



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

Análisis de la distribución real y potencial del  
género *Gnathostoma* en México

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
BIÓLOGO

PRESENTA:  
YOLANDA PÉREZ ÁLVAREZ

DIRECTOR DE TESIS:  
M. EN C. LUIS GARCÍA PRIETO



2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## HOJA DE DATOS DEL JURADO

### **1. Datos del alumno**

Pérez  
Alvarez  
Yolanda  
0445535007110  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
099229388

### **2. Datos del tutor**

M en C  
Luis  
García  
Prieto

### **3. Datos del sinodal 1**

Dra.  
Virginia  
León  
Règagnon

### **4. Datos del sinodal 2**

Dr.  
Luis Jorge  
García  
Márquez

### **5. Datos del sinodal 3**

Dr.  
Enrique  
Martínez  
Meyer

### **6. Datos del sinodal 4**

M en C  
María Berenit  
Mendoza  
Garfias

### **7. Datos del trabajo escrito**

Análisis de la distribución real y potencial del género *Gnathostoma* en México  
86p  
2008

*“La mayoría de las ideas fundamentales de la ciencia son esencialmente sencillas y, por regla general pueden ser expresadas en un lenguaje comprensible para todos”.*

Albert Einstein (1879-1955)

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero a **mis papis**, por que ustedes son la parte mas importante en mi vida, ustedes que han creído en mi, y me han apoyado en todas mi decisiones, muchas gracias, por que este logro es de ustedes también.

A **Elba**, por que siempre haz estado dispuesta ayudarme en la elaboración de carteles, y en esas cosas en las que eres la mejor D.G. **María y peques**, siempre saben como hacerme ver la vida de diferente perspectiva, **Emi, Andy y Quique** que me recuerdan día a día que siempre hay cosas nuevas que aprender, y que uno puede sorprenderse de muchísimas cosas.

**Luis García Prieto**, por tu infinita paciencia, en la elaboración y revisión de este trabajo, gracias por tu confianza y todos esos momentos en tu cubículo llenos de consejos, risas, enojos y hasta lágrimas, por ser antes que cualquier cosa un gran ser humano y profesor pero sobre todo un **excelente** amigo.

**David Osorio**, muchas gracias por esos consejos y esa ayuda en campo y el laboratorio por hacer de las salidas al campo experiencias maravillosas.

**Virginia León**, por permitirme formar parte de este proyecto y por tu apoyo y consejos.

**Enrique** gracias por la ayuda en la elaboración de los mapas, por tu paciencia para explicarme miles de veces como hacer las cosas.

**Luis Jorge**, por la revisión, comentarios y correcciones a este trabajo.

**Berenit** gracias por los comentarios para la realización de éste trabajo y por tu amistad.

A todos en el laboratorio (**Lorena, Jorgito, Jorge, Rogelio, Elizabeth, Rosario, David, Luis, Tony, Gerardo, Virginia, Berenit, Armando y Violeta**) muchas gracias por su ayuda y amistad.

**Laura**, por permitirme ser parte de la promo 31 y pasar gratos momentos en DS.

**Susi**, siempre con una linda sonrisa, una palabra de aliento, un sabio consejo, y por que no también un regaño.

**Promo 31**, por las amistades que encontré, por permitirme conocer nuevos horizontes a su lado, por hacerme comprender que con un poco de esfuerzo, todos podemos comprendernos y aprender unos de otros.

**Yaneli, Maciel, Hugo** (hugodrilo), **Yair, Fer**, gente linda con la que siempre es un gusto compartir un buen momento, un rico cafecito o una buena compañía.

**Ceci y Horey**, por los momentos que hemos compartido, por que me han permitido formar parte de su familia y por ser mis grandes e inseparables amigas, por esos momentos que compartimos en la facultad, en el campo y en la vida.

**Hugo (flako)** gracias por tu amor, comprensión y paciencia, por apoyarme para la culminación de este trabajo, por esos momentos juntos, esas palabras que dices cuando son necesarias y esos silencios que dicen aun mas.

Al proyecto **IN201403 PAPIIT-UNAM** (Filogenia molecular del género *Gnathostoma* y análisis de la distribución de sus especies en México) y al proyecto **47233Q CONACYT-UNAM** (Helmintos parásitos de ictalúridos y ciprínidos en el norte de México: Sistemática y Biogeografía), por su apoyo financiero para la realización de este trabajo

A la Matemática **Olivia** y al Ingeniero **Juan Manuel**, por la oportunidad que me han brindado y me han permitido culminar esta etapa.

*“En el fondo, los científicos somos gente con suerte: podemos jugar a lo que queramos durante toda la vida”.* Lee Smolin

## Dedicatoria

*Este trabajo está dedicado a las personas más importantes de mi vida, a mi **Familia**, ellos que han estado conmigo en las buenas y en las malas (aunque a veces no les quedaba de otra).*

*A mi **papí** (Rubén Pérez) y mi **mami** (Luz Álvarez Ramos), que han sido el mejor ejemplo de amor, cariño, respeto, apoyo incondicional, y esfuerzo que han confiado en mí y respetado mis decisiones, por ser los mejores papas del mundo. Esta meta lograda es un logro compartido, por que tanto ustedes como yo hemos trabajado mucho para lograrlo.*

*A esas personitas que han compartido mi vida de cerca, a mis **hermanas**, por todos esos momentos, buenos y malos, que me han permitido llegar a ser la persona que soy hoy. Así como a los **peques** (Andrea, Diego, Enrique), que esto sea un pequeño ejemplo, de las muchas cosas que pueden lograr ustedes, para que sepan que los sueños se cumplen. Y a tí **Alé** (querido saucécito) que también haz estado en todos esos conmigo como una hermana mas.*

*A mi niño...**Hugo Germán**, que siempre estas dispuesto a escuchar, a entender, con esa paciencia que me sorprendé, gracias por todo.*

*A la memoria de **Fer † (FECG)**, la niña que me enseñó que para madurar no existen edades, y que aun en la peor situación de vida uno siempre **debe** sonreír y luchar por lo que se quiere. En donde quiera que estés, esto también es para tí.*

## INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>4</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCION Y ANTECEDENTES.....</b>	<b>8</b>
Sistemas de información geográfica .....	13
<b>OBJETIVOS:.....</b>	<b>18</b>
General: .....	18
Particulares: .....	18
<b>MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
1. Recopilación Bibliográfica .....	19
2. Exploración de nuevas zonas .....	19
a) Hospederos intermediarios y paraténicos .....	20
b) Hospederos definitivos.....	20
3. Análisis y sistematización de la información .....	21
4. Obtención de mapas de distribución actual y potencial .....	21
4.1 Distribución actual .....	21
4.2 Distribución potencial .....	21
<b>RESULTADOS:.....</b>	<b>26</b>
Recopilación bibliográfica: .....	26
Exploración de nuevas zonas .....	26
Análisis y sistematización de la información.....	29
Distribución actual de <i>Gnathostoma</i> sp. en México .....	29
Distribución potencial .....	32
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>68</b>

## RESUMEN

Tres especies de *Gnathostoma* se distribuyen en México: *G. binucleatum*, *G. lamothei* y *G. turgidum*. El conocimiento de su distribución geográfica es importante, ya que son agentes causales potenciales de la gnatostomiasis. El objetivo de este trabajo está dividido en 2 partes: el conocimiento de la distribución real de la distribución de las especies, y el modelado del nicho potencial de las mismas en México. Para cumplir la primera parte de los objetivos, se recopiló toda la información disponible en la literatura, así como datos de nuevas colectas en una base de datos conformada por 251 registros, en 92 localidades de 15 estados de México. Tabasco, Nayarit, Oaxaca y Veracruz muestran la concentración más alta de registros positivos a la infección. El número de especies de hospederos infectados con una de las especies de *Gnathostoma* alcanzó un total de 86, siendo los peces el grupo más numeroso con 42 especies distribuidas en 11 familias. La segunda parte de los objetivos (establecimiento de la distribución potencial de las especies del género) se obtuvo para cada una de las clases de hospederos que intervienen en su ciclo de vida mediante un Sistema de Información Geográfica (GARP). Cada nicho modelado coincide en establecer a la zona central de Veracruz y norte de Oaxaca como una de las más importantes para la distribución del nematodo. Las regiones donde potencialmente se distribuyen dichas especies se ubican en altitudes que oscilan entre 0 y 2913 msnm, con una temperatura media anual de 15-28° C y una precipitación al año de 580-3766 mmhg, entre otras características. El área de distribución potencial abarca un área mayor a la observada en el mapa de distribución real, ya que a los 15 estados reportados como positivos para la infección por *Gnathostoma* en peces, se deben agregar 10 estados. Por lo tanto, de manera potencial, la gnatostomiasis afecta a 812 municipios de 25 estados de la República Mexicana, en los que habita una población aproximada de 30 millones de personas. Finalmente, es importante resaltar que aún cuando los modelos espaciales obtenidos nos brindan información sobre áreas que cumplen con las características en donde pueden encontrarse las especies de *Gnathostoma*, éstas no necesariamente se encuentran en dichas áreas.

## INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

A partir del primer registro en México del género *Gnathostoma* realizado por Caballero (1958), se han efectuado una amplia gama de registros en el país; la literatura refiere la presencia de cuando menos cinco especies: *Gnathostoma spinigerum* Owen, 1836<sup>1</sup>, *Gnathostoma turgidum* Stossich, 1902, *Gnathostoma binucleatum* Almeyda-Artigas, 1991, *Gnathostoma lamothei*<sup>2</sup> Bertoni-Ruiz, García-Prieto, Osorio-Sarabia y León-Règagnon., 2005 y *Gnathostoma* sp. III (Almeyda-Artigas et al., 2000; Bertoni-Ruiz, et al., 2005).

En México, al igual que en países asiáticos principalmente, el conocimiento de la distribución de este género (Tabla 1) resulta muy importante ya que las larvas del tercer estadio avanzado (L<sub>3</sub>A), provocan en el humano una helmintiasis denominada gnatostomiasis, de la cual en nuestro país se han registrado más de ocho mil casos en diez estados de la República, particularmente en el estado de Nayarit (Lamothe-Argumedo, 2003). Almeyda-Artigas et al, (2000) señalan a *G. binucleatum* como el único agente etiológico causante de la gnatostomiasis en México referido hasta ahora, afirmación que fue confirmada mas tarde por León-Règagnon et al., (2002), a través de análisis moleculares de larvas extraídas de pacientes de Nayarit; no obstante, con base en estudios filogenéticos recientes realizados por Bertoni-Ruiz (2006), se propone que cualquier especie del género puede ser infectiva para el hombre; la infección ocurre al ingerir carne cruda o mal cocida de pescado de agua dulce o salobre, ranas, culebras o aves (Lamothe-Argumedo y Osorio-Sarabia, 1998).

---

<sup>1</sup> Reidentificado por Lamothe-Argumedo, et al (1998) como *G. turgidum*.

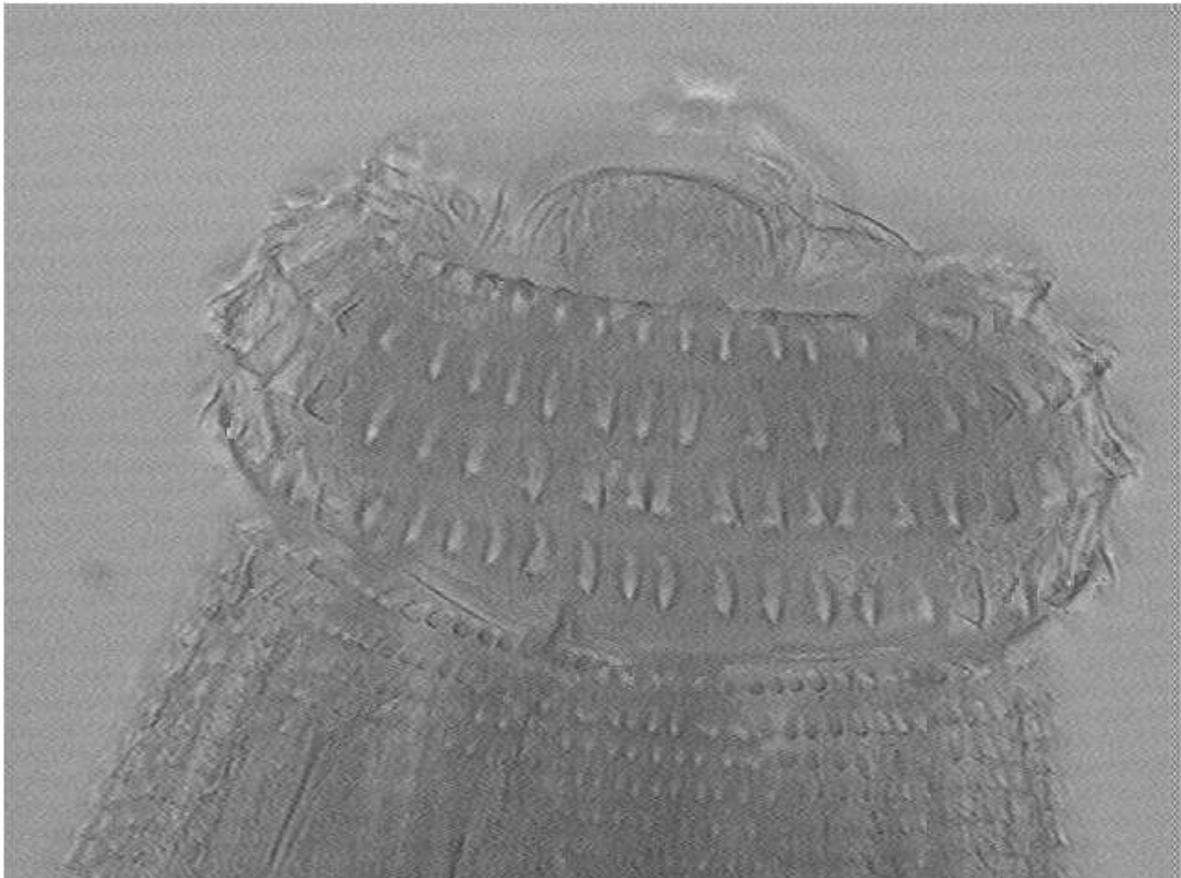
<sup>2</sup> Identificado inicialmente como *G. procyonis* y *Gnathostoma* sp. II

