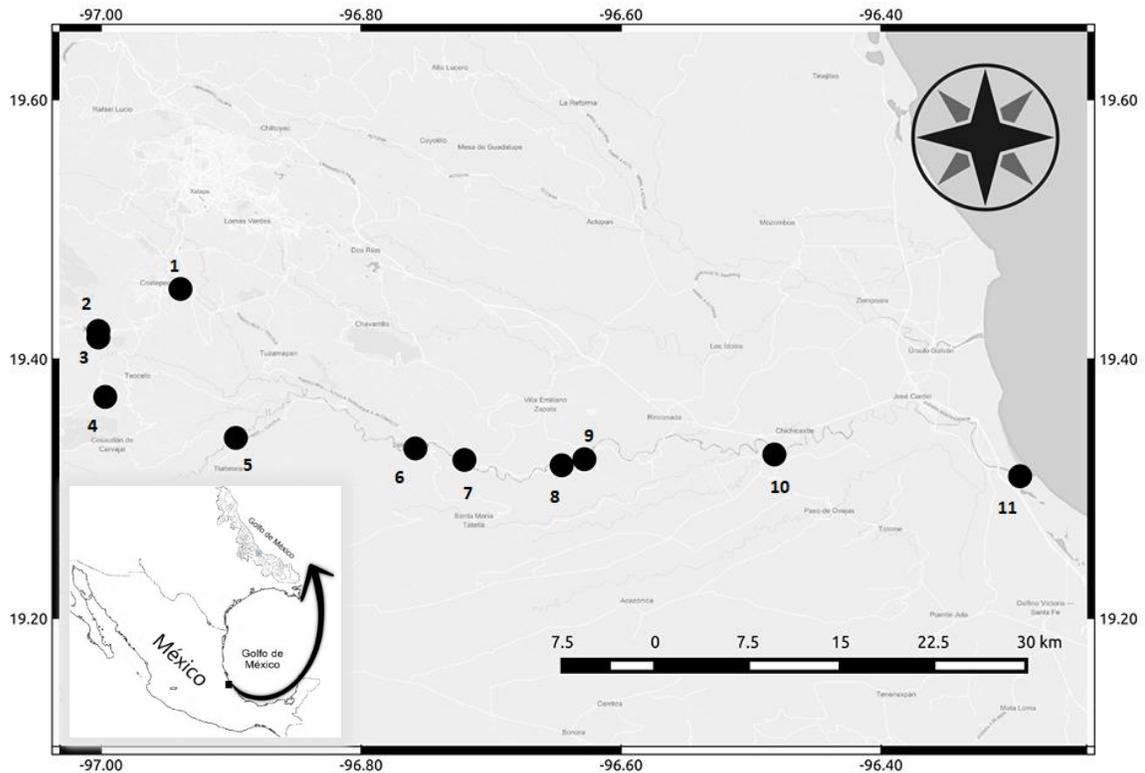


Fig.2. Mapa del área de estudio en la cuenca del Río La Antigua, Veracruz en el área oriental central de México. Las localidades son 1. Pixquiatic; 2. Baxtla; 3. Teocelo; 4. Arroyo Xico; 5. Agua Bendita; 6. El Carrizal; 7. Río de los Pescados; 8. Arroyo Jalcomulco; 9. Arroyo Apazapan; 10. Puente Nacional; 11. Antigua Presa.

RECOLECCIÓN Y FIJACIÓN DE HELMINTOS

Los peces se anestesiaron individualmente con una dosis de solución 2 fenoxietanol colocándolos individualmente en una pecera de 2 litros de con agua del medio, a la que se le agregó 2 ml de anestésico por cada 500 ml de agua del medio. Se dejó actuar el anestésico durante aproximadamente 5 minutos, hasta observar que los opérculos ya no se movieran. Ya anestesiado el pez se examinó externamente, revisando ojos, escamas, piel, aletas (caudal, pectoral, anal, pélvica y dorsal), boca, ano, cloaca y opérculos para

buscar monogéneos del género *Gyrodactylus* (Rubio-Godoy et al., 2010). Los monogéneos *Gyrodactylus* encontrados se fijaron en alcohol al 96% en tubos Eppendorf de 1.5 ml. De cada uno de los peces se tomaron las siguientes medidas, longitud total, longitud patrón, altura y peso. Para este examen exterior, se manipularon con pinzas de disección, colocándolos en cajas Petri con agua del medio, bajo el microscopio estereoscópico. Concluido el examen para *Gyrodactylus*, los peces fueron eutanizados con una sobredosis del mismo anestésico.

El análisis para helmintos se continuó sacando las branquias de la cavidad branquial y separándolas en cajas Petri con agua del medio para examinar uno a uno los filamentos branquiales de cada uno de los arcos, peinándolas para poder buscar, contar y recolectar metacercarias y otros monogéneos. Los monogéneos se fijaron de dos maneras; algunos ejemplares se fijaron individualmente en alcohol etílico al 96% en tubos eppendorf de 1-5 ml. Para análisis molecular. Otros ejemplares de monogéneos de las mismas especies encontradas se fijaron mediante la técnica de piruvato - amonio, para estudiar las estructuras esclerotizadas y poder ser identificadas taxonómicamente (Vidal Martínez et al., 2000) cada monogéneo fue colocado en preparación temporal entre porta y cubre objetos, con agua del medio. El exceso de agua se absorbió por capilaridad usando trozos de papel absorbente (toalla de cocina) de tamaño adecuado. El fijador (solución piruvato-amonio) se agregó por capilaridad, poniendo gotas en el margen de cubreobjetos y las cuatro esquinas del cubreobjetos se sellaron agregando unas gotas de barniz de uñas transparente.

Para examinar los tejidos y órganos internos con unas tijeras de punta recta, se hizo una incisión en la línea media ventral del cuerpo desde la parte anterior hasta el ano, de tal manera que el aparato digestivo, urogenital y otros órganos y sistemas alojados en la cavidad del cuerpo pudieran ser removidos. Los diferentes órganos de la cavidad del cuerpo fueron separados y colocados en cajas Petri con solución salina al 0.66%. El sexo se determinó mediante la inspección de las gónadas. Los tejidos y órganos sólidos como musculatura, mesenterios, hígado, bazo y riñones se inspeccionaron por compresión entre

dos vidrios de 15x 15 cm, bajo microscopio estereoscópico con solución salina al 0.66%. Para poder examinar el aparato digestivo completo, se desgarró con agujas de disección.

Los parásitos encontrados se separaron de acuerdo al órgano de procedencia, situándolos en caja Petri con solución salina limpia y manipulándolos con pinceles.

Las metacercarias y larvas de nemátodos enquistadas encontradas se les retiraron las cubiertas de quistes para su posterior fijación con formol caliente al 0.4%. En general todos los nematodos y tremátodos fueron fijados directamente con formol caliente al 0.4% casi a punto de ebullición en cajas Petri con un volumen de formol de aproximadamente 10-20 ml, trasladándolos a frascos de 3 a 5 ml con su respectiva etiqueta. En el caso de los céstodos se colocan en un vaso de precipitados de 200 ml y se le agregó 150 ml de formol caliente, casi a punto de ebullición, para que los ejemplares se estiren por el mismo peso del formol. Teniendo el suficiente material, algunos ejemplares se fijaron en formol al 4% por aplanamiento ligero entre porta y cubre objetos.

ANÁLISIS DE DATOS

De acuerdo con Esch et al., 1971, para comprender la estructura y dinámica de las poblaciones, crearon un esquema jerárquico en la cual las comunidades de helmintos parásitos pueden distinguirse como infracomunidades, componentes de comunidad y comunidad componente. Los componentes de comunidad se refieren al número total de especies de helmintos en una población de hospederos. En esta investigación cada muestra de cada localidad es considerada como un componente de comunidad. Por ejemplo, si en una localidad dada examinamos 20 individuos de *P. bimaculatus*, la riqueza del componente de comunidad se refiere a todos los helmintos recolectados en esos 20 organismos.

En tanto las infracomunidades son subconjuntos del componente que consisten en las especies de parásitos que se encuentran en cada pez individual en el componente de

comunidad. La comunidad componente se define como el conjunto de las infracomunidades en una población hospedadora (Esch y Fernández, 1993).

Para describir el tamaño de la población de cada una de las especies de helmintos en cada localidad calculamos los parámetros de: prevalencia; número de hospederos infectados por una 1 especie dada de parásito, por el 100%, dividido por el total de hospederos examinados; abundancia; el promedio de gusanos de cada especie en la muestra entre el total de los peces examinados e intensidad promedio; el promedio de gusanos de una especie calculado solo en los peces parasitados (Bush et al., 1997).

Para verificar la certeza o lo completo del inventario de especies de helmintos de cada localidad se desarrolló un análisis de riqueza mediante curvas acumulativas de especies. La curva acumulativa de especies nos indicó cuántas especies nuevas se fueron acumulando con cada nuevo hospedero examinado que no se hubieran sacado antes. Me permitió estimar cuántas especies se fueron acumulando a medida que incrementé el tamaño de la muestra (número de hospederos). Cuando una curva de acumulación se hizo asintótica nos indicó que, aunque se aumentase considerablemente el número de peces examinados no se incrementaría considerablemente el número de especies de helmintos.

Para cada componente examinamos si la curva de acumulación se tornó ajustándola al modelo de Clench (Soberon y Llorente 1993); describiendo dicho modelo por la siguiente función:

$$V2=(a*v1) / (1+ (b*v1))$$

Donde v2 es la riqueza observada, v1 el número de individuos examinados, a y b son parámetros de la curva. Para ello se utilizaron los programas Stimates y Statistica como en Jiménez - Valverde y Hortal (2003).

RESULTADOS

Para esta investigación muestreamos en once localidades en la Cuenca del Río La Antigua, Veracruz, en junio de 2016, (Tabla 1, Fig. 2). De cada localidad se recolectaron de 19 a 20 hospederos, *P. bimaculatus* (Tabla 2), en total examinamos 219 peces. En estas localidades *P. bimaculatus* se encontró habitando en simpatria con 11 especies de peces (Tabla 1), incluyendo: *Xiphophorus helleri*, *Poeciliopsis gracilis*, *Poecilia sphenops* (Poeciliidae); *Thorichthys ellioti*, *Herichthys deppi*, (Cichlidae); *Rhamdia guatemalensis* (Heptateridae); *Sycidium gimnogaster* (Gobiidae); *Onchorhynchus mykiss* (Salmonidae); *Astyanax aeneus* (Characidae) y *Ophisternon aenigmaticum* (Symbrandidae).

Considerando el total de los 219 individuos de *P. bimaculatus* examinados, su longitud patrón varió entre 23-90 (44.02 ± 12.36) mm, la talla media es similar entre las localidades; la tabla 2 sugiere que la variación de tallas entre localidades es mínima y nos permite hacer comparaciones entre estas poblaciones de peces y sus comunidades de helmintos. El 42% del total de los peces fueron machos (92/219) y el 55% hembras (121/219), seis fueron peces juveniles y no fueron sexados. La variación de tallas entre los machos fue de 25- 80 (40.69 ± 7.44) mm y su peso varió de 0.3-6.8 (1.33 ± 0.80) gr. La variación de tallas de las hembras fue de 23-90 (46.74 ± 14.11) mm y su peso varió de 0.3-12.6 (2.51 ± 2.29) gr. La Figura 3 sugiere que todos los machos y hembras examinados en las distintas localidades fueron de tallas similares y comparables (Tablas 2 y 3).

El examen de los 219 *P. bimaculatus* en las once localidades de colecta arrojó el registro de 19 taxa de helmintos (Tabla 4), incluyendo cuatro monogéneos: *Urocleidoides* cf. *vaginoclaustroides* Mendoza-Franco, Caspeta-Mandujano, Salgado-Maldonado y Matamoros, 2015 (Dactylogyridae) de las branquias, y *Gyrodactylus takoke* García-Vásquez, Razo-Mendivil y Rubio-Godoy, 2015, *G. xalapensis* Rubio-Godoy, Paladini, García-Vásquez y Shinn, 2010, y *Gyrodactylus* sp. (Gyrodactylidae) de las aletas; dos tremátodos adultos *Phyllodistomum inecoli* Razo-Mendivil, Pérez y Rubio-Godoy, 2013 (Gorgoderidae) de la vejiga urinaria, y *Paracreptotrematoides heterandriae* (Salgado-Maldonado, Caspeta-Mandujano y Vazquez, 2012) del intestino; y metacercarias enquistadas de *Echinochasmus*

leopoldinae Scholz, Ditrich y Vargas-Vázquez, 1996 (Echinostomatidae) de la mucosa intestinal, *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) de las branquias, *Ascocotyle (Leighia) megalcephala* Price, 1932 de la mucosa intestinal, *A. (Phagicola) macrostoma* (Robinson, 1956) (Heterophyidae) de las branquias, *Clinostomum cf. marginatum* Rudolphi, 1819 (Clinostomidae) de los mesenterios, *Uvulifer ambloplitis* (Hughes, 1927) de la piel, *Posthodiplostomum cf. minimum* (MacCallum, 1921) (Diplostomidae) de los mesenterios; dos nematodos adultos *Freitascapillaria moravecii* Caspeta-Mandujano, Salgado-Maldonado y Vázquez, 2009 (Capillariidae) de la vesícula biliar, y *Spinitectus mexicanus* Caspeta-Mandujano, Moravec y Salgado-Maldonado, 2000 (Cystidicolidae) del intestino; y tres larvas de nemátodos, *Eustrongylides* sp. (Dioctophymatidae) y *Contraecum* sp. (Anisakidae) de mesenterios y *Rhabdochona* sp. (Rhabdochonidae) del intestino.