**Tabla 1. Distribución original de las especies del género *Gnathostoma* (basada en Miyazaki, 1991 y Bertoni-Ruiz et al., 2005)**

<b>Especies de <i>Gnathostoma</i></b>	<b>Hospedero</b>	<b>Hábitat</b>	<b>País</b>
<i>Gnathostoma americanum</i>	Tigrillos	Estómago	Brasil
<i>Gnathostoma binucleatum</i>	Tigrillos y cánidos	Estómago	México y Ecuador
<i>Gnathostoma doloresi</i>	Cerdos domésticos y silvestres	Estómago	Filipinas, India, Japón y Vietnam
<i>Gnathostoma hispidum</i>	Cerdos domésticos y silvestres	Estómago	China, Japón, Tailandia, Hungría,
<i>Gnathostoma lamothei</i>	Mapaches	Estómago	Alemania, Australia México
<i>Gnathostoma malaysiae</i>	Ratas	Estómago	Malasia y Tailandia
<i>Gnathostoma miyazakii</i>	Nutrias	Riñón	Canadá y EUA
<i>Gnathostoma nipponicum</i>	Comadreja	Esófago	Japón
<i>Gnathostoma procyonis</i>	Mapaches	Estómago	EUA
<i>Gnathostoma socialis</i>	Visón americano	-----	EUA
<i>Gnathostoma spinigerum</i>	Tigres, perros y gatos	Estómago	Asia, Oceanía y Suramérica
<i>Gnathostoma turgidum</i>	Tlacuaches	Estómago	América del Norte y Sur
<i>Gnathostoma vietnamicum</i>	Nutrias	Riñón	Vietnam y Tailandia

La L<sub>3</sub>A (Figura 1) se aloja en el músculo esquelético de los segundos hospederos intermediarios. En la parte anterior del cuerpo presenta un bulbo cefálico, provisto de dos labios que rodean la boca exhibiendo dos papilas simples cada uno. Está armado con cuatro hileras de ganchos de forma ovalada en la base y terminación en punta en el extremo posterior; al interior del bulbo se encuentran cuatro bayonetas (estructuras redondeadas en la punta) de las que derivan cuatro sacos cervicales que se extienden hasta la parte media del esófago;

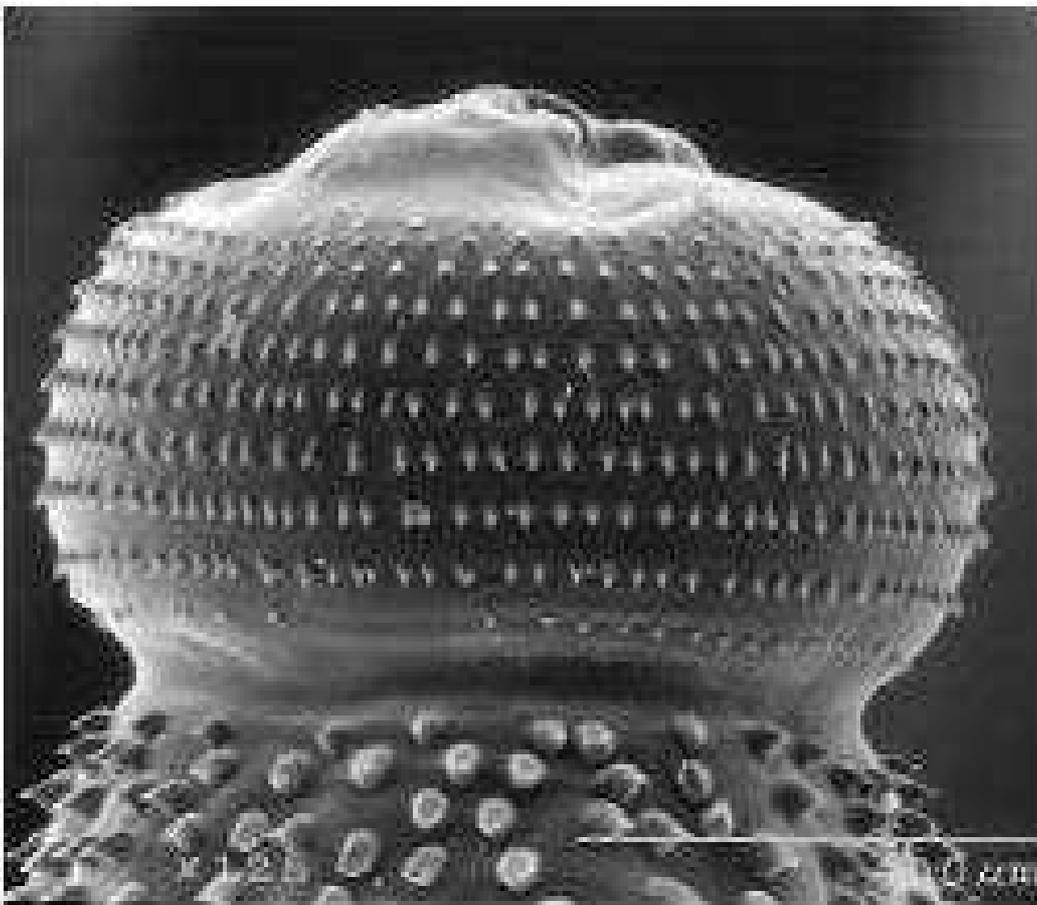
ambas estructuras ayudan a contraer y evertir el bulbo, conectado al cuerpo a través de un cuello inerme. La boca se abre al esófago, dividido en dos regiones: muscular anterior y glandular posterior, que tiene forma de clava y se continúa con el intestino que es de color rojizo cuando están vivas y pardo al ser fijadas, terminando en el ano situado en la región ventral del extremo posterior. La superficie del cuerpo está cubierta total o parcialmente por numerosas hileras de anillos de ganchos, las cuales al inicio son muy abundantes y de mayor tamaño, pero al ir avanzando al extremo posterior se van reduciendo en tamaño y densidad, dependiendo de la especie.



**Figura 1. L<sub>3</sub>A *Gnathostoma* sp.**

El poro excretor se localiza en la línea ventral del tercio anterior del cuerpo entre las hileras 26<sup>a</sup> a 36<sup>a</sup> de espinas. Las dos papilas cervicales se disponen lateralmente, interrumpiendo una o dos hileras de espinas que pueden ser de la 7<sup>a</sup> a la 13<sup>a</sup> (Bertoni-Ruiz, 2001).

Por otro lado, los gusanos adultos (Figura 2) presentan un cuerpo alargado con la superficie armada de espinas y los extremos redondeados; el extremo anterior está provisto de un bulbo cefálico con varias hileras de ganchos, separado del cuerpo por el cuello; contiene cuatro cavidades que comunican los sacos cervicales, la cuales regulan la expansión o retracción del bulbo.



**Figura 2. Adulto de *Gnathostoma* sp.**

Exhiben dimorfismo sexual: los machos son más pequeños que las hembras y presentan en el extremo posterior cuatro pares de papilas grandes y cuatro pequeñas, además de dos espículas desiguales. Por su parte, las hembras son más robustas y grandes que los machos, presentan una vulva que se abre ventralmente, ligeramente por debajo de la región ecuatorial del cuerpo; los huevos de forma oval, presentan uno o dos tapones polares según la especie, y miden entre 64 y 70 $\mu$  de largo por 38-40 $\mu$  de ancho (Lamothe-Argumedo, 2002).

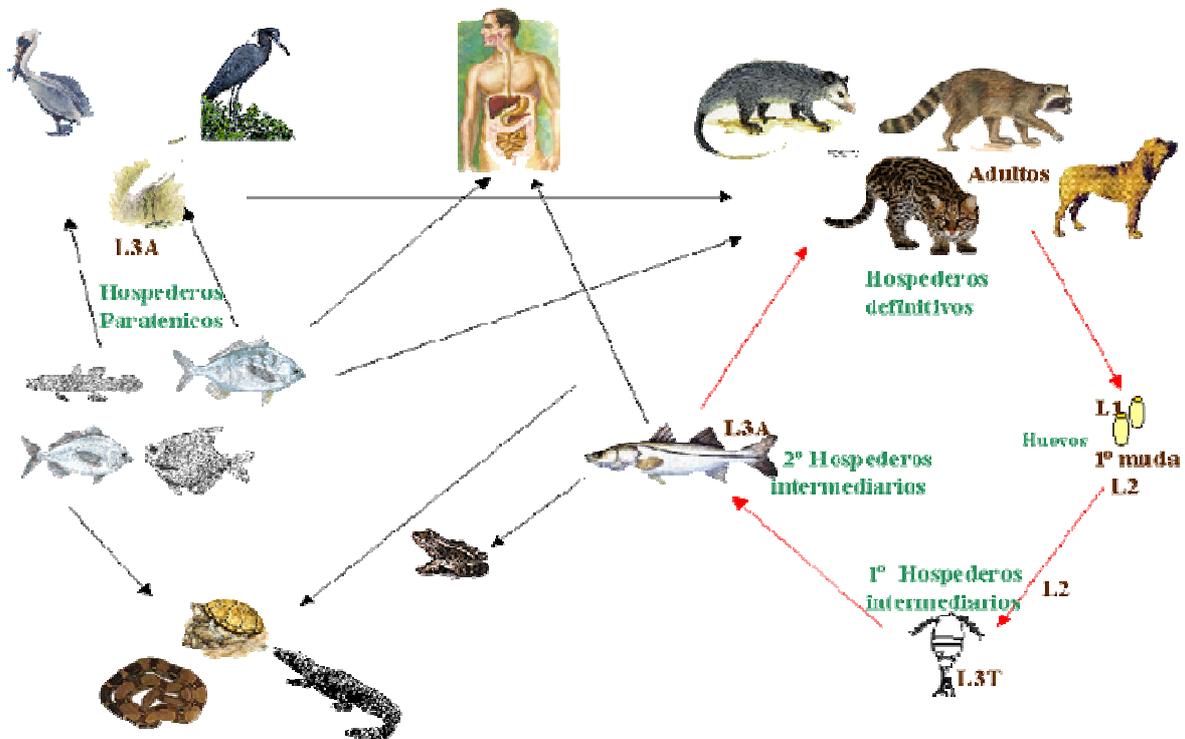


Figura 3. Ciclo de vida de *Gnathostoma* spp.

El ciclo de vida de *Gnathostoma* spp. es indirecto (Figura 3), involucrando como hospederos definitivos a mamíferos como *Canis lupus*, *Felis silvestris*, *Leopardus pardalis*, *Sus scrofa*, *Procyon lotor*, *Didelphis virginiana* y *Philander opossum*, entre otros; en éstos, los adultos que se localizan principalmente en el esófago y/o estómago, expulsan los huevos a

través de las heces, en donde se desarrolla la Larva I ( $L_1$ ), la cual sufre la primer muda, dando lugar a la  $L_2$ , que se libera a través del tapón polar y se desplaza libremente hasta ser ingerida por un copépodo, primer hospedero intermediario; aquí la  $L_2$  penetra por la pared intestinal hasta llegar al hemocele (Lamothe-Argumedo y Osorio-Sarabia, 1998) donde muda transformándose en  $L_3T$  (Larva 3 temprana); el ciclo continua cuando los copépodos, a su vez, son ingeridos por algunos peces (segundos hospederos intermediarios); en ellos las  $L_3T$  penetran de forma activa a través de la pared gástrica, hasta llegar al músculo o algunas vísceras, en donde dan lugar a la  $L_3A$ , formando un quiste (Lamothe-Argumedo, 1997); es con esta fase larvaria con la que los hospederos definitivos y el hombre se infectan al ingerir peces.

En los hospederos definitivos la  $L_3A$  se desplaza por diferentes órganos, mudando en el trayecto a  $L_4$ , para llegar al estómago o esófago en fase juvenil o pre-adulta y alcanzar la madurez, cerrándose de ésta manera el ciclo. Sin embargo copépodos y peces pueden ser ingeridos por organismos que no intervienen de manera natural en el ciclo de vida (hospederos paraténicos); éstos pueden ser otros peces, anfibios, reptiles, aves e incluso mamíferos. En ellos la larva no se desarrolla sino que permanece enquistada, hasta que son comidos por los hospederos definitivos, en los que se desarrollan y alcanzan su estado adulto (Lamothe-Argumedo, 2002).

### **Sistemas de información geográfica**

La gnatostomiasis (Figura 4) es una enfermedad de importancia zoonótica, que ha sido reportada en piel y ojos en el país y en piel, ojos y encéfalo en otros países la cual cobra mayor significado en México, debido a su amplia distribución; sin embargo no se han realizado estudios para condensar dicha información.

Una herramienta muy importante para analizar distribuciones y generar hipótesis sobre éstas son los sistemas de información geográfica (SIG). Éstos son herramientas potentes, que permiten integrar bases de datos gráficas con bases de datos alfanuméricas. Son un conjunto de elementos ordenadamente relacionados entre sí de acuerdo a ciertas reglas.

Sus principales componentes son:

- Hardware: Equipo necesario (CPU, Monitor, GPS).
- Software: Programas utilizados para manipular la información.
- Usuario: Personal capaz de manejar el hardware y software con el fin de obtener resultados.

Aunque den la impresión de ser aplicaciones meramente prácticas, basadas en un programa concreto, trabajan con una metodología propia y poseen un núcleo teórico importante en el que combinan conceptos de diferentes disciplinas (topología, estadística espacial, geometría computacional, etc.). La información necesaria de un SIG puede dividirse en dos grandes bloques: la información gráfica y la información alfanumérica. La primera generalmente hace referencia a la cartografía del ámbito de trabajo obtenida por diferentes medios: restitución fotogramétrica, topografía, GPS, etc., y la segunda, que se almacena en bases de datos. Para trabajar con un SIG es necesario introducir los datos geográficos en un sistema de información y realizar una modelización de la realidad, utilizando como modelos de datos el *raster* y *vectorial* (Lantada –Zarxosa y Núñez-Andrés, 2004).



**Figura 4. Piel con lesiones causadas por L3A de *Gnathostoma* sp. (Fotografía tomada por Hiroshige Akahane)**

El modelo *raster* permite disponer de información de una amplia zona sin importar los límites de los objetos. Centra su interés en las propiedades del espacio y en la representación precisa de los elementos que lo conforman, estructurándolo en una serie de elementos dispuestos por medio de una retícula regular compuesta por píxeles. Permite una captura de información más rápida, con una estructura de los datos simple, facilitando el análisis espacial y la simulación, mediante tecnología económica. Uno de los inconvenientes de este modelo es la falta de exactitud al localizar elementos (poca resolución), además de que necesita un gran volumen de datos. Este formato permite representar variables con una variación continua sobre el espacio, por ejemplo el mapa de altitudes. Por otro lado, el modelo vectorial representa cada objeto gráfico de forma independiente mediante puntos, líneas y polígonos. Por ejemplo, un lago en este modelo se representa mediante un polígono. Este modelo da una buena presentación y resolución, tienen una facilidad de descripción y aplicación topológica, sin

embargo su estructura de datos es compleja, y los programas de tratamiento lo son aún más. La información alfanumérica se almacena en una base de datos, que primero hay que diseñar, analizando la información que se ha de incluir en ella. (Lantada –Zarxosa y Núñez-Andrés, 2004).

En ambos tipos de modelos los datos pueden ser representados en forma gráfica, lo que nos permite su comprensión de forma más rápida e intuitiva. Los gráficos en programas como Arc View, son documentos enlazados de forma dinámica con las tablas, lo que permite una gestión y actualización de los mismos. Sus aplicaciones son muchas y muy variadas, entre las más comunes se encuentran estudios de impacto ambiental, cambios de uso de suelo, mapas de riesgo, reforestaciones, entre otras. Las ventajas de utilizar un SIG sobre otros sistemas son muy variadas, una de ellas es que agrega la dimensión espacial para la comprensión de los resultados, lo que permite al usuario convertir las representaciones en conocimiento. El resultado final de un análisis en el SIG es un mapa (representación bidimensional que permite observar varios aspectos reales de la región, reconociendo patrones espaciales de algún fenómeno) (Lantada–Zarxosa y Núñez-Andrés, 2004); en especial, los modelos predictivos de distribución de las especies, los cuales modelan el nicho ecológico fundamental de una especie, han sido utilizados en diversas ramas del conocimiento, por ejemplo, en biogeografía, evolución, ecología, manejo de especies invasoras (Anderson et al., 2003), epidemiología (Peterson et al., 2005), conservación y restauración (Anderson y Martínez-Meyer, 2004; Sánchez-Cordero et al., 2005).

Existen diversos SIG's a través de los cuales es posible obtener la predicción de áreas de distribución de una especie, entre ellos el Algoritmo para la Predicción de Conjunto de Reglas (GARP por sus siglas en inglés 'Genetic Algorithm for Rule-Set Prediction'), resulta

ser una herramienta fiable ya que está diseñado para buscar correlaciones significativas entre la presencia de la especie y las variables ambientales, a través de procesos iterativos de selección de reglas, evaluación, pruebas e incorporación o regresión (Martínez-Meyer et al., 2004).

El GARP es un sistema experto de modelación predictiva. Constituye una clase de aplicación de inteligencia artificial inspirada en modelos de genética y evolución (Anderson et al. 2003). Este algoritmo relaciona características ecológicas de las localidades de colecta con localidades tomadas al azar de la región considerada, desarrollando un conjunto de reglas que reflejan los factores asociados a la presencia de la especie (variables ambientales y ecológicas), las cuales se proyectan en un mapa que predice la distribución potencial de la especie (Sánchez-Cordero et al. 2005).

## **OBJETIVOS:**

### **General:**

Analizar la distribución real y potencial de las especies del género *Gnathostoma* en México, mediante el modelado espacial.

### **Particulares:**

- Recopilar los registros de *Gnathostoma* spp. realizados en México a partir de diversas fuentes bibliográficas, hemerográficas y electrónicas con énfasis en los efectuados en peces.
- Conformar una base de datos con la información sobre el género.
- Incrementar la base de datos mediante la revisión de hospederos capturados en distintas regiones de México.
- Modelar la distribución real y potencial del género *Gnathostoma* en México.
- Identificar los factores ambientales que actúan sobre la distribución de *Gnathostoma* spp.
- Caracterizar los factores fisiográficos y socioeconómicos de la distribución de *Gnathostoma* spp.
- Determinar la proporción potencial de la población humana expuesta a la infección en el país.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **1. Recopilación Bibliográfica**

Se realizó una recopilación bibliográfica de registros previos de *Gnathostoma* sp. a partir de diversas fuentes: trabajos publicados en revistas nacionales e internacionales, artículos de divulgación, tesis, así como trabajos presentados en congresos y simposia.

Se conformó una base de datos en Access 2003 con la información obtenida, donde se incluyeron los campos: Especie de *Gnathostoma*, Autor(es), estado de desarrollo (larva, adulto, juvenil), Familia del Hospedero, Nombre válido del hospedero, Hospedero (con el nombre que fue registrado), Notas del registro, Hábitat, Clase del hospedero (mamífero, ave, anfibio, reptil, pez), Ambiente, Localidad, Estado, Georreferenciación decimal, y Referencia bibliográfica.

### **2. Exploración de nuevas zonas**

Se realizaron diversas salidas al campo, con el fin de obtener nuevos registros para aumentar y actualizar la base de datos, recolectando hospederos intermediarios (peces), paraténicos (anfibios y reptiles) y definitivos (mamíferos).

#### **a) Hospederos intermediarios y paraténicos**

Los peces se obtuvieron mediante diversas artes de pesca, como son el chinchorro, trampas de cebo o red agallera, así como a partir de la pesca comercial. Los anfibios y reptiles fueron recolectados manualmente.

Los hospederos fueron examinados en busca de L<sub>3</sub>A, separando la musculatura del esqueleto y la piel; la musculatura fue molida individualmente para poder observarla mediante presión entre dos vidrios a contraluz.

#### **b) Hospederos definitivos**

Los mamíferos fueron recolectados utilizando trampas-jaula tipo Tomahawk con diferentes cebos (sardina, plátano, avena, vainilla). Los ejemplares fueron sacrificados, según la Norma Oficial Mexicana (NOM-033-200-1995), por inhalación directa de éter, se les realizó la necropsia para obtener las vísceras y revisarlas bajo el microscopio estereoscópico, esperando encontrar a las fases jóvenes migrando o bien las fases adultas, poniendo énfasis en el hígado, sistema portal hepático, estómago, esófago y primera porción del intestino.

Los gusanos extraídos se lavaron en solución salina al 0.65% (peces) o al 0.85% (mamíferos). Fueron fijados en alcohol etílico al 70% o en formol al 4% caliente y se conservaron en alcohol etílico al 70%.

El material de referencia se depositó en la Colección Nacional de Helminos (CNHE) del Instituto de Biología, UNAM.

### **3. Análisis y sistematización de la información**

A partir de la base en Access 2003 actualizada, los datos fueron migrados a hojas de cálculo en Excel 2003, dividiendo la información por clase de hospedero; estas hojas contienen los campos: Especie de *Gnathostoma* y georreferenciación (expresada en decimales) y fueron guardadas con la extensión \*.dbf para su procesamiento en ArcView.

### **4. Obtención de mapas de distribución actual y potencial**

#### **4.1 Distribución actual**

La información recabada en las hojas de Excel, fue procesada en el SIG ArcView 3.2, utilizando el tema “Estados de la República Mexicana” de las bases cargadas en el programa.

Los puntos contenidos en las hojas de cálculo se sobrepusieron al mapa, para así obtener la distribución actual del género en nuestro país.

#### **4.2 Distribución potencial**

La obtención de los modelos de nicho ecológico se realizó mediante el algoritmo genético GARP, el cual es un sistema logístico que utiliza distintas coberturas ambientales con

el fin de predecir la presencia de las especies a través de la identificación de nichos ecológicos (Hutchinson, 1981), utilizando como información los lugares de colecta, 19 coberturas ambientales obtenidas de Worldclim 1.3 (Hijmans et al., 2004, <http://www.worldclim.org/>) y cuatro coberturas topográficas en formato raster con una resolución de 1Km<sup>2</sup>, (Hidro 1k, <http://edc.usgs.gov/products/elevation/gtopo30/hydro/index.html>) (Tabla 2) que caracterizan las condiciones ecológicas de las localidades georreferenciadas. Su funcionamiento se basa en la idea de la selección natural y la solución de problemas se da de forma iterativa y estocástica (Stockwell y Peters, 1999), en éste modelo, una población está representada por el conjunto de reglas o condicionales ambientales e incluye tres procesos de acuerdo a su analogía con la evolución. Los individuos que presenten las mejores características para la resolución del problema tendrán mas probabilidades de ser seleccionados para “reproducirse” y dar lugar a la nueva generación de soluciones factibles (Holland, 1975).

Para la generación de modelos, los datos de presencia son remuestreados con reemplazo hasta producir un total de 1250 registros; del resto de los datos se seleccionaron otros 1250 puntos de “pseudo-ausencia”. Posteriormente este conjunto de 2500 registros es dividido en dos partes iguales, una mitad (datos de entrenamiento) es utilizada para generar reglas o modelos individuales bajo cuatro técnicas: regresión logística, envoltura climática, envoltura climática inversa y reglas atómicas. Estas reglas son evaluadas con la mitad de datos que no se usaron para generar los modelos (datos de validación). Con estos últimos datos se genera una matriz de confusión que permite obtener los errores de omisión o subestimación y comisión o sobreestimación (Peterson et al 2002; Anderson et al 2003) para cada regla individual, y a partir de ésta se estima una chi-cuadrada y un valor de precisión de predicción (% de aciertos). Estos valores son usados para asignarle una calificación a cada regla individual. Las reglas individuales son ordenadas conforme esa calificación y las que tienen una calificación por

debajo de cierto límite son desechadas. Este conjunto de reglas es el modelo de nicho semilla, que posteriormente es alterado genéticamente; es decir, mediante mutaciones puntuales y translocaciones de los valores en las reglas individuales. Las reglas individuales son nuevamente evaluadas con los datos de validación y si su calificación es mejor que la regla original, ésta es reemplazada, si no es el caso, entonces la regla original se mantiene. Este proceso de alteración y validación se detiene hasta un cierto número de iteraciones o hasta que el conjunto de reglas no mejoran en 1%. Una vez que el mejor modelo posible es obtenido, las reglas son aplicadas a cada píxel en orden jerárquico; es decir, cada píxel es analizado para ver si cumple con las condiciones de la primera regla, si es el caso, se aplica el resultado de esa regla (presente o ausente) si no es el caso, entonces pasa a la segunda regla y así sucesivamente hasta que alguna de las reglas aplica para ese píxel. En caso de que ninguna regla aplique a las condiciones de algún píxel, esa celda es reclasificada con el valor de 'ausente' (Stocwell y Peters 1999). El producto final es un mapa que muestra las zonas en las que se reúnen las condiciones ambientales para que la especie esté presente.

Debido a que GARP es un modelo estocástico (es decir, los datos incluidos en el modelo son elegidos al azar y por tanto pueden tomar cualquier valor dentro de cierto rango determinado por la naturaleza de las variables), los mapas resultantes de cada especie no son iguales entre sí (Stockwell y Noble, 1991, Anderson et al, 2002, Anderson et al 2003). Esta variación está calculada por los errores de omisión y comisión representados en la matriz de confusión con la que se calcula la precisión del modelo. Estos errores representan una relación inversa (aunque no complementaria) entre sí y se refieren al valor calculado que tiene el modelo (o mapa), en cuanto a la probabilidad de indicar la presencia de una especie en un lugar donde podría estar ausente (comisión), o la probabilidad de indicar la ausencia de una especie en donde pudiera estar presente (omisión) (Peterson et al 2002).

Para controlar la variación resultante de la estocasticidad, algunos autores que han manejado el modelo GARP han sugerido que, dentro de la variedad de mapas obtenidos por este método, los mejores modelos de distribución potencial son los que tienen los valores menores de omisión y valores moderados de comisión (Peterson et al 2002, Anderson y Laverde 2002 Anderson et al. 2003). En este caso se generaron 100 modelos para cada una de las 5 clases de hospederos de los cuales se seleccionaron los mejores 10 mapas con base en los errores.

Para el caso del error de omisión se seleccionaron los modelos o mapas que tuvieron los valores más bajos (hasta un 10% de error de omisión), asegurando así la inclusión de los hábitats en los que la presencia de la especie esta comprobada (localidades de colecta). En cuanto al error de comisión o sobrepredicción, siguiendo las recomendaciones de Anderson et al. (2003), se seleccionaron los modelos con valores alrededor de la mediana del total de los mapas obtenidos por especie cuando su distribución fuera no normal y se utilizaron los valores al rededor de la media, cuando su distribución fuera normal. Con esto se evita elegir mapas que cubran un área muy pequeña de la distribución potencial y mapas con sobrepredicciones (Anderson et al., 2003, Peterson y Robins 2003).

Los diez mapas obtenidos para cada una de las clases de hospederos fueron sumados en Arc View para obtener 5 mapas de consenso. La sobreposición de la distribución actual a cada uno de los mapas de consenso de las distintas clases de hospederos con Arc View arrojó que el nicho corresponde al valor máximo de consenso (10 mapas) de los mapas. Los mapas de anfibios, reptiles, aves y mamíferos fueron combinados nuevamente con el de peces para obtener los lugares de potencial infección para cada una de los tipos de hospederos.