Tabla 1. Localidades de muestreo de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* en la Cuenca del Río La Antigua, Veracruz.

Localidad	Situación Geográfica	Altitud (metros)	Peces encontrados en cada localidad durante nuestros muestreos	
	UTM	Coordenadas		
Río Pixquiac	14Q	19° 43'07.31" N	1.064	<i>P. bimaculatus</i>
(Casa de Campo)	0715115	96°89'19.20" O		<i>X. helleri</i>
	2154905			<i>O. mikiss</i>
Teocelo	14Q	19°22'53.29" N	1.051	<i>P. bimaculatus</i>
	0712295	96°58'01.51" O		
	2143510			
Baxtla	14Q	19° 21'54.02" N	1.114	<i>P. bimaculatus</i>

Continuación tabla 1...

	0712154	96°58'36.44" O		
	2142160			
Arroyo Xico	14Q	19°25'00.63" N	1.248	<i>P. bimaculatus</i>
	0709328	97°00'23.72" O		<i>X. helleri</i>
	2148062			
Agua Bendita	14Q	19°24'52.09" N	1.277	<i>P. bimaculatus</i>
0708849	97°00'06.28" O			
	2147130			
El Carrizal	14Q	19°19'43.94" N	219.45	<i>P. bimaculatus</i>
	0748702	96°37'16.31" O		<i>T. ellioti</i>
	2138013			<i>P. gracilis</i>
				<i>P. sphenops</i>
				<i>X. helleri</i>
				<i>H. deppi</i>
Río de los Pescados	14Q	19°19'52.76" N	280.72	<i>P. bimaculatus</i>
	0741490	96°45'56.78" O		<i>X. helleri</i>
	2137128			<i>P. sphenops</i>
				<i>P. gracilis</i>
				<i>H. deppi</i>
				<i>T. ellioti</i>
				<i>S. gymnogaster</i>
Arroyo Jalcomulco	14Q	19°19'47.16" N	634.59	<i>P. bimaculatus</i>
	0725770	96°45'44.41" O		<i>X. helleri</i>

Continuación tabla 1...

2144871

Arroyo Apazapan	14Q	19°19'43.79" N	632.15	<i>P. bimaculatus</i>
	0738583	96°29'06.23" O		<i>X. elleri</i>
	2139350			<i>R. guatemalensis</i>
				<i>P. gracilis</i>
Puente Nacional	14Q		82.90	<i>P. sphenops</i>
	0764574			<i>A. aeneus</i>
	2138651			<i>S. gymnogaster</i>
				<i>T. ellioti</i>
				<i>H. deppi</i>
				<i>O. aenigmaticum</i>
Antigua Presa	14Q		34.13	<i>P. bimaculatus</i>
	770702			
	2140755			

Tabla 2. Número total de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* examinados y datos de talla y peso promedio en 11 localidades de la cuenca del Río La Antigua, Veracruz.

Localidad	Total de hospederos examinados	Longitud patrón Max (prom±sd)	Min- Peso (gr.) Min-Max (prom±sd)
Río Pixquiac (Casa de Campo)	20	25-90 (45.4±20.4757697)	0.4-9.1 (2.49±2.68)
Teocelo	20	30-70 (51.18±12.03)	1-6.8 (2.87± 1.77)
Baxtla	20	38-83 (62.5± 15.39)	0.5 – 12.6 (3.49 ±3.67)
Xico	20	25-65 (40.9±11.74)	0.4-6.6 (1.73±1.69)
Agua Bendita	19	33-68 (50.05 ± 8.96)	-6.9 (2.73 ± 1.85)
El Carrizal	20	30-61 (40.15 ± 8.46)	0.5-3.5 (1.43±0.87)
Río de los Pescados	20	32-70 (45.42±9.34)	0.6-7 (1.97±1.43)
Jalcomulco	20	35-65 (45.9 ± 7.58)	1-5.1 (2.12 ± 1.09)
Arroyo Apazapan	20	25-55 (35.9±7.21)	0.3-3.5 (1.035±0.79)
Puente Nacional	20	28-73 (43.47±9.89)	0.3-6.7 (1.76±1.41)
Antigua Presa	20	23-51 (31.15±8.008)	0.3-2.8 (0.64 ±0.61)

Tabla 3. Número de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* separados por sexo, examinados en 11 localidades de la cuenca del Río La Antigua, Veracruz. Algunos hospederos no fueron sexados o fueron juveniles.

Localidades	Número de hospederos de cada sexo	Longitud patrón Min-Max (prom \pm sd)	Peso Min- Max (prom \pm sd)
Río Pixquiac (casa de campo) (n=20)	♀=15 ♂=5	♀=25-90 (45.4 \pm 20.47) ♂=33-48 (39.4 \pm 6.14)	♀=0.4-9.1(2.49 \pm 2.68) ♂=0.7-1.6 (1.22 \pm 0.35)
Teocelo (n=20)	♀=11 ♂=7	♀=30-70 (51.18 \pm 12.03) ♂=37-53 (39.4 \pm 6.14)	♀=0.1-6.8(2.87 \pm 1.77) ♂=1-2.4 (1.85 \pm 0.53)
Baxtla (n=20)	♀=8 ♂=11	♀=38-83 (62.5 \pm 15.39) ♂=30-80 (44.27 \pm 13.53)	♀=1-12.6(6.28 \pm 4.15) ♂=0.5-6.8 (1.67 \pm 1.75)
Arroyo Xico (n=20)	♀=13 ♂=6	♀=25-65 (42.30 \pm 14.13) ♂=28-40 (37.33 \pm 4.71)	♀=0.4-6.6(2.11 \pm 1.99) ♂=0.4-1.4 (0.93 \pm 0.37)
Agua Bendita (n=19)	♀=11 ♂=8	♀=41-68 (55.36 \pm 7.41) ♂=38-47 (44.14 \pm 2.91)	♀=1.2-6.9 (3.64 \pm 1.99) ♂=1-2(1.52 \pm 0.34)
El carrizal (n=20)	♀=7 ♂=11	♀=31-61 (40.28 \pm 11.01) ♂=30-47 (38.6 \pm 5.64)	♀=0.5-3.5(1.51 \pm 1.17) ♂=0.6-2.5(1.25 \pm 0.62)
Río de los pescados (n=20)	♀=12 ♂=8	♀=38-70 (49.41 \pm 9.13) ♂=32-45 (38.57 \pm 4.68)	♀=0.8-7(2.43 \pm 1.63) ♂=0.6-2.1(1.25 \pm 0.52)

**Continuación
tabla 3...**

Jalcomulco (n=20)	♀=14 ♂=6	♀=35-65 (47.57±8.51) ♂=39-44 (42±1.89)	♀=1.3-5.1(2.42±1.17) ♂=1-1.7(1.4±0.26)
Arroyo Apazapan (n=20)	♀=14 ♂=6	♀=27-55 (36.87±9.43) ♂=25-45 (35.27±5.93)	♀=0.3-3.5(1.28±1.15) ♂=0.3-1.7(0.88±0.42)
Puente Nacional (n=21)	♀=13 ♂=9	♀=28-73 (44.58±12.42) ♂=33-49 (41.877±4.99)	♀=0.3-6.7(2.06±1.72) ♂=0.7-1.9(1.4±0.50)
Antigua presa (n=20)	♀=9 ♂=11	♀=23-51 (31.22±10.50) ♂=33-49 (31.1±5.48)	♀=0.3-2.8(0.78±0.89) ♂=0.3- 1(0.52±0.22)

Tabla 4. Inventario de helmintos parásitos de *Pseudoxiphophorus bimaculata* examinadas en la cuenca del Río La Antigua, Veracruz.

Nombre científico	Hábitat
Phylum: Platyhelminthes	
Clase: Monogenea	
Especie: <i>Urocleidoides</i> cf. <i>Vaginoclaustrumoides</i>	Cavidad branquial, filamentos branquiales
Especie: <i>Gyrodactylus takoke</i>	Aletas
Especie: <i>Gyrodactylus Jarocho</i>	Aletas
Especie: <i>Gyrodactylus xalapensis</i>	Aletas

Especie: *Gyrodactylus* sp.

Aletas

Clase: Trematoda

Paracreptotrematoides heterandriae

Intestino

Phyllodistomum inecoli

Vejiga urinaria

Metacercaria

Uvulifer ambloplitis

Superficie general del cuerpo

Centrocestus formosanus

Filamentos branquiales

Clinostomum cf. *marginatum*

Mesenterios

Heterofido Ascocotyle macrostoma (1 corona x 16 esp)

Filamentos branquiales

Heterofido Ascocotyle megalcephala (2 coronas x 16 esp)

Intestino

Echinochasmus leopoldinale

Intestino

Postodiplostomum cf. *minimum*
natatoria

Mesenterios, musculatura, vejiga

Phylum Nematoda

Freitascapillaria moravecii

Vesícula biliar, hígado

Spinitectus mexicanus

Intestino

Larvas de nemátodos

Eustrongylides sp.

Mesenterio

Rhabdochona sp.

Intestino

Contraecum sp.

Intestino, mesenterios

Tabla 5. Variación de los parámetros de infección de las especies de helmintos de *P. bimaculatus* recolectados en 11 localidades de la cuenca del Río La Antigua, Veracruz.

N= Número de hospederos examinados en cada localidad, los datos que se presentan en el cuerpo de la tabla son los siguientes.

Helminto	Río Pixquiac (casa de Ocampo) N=20	Teocelo N=20	Baxtla N=20
<i>Urocleidoides</i> <i>cf.vaginoclaustum</i>	7,35,19,1-5 [2.71±1.49]/[2.71±1.57)	15,75,150,2-26 [10±8.22]/[10±8.33]	16,80,270,2-84 [16.87±24.65]/[16.87±22.97]
<i>Gyrodactylus takoke</i>	1,5,1,1 -1 [1±0]/[1±0.22]	6,30,12,1- 3[2±0.89]/[2±1.04]	7,35,15,1- 4[2.14±1.69]/[2.14±1.20]
<i>Gyrodactylus jarocho</i>			
<i>Gyrodactylus</i> <i>xalapensis</i>	5,25,7,1-2 [1.4±0.54]/[1.4±0.54]	7,35,21,1-7 [3±2]/[3±1.84]	7,35,16,1- 5[2.28±1.38]/[2.28±1.36]
<i>Gyrodactylus</i> sp.	10,50,23,1-5 [2.3±1.05]/[2.3±1.38]	16,80,101,1- 15[6.31±3.53]/[6.31±4.07]	
<i>Paracreptotrematoides heterandrie</i>	1,5,1,1-1 [1±0]/[1±0.22]	2,10,3,1- 2[1.5±0.70]/[1.5±0.48]	3,15,4,1- 2[1.33±0.57]/[1.33±0.52]
<i>Phyllodistomum inecoli</i>		8,40,29,1 8[3.62±2.13]/[3.62±2.23]	4,20,29,6-10 [7.25±1.89]/[7.25±3.06]
<i>Centrocestus formosanus</i>			
<i>Clinostomum cf. marginatum</i>			

Echinochasmus
leopoldinae

Heterofido
Ascocotyle
(phagicola)
macrostoma (1
corona x 16 esp)

Heterofido
Ascocotyle (Leighia)
megalcephala (2
coronas x 16 esp)

1,5,1,1-1 [3±0]/
[1±0.22]

1,5,1,1-1[1± 0]/
[1±0.22]

Uvulifer ambloplitis

Posthodiplostomum
cf. *Minimum*

6,30,10,1-4
[1.661.21]/[1.66
[±1]

Freitascapilaria
moravecii

Spinitectus
mexicanus

Eustrongylides sp.
(larvas)

Rahbdochona sp.
(larvas)

Contracaecum sp.

Continuación tabla 5...

Helminto	Arroyo xico N=20	Agua Bendita N=20	El carrizal N=20
<i>Urocleidoides</i> <i>cf.vaginoclaustum</i>		14,73,131,2-28 [9.35±6.59]/[9.3 5±7.02]	2,10,5,2-3 2.5±0.70]/[2.5±0.78]
<i>Gyrodactylus</i> <i>takoke</i>	6,30,7,1- 2[1.16±0.40]/[1.16±0 .58]	3,15,3,1-1 [1±0]/[1±0.37]	1,5,1,1-1 [1±0]/[1±0.22]
<i>Gyrodactylus</i> <i>jarocho</i>			1,5,1,1-1 [1±0]/[1±0.22]
<i>Gyrodactylus</i> <i>xalapensis</i>	7,35,16,1-5 [2.28±1.38]/[2.28±1. 36]	2,10,2,1-1 [1±0]/[1±0.41]	5,25,6,1-2 [1.2±0.44]/[1.2±0.57]
<i>Gyrodactylus</i> sp.	1,5,1,1-1 [1±0]/[1±0.22]	4,21,4,1-1 [1±0]/[1±0.41]	2,10,2,1- 1[1±0]/[1±0.30]
<i>Paracreptotremato</i> <i>ides heterandrie</i>			
<i>Phyllodistomum</i> <i>inecoli</i>	5,25,17,1-7 [3.4±2.88]/[3.4±2.0]	5,26,25,1- 10[5±3.39]/[5 ±2.76]	
<i>Centrocestus</i> <i>formosanus</i>			2,10,38,6-1-37 [19±25.45]/[19±8.26]
<i>Clinostomum</i> <i>marginatum</i>			
<i>Echinochasmus</i> <i>leopoldinae</i>			

Continuación tabla 5...

Helmintho	Río de los pescados N=20	Arroyo Jalcomulco N=20	Arroyo Apazapan N=20
<i>Urocleidoides</i> <i>cf.vaginoclastrum</i>	5,25,7,1- 2[14±0.54]/[1.4±0 .67]	11,55,52,1-17 [4.72±4.64]/[1.2± 4.14]	13,65,50,1-14 3.84±3.62]/[3.84±3.44]
<i>Gyrodactylus</i> <i>takoke</i>	4,20,5,1- 2[1.25±0.5]/[1.25 ±0.5]	5,25,6,1-2 [1.2±0.44]/[1.2±0 .57]	
<i>Gyrodactylus</i> <i>jarocho</i>			
<i>Gyrodactylus</i> <i>xalapensis</i>	2,10,2,1-1 [1±0]/[1±0.41]	1,5,1,1-1 [1±0]/[1±0.22]	
<i>Gyrodactylus</i> sp.	7,35,12,1-3 [1.71±0.75]/[1.71 ±0.94]	3,15,3,1-1 [1±0]/[1±0.36]	
<i>Paracreptotremato</i> <i>ides heterandrie</i>		9,45,88,1- 32[9.77±11.31]/[9.77±8.87]	7,35,13,1- 4[1.85±1.21]/[1.85±1. 13]
<i>Phyllodistomum</i> <i>inecoli</i>		3,15,20,3-9[6.66 ±3.21]/[6.66±2.6 5]	2,10,3,1- 2[1.5±0.70]/[1.5±0.48]
<i>Centrocestus</i> <i>formosanus</i>		17,85,750,2- 344[44.11±85.20] /[44.11±79.83]	4,20,6,1- 2[1.5±0.57]/[1.5±0.65]
<i>Clinostomum</i> cf. <i>marginatum</i>		2, ,10,3,1- 2[1.5±0.70]/[1.5± 0.48]	1,5,2,2-2 [2±0]/[2±0.44]

Continuación tabla
5...

*Echinochasmus
leopoldinae*

*Heterofido
Ascocotyle
(phagicola)
macrostoma* (1
corona x 16 esp)

*Heterofido
Ascocotyle
(Leighia)
megalcephala* (2
coronas x 16 esp)

Uvulifer ambloplitis

*Posthodiplostomu
m cf. Minimum*

1,5,3,3-3[3±0]/
[3±0.67]

*Freitascapilaria
moraveci*

1,5,3,3-3[3±0]/
[3±0.67]

1,5,2,2±0]/[2±0.44]

*Spinitectus
mexicanus*

15,7836,1-
7[2.4±1.54]/[2.4
±1.69]

*Eustrongylides sp.
(larvas)*

6,31,8,1-
2[1.33±0.52]/[1.
33±0.69]

*Rhabdochona sp.
(larvas)*

1,5,1,1-
1[1±0]/[1±0.22]

Contraecum sp.

Continuación tabla 5...

Helminto	Puente Nacional N=20	Antigua presa N=20
<i>Urocleidoides</i> <i>cf.vaginoclaustrum</i>	5,24,6,1- 2[1.2±0.44]/[1.2 ±0.56]	5,25,17,2-6 [3.4±1.67]/[3.4±1.69]
<i>Gyrodactylus</i> <i>takoke</i>	2,9,5,1,1 - 2[1.5±0.70]/[1.5 5±0.47]	
<i>Gyrodactylus</i> <i>jarocho</i>		
<i>Gyrodactylus</i> <i>xalapensis</i>	2,9,1-2 [1.5±0.70]/[1.3± 0.51]	
<i>Gyrodactylus</i> sp	3,14,3,1-1 [1±0]/[1±0.35]	1,5,1,1- 1[1±0]/[1±0.22]
<i>Paracreptotremato</i> <i>ides heterandrie</i>		
<i>Phyllodistomum</i> <i>inecoli</i>		
<i>Centrocestus</i> <i>formosanus</i>	1,5,1,1-1 [1±0]/[1±0.22]	6, ,30,16,1-5 [2.66±1.63]/[2.66±1.50]
<i>Clinostomum</i> cf. <i>marginatum</i>		
<i>Echinochasmus</i> <i>leopoldinae</i>		

**Continuación tabla
5...**

Heterofido
Ascocotyle
(phagicola)
macrostoma (1
corona x 16 esp)

Heterofido
Ascocotyle
(Leighia)
megalcephala (2
coronas x 16 esp)

Uvulifer ambloplitis

Posthodiplostomu
m cf. Minimum

1,5,1,1-1
[1±0]/[1±0.22]

Freitascapilaria
moraveci

Spinitectus
mexicanus

Eustrongylides sp.
(larvas)

9,45,17,1-4
[1.88±1.16]/[1.88±1.22]

Rhabdochona sp.
(larvas)

<p>Contraecaecum sp.</p>	<p>1,5,1,1-1 [1±0]/[1±0.22]</p>	<p>9,45,18,1-4 [1±0]/[1±0.22]</p>
--------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------

Los datos de prevalencia y abundancia están anotados en la Tabla 1. Los monogéneos y los endohelminos (las dos especies de tremátodos adultos y las dos de nemátodos adultos) resultaron bien distribuidas regionalmente y fueron frecuentes (prevalentes) y abundantes. En tanto que las metacercarias y las larvas de nemátodos fueron taxa raros en el sentido de que de ellos se recolectaron pocos especímenes de algunas localidades. Los monogéneos fueron los más prevalentes y abundantes, y se recolectaron de la mayoría (8/11) de las localidades de muestreo (Tabla 1). Estas especies ocuparon el mayor número de infracomunidades (hospederos individuales) en los componentes de comunidad (cada una de las localidades) y fueron los más numerosos en estos parches (Tabla 5). Su prevalencia y abundancia resultó correlacionada. En conjunto aportaron más del 43.49% de los helmintos colectados durante este estudio (1,047 monogéneos en total de las especies mencionadas respecto de 2,407 helmintos colectados en total). Los endohelminos (de una a cuatro especies) se recolectaron de 7/11 localidades (Tablas 1 y 2). Las localidades en que se recolectaron muchos monogéneos no fueron las mismas en que despuntaron la riqueza y abundancia de endohelminos (Tablas 1 y 2).

La variación de la presencia de estas especies entre las localidades de colecta se presenta en la Tabla 5. Se observó que no todas las especies se registraron en todas las localidades. El monogéneo *Urocleidoides cf. vaginoclastrumoides* fue la especie más ampliamente distribuida, ya que se encontró en todas las localidades. En tanto que la especie menos distribuida fue *Contracaecum* sp, que solo se registró en una de las localidades. El monogéneo *Gyrodactylus* sp. fue la especie con mayor prevalencia y *Rhabdochona* sp. El taxón registrado con menor prevalencia entre las localidades.

ANÁLISIS DE RIQUEZA EN LOS COMPONENTES DE COMUNIDAD

La riqueza en los componentes de comunidad varió de dos especies (en río de Los Pescados) a 11 en Jalcomulco (Tabla 6). En ninguna localidad se registraron todas las especies de helmintos, habiendo un recambio de localidad a localidad. Observamos una mayor diversidad en las localidades de la parte media de la cuenca donde se encuentra

mayor número de parásitos, a pesar de que se examinó el mismo número de peces en cada una de las localidades.

El análisis de las curvas acumulativas de especies de helmintos registrados respecto del número de hospederos examinados en cada localidad (Apéndice) y su ajuste al modelo de Clench (Tabla 8) sugiere que en términos generales el inventario de helmintos elaborado está casi completo, que incluye la mayoría de las especies de helmintos que parasitan a *P. bimaculatus* de la cuenca del Río La Antigua.

En siete de las poblaciones examinadas el ajuste de la curva acumulativa de especies al modelo de Clench, nos sugiere que recuperamos todas las especies o únicamente faltó una especie, lo que corroborando por medio del estimador no paramétrico de Bootstrap (Tabla 8). En las cuatro localidades restantes, incluyendo Baxtla, El Carrizal, Apazapan y Puente Nacional, éste análisis sugiere que nos faltaron dos especies por recuperar en cada una de estas localidades.

En todos los casos, el análisis de riqueza sugiere que nuestro inventario incluye del 80 al 90% de las especies de helmintos presentes en cada una de estas localidades. Esto permite considerar nuestro muestreo como muy representativo y posibilita las comparaciones entre localidades.

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD

En general los componentes de comunidad de helmintos parásitos de *P. bimaculatus* en las 11 poblaciones muestreadas presentan un patrón de dominancia ejercido por una sola especie de helminto en la mayoría de ellas. Únicamente en dos localidades Baxtla y Arroyo Jalcomulco, registramos dos especies ejerciendo dominancia en la estructura de la comunidad (Fig. 3).

Esta dominancia se ve reflejada en el análisis de diversidad (Tabla 6). Los valores bajos de los índices de diversidad de Berger-Parker y Shannon son debidos precisamente a este patrón de dominancia. Lo que se corrobora con los valores altos del índice de Simpson,

expresados en la Tabla 6. La especie dominante en cada localidad es el monogéneo *Urocleidoides cf. vaginoclastrumoides* y con menos frecuencia se encuentran las larvas del nemátodo *Contracaecum* sp.

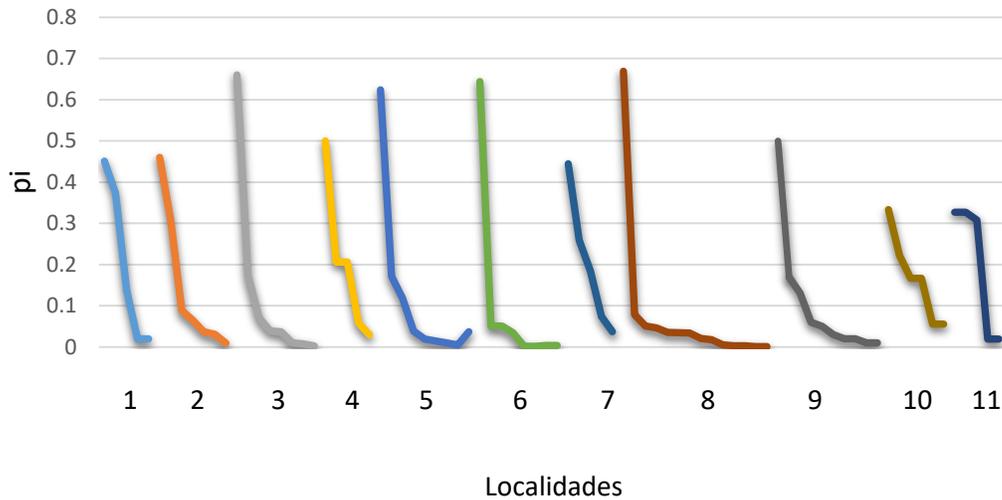


Fig. 3. Gráfica de la distribución de abundancia (P_i) de las especies de helmintos parásitos de *P. bimaculatus* en 11 localidades de la cuenca del Río La Antigua. Las localidades son: (1) Río Pixquiac, (2) Teocelo, (3) Baxtla, (4) Xico, (5) Agua Bendita, (6) El Carrizal, (7) Río de los Pescados, (8) Jalcomulco, (9) Arroyo Apazapan, (10) Puente Nacional, (11) Antigua Presa. El P_i es la proporción que representa el número de individuos de cada especie de helminto en una localidad respecto del total de helmintos recolectados de todas las especies en esa localidad.

Tabla 6. Valores de distribución de abundancias de los helmintos parásitos de *P.bimaculatus* en 11 localidades de la Cuenca del Río La Antigua, Veracruz.