Para obtener la densidad de individuos, se dividió el número de registros entre el logaritmo base 10 de la superficie estimada de la distribución potencial en el mapa de consenso de peces (ejemplares por cada 10 km<sup>2</sup>).

**Tabla 2. Variables climáticas utilizadas para generar los mapas de distribución potencial del género *Gnathostoma***

---

Temperatura promedio anual (tpa) (°C) <sup>1</sup>
Oscilación diurna de la temperatura (odt) <sup>1</sup>
Isotermalidad <sup>1</sup>
Estacionalidad de la temperatura(et) <sup>1</sup>
Temperatura máxima promedio del periodo más cálido (tmppc) (°C) <sup>1</sup>
Temperatura mínima promedio del periodo más frío (tmppf) (°C) <sup>1</sup>
Oscilación anual de la temperatura (oat) <sup>1</sup>
Temperatura promedio del cuatrimestre más lluvioso (tpcll) (°C) <sup>1</sup>
Temperatura promedio del cuatrimestre más seco (tpcs) (°C) <sup>1</sup>
Temperatura promedio del cuatrimestre más cálido (tpcc) (°C) <sup>1</sup>
Temperatura promedio del cuatrimestre más frío (tpcf) (°C) <sup>1</sup>
Precipitación anual (pa) (mm) <sup>1</sup>
Precipitación del periodo más lluvioso (ppll) (mm) <sup>1</sup>
Precipitación del periodo más seco (pps) (mm) <sup>1</sup>
Estacionalidad de la precipitación (ep) <sup>1</sup>
Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (pcll) (mm) <sup>1</sup>
Precipitación del cuatrimestre más seco (pcs) (mm) <sup>1</sup>
Precipitación del cuatrimestre más cálido (pcc) (mm) <sup>1</sup>
Precipitación del cuatrimestre más frío (pcf) (mm) <sup>1</sup>
Elevación (h_dem) <sup>2</sup>
Pendientes (h_slope) <sup>2</sup>
Índice topográfico (h_topoin) <sup>2</sup>
Orientación de las pendientes <sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Obtenidos de la base de Worldclim (<http://www.worldclim.org/>)

<sup>2</sup>Obtenidas de la base hydro 1K (<http://edc.usgs.gov/products/elevation/gtopo30/hydro/index.html>)

## RESULTADOS:

### Recopilación bibliográfica:

Se revisaron un total de 64 fuentes biblio-hemerográficas (30.3% tesis, 1.51% libros, 50% revistas científicas y 18.118% congresos) obteniéndose una base de datos constituida por 251 registros los cuales se desglosan en la Tabla 3. El ambiente donde se distribuyen las especies del género abarca ríos, presas, lagunas costeras, cenotes, lagos, esteros y pantanos.

De los 251 registros, 204 refieren a estadios larvarios (L<sub>3</sub>A), 5 a formas juveniles y 41 al gusano adulto. Hasta la fecha, se han registrado tres especies del género en México, siendo *G. binucleatum* la que abarca una mayor distribución geográfica y hospedatoria; sin embargo casi de la mitad de los registros (49.40%) en México, han sido referidos como *Gnathostoma* sp.

Tabla 3. Registros bibliohemerográficos del género *Gnathostoma*

Clase Hosp.	Registros	Estadio	<i>G. binucleatum</i>	<i>G. lamothei</i>	<i>G. turgidum</i>	<i>Gnathostoma a. sp.</i>
Peces	112	Larvas	47	---	---	65
Anfibios	7	Larva	---	---	---	7
Reptiles	23	Larvas	14	---	1	8
Aves	48	Larvas	18	---	---	30
Mamíferos	54	Larvas	2	2	1	2
		Juveniles	---	1	5	---
		Adultos	6	4	20	11
No Ident	7	Larvas	6	---	---	1
<b>Total</b>	251		93	7	27	124
<b>%</b>	100%		37.05%	2.78%	10.75%	49.40%

### Exploración de nuevas zonas

Se realizaron 10 salidas al campo entre abril de 2004 y agosto de 2007, en 25 localidades de 7 estados de la República Mexicana, en donde se revisaron un total de 705 individuos (Tabla 4).

**Tabla 4. Salidas al Campo**

<b>Fecha de Salida</b>	<b>Localidad</b>	<b>Especies recolectadas</b>
<b>Abril, 2004</b>	<b>Veracruz</b>	
	Laguna Herrera	1 <i>Didelphis marsupialis</i>
	Laguna el Novillero	9 <i>Didelphis marsupialis</i>
	Tlacotalpan	15 <i>Oreochromis niloticus</i>
		17 <i>Gobiomorus dormitor</i>
		9 <i>Cichlasoma urophthalmus</i>
		3 <i>Cichlasoma</i> sp.
		1 <i>Gobiomorus</i> sp.
	Laguna Baja	6 <i>Didelphis marsupialis</i>
	<b>Septiembre, 2004</b>	<b>Campeche</b>
Ciudad. del Carmen		13 <i>Cichlasoma managuense</i>
		10 <i>Cichlasoma</i> sp.
		6 <i>Cichlasoma urophthalmus</i>
<b>Chiapas</b>		
Peñitas		15 <i>Petenia splendida</i>
<b>Colima</b>		
Laguna Amela		31 <i>Hexanematichthyes</i> sp.
<b>Nayarit</b>		
San Blas		26 <i>Cathorops</i> sp.
El Conchal		29 <i>Centropomus</i> sp.
Mextitlan		1 <i>Centropomus</i> sp.
<b>Tabasco</b>		
Ranchería Rivera 3ra		3 <i>Oreochromis niloticus</i>
		1 <i>Atractosteus tropicus</i>
Rio Usumacinta	4 <i>Petenia splendida</i>	
Los Paisa	4 <i>Cichlasoma managuense</i>	
	6 <i>Gobiomorus</i> sp.	
	2 <i>Belonesox belizanus</i>	

---

		3	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>
	Pantanos de Centla	6	<i>Petenia splendida</i>
		1	<i>Cichlasoma managuense</i>
		1	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>
	Rio Jonuta	2	<i>Ictalurus</i> sp.
		1	<i>Rhamdia guatemalensis</i>
	<b>Veracruz</b>		
	Tlacotalpan	4	<i>Oreochromis</i> sp.
		8	<i>Centropomus</i> sp.
		2	<i>Beoenesox belizanus</i>
	Laguna Herrera	40	<i>Oreochromis</i> sp.
		2	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>
		1	<i>Petenia splendida</i>
		1	<i>Gobiomorus</i> sp.
	Catemaco	6	<i>Oreochromis niloticus</i>
<b>Diciembre, 2004</b>	<b>Veracruz</b>		
	Rio Pantepec	1	<i>Gobiomorus</i> sp.
		3	<i>Centropomus</i> sp.
		15	<i>Cichlasoma</i> sp.
		46	<i>Ictalurus</i> sp.
<b>Febrero, 2005</b>	<b>Veracruz</b>		
	Tlacotalpan	2	<i>Didelphis marsupialis</i>
		1	<i>Philander oposum</i>
	La Virgen	1	<i>Procyon lotor</i>
	Laguna Bajada	1	<i>Procyon lotor</i>
	Lago de Catemaco	39	<i>Rhamdia</i> sp.
		29	<i>Oreochromis</i> sp.
<b>Mayo, 2005</b>	<b>Veracruz</b>		
	Lago de Catemaco	15	<i>Ophisternon aenigmaticum</i>
		8	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>
		9	<i>Rhamdia</i> sp.
		1	<i>Oreochromis</i> sp.
		6	<i>Oreochromis niloticus</i>
<b>Agosto, 2005</b>	<b>Tamaulipas</b>		
	Rio Tamesí	44	<i>Gobiomorus dormitor</i>

---

---

		6	<i>Gobiomorus</i> sp.
		1	<i>Tortuga</i>
		5	<i>Litobathes</i> sp.
		11	<i>Mugil</i> sp.
		2	<i>Cyprinus</i>
		23	<i>Oreochromis</i> sp.
	Laguna Chamapayan	58	<i>Gobiomorus dormitor</i>
<b>Septiembre, 2005</b>	<b>Guerrero</b>		
	Laguna de Tres Palos	27	<i>Hexanematichthyes</i> sp.
		3	<i>Gobiomorus</i> sp.
		6	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>
		1	<i>Eleotris picta</i>
<b>Mayo, 2007</b>	<b>Tamaulipas</b>		
	Laguna de Chairel	1	<i>Didelphis marsupialis</i>
	Laguna Champayan	9	<i>Didelphis marsupialis</i>
	Laguna Carpintero	15	<i>Oreochromis niloticus</i>
<b>Agosto, 2007</b>	<b>Veracruz</b>	17	<i>Gobiomorus dormitor</i>
	Lago de Catemaco	9	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>

---

A partir de la revisión del material obtenido en las salidas al campo, se obtuvieron 6 nuevos registros (Tabla 5), los cuales fueron ingresados a la base de Access.

### **Análisis y sistematización de la información**

#### **Distribución actual de *Gnathostoma* sp. en México**

Aún cuando en México se distribuyen tres especies del género, la mayor parte de los registros realizados para este nematodo se han efectuado como *Gnathostoma* sp. (13 estados y 57 localidades), mientras que *G. lamothei* solo ha sido encontrado en 4 localidades de 2 estados. La principal concentración de localidades positivas a la infección por alguna de las especies mexicanas, se encuentra en Tabasco (19 localidades), así como en Oaxaca (16),

Veracruz (15) y Nayarit (13). La cuenca del Río Papaloapan, en la porción que corre por los estados de Oaxaca y Veracruz, es la única zona en la que coinciden las tres especies del género descritas para el país, y es la zona con mayor número de registros (39), seguida por la Presa Cerro de Oro, Oaxaca (17) y por la Laguna de Tres Palos, Guerrero (16).

**Tabla 5. Nuevos Registros**

Hospedero	Localidad	CNHE	Especie de <i>Gnathostoma</i>
<i>Ictalurus furcatus</i>	Temascal	5254	<i>Gnathostoma</i> sp.
<i>Gobiomorus dormitor</i>	Cuenca del Rio Papaloapan	5255	<i>Gnathostoma</i> sp.
<i>Centropomus</i> sp.	Cuenca del Rio Papaloapan (Tlacotalpan)	5132	<i>Gnathostoma</i> sp.
<i>Sciades guatemalensis</i>	Lago de Catemaco**	5129	<i>Gnathostoma</i> sp.
<i>Oreochromis</i> sp.	Laguna Herrera**	ND	<i>Gnathostoma</i> sp.
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacotalpan	5596	<i>Gnathostoma turgidum</i>

ND= No depositado      \*\*Nueva Localidad

El número de hospederos infectados por alguna de las 3 especies asciende a 87, siendo los peces el grupo más numeroso con 42 especies parasitadas pertenecientes a 11 familias. A continuación se ubican las aves (20 especies de 8 familias), los reptiles (11 y 6, respectivamente) y finalmente los mamíferos y los anfibios (con 8/4 y 6/3, respectivamente).

Catorce de las 42 especies de peces pertenecen a la familia Cichlidae, 9 a Eleotridae y 5 a Ariidae, encontrándose parasitadas especies de consumo humano frecuente preparadas como cebiche, tales como *Petenia splendida*, *Oreochromis* spp., *Eleotris picta*, *Dormitator latifrons*, *Cathorops fuerthii*, *Hexanematichthys guatemalensis*, etc. Cichlidae constituye la familia con mayor distribución entre las especies de peces infectadas,

registrándose en 7 estados y 24 localidades; por su parte, los eleótridos han resultado positivos en 8 estados y 15 localidades y los áridos en 6 y 13, respectivamente.

La mayor parte de los hospederos intermediarios o paraténicos están infectados por una sola especie; sin embargo, algunas son parasitadas por dos especies como *Kinosternon integrum* (por larvas de *G. turgidum* y *G. binucleatum*) y *Procyon lotor* (por adultos y larvas de *G. lamothei* y larvas de *G. binucleatum*).

El hospedero definitivo con mayor distribución es *Didelphis virginiana*, que ha sido registrado con la infección en 7 estados y 13 localidades, a continuación se ubica *Didelphis marsupialis* con 5 y 13, finalmente *Procyon lotor* con 3 y 5, respectivamente.

Por el lado de los hospederos intermediarios se encuentran *Gobiomorus dormitor* y *Petenia splendida* en 3 estados y 7 localidades, seguida por *Ictalurus furcatus* en 3 y 6 y *Cathorops fuerthii* en 1 y 4, respectivamente.

A diferencia de las etapas larvarias, los adultos exhiben mayor especificidad hospedatoria, aunque en diferente grado, ya que mientras que *G. lamothei* parasita exclusivamente mamíferos de la familia Procyonidae, *G. turgidum* y *G. binucleatum* han sido recolectados de manera natural en representantes de las familias Didelphidae y Felidae la primera (Caballero y Caballero, 1958; Almeida-Artigas et al., 1993b) y Canidae y Felidae la segunda (Mosqueda-Cabrera et al., 2003; Almeyda-Artigas, 1991). Las especies del género *Gnathostoma* han sido localizadas en ambas costas del país; en la vertiente del Golfo de México, su distribución abarca desde Tamaulipas hasta la Península de Yucatán, mientras que en la costa del Océano Pacífico va del estado de Sinaloa hasta Chiapas. La mayor

concentración de registros se presenta en la región central de los estados de Veracruz y Oaxaca, siendo en esta zona en donde se han encontrado tanto en hospederos intermediarios como definitivos y en etapa larvaria y adulta. En los estados de Tamaulipas, Sinaloa y Michoacán los registros han sido esporádicos y exclusivamente a nivel de larvas (Figura 5).