Especie de helminto	Agua					Río de los			Arroyo	Puente	Antigua
	Río Pixiquiac	Teocelo	Baxtla	Arroyo Xico	Bendita	El Carrizal	pescados	Jalcomulco	Apazapan	Nacional	Presa
<i>Urocleidoides cf. Vaginoclastrumoides</i>	0.45098039	0.4601227	0.6601467		0.62380952	0.6440678	0.44444444	0.6690455	0.5	0.3333333	0.3269231
<i>Gyrodactylus takoke</i>	0.37254902	0.30981595	0.17359413	0.5	0.17142857	0.0508475	0.25925926	0.0785013		0.2222222	
<i>Gyrodactylus jarocho</i>	0.1372549					0.0508475					
<i>Gyrodactylus xalapensis</i>	0.01960784	0.08895706	0.0709046	0.20588235	0.1190476	0.0347458	0.1851852	0.508475		0.1666667	
<i>Gyrodactylus sp.</i>	0.01960784	0.06441718	0.0391198	0.20588235	0.0380952	0.0016949	0.0740741	0.0463872		0.1666667	0.3269231
<i>Paracreptotrematoides heterandriae</i>		0.03680982	0.0366748					0.0356824	0.17		
<i>Phyllodistomum inecoli</i>		0.03067485	0.00978	0.0588235	0.0190476			0.347904	0.13		
<i>Centrocestus formosanus</i>						0.0016949		0.0338983	0.6	0.0555556	0.3076923
<i>Clinostomum cf. marginatum</i>								0.205174	0.5		
<i>Echinochasmus leopoldinale</i>								0.0178412			
Heterofido Ascocotyle (Phagicola) <i>macrostoma</i> (1 corona x 16 esp)										0.03	
Heterofido Ascocotyle (Leighia) <i>megaloccephala</i> (2 corona x 16 esp)								0.0053524	0.02		
<i>Uvulifer ambloplitis</i>			0.007335			0.0038983	0.037037	0.0026762	0.02		
<i>Posthodiplostomum cf. minimum</i>			0.002445		0.0142857	0.0038983		0.0026762			0.0192308
<i>Freitascapilaria moravecii</i>				0.294118	0.0095238			0.0008921	0.01		
<i>Spinitectus mexicanus</i>		0.00920245			0.0047619			0.0008921			
<i>Eustrongylides sp.</i>					0.037037						
<i>Rhabdochona sp.</i>									0.01	0.0555556	
<i>Contracaecum sp.</i>											0.0192308

En su mayoría las localidades fueron dominadas por la especie *Urocleidoides cf. vaginoclastrumoides* a excepción de la localidad arroyo Xico donde este monogéneo no estuvo presente.

Las especies de helmintos con mayor dominancia en las localidades fueron; *Urocleidoides cf. vaginoclastrumoides* y *Gyrodactylus sp.* Que se registraron de 10 localidades. Y *G. takoke* y *G. xalapensis* que se recolectaron en nueve localidades cada una.

Distribución de especies en la cuenca y ordenamiento de comunidades

Podemos notar que en la cuenca baja hay más helmintos parásitos que en la cuenca alta. En efecto, en la cuenca alta registramos menor diversidad con 10 especies de helmintos incluyendo a *Urocleidoides cf. vaginoclaustrumoides*, *Gyrodactylus takoke*, *Gyrodactylus xalapensis*, *Gyrodactylus sp*, *Phyllodistomum inecoli*, que se recolectaron de todas las localidades. En tanto que *Ascocotyle (Phagicola) macrostoma*, *Ascocotyle (Leighia) megalcephala*, *Eustrongylides sp.* y *Contracaecum sp.* Solo estuvieron presentes en la cuenca baja pero como especies raras o poco abundantes (Tabla 7 y Fig 4).

Tabla 7. Distribución altitudinal de helmintos parásitos de *P. bimaculatus* en la cuenca del Río La Antigua.

Helminto	Cuenca baja	Cuenca media	Cuenca alta
<i>Urocleidoides cf. vaginoclaustrumoides</i>	+	+	+
<i>Gyrodactylus takoke</i>	+	+	+
<i>Gyrodactylus jarocho</i>	-	+	-
<i>Gyrodactylus xalapensis</i>	+	+	+
<i>Gyrodactylus sp.</i>	+	+	+
<i>Paracretotrematoides heterandrie</i>	+	+	+
<i>Phyllodistomum inecoli</i>	+	+	+
<i>Centrocestos formosanus</i>	+	+	-
<i>Clinostomum cf. marginatum</i>	+	+	+
<i>Echinochasmus leopoldinae</i>	-	+	-
<i>Ascocotyle (Phagicola) macrostoma</i>	+	-	-
	+	-	-

Ascocotyle (Leighia)
megalocephala

<i>Uvulifer ambloitis</i>	+	+	+
<i>Posthodiplostomum</i>	+	+	+
<i>Freiascapilaria moravecii</i>	+	+	-
<i>Spinitectus mexicanus</i>	+	+	+
<i>Eustrongylides</i> sp.	+	+	-
<i>Rhabdochona</i> sp.	+	+	-
Contraecaecum	-	-	-
Número total de especies en la cuenca	16	16	10

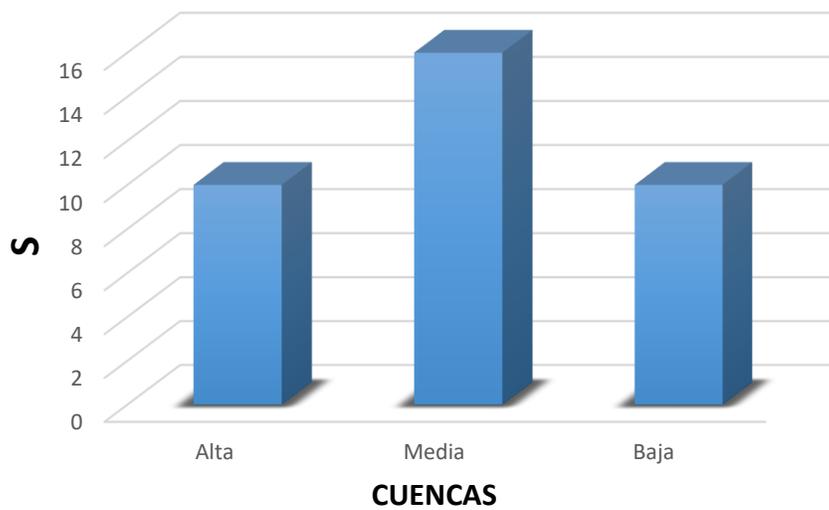


Fig.4. Riqueza de especies (S) presentes en la cuenca del Río La Antigua, Veracruz.

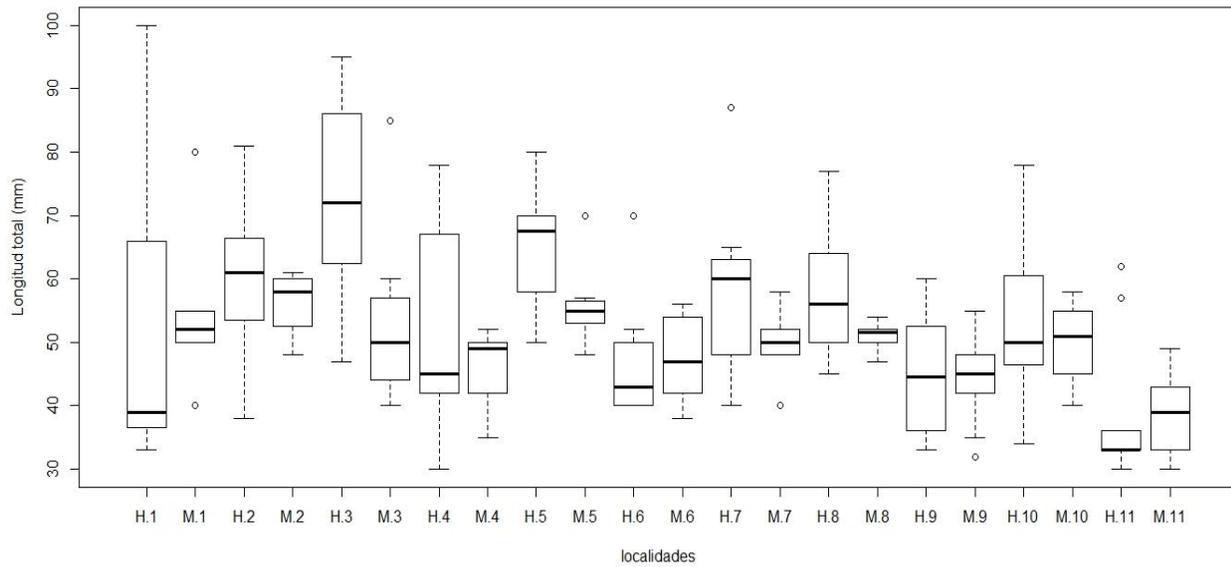


Figura 5. Variación de las tallas de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* examinados en 11 localidades de la cuenca del río La Antigua, Veracruz. H=Hembra M=Macho.

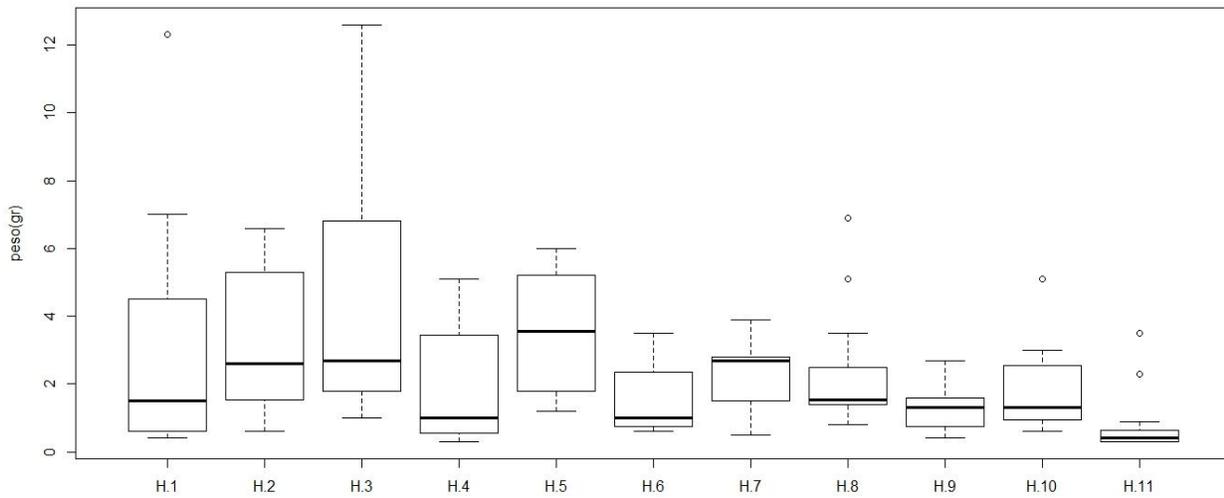


Figura 6. Variación de peso de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* examinados en 11 localidades de la cuenca del río La Antigua, Veracruz. H=Hembra.

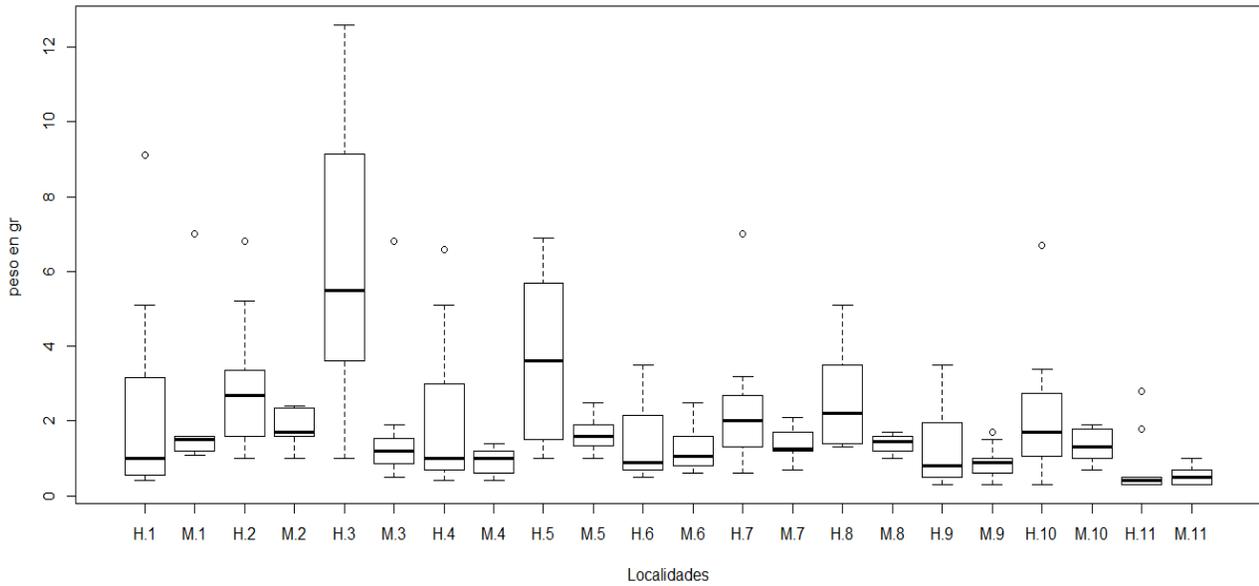


Figura 7. Variación peso de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* examinados en 11 localidades de la cuenca del río La Antigua, Veracruz. H=Hembra M=Macho.

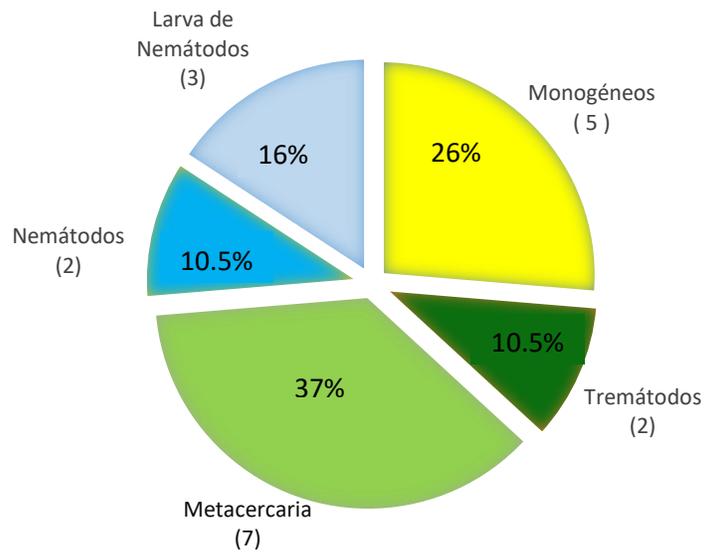
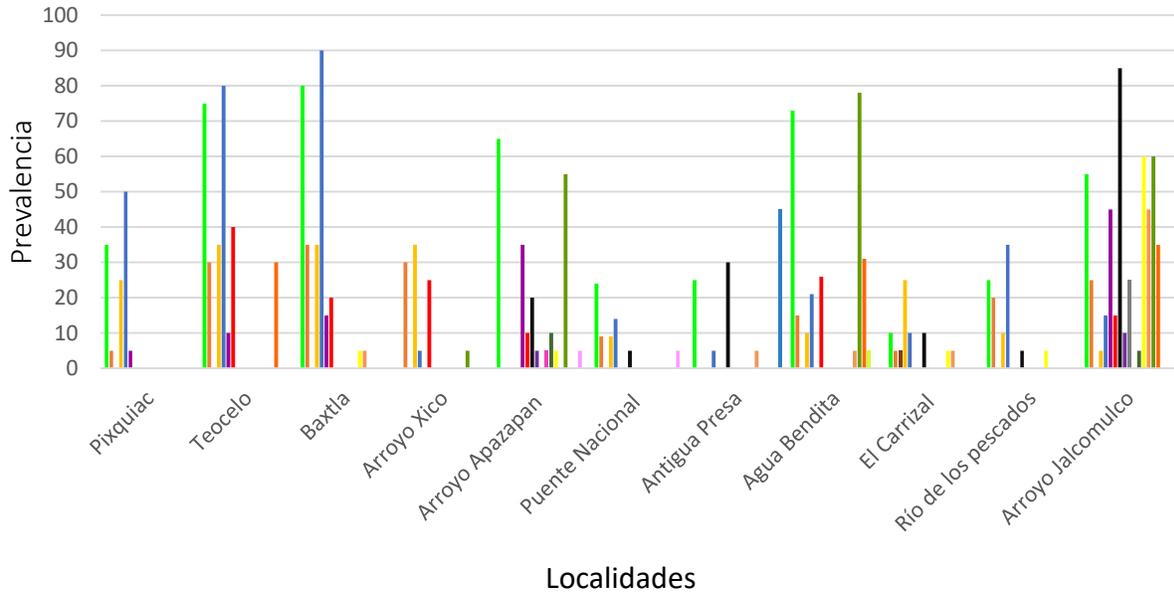


Fig 8. Proporción por grupo taxonómico de helmintos parásitos de poeciliid *P. bimaculatus* del Río La Antigua, Veracruz.



Helmintos

- | | |
|---|--|
| ■ <i>Urocleidoides cf.vaginoclaustrumoides</i> | ■ <i>Gyrodactylus takoke</i> |
| ■ <i>Gyrodactylus jarocho</i> | ■ <i>Gyrodactylus xalapensis</i> |
| ■ <i>Gyrodactylus sp.</i> | ■ <i>Paracreptotrematoides heterandriae</i> |
| ■ <i>Phyllodistomum inecoli</i> | ■ <i>Centrocestus formosanus</i> |
| ■ <i>Clinostomum cf.marginatum</i> | ■ <i>Echinochasmus leopoldinae</i> |
| ■ <i>Heterofido Ascocotyle (phagicola) macrostoma</i> | ■ <i>Heterofido Ascocotyle (Leighia) megalcephala</i> |
| ■ <i>Uvulifer ambloplitis</i> | ■ <i>Posthodiplostomum cf.minimum</i> |
| ■ <i>Freitascapilaria moravecii</i> | ■ <i>Spinitectus mexicanus</i> |
| ■ <i>Eustrongylides sp.</i> | ■ <i>Rhabdochona sp.</i> |
| ■ <i>Contracaecum</i> | |

Fig.9.Gráfica de prevalencia de helmintos en las 11 localidades del Río La Antigua,Veracruz.

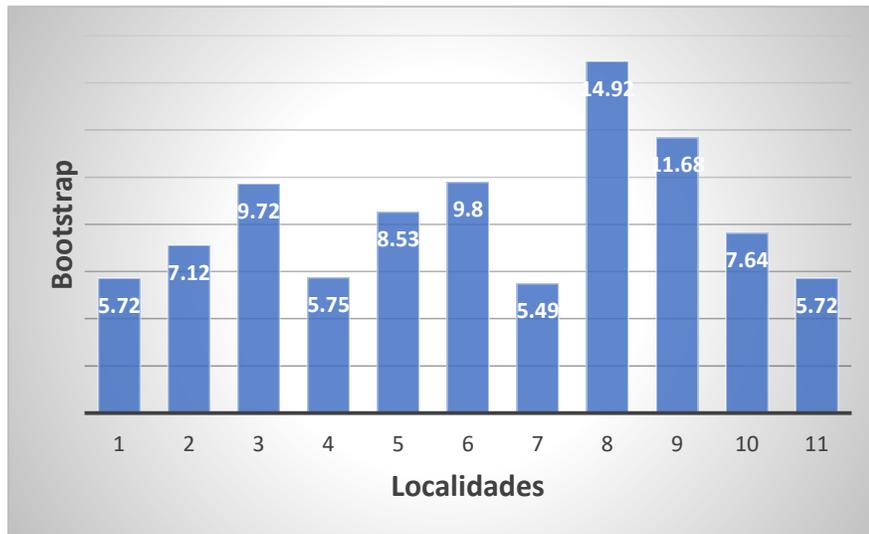


Fig.10.Valores del estimador de Bootstrap en 11 localidades del Río La Antigua.

(1) Río Pixquiac, (2) Teocelo, (3) Baxtla, (4) Arroyo Xico, (5) Agua Bendita (6) El Carrizal, (7) Río de los pescados, (8)Arroyo Jalcomulco, (9) Arroyo Apazapan, (10) Puente Nacional, (11) Antigua Presa.

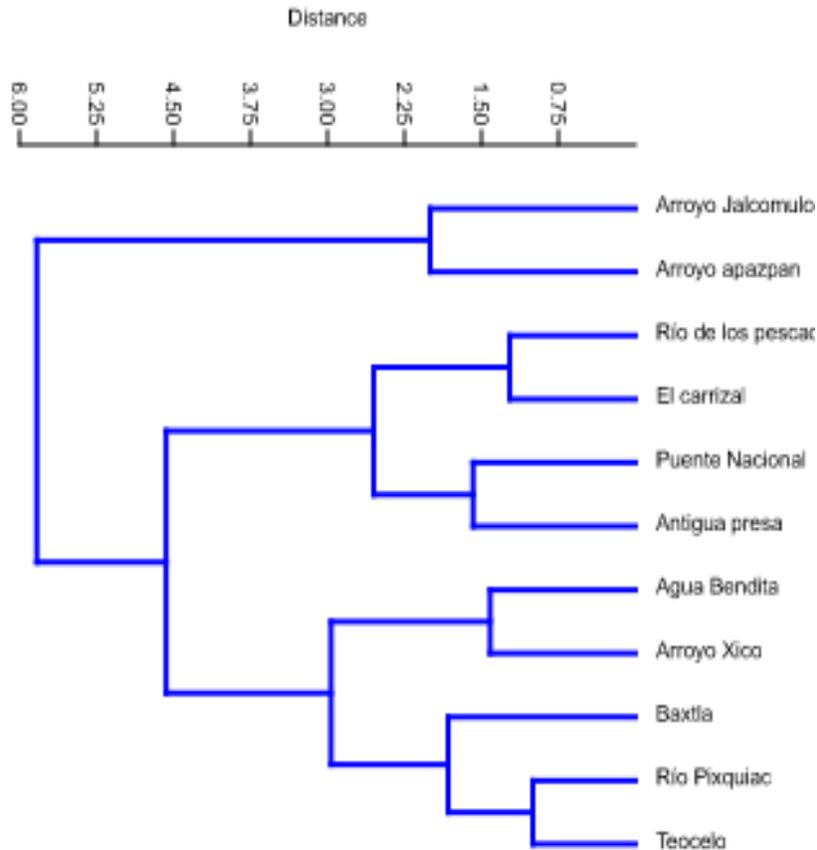


Fig.11. Dendrograma resultante de la matriz de similitud de 11 localidades calculado con todas las especies de helmintos, de *Pseudoxiphohorus bimaculatus* del Río La Antigua, Veracruz.

El análisis de similitud en la composición entre componentes de comunidad demuestra que existe gran similitud entre ellas (Fig. 11). Esto se explica por la amplitud de la distribución regional de los monogéneos, en particular de *U. cf vaginoclaustrumoides*. La distribución más restringida pero aún amplia de las cuatro especies de endohelminchos también contribuye a esta similitud alta. En el dendrograma de ordenamiento se pueden localizar 3 clados, los cuales corresponden a las localidades de Arroyo Jalcomulco, Arroyo Apazapan en el primer clado, Río de los Pescados, El Carrizal, Puente Nacional y Antigua Presa que constituyen el clado 2 y Agua Bendita, Arroyo Xico, Baxtla, Río Pixquiac y

Teocelo el clado 3. La formación de estos grupos se explica claramente por su proximidad (comparar con mapa, Fig. 2) y por su situación en la cuenca de La Antigua, los clados de mayor riqueza agrupan en la cuenca media, en tanto que los de menor riqueza quedan en la cuenca baja.

Tabla 8. Riqueza de los componentes de comunidad de helmintos en 11 poblaciones de *Pseudoxiphophorus bimaculatus* en la cuenca del Río La Antigua. Ajuste de modelo de la curva acumulativa de especies Clench y valores de estimador no paramétrico de riqueza.

Localidad	No.Hospederos examinados	No.especies de helmintos (Sobs)	parámetros de Clench		Riqueza estimada por el modelo Clench	pendiente Clench		Bootstrap observada
			a	b		a/b	$a/(1+b*n)^2$	
Río Pixquiac	20	5	0.36	0.06	6	0.074		5.72
Teocelo	20	7	5.44	0.71	7.66	0.023		7.12
Baxtla	20	8	3.38	0.38	8.89	0.045		9.72
Arroyo Xico	20	5	0.93	0.14	6.64	0.064		5.75
Agua Bendita	19	8	3.33	0.36	9.25	0.054		8.53
El Carrizal	20	8	0.77	0.04	9.25	0.23		9.80
Río de los pescados	20	5	1.23	0.29	4.24	0.02		5.49
Arroyo Jalcomulco	20	1	6.88	0.44	15.63	0.07		14.92
Arroyo Apazapan	20	10	1.94	0.15	12.93	0.12		11.68
Puente Nacional	20	6	0.83	0.09	9.22	0.10		7.64
Antigua Presa	20	5	1.31	0.22	5.95	0.044		5.72

Tabla 9. Valores de diversidad (α) de comunidades de helmintos parásitos de 11 poblaciones de *P. bimaculatus* en la cuenca del Río La Antigua, Veracruz en junio 2016.

Localidad	Shannon-Wiener	Simpson-Yule	Berger-Parker
Río Pixquiac	0.19	0.005	0.075
Teocelo	0.23	0.011	0.10
Baxtla	0.21	0.008	0.09
Arroyo Xico	0.19	0.005	0.07
Agua Bendita	0.23	0.011	0.10
El Carrizal	0.10	0.00091	0.03
Río de los Pescados	0.19	0.005	0.07
Jalcomulco	0.32	0.03	0.19
Arroyo Apazapan	0.19	0.005	0.07
Pte. Nacional	0.21	0.008	0.09
Antigua Presa	0.19	0.005	0.07

TABLA 10. Presencia de especies de helmintos parásitos encontrados en Poecilidos de México. (Raúl Pineda et al., 2005)

Helminto	Poecilido																				
	G.Yucatanana	P.Petennensis	P.Latinpuctata	P.mexicana	P.Sphenops	P.gracilis	P.velfera	Poeilia sp.	X.helleri	Xiphorus sp.	H.birma	P.infan	G.vittata	P.burri	P.bahensi	Heterandria sp.	P.reticulata	Poeiliopsis sp.	Poeilia sp.	P.catemaconis	X.montezumae
Tremátodos																					
<i>Genarchella tropica</i>	x	X																			
<i>Saccocoelioides cf. sogandaresi</i>		X	x	x	x	x	x	x	x	X											
Metacercaria																					
<i>Atrophecaecum Astorquii</i>	x	x	x					x													x
<i>Stunkardiella minima</i>	x	x																			
<i>Ribeiroia ondatrae</i>		x																			
<i>Clinostomum complanatum</i>				x		x			x		x		x								
<i>Diplostomum (Austrodiplostomum) Compactum</i>		x		x	x	x															x
<i>Posthodiplostomum minimum.</i>	x	x		x	x	x			x	x	x	x	x	x	x						