### **Distribución potencial**

La distribución potencial de la gnatostomiasis considerando a los anfibios como hospederos (Figura 6) incrementa en 7 el número de estados en donde puede encontrarse la infección en ambas vertientes del país: por el Pacífico, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán y Chiapas y por el Atlántico Campeche. Al analizar los resultados obtenidos para los hospederos reptiles (Figura 7) a los 6 estados previamente registrados se adicionan Jalisco, Michoacán, Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

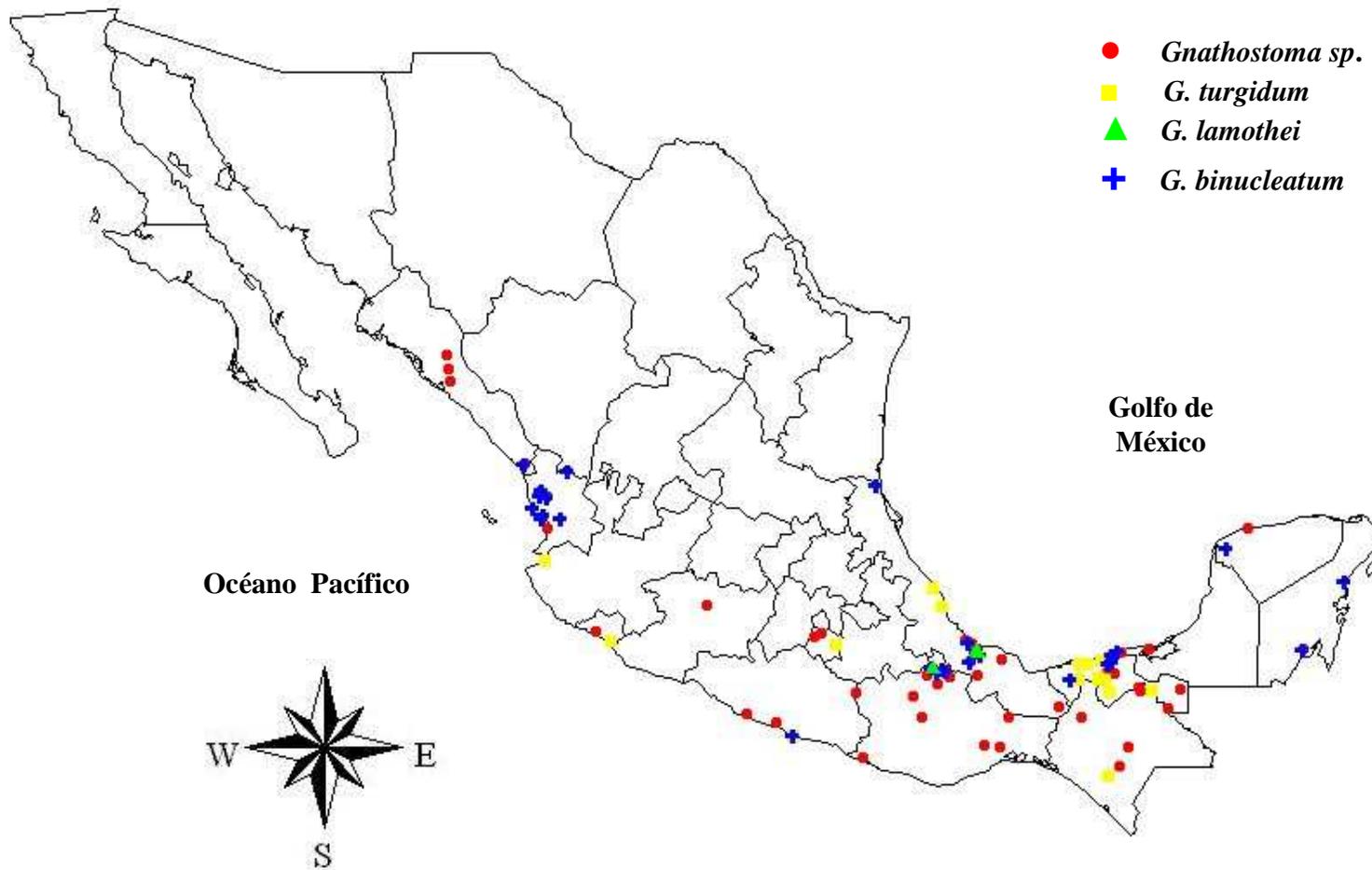
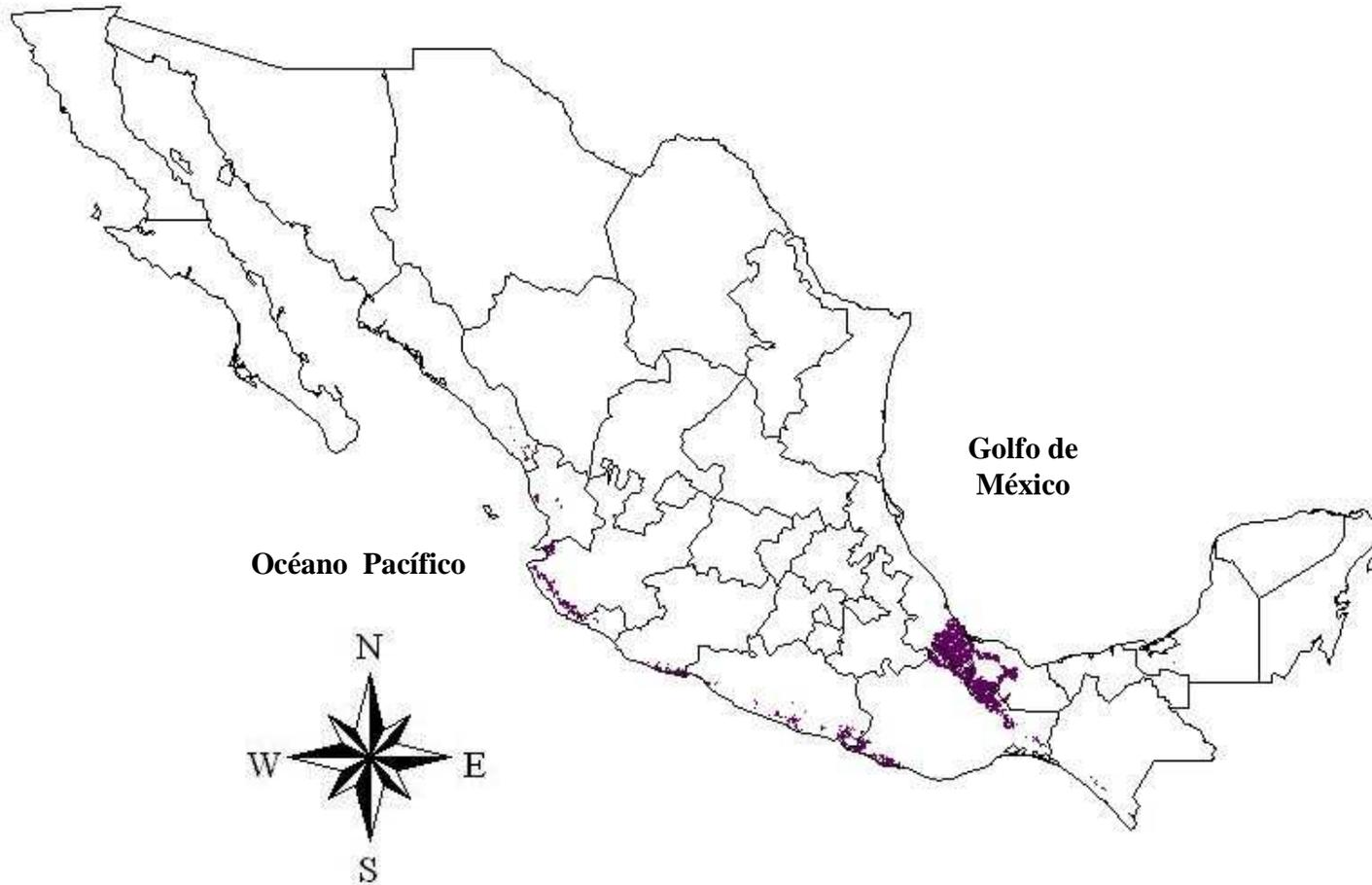


Figura 5 . Mapa de la distribución actual de las especies mexicanas del género *Gnathostoma*.

Al comparar ambos mapas, se observa que para los reptiles en la costa del Océano Pacífico la zona de distribución potencial es casi continua, mientras que en el caso de los anfibios se presentan manchas discontinuas. También es evidente que en estados como Nayarit, Veracruz, Oaxaca y Campeche las zonas abarcan una mayor extensión para la infección en reptiles en comparación con las de anfibios. Ambos mapas coinciden al establecer la zona central de Veracruz y norte de Oaxaca como el área de mayor extensión para detectar la infección, misma que coincide con la distribución actual.

Al modelar la distribución potencial de los nematodos tomando en cuenta a los mamíferos como hospederos definitivos, se observa en el mapa (Figura 8) que la posible área de de distribución aumenta en 10 estados: Durango, Sinaloa, Michoacán, México, Puebla, San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Campeche y Quintana Roo. Por su parte, el modelo de la distribución potencial de la infección en aves (Figura 7) aumento en 14 estados: Chihuahua, Durango, Jalisco, Michoacán, Colima, México, Morelos, Puebla, Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

Cuando comparamos estos mapas, se observa que para las aves, la distribución potencial abarca un área mayor, en zonas como la parte central de Jalisco y Michoacán, Tamaulipas y San Luis Potosí, y la mas evidente en la Península de Yucatán; en el caso de los mamíferos, las zonas con mayor extensión se ubican en los estados de Tabasco y Chiapas. La zona central de Veracruz y norte de Oaxaca sigue presentándose en los 2 modelos como un área con grandes posibilidades para encontrar a estas especies de nemátodos.



**Figura 6. Mapa de Consenso Final de Infección potencial en anfibios**



**Figura 7. Mapa de Consenso Final de Infección Potencial en Reptiles**



**Figura 8. Mapa de Consenso Final de Infección Potencial por adultos en Mamíferos**



**Figura 9 Mapa de Consenso Final de Infección Potencial en Aves**

De acuerdo con el mapa de consenso de la distribución potencial en peces de las especies del género *Gnathostoma* en México (Figura 12), ésta abarca 9 de las 14 provincias distribuidas en las dos regiones (Neártica y Neotropical) y la zona de transición en que se ubica nuestro país (ver Morrone, 2005). En la región Neártica, la Provincia de Sonora es la única incluida; en la región Neotropical abarca las 4 provincias que conforman nuestro país, ubicadas en dos dominios: el Mesoamericano (con las Provincias de la Costa Pacífica Mexicana, Golfo de México y Chiapas) y el Antillano (con la Provincia de Yucatán). Considerando la división política del país, la distribución potencial en la región Neotropical incluye zonas costeras que van desde Nayarit hasta Chiapas, la Península de Yucatán, la porción central de Veracruz y el NE de Oaxaca. Por último, en la Zona de Transición Mexicana la distribución potencial se extiende por las 5 provincias que la conforman: Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico Transmexicano, Cuenca del Balsas y Sierra Madre del Sur. La superficie estimada en la que se localizan las especies del género es de 304 873Km<sup>2</sup>, con una densidad de individuos de 45.76 por cada 10 Km<sup>2</sup>, lo que sugiere que estos nemátodos se encuentran relativamente poco representados en su área de distribución.

La evaluación del área potencial de distribución del género comprende, al menos parcialmente, zonas localizadas dentro de 84 de las 164 regiones terrestres prioritarias definidas por la CONANP. Entre las áreas en las que la probabilidad de encontrar a este nematodo es mayor destacan Meseta Cacaxtla, Otontepec, Sierra de Vallejo, Sierra Manantlán, Montes Azules, Balam Ku, Sian Kaan, entre otras, que se adicionan a las 4 áreas naturales protegidas en las que la gnatostomiasis ha sido efectivamente detectada (El Tepozteco, La Chontalpa, Pantanos de Centla y Laguna de Términos).

En la Tabla 6 se presentan los intervalos, incluyendo promedio y desviación estándar, de los 22 parámetros utilizados para delimitar el nicho ecológico de las especies del género *Gnathostoma* considerando la distribución de los peces; las regiones donde potencialmente se distribuyen dichas especies se ubican en altitudes que oscilan entre 0 y 2913 msnm, con una temperatura media anual de 15-28° C y una precipitación al año de 580-3766 mmhg, entre otras características. El área de distribución potencial abarca un área mayor a la observada en el mapa de distribución actual, ya que a los 13 estados reportados como positivos para la infección por *Gnathostoma* en peces, se agregan 10 estados (Chihuahua, Durango, Jalisco, Guanajuato, México, Morelos, Puebla, San Luis Potosí, Hidalgo y Querétaro).