<i>Uvulifer sp.</i>	x	x		x	x	x	x		x	x				x	x
<i>Echinochasmus leopoldinae</i>	x	x		x											
<i>Ascocotyle (Ascocotyle) tenuicollis</i>	x	x	x	x			x		x		x		x	x	x
<i>Ascocotyle (Leighia) chandleri</i>	x														
<i>Ascocotyle (Leighia) megacephala</i>							x								
<i>Ascocotyle (Phagicola) diminuta</i>		x						x							
<i>Ascocotyle (Phagicola) macrostoma</i>														x	
<i>Ascocotyle (Phagicola) molliensicola</i>		X				x									
<i>Ascocotyle (Phagicola) nana</i>	x	x					x		x		x			x	
<i>Centrocestus formosanus</i>	x	x		X	X	X			X	X		X		X	X

<i>Proterodiplostomidae gen. sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X					
<i>Apharigostriga sp.</i>	X	X	X														
Monogénea																	
<i>Salsuginus neotropicalis</i>											X						
<i>Salsuginus seculus</i>	X																
<i>Urocleidoides reticulatus</i>		X	X								X						
<i>Urocleidoides sp.</i>	X		X														
<i>Dactylogiridae gen.sp.</i>								X									
<i>Gyrodactylus sp.</i>	X		X	X	X					X							
Cestodos adultos																	
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	X		X	X	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X
Metacestodos																	
<i>Dendrouterina papillifera</i>												X					
<i>Glossocercus auritus</i>		X		X	X								X				

<i>Glossocercus caribaensis</i>	X				
<i>Parvitaenia cochlearii</i>				X	
<i>Valipora minuta</i>		X	X		
<i>Proteocephalida e gen.sp.</i>					X
Nemátodos adultos					
<i>Capillaria Cyprinodonticola</i>		X	X		
<i>Spinitectus mexicanus</i>		X			X
<i>Mexiconema cichlasomae</i>				X	
<i>Rhabdochona kidderi</i>	X	X			X
<i>Rhabdochona lichtenfelsi</i>		X			
<i>Rhabdochona Xiphophori</i>				X	

Larva
Nemátodos

<i>Contracaecum sp.</i>	X	X	X	X	X	X		X	X		X		X
<i>Eustrongylides sp.</i>			X	X	X		X	X			X		
<i>Gnathostoma sp.</i>										X			
<i>Spiroxys sp.</i>	X	X	X		X		X					X	
<i>Falcaustra sp.</i>							X						

Acantocefalos
adultos

<i>Octospiniferoides chandleri</i>		X						X					
------------------------------------	--	---	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--

cistacantos
acantocefalos

<i>Polymorphus sp.</i>							X						
------------------------	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--

Tabla 11. Poecilidos encontrados en varias cuencas hidrológicas de México. (Raúl Pineda et al., 2005)

Cuencas	Río balsas	Península de Yucatán	Grijalva-Usumacinta	Río Lerma	Río Papaloapan	Río Panuco	Río Ayuquila	Sierra madre oriental
<i>G. yucatanana</i>		x	x					
<i>P. petenensis</i>		x	x					
<i>P. latipunctata</i>		x						
<i>P. mexicana</i>			x					
<i>P. petenensis</i>		x	x					
<i>P. sphenops</i>	x			x	x			
<i>P. gracilis</i>	x				x	x		
<i>P. velifera</i>		x	x					
<i>Poecilia sp.</i>		x						
<i>X. helleri</i>					x		x	
<i>Xiphphorus sp.</i>					x	x		
<i>H. bimaculata</i>	x			x	x	x		
<i>P. infans</i>	x			x		x		
<i>B. belizanus</i>		x	x					
<i>G. vittata</i>						x		
<i>P. butleri</i>							x	
<i>P. baenschi</i>							x	
<i>Heterandria sp.</i>					x			
<i>P. reticulata</i>	x				x			
<i>Poeciliopsis sp.</i>				x				
<i>Poecilia sp.</i>								x
<i>P. catemaconis</i>					x			
<i>X. montezumae</i>						x		

Tabla 12. Helmintos de *P. bimaculatus* en el Río La Antigua, Veracruz. Características biológicas de los taxa.

Especie de helminto	Tipo de ciclo de vida	Hospedero definitivo	Hospedero intermediario	Forma de infección de <i>P. bimaculatus</i> .	Referencia
<i>Urocleidoides cf. vaginoclastrum</i>	Directo	Pez		Se adhiere a piel o escamas	Mendoza – Franco, E. F. et al., 2015.
<i>Gyrodactylus takoke</i>	Directo	Pez		Piel	García Vázquez, A. et al., 2015.
<i>Gyrodactylus jarocho</i>	Directo	Pez		Piel	Rubio Godoy et al., 2010.
<i>Gyrodactylus xalapensis</i>	Directo	Pez		Piel	Rubio Godoy et al., 2010.
<i>Gyrodactylus sp.</i>	Directo	Pez		Piel	Rubio Godoy et al., 2010.
<i>Paracreptotrematoides heterandriae</i>	Indirecto		Molusco	Ingestión	Salgado-Maldonado et al., 2012.
<i>Phyllodistomum inecoli</i>	Indirecto		Molusco	Ingestión	Razo – Mendivil et al., 2013.
<i>Uvulifer ambloplitis</i>	indirecto		Molusco	Ingestión	Hughes, R.C. 1927.
<i>Centrocestus formosanus</i>	indirecto		Pez	Ingestión	Nishigari, 1924. Scholz y Salgado - Maldonado, 2000.
<i>Clinostomum cf. marginatum</i>	Indirecto		Molusco	Se desarrollan en el pescado /ingestión	Dzikowski, Levy et al., 2004.
<i>Ascocotyle (Phagicola) macrostoma</i>	Indirecto		Molusco	Ingestión	Robinson, E.J. JR.1956.
<i>Ascocotyle (Leighia) megalcephala</i>	Indirecto		Molusco	Ingestión	Price, 1932.

<i>Echinochasmus leopoldinale</i>	Indirecto		Pez	Ingestión	Scholz et al., 1996.
<i>Posthodiplostomum cf. minimum</i>	Indirecto		Molusco	Ingestión	MacCallum, 1921.
<i>Freitascapillaria moravecii</i>	Indirecto		Pez	Ingestión	Caspeta-Mandujano et al., 2009.
<i>Spinitectus mexicanus</i>	Indirecto		Pez	Ingestión	Caspeta-Mandujano et al., 2000.
<i>Eustrongylides sp.</i>	Indirecto		Pez	Ingestión	Caspeta-Mandujano, J. M. 2005.
<i>Rhabdochona sp.</i>	Indirecto		Pez	Ingestión	Gustfson, P. V. 1939.
<i>Contraecaecum sp.</i>	Indirecto		Pez	Ingestión	Barson, M. 2004.

DISCUSIÓN

La investigación presente describe las comunidades de helmintos que parasitan en 11 poblaciones del poecilido dulceacuícola *Pseudoxiphophorus bimaculatus* en la cuenca del Río La Antigua, Veracruz México. Confirmando que estas comunidades tienen una composición predecible, y que están estructuradas con base en especies especialistas de helmintos (Salgado-Maldonado et al., 2014).

Nuestro estudio se basó en el análisis helmintológico de *P. bimaculatus* de tallas similares, ocupamos las mayores tallas que pudimos recolectar en cada localidad, asegurándonos de esa forma que describimos las comunidades de parásitos de peces adultos. Nuestros datos muestran que la composición helmintológica de los peces machos y hembras son similares. Si bien los peces machos resultaron en general poco más pequeños que las hembras. Con una longitud patrón de 25-90 mm en hembras y de 28- 80 mm en machos. De acuerdo a Miller (2009), la longitud patrón máxima registrada para esta especie es de

80 mm, de acuerdo con lo cual nuestros análisis se refieren a peces en su máximo grado de desarrollo.

Los análisis que hemos presentado son altamente confiables, de acuerdo con la exploración de nuestros datos, describimos comunidades completas. Nuestro inventario constituye el más completo respecto de las especies de parásitos registradas. Como es natural, una o dos especies raras no fueron detectadas, sin embargo, todas las especies dominantes y de alta prevalencia e importancia en la estructura de la comunidad fueron registradas con base en nuestros tamaños de muestra.

Describimos comunidades de helmintos constituídas por un conjunto de especies especialistas de helmintos. Los trabajos recientes de Rubio Godoy et al. (2010), demostraron la presencia de un conjunto de especies de monogéneos Gyrodactylidos aún no bien reconocido ni descrito. Nuestro trabajo demuestra que estas especies conviven ampliamente en simpatria regional en la cuenca del Río La Antigua. Muchas veces encontrándose sobre un mismo pez. Nuestros datos demuestran claramente que estas comunidades de monogéneos son un componente estructural básico para estas comunidades de helmintos. De hecho, son el principal componente de estas comunidades, tanto a nivel infracomunidad como entre los componentes de comunidad.

El segundo componente estructural de estas comunidades de parásitos lo constituyeron los endohelmintos. En efecto, dos especies de tremátodos adultos *P. inecoli* y *P. heterandriae*, y dos especies de nemátodos adultos *F. moravecii* y *S. mexicanus* resultaron frecuentes en los muestreos, con amplitud geográfica regional en su distribución, aunque no tan ampliamente distribuidas como los monogéneos. Estas especies han sido descritas y registrados únicamente en la cuenca del Río La Antigua y parasitando únicamente a *P. bimaculatus*, son especialistas (Caspeta-Mandujano et al., 2005; Salgado-Maldonado et al., 2012, 2014). Nuestros datos constituyen una evidencia empírica muy fuerte sobre la constitución de las comunidades de helmintos parásitos de peces tropicales. Estas comunidades incluyen un componente de ectoparásitos y uno también muy importante de endoparásitos. Ambos componentes están estructurados con base en especies

especialistas, en este caso a nivel de especie de hospedero, difiriendo un poco del concepto de Salgado Maldonado (2006, 2008) quién propuso que la especificidad de los helmintos en ambientes trópicos se expresa a nivel de familia de hospederos.

Un tercer componente estructural de estas comunidades de helmintos de acuerdo con los datos presentados, lo constituyeron las especies raras. Todas estas fueron formas larvianas, metacercarias de tremátodos y larvas de nemátodos, que se registraron únicamente en algunas localidades y con prevalencias y abundancias bajas. Excepto las metacercarias de *Centrocestus formosanus* que en algunas localidades alcanzaron incluso a ser la especie dominante por su abundancia. *C. formosanus* es una especie invasora en México, procede de la Península Arábiga (Scholz y Salgado-Maldonado, 2001) y su presencia se liga con la del caracol también invasor *Thiara (Melanoides) tuberculata* cuya distribución amplia en México, en arroyos y cuerpos de agua con lecho de grava y poca profundidad, explican claramente porque estas metacercarias sólo fueron abundantes en las partes bajas de la cuenca del Río La Antigua en nuestro estudio. De la misma forma, el resto de las formas larvianas que hemos registrado aquí como raras limitan su distribución a cuerpos de agua en donde la transmisión por aves ictiófagas es posible. Todas estas especies de helmintos registradas como formas larvianas en *Pseudoxiphophorus bimaculatus* alcanzan su madurez en distintas aves ictiófagas. De forma que en las localidades bajas de la cuenca de La Antigua, donde las poblaciones de aves ictiófagas frecuentan para alimentarse a partir de los peces, es donde ocasionalmente registramos éstas larvas. Su presencia no es predecible como al de los especialistas, únicamente la podemos asociar a la presencia de aves en cantidades suficientes para asegurar la infección y la transmisión.

Un aspecto final muy interesante que nuestro estudio demuestra es que las poblaciones de *P. bimaculatus* en la parte media de la cuenca tienen mayor riqueza y abundancia de helmintos que las poblaciones de la parte alta de la cuenca. Lo cual va de acuerdo con la teoría del continuo de ríos de Vannote et al. (1980), que propone que debido al arrastre

de la corriente y a la mayor productividad en las partes medias de la cuenca de un río comparativamente a la parte alta de la misma cuenca, habrá mayor diversidad organísmica en esta zona que en la cuenca alta. Nuestros análisis constituyen una confirmación empírica de esta propuesta, ya que como hemos señalado, registramos mayor diversidad de helmintos en los componentes de comunidad de la cuenca media comparativamente a los que analizamos en la cuenca alta. Sin embargo, estos datos apuntan también en el sentido de una dinámica de comunidades de parásitos compleja y regida por la transmisión de propágulos entre los sitios de muestreo. Ya que si comparamos nuestros datos con los presentados por Salgado-Maldonado et al. (2014), la variabilidad en algunas localidades como Apazapan y Agua Bendita es amplia y señalan amplios cambios estructurales en la comunidad de helmintos. En efecto, los resultados de Salgado-Maldonado et al. (2014), subrayaron la diversidad amplia en poblaciones del mismo hospedero en localidades de la cuenca alta del río La Antigua. Lo cual es sorprendente, puesto que las comunidades bióticas por lo general no son tan diversas en las cabeceras de las cuencas (ver comentarios anteriores sobre la teoría de Vannotte et al., 1980). Nuestro estudio confirma que en efecto las comunidades de parásitos de *Pseudoxiphophorus bimaclatus* de la cuenca alta del Río La Antigua son ricas, predecibles y estructuradas por especies especialistas de helmintos, pero señala que estas especies se distribuyen hasta la cuenca media e incluso la baja, y son más ricas y abundantes en la parte media comparativamente que en la baja.