De manera potencial, la gnatostomiasis afecta a 812 municipios de 25 estados de la República Mexicana, en los que habita una población aproximada de 30 millones de personas (16.40% de la población total en México) (ver Censo de Población y Vivienda, 2005); los estados que presentan una mayor cantidad de población expuesta son: Chiapas (83 municipios), Guerrero (60), Jalisco (37), Michoacán (40), Morelos (17), Oaxaca (202), Puebla (32), Sinaloa (9), Tabasco (13), Veracruz (121) y Yucatán (71), estando en los estados de Oaxaca y Veracruz la mayor cantidad de municipios-población en riesgo

La sobreposición de los mapas de distribución de los casos humanos registrados en México con el de la potencial en peces, exhibe un grado de coincidencia alto, ya que solo 2 de los 10 estados registrados como positivos a la infección en el hombre (Aguascalientes y Baja California) quedan excluidos en la distribución potencial de peces (Figura 12). Los casos humanos reportados han sido en los estados de Sinaloa, Nayarit, Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Tabasco, Tamaulipas, Aguascalientes, Jalisco, Hidalgo y Baja California (Lamothe-Argumedo, 2003)

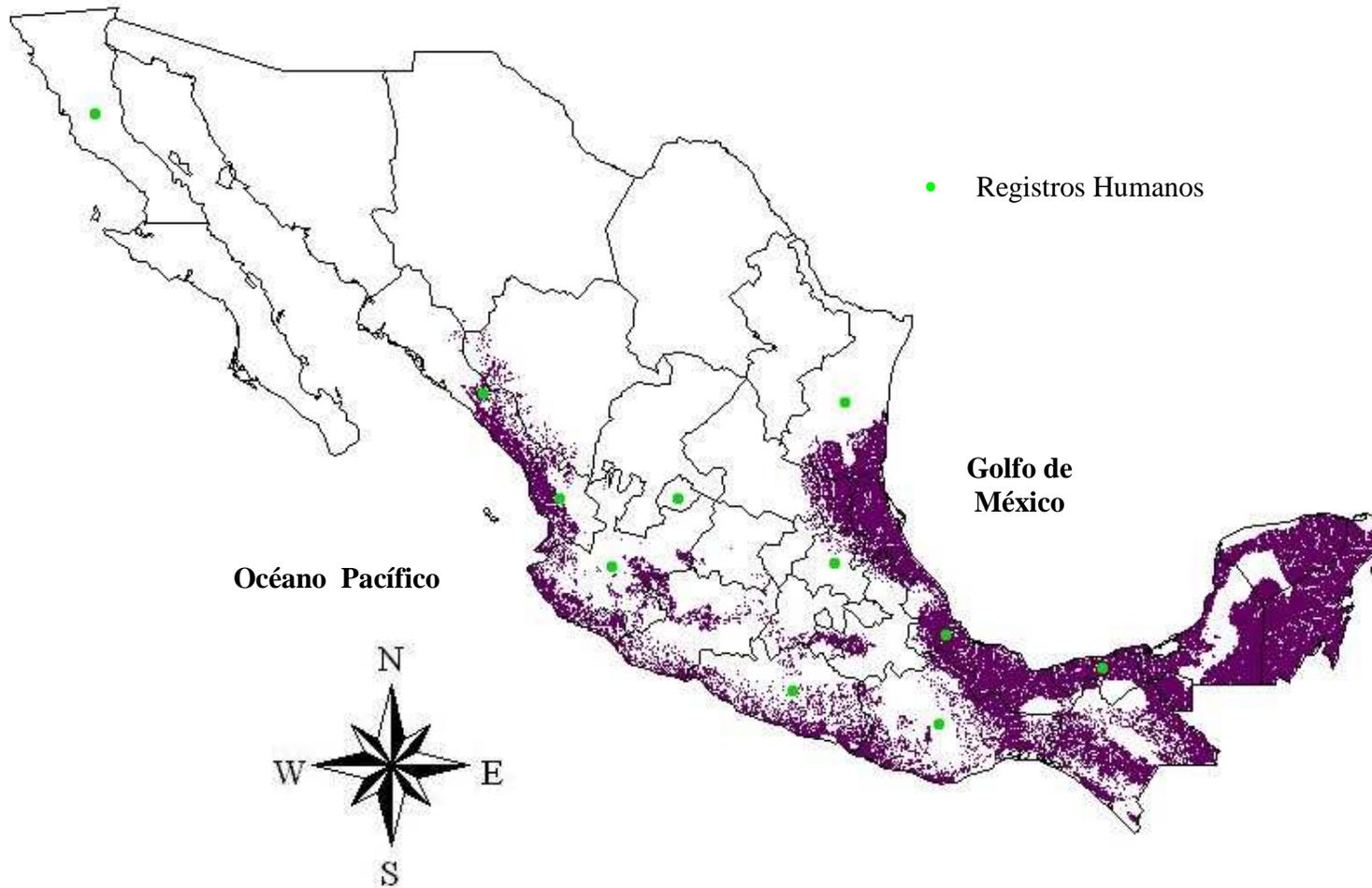


Figura 10 Mapa de Distribución Potencial en Peces y Casos Humanos

**Tabla 6. Intervalo máximo y mínimo de las variables climáticas**

<i>Variable*</i>	<i>Valores</i>	<i>Variables</i>	<i>Valores</i>
tpa	15-28 (21.72 ± 3,04)	pa	580-3766 (1765.58 ± 716.86)
odt	7-17 (11.41 ± 2.19)	ppll	24-183 (95,22 ± 31,64)
iso	460-850 (635.10 ± 69,29)	pps	0-24 (9.93 ± 6.50)
et	189-1419 (718,04 ± 277.39)	ep	44-134 (92,48 ± 20,52)
tmppc	27-36 (31.28 ± 2.49)	pcll	25-28 (26.59 ± 0.77)
tmppf	3-21 (12.31 ± 3.25)	pcs	0-335 (131,60 ± 68,35)
oat	11-26 (18.84 ± 3.74)	pcc	108-1085 (509.76 ± 166,79)
tpcll	17-29 (23.22 ± 3.03)	pcf	1-549 (219,75 ± 139,61)
tpcs	13-28 (20.81 ± 3.06)	h_dem	0-2913 (1219.64 ± 710.81)
tpcc	18-29 (24.21 ± 2.97)	h_slope	0-3026 (486,81 ± 420,17)
tpcf	11-27 (18.97 ± 3.61)	h_topoin	270-1153 (686.06 ± 250.18)

tpa temperatura promedio anual, odt osilación diurna de la temperatura, iso isothermalidad, et estacionalidad de temperatura, tmppc temperatura máxima promedio del periodo más calido, tmppf temperatura máxima promedio del periodo más frio, oat osilación anual de la temperatura, tpcll temperatura promedio del cuatrimestre más lluvioso, tpcc temperatura promedio del cuatrimestre más cálido, tpcf temperatura promedio del cuatrimestre más frio, pa precipitación anual, ppll precipitación del periodo más lluvioso, pps precipitación del periodo más seco, ep estacionalidad de la precipitación, pcll precipitación del cuatrimestre más lluvioso, pcs precipitación del cuatrimestre más seco, pcc precipitación del cuatrimestre más cálido, pcf precipitación del cuatrimestre más frío, h\_dem elevación, h\_slope pendientes, h\_topoin indice topográfico.

## DISCUSIÓN

El género *Gnathostoma* fue registrado por primera vez en México por Caballero y Caballero (1958), quien registró al adulto de *G. spinigerum* (= *G. turgidum* ver Lamothe-Argumedo et al., 1998) en el estómago de un “tlacuache” *Didelphis marsupialis* en Jaltenango, Chiapas. Sin embargo, los 2 primeros casos en el hombre fueron registrados hasta 12 años después (Peláez y Pérez-Reyes, 1970). La información sobre esta nematodiasis fue nula durante los siguientes 19 años (Martínez-Cruz et al., 1989), cuando se describieron numerosos casos de gnatostomiasis humana en la cuenca del Río Papaloapan, entre Oaxaca y Veracruz. En el mismo año se realizó el primer registro de hospederos intermediarios y paraténicos de *Gnathostoma* spp. en México, señalando 4 especies de peces involucradas en la infección en la Presa de Temascal, Oaxaca (Lamothe-Argumedo et al., 1989). A partir de entonces, varios grupos de investigación estudiaron este padecimiento en México, generando un importante acervo de publicaciones en diversas fuentes, no siempre de fácil acceso.

El primer trabajo que recopiló la información sobre la distribución geográfica y hospedatoria de la gnatostomiasis en México fue realizado 40 años después de iniciados los estudios en el campo (Lamothe-Argumedo, 1997). En esta recopilación, se refiere la presencia de 4 especies del género en México (*G. turgidum*, *G. procyonis*, *G. spinigerum* y *G. binucleatum*), así como numerosos registros realizados como *Gnathostoma* sp. En nuestro estudio, los registros realizados originalmente como *G. procyonis* aparecen asignados a la especie *Gnathostoma lamothei* siguiendo el criterio de Bertoni-Ruiz et al. (2005), quienes describieron a esta especie con base en material nuevo y otro previamente identificado como *G. procyonis*; asimismo, el registro de *G. spinigerum* en Lamothe-Argumedo (1997) es referido aquí como *G. turgidum* (ver Lamothe-Argumedo et al., 1998). De esta forma,

actualmente el género en México está representado por 1 especie endémica (*G. lamothei*), una de distribución Panamericana (*G. turgidum*) y otra neotropical (*G. binucleatum*).

Hasta 1997, el número de trabajos publicados sobre gnatostomiasis en México ascendía a 16, conteniendo 53 registros (45 realizados a nivel de larvas y 8 a nivel de adultos). La distribución geográfica abarcada hasta entonces por las especies del género comprendía 6 estados (Veracruz, Oaxaca, Jalisco, Chiapas, Morelos y Tabasco) y 13 localidades. Actualmente, el número de estudios sobre este nematodo en México es de 66 (412.15% más), con 253 registros (que representan un incremento de 488.67% en solo 10 años). La cuenca del Río Papaloapan (Oaxaca-Veracruz) se mantiene como la zona más importante en cuanto al número de localidades positivas a la infección, adicionándose a ésta en los últimos años la región de los Pantanos de Centla, Tabasco. Su distribución ha aumentado notoriamente, ya que a la fecha se encuentra en vertebrados silvestres de 15 estados y 92 localidades (incrementándose en 250% y 707.69%, respectivamente). El mayor número de registros en ambos estudios ha sido realizado para *Gnathostoma* sp., dada la dificultad que representa la diferenciación de las formas larvarias de las 3 especies con bases morfológicas (León-Règagnon et al., 2002).

El número de especies de hospederos parasitados por *Gnathostoma* sp. en los últimos 10 años ha tenido un importante aumento, pasando de 33 en 1997 a 63 en el 2008. No obstante, la composición del espectro hospedatorio de este grupo de nematodos se ha mantenido constante a lo largo de la década, estando conformada principalmente por especies pertenecientes a las familias Cichlidae, Eleotridae y Ariidae ( ver Lamothe-Argumedo, 1997). El cambio a este nivel se presentó con relación a la distribución de las especies de hospederos, ya que anteriormente los cíclidos fueron encontrados positivos en el mayor número de

localidades (2 estados y 5 localidades) y actualmente este sitio lo comparten con los eleotrídos (7 estados y 24 localidades y 8 estados y 15 localidades, respectivamente). Como hospederos intermediarios actualmente destacan *Petenia splendida*, *Gobiomorus dormitor* e *Ictalurus furcatus*, considerando su consumo frecuente en la dieta humana y su amplia distribución geográfica, que para las dos primeras abarca 3 estados y 7 localidades y para *I. furcatus* (3 y 6). En 1997, *P. splendida* fue la única especie registrada como hospedero intermediario en más de un estado de la República.

El conocimiento de la distribución actual de una especie es de gran importancia ya que establece las bases para la realización de modelos predictivos utilizando herramientas como los sistemas de información geográfica, que permiten el modelado de los nichos. Este tipo de modelos es particularmente importante en caso de infecciones parasitarias como la gnatostomiasis, que en la actualidad registra más de 9700 casos humanos en México (Lamothe-Argumedo, 2003). Determinar la distribución potencial de las especies de *Gnathostoma* en nuestro país, basado en la distribución real de las especies, puede servir de guía par dirigir el trabajo de campo hacia sitios específicos en donde todavía no existe una prueba fehaciente de su presencia pero que reúnen las variables ecológicas necesarias para que en ellos se distribuyan.. Adicionalmente, puede utilizarse como una herramienta de prevención que reduzca el riesgo de infección para las poblaciones potencialmente expuestas, mediante el establecimiento de programas de información dirigidos hacia ésta.

El conocer la distribución potencial de la infección en general y en los peces en particular, resulta importante, ya que éstos son la principal y única fuente registrada hasta ahora en México para adquirir la gnatostomiasis; asimismo establecer los lugares en donde potencialmente puede encontrarse la infección en estos hospederos, nos indica que el ciclo de

vida del nemátodo se está cerrando en esas localidades, ya que dichos organismos son vágiles únicamente dentro del cuerpo de agua, es decir, si registramos la infección en peces de alguna zona, podemos inferir que ahí se dio la infección, particularmente si encontramos larvas en peces nativos.

La sobreposición de los mapas de distribución actual y potencial de la gnatostomiasis en peces de México (Figura 13) muestra que el modelado del nicho ecológico que obtuvimos en este estudio se encuentra ampliamente avalado por la distribución real de las especies del género. Lo anterior se sustenta en la inclusión en el mapa potencial de las zonas de infección comprobadas hasta ahora en 13 estados de la República, adicionando 10 estados a este grupo hacia los que el esfuerzo de muestreo deberá dirigirse.

La gnatostomiasis humana se ha convertido en un problema de salud pública, lo cual se ha visto reflejado en el considerable aumento de estudios que se han dirigido hacia estos nemátodos en los últimos diez años por parte de diversos grupos de investigación. Por lo mismo, estudios como el presente, en el que se genera un mapa de la distribución potencial de estos organismos, son de gran importancia. Su difusión adecuada deberá repercutir en al menos 2 campos principales; por un lado, permitirá que las autoridades sanitarias del país tomen medidas para prevenir a la población sobre el riesgo de ingerir pescado crudo producido en determinadas zonas o bien, proveniente de otras en las que se pueda presentar esta parasitosis. Por otro lado, la prevención puede incidir sobre aspectos los relacionados con la toma de decisiones para el traslado y siembra de especies de peces, pudiendo evitarse la misma en regiones en las que existen las características climáticas y fisiográficas propicias para el establecimiento del parásito, pero no las especies de peces mas frecuentemente involucradas en la infección.

Es importante tener en cuenta que los mapas obtenidos son escenarios generados, en donde se reúnen las características climáticas y fisiográficas necesarias para la presencia de las especies, pero es probable que la realidad no se apegue por completo al modelo, ya que la presencia de un especie depende de su historia, de factores actuales que afectan a sus poblaciones y del tiempo y condiciones del entorno (Guisan y Zimmerman 2000; Pertejohn 2001).

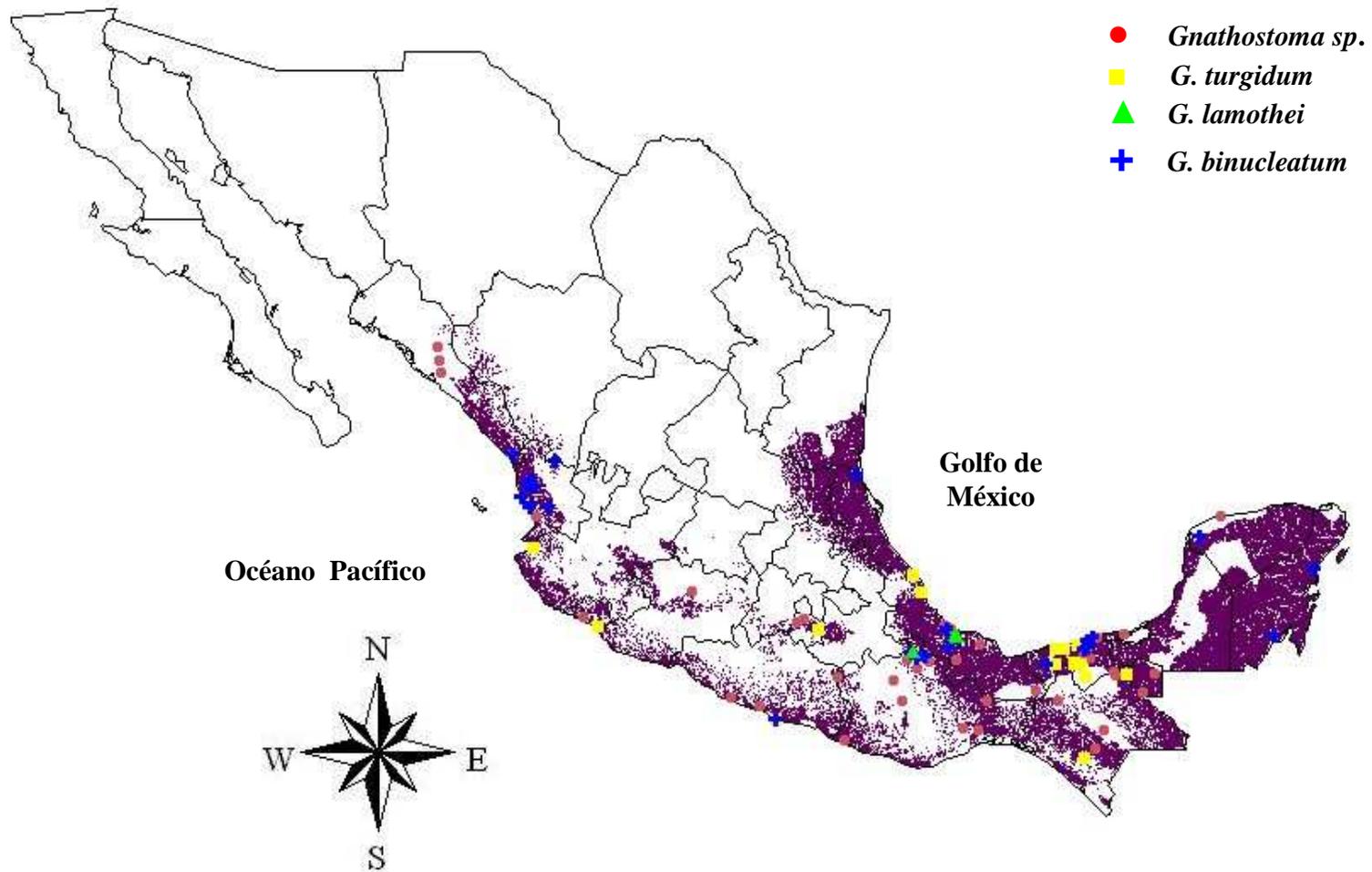


Figura 11 Mapa de Distribución Potencial en Peces y distribución real

## CONCLUSIONES

La distribución real de la gnatostomiasis en México comprende 92 localidades de 15 estados de la República.

La especie de este género con mayor distribución en el país es *G. binucleatum*, que ha sido colectada en 9 estados y 27 localidades, seguida por *G. turgidum* en 8 y 19 y finalmente por *G. lamothei* en 2 y 4.

La mayor cantidad de localidades positivas a la infección se presenta en la cuenca del Papaloapan, único sitio donde coincide la distribución de las tres especies mexicanas del género.

El número de hospederos infectados por alguna de las 3 especies asciende a 87, de ellas, 42 pertenecen al grupo de los peces, 20 al de las aves, 11 a los reptiles, 8 a los mamíferos y 6 a los anfibios.

Catorce de las 42 especies de peces pertenecen a la familia Cichlidae, 9 a Eleotridae y 5 a Ariidae, encontrándose parasitadas especies de consumo humano frecuente preparadas como cebiche.

La recopilación de registros de *Gnathostoma* spp. nos proporciona la información mas completa de las localidades y hospederos que han sido registrados

Es necesario contar con información completa y confiable que nos permita identificar las zonas de presencia de las especies de éste nematodo.

Se obtuvo un modelo de nicho potencial por cada una de las clases de hospederos que parasitan estos nemátodos, los cuales coinciden en mostrar a la zona central de Veracruz y norte de Oaxaca como las más importantes para la posible distribución del nematodo.

Se hizo énfasis en los registros realizados en peces, por que éstos constituyen la única fuente de infección de los casos de gnatostomiasis humana registrados en México hasta la fecha.

La distribución potencial en peces abarca 9 provincias de las regiones neártica, neotropical y la zona de transición y 84 de las 164 áreas naturales protegidas definidas por la CONANP.

La superficie estimada en la que se podría localizar al nematodo es de 304 873Km<sup>2</sup>, con una densidad de individuos de 45.76 por cada 10 Km<sup>2</sup>.

Las especies de éste género se ubican en altitudes que oscilan entre 0 y 2913 msnm, con una temperatura media anual de 15-28° C y una precipitación al año de 580-3766 mmhg, entre otras características

De manera potencial, la gnatostomiasis afecta a 812 municipios de 25 estados de la República Mexicana, lo que corresponde al 16.40% de la población total en México.

El modelado espacial nos da información sobre áreas que cumplen con las características en donde pueden encontrarse las especies de *Gnathostoma*, pero no necesariamente se encuentran en dichas áreas.

El conocer la distribución potencial del género *Gnathostoma*, permitirá dirigir los esfuerzos de muestreo a éstas zonas; ésta información también puede ser utilizada para la toma de decisiones como el traslado y siembra de las especies que intervienen en el ciclo de vida de éste gusano.

## LITERATURA CITADA

- Acosta-Hernández, V. A. 1998.** Estudio de la armadura cuticular de larvas de tercer estadio avanzado y formas adultas de *Gnathostoma binucleatum* Almeyda-Artigas, 1991 (Nematoda: Spirurida) de la parte baja de la Cuenca del Río Papaloapan Oaxaca-Veracruz, por microscopía electrónica de barrido. Informe de Servicio Social, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México, D.F., México. 32 p.
- Anderson, P.A., D. Lew y T. A. Peterson. 2003.** Evaluating predictive models of species distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling*. 162:211-232.
- Anderson, R., M. Gómez-Laverde, T. Peterson, 2002.** Geographical distributions of spiny pocket mice in South America: insights from predictive models. *Global Ecology and Biogeography*. 11:131-141.
- Almeyda-Artigas, R. J. 1991.** Hallazgo de *Gnathostoma binucleatum* n. sp. (Nematoda: Spirurida) en felinos silvestres y el papel de peces dulceacuícolas y oligohalinos como vectores de la gnatostomiasis humana en la Cuenca baja del Río Papaloapan, Oaxaca-Veracruz, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, Universidad Nacional Autónoma de México 18: 137-155.

**Almeyda-Artigas, R. J., M. Anayar y R. M. Linas. 1993(a).** Distribución nuclear intestinal comparada de larvas de tercer estadio de *Gnathostoma binucleatum* Almeyda-Artigas, 1991 (nematoda), de distintos vertebrados de la parte baja de la Cuenca del Papaloapan, Veracruz. Resúmenes de XII Congreso Nacional de Zoología, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas p.24.

**Almeyda-Artigas, R. J., M. D. Bargues y S. Mas-Coma. 2000.** ITS-2 rDNA sequencing of *Gnathostoma* species (Nematoda) and elucidation of the species causing human Gnathostomiasis in the Americas. *Journal of Parasitology* 83: 537-544.

**Almeyda-Artigas, R. J., V. Acosta, L. Alonzo, M. Castañeda y V. Zarate. 1994.** First record of *Gnathostoma procyonis* Chandler, 1942 in Mexico, and a note on larval *G. binucleatum* Almeyda-Artigas, 1991 (Nematoda: Spirurida). *Research and Reviews in Parasitology* 54: 93-98.

**Almeyda-Artigas, R. J., V. A. Acosta-Hernández, L. Alonzo-Díaz, M. Castañeda-Sánchez, V. R. Zárate-Ramírez. 1993(b).** Helmintofauna de *Procyon lotor hernandenzi* de Tlacotalpan Veracruz. Resúmenes de XII Congreso Nacional de Zoología. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas p.24.

**Almeyda-Artigas, R., M. A. Mosqueda-Cabrera, V. A. Acosta-Hernández, L. Alonso-Díaz, M. Castañeda-Sánchez y V. Zárate-Ramírez. 1995.** Desarrollo larvario experimental de *Gnathostoma procyonis* Chandler, 1942 (Nematoda: Spirurida) de las inmediaciones de Tlacotalpan, Veracruz. Resúmenes de XIII Congreso Nacional de Zoología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Facultad de Biología. p 3.

**Almeyda-Artigas, R. J. M.A. Mosqueda-Cabrera, E. Sánchez-Núñez, L. Alonso-Díaz, M. Castañeda-Sánchez, D. Amaya-Huerta. 1996.** Desarrollo larvario de *Gnathostoma binucleatum* Almeyda-Artigas, 1991 (nematoda: Spirurida), causante de la gnathostomosis humana en México. Memorias del XII Congreso de Parasitología CONAPAR'96. p37.

**Alonso-Díaz, L. 1998.** Ciclo de vida experimental de *Gnathostoma procyonis* Chandler, 1942 (Nematoda: Spirurida) de *Procyon lotor hernandezii* (Carnívora: Procyonidae) en las cercanías de Tlacotalpan, Veracruz. Informe de Servicio Social, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México, D.F., México. 38 p.

**Álvarez-Guerrero, C. 2000.** Estudio de la Gnathostomiasis en el Estado de Nayarit. Tesis Maestría, Universidad de Colima. Colima, Colima, México. 73 p.

**Álvarez-Guerrero, C. y F. Alba-Hurtado. 2007.** Estuarine fish and turtles as intermediate and paratenic hosts of *Gnathostoma binucleatum* in Nayarit, Mexico. Parasitology Research 102: 117-122.

**Álvarez-Guerrero, C. y R. Lamothe-Argumedo. 2000.** Larvas de *Gnathostoma* sp. en peces estuarinos de Nayarit, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoolología 71: 179-184.

**Alvarez-Guerrero, C., R. Lamothe-Argumedo and K. Mejía-Martínez, 2003.** Intermediate Host of *Gnathostoma binucleatum* in Nayarit State, México, 4th Seminar on Food-and Water-borne Parasitic Zoonoses 2nd International Meeting on Gnathostomiasis Joint. International Tropical Medicine Meeting 2003 Thailand. 105p.

**Anderson, R. y E. Martínez-Meyer. 2004.** Modeling species geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation*. 116:167-179.

**Anderson, R., D. Lew y A. Peterson. 2003.** Evaluating predictive models of species distributions criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling* 162: 211-232.

**Bertoni-Ruiz, F. 2001.** Gnathostomiasis en vertebrados silvestres de la laguna de Tres Palos, Acapulco, Guerrero. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México Biología. 62p.

**Bertoni-Ruiz, F., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia y V. León-Regagnòn. 2005.** A new species of *Gnathostoma* (Nematoda: Gnathostomatidae) in *Procyon lotor hernandenzii* from México. *The Journal of Parasitology*. 91(5): 1143-1149p.

**Bertoni-Ruiz F., 2006.** Análisis filogenético del género *Gnathostoma* Owen, 1836 (Nematoda: Gnathostomatidae). Tesis Maestría. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 113pp.

**Bravo-Hollis, M. y J. Caballero-Deloya. 1973.** Catálogo de la Colección Helmintológica del Instituto de Biología. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Publicaciones Especiales 2. México, D. F. 138 p.

**Caballero y Caballero, E., 1958.** Estudios helmintológicos de la región oncocercosa de México y de la República de Guatemala. Nematoda. 10a parte. Anales de la Escuela de Ciencias Biológicas. IX (1-4): 61-76.

**Caballero-García, M. L., R. J. Almeyda-Artigas, M. A. Mosqueda-Cabrera y E. Jiménez-Cardoso. 2007.** Protein profile analysis from advanced third-stage larvae (AdvL<sub>3</sub>) and adult worms of *Gnathostoma binucleatum* (Nematoda: Spirurida). Parasitology Research 100: 555-560.

**Cabrera-Guzmán, E. 2002.** Comunidades de helmintos parásitos de *Rana forreri* Boulenger, 1883 (Amphibia: Ranidae) en dos localidades del Municipio de Acapulco, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 137pp.

**Carranza-Calderón, L. 2000.** Crecimiento y desarrollo de *Gnathostoma* spp. (Nematoda: Spirurida) in vitro: de larva de tercer estadio avanzado a fase adulta. Informe de Servicio Social, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México, D.F.,

México. 47 p.

**Cruz-Reyes, A., A. Zepeda-Rodríguez, A. Pérez-Torres y J. Baquera-Hereida 1997.**

Hallazgo de un adulto hembra de *Gnathostoma* sp. (Nematoda: Spirurida) en el estómago de *Didelphis virginiana* (Marsupialia: Didelphidae) del municipio de Colima, Colima, México. Resúmenes del primer encuentro México-Japón sobre Gnathostomiasis. Culiacán, Sinaloa.