CONCLUSIÓN

Esta investigación arrojó el inventario de 19 especies de helmintos parásitos, que incluye cinco monogéneos; encontrados en branquias y aletas, dos trématodos; encontrados en intestino y vejiga, siete metacercarias; encontradas en las branquias y mucosa intestinal, dos nemátodos adultos y tres larvas de nematodos; encontradas en la vesícula biliar e intestino del hospedero.

Las tallas de *P. bimaculatus* fueron comparables, sin embargo, se encontró que las hembras presentaban mayor tamaño (25-90 mm) a comparación de los machos (25-80 mm), encontrando estas especies en su máximo grado de desarrollo.

Los monogéneos dominaron en 11 localidades, los trematodos en 7 localidades y nemátodos en 9 localidades. Observando similitud entre las localidades. De acuerdo a la especificidad hospedatoria de helmintos se encontró dominancia por la especie *Urocleidoides* cf. *Vaginoclastrum* con la prevalencia más alta, encontrada en cada una de las localidades y con menor prevalencia *contracaecum* sp., que solo estuvo presente en solo una localidad, (antigua presa).

Nuestros datos sugieren que la similitud amplia entre los componentes de comunidad obedece a un patrón de proximidad (entre más cercanas las localidades de muestreo, mayor similitud registramos al comparar sus comunidades de helmintos). Esto puede explicarse por la facilidad de movimiento entre localidades por los peces hospederos, ya que los monogéneos son de transmisión directa. Sin embargo, la presencia de los mismos endohelmintos en localidades remotas sugiere que también influye en la composición la distribución de la fauna bentónica (las cuatro especies de endohelmintos son de desarrollo indirecto y requieren de un primer hospedero intermediario al menos antes de llegar a invadir a individuos de la especie *P. bimaculatus*. De forma que para poder ser concluyentes sobre la forma que se estructuran las comunidades de helmintos en estos peces en nuestros ambientes es necesario continuar los estudios sobre las condiciones locales que delimitan la presencia de los helmintos en estos ambientes, así como de los procesos de transmisión. El presente estudio es entonces un modelo de metacomunidades, en el cual las distintas comunidades de helmintos registrados en las poblaciones del pez hospedero analizado se estructuran con base en la transmisión de los parásitos entre las comunidades.

El presente estudio deja abiertas muchas preguntas de investigación, pero presenta una descripción muy detallada y completa de la estructura de las comunidades de helmintos parásitos del pez poecílido *Pseudoxiphophorus bimaculatus* y su distribución en cuerpos

de agua de la cuenca del Río La Antigua. Descripción que podrá servir de base para abordar esas y otras preguntas de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A. A., Queiroz, J., Brandão, H., Silva, R. J. 2015. Helminth fauna of *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, in two distinct sites of the Taquari River, São Paulo State, Brazil. *Braz. J. Biol.* 75, 242 – 250.
- Barson, M. (2004). The occurrence of *Contraecaecum* sp. larvae (Nematoda: Anisakidae) in the catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) from Lake Chivero, Zimbabwe. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 71(1), 35-39.
- Bellay, S., Takemoto, R. M., Oliveira, E. F. 2012. Is the community of fish gill parasites structured in a neotropical floodplain? *Acta Parasitol.* 57, 53 – 60.
- Bush A. O., Lafferty K., Lotz J. M. and Allen S.W. (1997). Parasitology Meets Ecology on Its Own Terms: Margolis et al. Revisited. *Journal of Parasitology*, 83: 575-583.
- Caspeta-Mandujano, J. M., Moravec, F., & Salgado-Maldonado, G. (2000). *Spinitectus mexicanus* n. sp. (Nematoda: Cystidicolidae) from the intestine of the freshwater fish *Heterandria bimaculata* in Mexico. *Journal of Parasitology*, 86(1), 83-88.
- 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. 175 pp.
- Caspeta-Mandujano, J. M., Salgado-Maldonado, G., & Vázquez, G. (2009). A new capillarii (Nematoda) parasitizing *Heterandria bimaculata* (Heckel, 1848) (Poeciliidae) in México. *Journal of parasitology*, 95(2) ,392-395.
- Choudhury, A., & Dick, T. A. (1998). Patterns and determinants of helminth communities in the Acipenseridae (Actinopterygii: Chondrostei), with special reference to the lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*. *Canadian Journal of Zoology*, 76: 330-349.

- Córdova, L., & Pariselle, A. (2007). Monogeneoidea en *Serrasalmus rhombeus* (Linnaeus, 1766) de la cuenca amazónica boliviana. *Revista Peruana de Biología*, 14(1), 11-16.
- Dogiel, V. A. (1961). Ecology of the parasites of freshwater fish. In Dogiel, V. A., Petrushevski, G. K. & Polyanski, Yu. I. (Eds.), *Parasitology of Fishes*. (English Translation) Edinburgh Oliver & Boyd. 1-47.
- Dogiel, V. A. (1964). Ecology of the parasites of freshwater fish. In Dogiel, V. A., Petrushevski, G. K. & Polyanski, Yu. I. (Eds.), *Parasitology of Fishes*. (English Translation) Edinburgh Oliver & Boyd. 1-47.
- Dzikowski, R., Levy, M. G., Poore, M. F., Flowers, J. R., & Paperna, I. (2004). *Clinostomum complanatum* and *Clinostomum marginatum* (Rudolphi, 1819) (Digenea: Clinostomidae) are separate species based on differences in ribosomal DNA. *Journal of Parasitology*, 90(2), 413-414.
- Esch, G. W. (1971). Impact of ecological succession on the parasite fauna in centrarchids from oligotrophic and eutrophic ecosystems. *American Midland Naturalist*, 160-168.
- Esch, G. W., and Fernández, J.C. 1993. A Functional Biology of parasitism: Ecological and Evolutionary implications, *Chapman y Hall*, London. 141-149.
- Espinal-Carrión, T., & López-López, E. (2010). Helminths and lipid peroxidation in *Astyanax aeneus* (Pisces: Characidae) from a river in the humid subtropics of southeastern Mexico. *Diseases of aquatic organisms*, 88(3), 215-224.
- Ferrari-Hoeninghaus, A. P., Takemoto, R. M., Oliveira, L. C., Makrakis, M. C., Baumgartner, G. 2006. Host-parasite relationships of monogeneans in gills of *Astyanax altiparanae* and *Rhamdia quelen* of the São Francisco Verdadeiro River, Brazil. *Parasite* 13, 315- 320.
- Ferreira-Sobrinho, A., & Tavares-Dias, M. (2016). Estudio sobre monogéneos parásitos en branquias de cíclidos (Pisces: Cichlidae) de la Amazonia Brasileña. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(3), 1002-1009.
- García-Vásquez, A., Razo-Mendivil, U., & Rubio-Godoy, M. (2015). Morphological and molecular description of eight new species of *Gyrodactylus* von Nordmann, 1832 (Platyhelminthes: Monogenea) from poeciliid fishes, collected in their natural distribution range in the Gulf of Mexico slope, Mexico. *Parasitology research*, 114(9), 3337-3355.
- Gustafson, P. V. (1939). Life cycle studies on *Spinitectus gracilis* and *Rhabdochona* sp. (Nematoda: Thelaziidea). *J Parasitol*, 25, 12-13.

- Holmes, J. C. (1990). Helminth communities in marine fishes. *In*: Esch, G. W., Bush., A. O. and Aho, J. M. (Eds.) *Parasite Communities: Patterns and Processes*, Chapman and Hall, London.101–130.
- Holmes, J.C. and Price, P.W. (1986). Communities of parasites. In *Community Ecology Pattern and Process* (ed. Kikkawa, J. and Anderson, D.J.), pp. 187–213. *Blackwell Scientific Publications*, London, UK.
- Hughes, R. C. 1927. Studies on the trematode family Strigeidae (Holostomidae) No. VI. A new metacercaria, *Neascus ambloplitis* sp. nov. representing a new larval group. *Trans. Amer. Mic. Soc.* 46: 248-267.
- Janovy, J. Jr, Snyder, S.D., and Clopton, R.E. (1997). Evolutionary constraints on population structure: the parasites of *Fundulus zebrinus* (Pisces: cyprinodontidae) in the south Platte River of Nebraska. *Journal of parasitology*, 83:92-584.
- Jiménez Valverde A. y Hortal J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8: 151-161.
- Karvonen, A. and Valtonen, E. T. (2004). Helminth assemblages of whitefish (*Coregonus lavaretus*) in interconnected lakes: similarity as a function of species specific parasites and geographical separation. *Journal of Parasitology*. 90: 471–476.
- Kennedy, C. R., Bush, A. O y Aho, J. M. (1986). Patterns in helminth communities: why are birds and fish different? *Parasitology*, 93: 205-15.
- Kennedy, C. R. (1990). Helminth communities in freshwater fish: structured communities or stochastic assemblages? *In* Esch, G. W., Bush., A. O. and Aho, J. M. (Eds.) *Parasite Communitie: Patterns and Processes*, Chapman and Hall, London .131–156.
- Kennedy,C.R.(1997). Long-term and seasonal changes in composition and richness of intestinal helminth communities in eels *Anguilla Anguilla* of an. *Folia parasitologica*, 44, 267-273.
- Knipes, A. K., Janovy, Jr. J. 2009. Community structure and seasonal dynamics of *Dactylogyrus* spp. (Monogenea) on the fathead minnow (*Pimephales promelas*) from the Salt Valley Watershed, Lancaster county, Nebraska. *J. Parasitol.* 95, 1295 – 1305.

- MacCallum, G. A. (1921). *Studies in Helminthology*: Part 1, Trematodes; Part 2, Cestodes, Part 3, Nematodes. *Society, the Zoological park*. 162(1):124.
- Mendoza-Franco, E. F., Caspeta-Mandujano, J. M., Salgado-Maldonado, G., & Matamoros, W. A. (2015). Two new species of Urocleidoides Mizelle et Price, 1964 (Monogenoidea) from the gill lamellae of profundulids and poeciliids from Central America and southern Mexico. *Folia parasitologica*, 62, 1.
- Miller, R.R. (2009). Peces dulceacuícolas de México. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sociedad ictiológica Mexicana A.C., E. 243-255.
- Nishigori, M. (1924): On a new trematode *Stamnosoma formosanum* n. sp., and its life history. *Taiwan Igakkai Zasshi* 234: 181-228.
- Parietti, M., Merlo, M. J., Etchengoin, J. A. 2013. Can the studies at a spatial scale of 100s meters detect the spatiotemporal fluctuations of a parasite assemblage? *Acta Parasitol.* 58, 577 – 584.
- Pineda-López, R., Salgado-Maldonado, G., Soto-Galera, E., Hernández-Camacho, N., Orozco-Zamorano, A., Contreras-Robledo, S., y Aguilar-Aguilar, R. (2005). Helminth parasites of viviparous fishes in Mexico. *Viviparous fishes*. New Life Publications, Florida, 437-456.
- Price, E.W. (1932) On the genus *Phagicola* Faust, 1920. *Journal of Parasitology*, 19, 88–89.
- Price, P. W., Clancy, K. M., 1983. Patterns in number of helminth parasite species in freshwater fishes. *J. Parasitol.* 69, 449 – 454.
- Poulin, R. 2007. *Evolutionary Ecology of Parasites*. Princeton University Press, Princeton. p. 332.
- Poulin, R., & Morand, S. (2014). *Parasite biodiversity*. Smithsonian Institution. 216 pp.
- Poulin, R. (2011). *Evolutionary ecology of parasites*. Princeton University Press. 209-227.

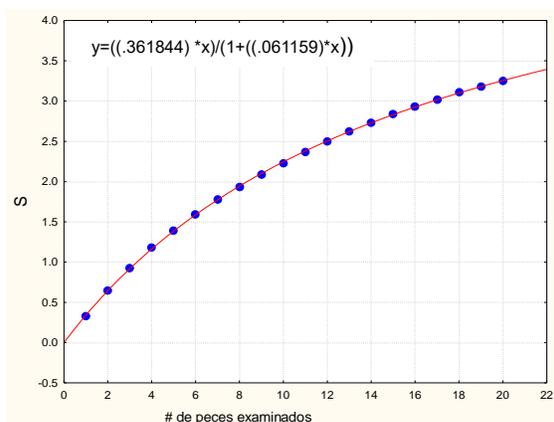
- Robinson, E. J. JR. 1956. Two flukes, *Phagicola macrostomus* n. sp. and *Phagicola byrdi* n. sp. from the turkey vulture (Heterophyidae). *Journal of Parasitology* 42: 326-329.
- Razo-Mendivil, U., de León, G. P. P., & Rubio-Godoy, M. (2013). Integrative taxonomy identifies a new species of *Phyllodistomum* (Digenea: Gorgoderidae) from the twospot livebearer, *Heterandria bimaculata* (Teleostei: Poeciliidae), in Central Veracruz, Mexico. *Parasitology research*, 112(12), 4137-4150.
- Rubio-Godoy, M., Paladini, G., García-Vásquez, A., and Shinn, A. P. (2010). *Gyrodactylus jarocho* sp. nov. and *Gyrodactylus xalapensis* sp. nov. (Platyhelminthes: Monogenea) from Mexican poeciliids (Teleostei: Cyprinodontiformes), with comments on the known gyrodactylid fauna infecting poeciliid fish. *Zootaxa*, 2509(1): 1-29.
- Rush Miller, R. (2009). Peces dulceacuícolas de México. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sociedad ictiológica Mexicana A.C., E. 243-255.
- Salgado-Maldonado, G. (2006). Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico. *Zootaxa*, 1324:1-357.
- Salgado-Maldonado, G. (2008). Helminth parasites of freshwater fish from central America. *Zootaxa*, 1915: 29-53
- Salgado-Maldonado, G., Caspeta-Mandujano, J. M., and Vázquez, G. (2012). A new allocreadiid (Trematoda) species from freshwater fish *Heterandria bimaculata* (Teleostei: Poeciliidae) in southeastern Mexico. *Journal of Parasitology*, 98(2): 404-407.
- Salgado-Maldonado, G., Novelo-Turcotte, M. T., Vázquez, G., Caspeta-mandujano, J. M., Quiroz-Martinez, B., and Favila, M. (2014). The communities of helminth parasites of *Heterandria bimaculata* (Teleostei: Poeciliidae) from the upper Río La Antigua basin, east-central Mexico show a predictable structure. México. *Parasitology*, 141: 970-980.
- Scholz, T., Ditrich, O., & Vargas-Vázquez, J. (1996). *Echinochasmus leopoldinae* n. sp. (Trematoda: Echinostomatidae) and data on its life-cycle. *Systematic Parasitology*, 33(3), 157-165.

- Salgado-Maldonado, G., y M. Rubio-Godoy. 2014. Helmintos parásitos de peces de agua dulce introducidos, en R. Mendoza y P. Koleff (Coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 269-285.
- Scholz, T. & Salgado-Maldonado, G. (2000) The introduction and dispersal of *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Digenea: Heterophyidae) in Mexico: a review. *American Midland Naturalist*, 143, 185–200.
- Scholz, T., Aguirre-Macedo, M. L. and Salgado-Maldonado, G. (2001) Trematodes of the family Heterophyidae (Digenea) in Mexico: a review of species and new host and geographical records, *Journal of Natural History*, 35:12, 1733 – 1772
- Soberón, J.M. and Llorente, B.J. (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7, 480–488.
- Sousa, W.P. and E.D. Grosholz. (1991). The influence of hábitat structure on the transmission of parasites. In S.S. Bell, E. D. McCoy, and H.R. Mushinsky, eds. *Habitat structure: The physical Arrangement of objects in space*, Chapman and Hall, New York, 301-324.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushing, C. E. (1980). The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(1): 130-137.
- Valtonen, E. T., Holmes, J. C. and Koskivaara, M. (1997). Eutrophication, pollution and fragmentation: effects on the parasite communities in roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*) in four lakes in central Finland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54:575–585.
- Weichman, M. A., Janovy, Jr. J. (2000). Parasite community structure in *Pimephales promelas* (Pisces: Cyprinidae) from two converging streams. *J. Parasitol.* 86: 654 – 656.

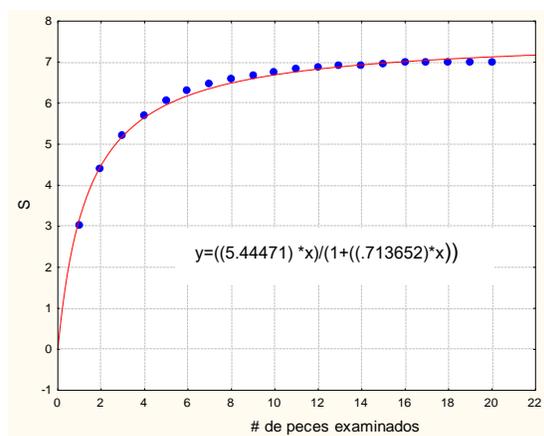
APÉNDICE

Fig.12. Curvas acumulativas de especies, y su ajuste al modelo de Clench para los componentes de comunidad de helmintos parásitos de *P. bimaculata* recolectados en 11 localidades del Río La Antigua.

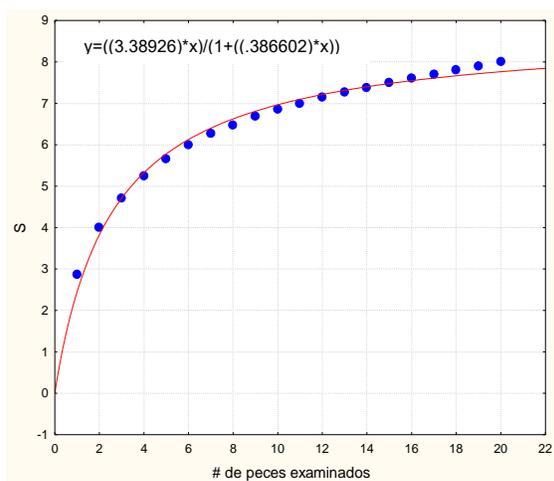
Río Pixquiac



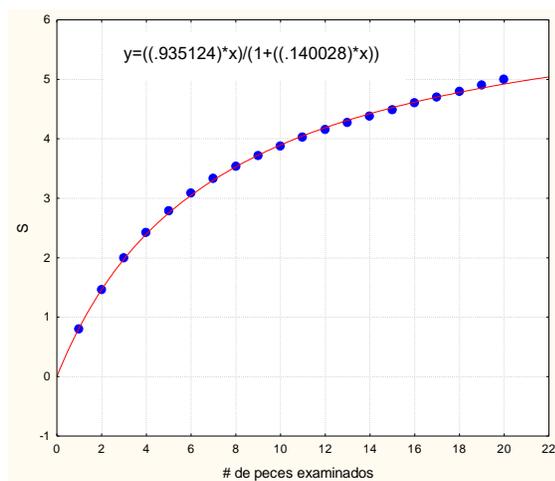
Teocelo



Baxtla

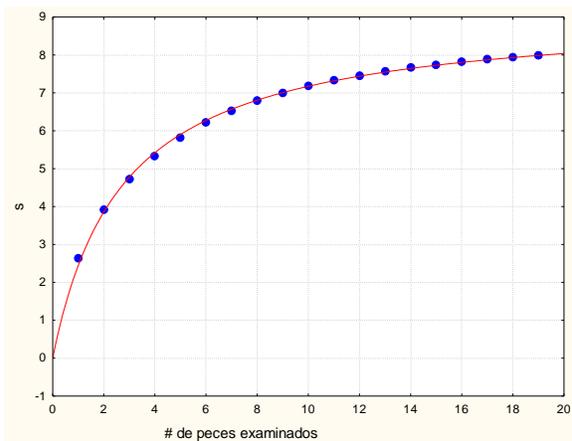


Xico

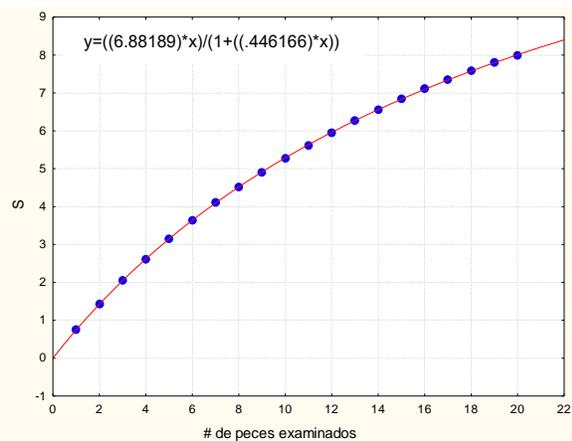


Continuación figura 12...

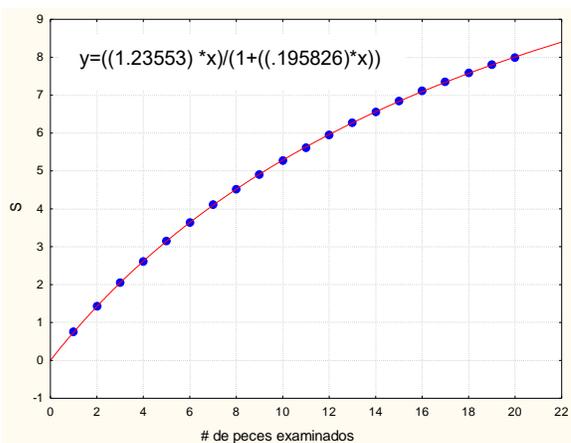
Agua Bendita



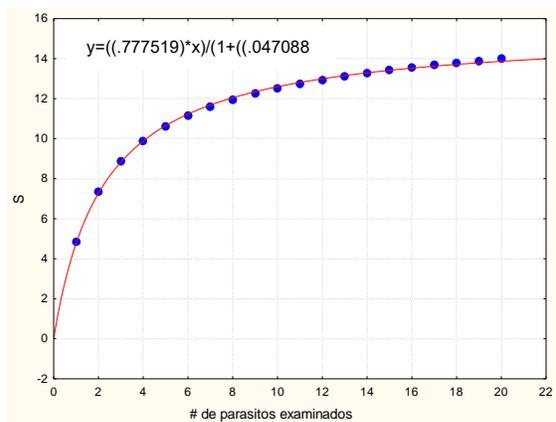
El Carrizal



Río de los Pescados

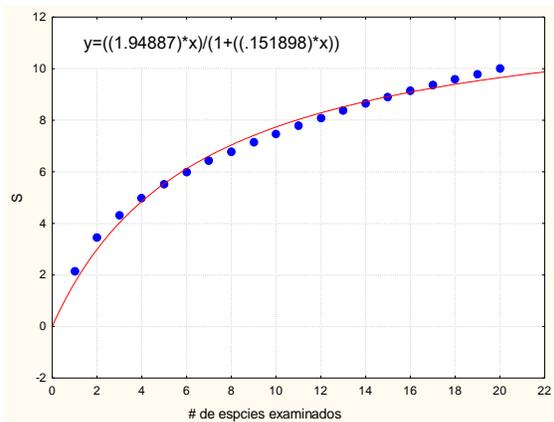


Arroyo Jalcomulco

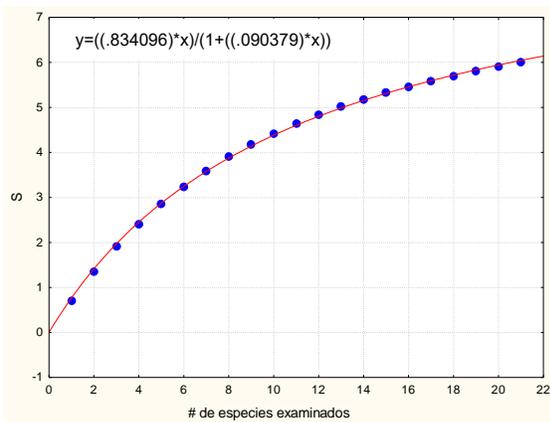


Continuación figura 12...

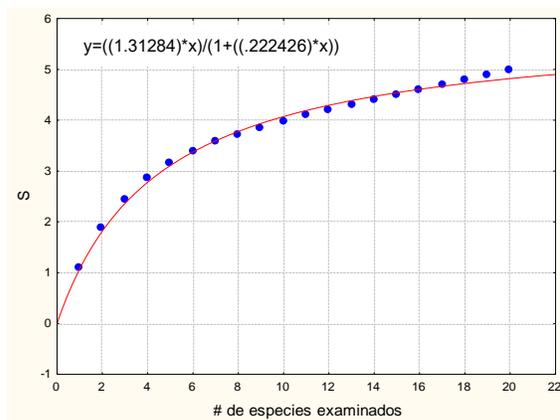
Apazapan



Puente Nacional



Antigua presa



APÉNDICE 1. PROCESAMIENTO DE HELMINTOS

TÉCNICA TRICOMICA DE GOMORI

Procedimiento

1. Lavar con alcohol al 70% hasta que los ejemplares queden blancos. Se hacen varios cambios.
2. Teñir con una solución alcohólica diluida, por 20 a 30 min, según el grueso del parásito.
3. Lavar con alcohol al 96% para quitar el exceso de colorante.
4. Diferenciar con alcohol al 96% acidulado al 2% con ácido clorhídrico, hasta que los bordes queden ligeramente blancos.
5. Lavar con alcohol 96% durante 10 min para que el alcohol acidulado deje de actuar.
6. Lavar con alcohol absoluto por 20 min.
7. Aclarar en aceite de clavo o salicilato de metilo (10 a 20 min).
8. Montar en Bálsamo de Canadá.
9. Etiquetar.

TECNICA PARACARMÍN DE MEYER

Procedimiento

- 1-Lavar en alcohol al 96%
2. Teñir en paracarmín, procurando sobreteñir por aproximadamente 1 minuto
- 3-lavar con alcohol al 96% durante 10 min
- 4-Diferenciar con alcohol al 96% acidulado, con ácido clorhídrico al 2% durante 3 a 5 minutos, variando de acuerdo al tamaño del parásito.
- 5-Deshidratar los ejemplares en alcohol al 96% durante 40 minutos, en intervalos de 20 y 20 minutos.
- 6-Lavar en alcohol al 100% durante 20 minutos.
- 7-Lavar por segunda ocasión en alcohol al 100% durante 20 minutos.

8-Aclarar en salicilato de metilo ó terpineol durante 15 a 20 minutos.

9-Montar en Balsamo de Canadá.

10- Etiquetar.