**Díaz-Camacho, S. P., H. Akahane, M. Zazueta, E. Ponce, I. Osuna, S. Bayliss, J. Baquera,**

**A. Flores, R. Castro. 1996.** Epidemiología y diagnóstico de gnathostomosis en la zona centro de Sinaloa, México Memorias del XII Congreso de Parasitología CONAPAR'96. p36.

**Díaz-Camacho, S. P., K. Willms, M. Zazueta-Ramos, M. C. De la Cruz-Otero, Y. Nawa y**

**H. Akahane. 2002.** Morphology of *Gnathostoma* spp. isolated from natural hosts in Sinaloa, Mexico. Parasitology Research 88: 639-645.

**Earth Resources Observation and Science (EROS). 2006.** HYDRO1k Database.[en línea].

Disponible en: <http://edc.usgs.gov/products/elevation/gtopo30/hydro/index.html>.

**Gallegos-Torres, F. 2002.** Estudio de algunos aspectos del ciclo de vida de *Gnathostoma*

*turgidum* Stossich, 1902 (Nematoda: Gnathostomatidae) en algunas localidades del estado de Tabasco. Tesis Licenciatura, División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. 64 p.

- Gaspar-Navarro, J. 2004.** Contribuciones al ciclo de vida de *Gnathostoma* sp. I. (Nematoda: Spirurida) y su papel e la transmisión de la gnatostomiasis humana en la parte baja de la Cuenca del Río Papaloapan. Informe de Servicio Social, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México, D.F., México. 50 p.
- García-Magaña, L., S. López-Jiménez, 1998.** Primer registro de *Gnathostoma turgidum* en *Didelphis marsupialis* en el estado de Tabasco. Memoria XIII Congreso Nacional de Parasitología CONAPAR'98. Universidad Autónoma de Zacatecas. 84p.
- García-Márquez, L. J. 2005.** Estudio de la Gnatostomiasis en el Estado de Colima, México. Tesis Doctorado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia, Universidad de Colima. Tecomán, Colima, México. 102 p.
- García-Márquez, L. J., S. P. Díaz-Camacho, y D. Osorio-Sarabia. 2001.** Reacción inflamatoria causada por larvas de *Gnathostoma* sp. (Nematoda: Gnathostomatidae) en músculos de aves ictiófagas de México. *Veterinaria, México* 32: 265-270.
- García-Prieto, L., F. Bertoni-Ruiz, D. Osorio-Sarabia, V. León-Règagnon, R. Lamothe-Argumedo y H. Akahane. 2003.** Gnathostomiasis in Tres Palos Lagoon, Acapulco, Mexico. *Bulletin of Central Research Institute, Fukuoka University, Serie E: Interdisciplinary.* 1(E): 207-212.
- Guisan, A., N. E. Zimmerman. 2000.** Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling.* 135:

**Hernández-Gómez, R. E. 2007.** Estudio prospectivo de la larva LA3 de *Gnathostoma* spp. (Nematoda: Gnathostomatidae) en peces hospederos intermediarios de importancia comercial en la cuenca del Río Usumacinta, Tabasco, México. Tesis Licenciatura, División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. 83 p.

**Hernández-Viciconti, M. E.1992.** Identificación del tercer estadio larvario de *Gnathostoma* sp. en peces cíclidos, de la presa "Presidente Miguel Alemán", Temascal, Oaxaca. Informe de Servicio Social, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México, D.F., México. 45 p.

**Hijmans, R. J., S. E. Cameron, , J. L., Parra, P.G. Jones y A. Jarvis. 2004.** The WorldClim interpolated global terrestrial climate surfaces. Versión 1.3 Disponible en <http://www.worldclim.org>.

**Holland, J. H. 1975.** Adaptation in natural and artificial system: an introductory análisis with applications to biology, control and artificial intelligence. University of Michigan Press. 183Pp.

**Hutchinson, G. E. 1981.** Introducción a la ecología de poblaciones. Edit. Blume. España. 492p.

**Instituto Nacional de Geografía y Estadística. 2008.** Censo de población y vivienda 2005, [en línea]. México. Disponible en: <http://www.inegi.gob.mx>. [2008, 3 de junio].

**Kifune, T., R. Lamothe-Argumedo, L. García-Prieto, A. Ocegüera-Figueroa. y V. León Règeignon. 2004.** *Gnathostoma binucleatum* (Spirurida: Gnathostomatidae) en peces dulceacuícolas de Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical* 52: 371-376.

**Koga M., S., H. Akahane, R. Lamothe-Argumedo., D. Osorio-Sarabia, L. García-Prieto, J. M. Martínez-Cruz, S. P. Díaz-Camacho y K. Noda. 2000.** Surface ultrastructure of larval *Gnathostoma* cf. *binucleatum* from Mexico. *Comparative Parasitology* 67: 244-249.

**Lamothe-Argumedo, R. 1997.** Hospederos definitivos e intermediarios y paraténicos de *Gnathostoma* en Veracruz y Oaxaca, México. *Cuadernos Mexicanos de Zoología*. 3(1):22-28.

**Lamothe-Argumedo, R. 2002.** La Gnatostomiasis en México. *Biodiversitas* 7(45): 13-15.

**Lamothe-Argumedo, R. 2003.** La Gnathostomiasis en México: un problema de salud pública. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie*. 74(1):99-103.

**Lamothe-Argumedo, R. y D. Osorio-Sarabia. 1998.** Estado actual de la gnatostomiasis en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 69(1): 23-37.

**Lamothe-Argumedo, R., H. Akahane, D. Osorio-Sarabia, L. García-Prieto. 1998.** Hallazgo de *Gnathostoma turgidum* en *Didelphis virginiana* de Temazcal, Oaxaca,

México. Anales del Instituto de Biología Serie Zoología. 69(2):225-229.

**Lamothe-Argumedo, R., R. Medina-Vences, S. López-Jiménez, L. García-Prieto. 1989**

Hallazgo de la forma infectiva de *Gnathostoma* sp., en peces de Temascal, Oaxaca, México. Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología. 60(3):311-320.

**Landata-Zarzosa y Núñez-Andrés. 2004.** Sistemas de Información Geográfica. Prácticas con ArcView. Alfa Omega Editor. México. 226pp.

**León-Règagnon, V., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia y A. Jiménez-Ruiz. 2000.**

Gnathostomosis in fish from Tres Palos Lagoon, Guerrero, Mexico. Emerging Infectious Diseases 6: 430.

**León-Règagnon, V., D. Osorio-Sarabia, L. García-Prieto, R. Lamothe-Argumedo, F.**

**Bertoni-Ruiz y A. Ocegüera-Figueroa. 2005.** New host records of the nematode *Gnathostoma* sp. in Mexico. Parasitology International 54: 51-53.

**León-Règagnon V., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia, H. Akahane, R, Lamothe-**

**Argumedo, M. Koga, M. Messina-Robles, C. Alvarez-Guerrero. 2002.** Study of the ethiological agent of gnathostomosis in Nayarit, México. Parasitology International. 51: 201-204.

**León-Règagnon, V., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia, E. Martínez-Salazar, A.**

**Ocegüera-Figueroa, R. Lamothe-Argumedo, S. Díaz-Camacho, S. Nuamtanong, J.**

- Waikagul, H. Akahane y R. Lazo. 2003.** Molecular Systematics of *Gnathostoma* spp. Bulletin of Central Research Institute, Fukuoka University, Serie E: Interdisciplinary. 1(E): 237-247.
- López-Jiménez, S. 2001.** Estudio parasitológico de los peces de Aguas Dulces del estado de Tabasco Gaceta Regional del SIGOLFO. 3(9):8-10.
- López-Jiménez, S. y L. García-Magaña. 2000.** Estudio de larvas de *Gnathostoma* sp. en tres especies de peces de los Pantanos de Centla, Tabasco, México. Universidad y Ciencia 16: 41-48.
- Martínez-Cruz J.M., S.R. Bravo, P.A. Aranda, M.R. Martínez. 1989.** La Gnatostomiasis en México. Revista de Salud Pública Mexicana 31: 541-549.
- Martínez-Meyer E., A. T. Peterson y W.W. Hargrove, 2004.** Ecological niches as stable distributional constraints on mammals, with implications for Pleistocene Extinctions. Global Ecology and Biogeography. 13: 305-314.
- Martínez-Salazar, E. A. y V. León-Règagnon. 2005.** Confirmation of *Gnathostoma binucleatum* **Almeyda-Artigas, 1991.** Advanced third-stage larvae in Tres Palos Lagoon, México, by morphological and molecular data. Journal of Parasitology 91: 962-965.
- Miyazaki, I. 1991.** Helminthic Zoonoses/Gnathostomiasis. International Medical Foundation of Japan, Tokyo. 370-494p.

**Monet-Mendoza, A, D. Osorio-Sarabia, y L. García-Prieto. 2005.** Helminths of the Virginia opossum *Didelphis virginiana* (Mammalia: Didelphidae) in Mexico. The Journal of Parasitology. 91(1):213-219.

**Morrone, J.J., 2005.** Hacia una síntesis biogeográfica de México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 76(2):207-252.

**Mosqueda-Cabrera, M. A. 2003.** Caracterización y diferenciación sistemática de especies mexicanas del género *Gnathostoma* (Nematoda: Spirurida: Gnathostomatoidea) parásitas de mamíferos carnívoros de la parte baja de la cuenca del Río Papaloapan, Oaxaca-Veracruz. Tesis Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 91 p.

**Mosqueda-Cabrera, M.A., R.J. Almeyda-Artigas, G. Ramírez-Eslava y A. Aguilar-Galindo, 2001.** Ciclos de vida natural y experimental de *Gnathostoma binucleatum* Almeida-Artigas, 1991 (nematoda: Spirurida) en las inmediaciones de la laguna de Agua Brava, Nayarit, México. Programa y memorias de Gnathostomiasis III. Encuentro Nacional. 67-68p.

**Oceguera-Figueroa, A. 2002.** Determinación morfológica y molecular de larvas de *Gnathostoma* sp. (Nematoda: Gnathostomatidae) de peces de consumo humano de diversas localidades de México. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 67 p.

**Ortiz-Nájera, H. E. 2002.** Sistematización del catálogo bibliográfico accesorio en apoyo a la "Colección de referencia taxonómica para el diagnóstico de las gnathostomosis animal y humana en América" mantenida por el LSAYPM. Informe de Servicio Social, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México, D.F., México. 40 p.

**Osorio-Sarabia D., L. García-Prieto y V. León-Règagnon. 1997-1999.** Guerrero, Zona endémica de gnathostomosis. Memorias I y II encuentro Nacional sobre Gnathostomosis, Culiacán Sinaloa, México.

**Osorio-Sarabia D., A. Ocegüera F., L. García P., R. Lamothe-Argüedo., and H. Akahane. 2003.** Gnathostomiasis in Papaloapan River Basin, Mexico. Bulletin of Central Research Institute, Fukuoka University, Serie E: Interdisciplinary. 1(E): 213-219.

**Peláez, D. y D. Pérez-Reyes. 1970.** Gnatostomiasis humana en América. Revista Latinoamericana de Microbiología 12: 83-91.

**Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia y V. León-Règagnon. 1996.** Listados Faunísticos de México VI. Helmintos parásitos de peces de aguas continentales de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 100 p.

**Peterjohn, B. G. 2001.** Some considerations on the use of ecological models to predict species geographic data completeness. Ecological Modelling. 117: 159-164.

**Peterson A. T. y C.R. Robins. 2003.** Using ecological-niche modeling to predict barred owl invasions with implications for spotted owl conservation. *Conservation Biology*. 17:1161-1165.

**Peterson, A. T., C. Martínez-Campos, Y. Nakazawa y E. Martínez-Meyer. 2005.** Time-specific ecological niche modeling predicts spatial dynamics of vector insects and human dengue cases. *Transaction of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 99:647-655.

**Peterson, A. T., V. Sánchez-Cordero, B. Beard y J. Ramsey. 2002.** Ecologic niche modeling and potencial reservoirs for chagas disease, Mexico. *Emerging Infectious Diseases*. 8: 662-667.

**Saldaña-Martínez, G. 1992.** Identificación y comparación del estado adulto de *Gnathostoma* sp. (Nematoda: Spirurida) en la presa "Presidente Miguel Alemán" en Temascal, Oaxaca. Informe de Servicio Social, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México, D.F., México. 49 p.

**Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza, E. Soto-Galera, J. M., Caspeta-Mandujano, G. Moreno-Navarrete, P. Sánchez-Nava, R. y Aguilar-Aguilar. 2001.** A Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from the Lerma-Santiago River Basin, Mexico. *Comparative Parasitology* 68: 204-218.

**Sánchez-Cordero, V., A. Peterson, E. Martínez-Meyer y R. Flores. 2005.** Distribución de roedores reservorios del virus causante del síndrome pulmonar por hantavirus y

regiones de posible riesgo en México. *Acta Zoológica Mexicana*. 21(3):79-91.

**Sánchez-Miranda, E. 2001.** Contribuciones a los ciclos de vida natural y experimental de *Gnathostoma turgidum* Stossich, 1902 (Nematoda: Spirurida) – de tlacuaches mexicanos y cultivo de su estadio larvario tercero temprano. Informe de Servicio Social, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México, D.F., México. 61 p.

**Sánchez-Núñez, E. 1992.** Ciclo de vida natural y experimental de *Gnathostoma turgidum* Stossich, 1902, nematodo parásito de marsupiales en Temascal, Oaxaca II. Tercer estadio natural y redescrición de la fase juvenil y adulto. Servicio Social, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México, D.F., México. 63 p.

**Stockwell, D. y Peters, D. 1999.** The GARP modelling system: problems and solutions to automate spatial prediction. *International Journal of Geographical Information Science*. 13:143-158.

**Stockwell, D. and I. R. Noble. 1991.** Induction of set rules from animal distribution data: a robust and informative method of data analysis: *Mathematical and Computer Simulation*. 32:249-254.

**Vidal-Martinez, V. M. y C. Kennedy. 2000.** Zoogeographical determinants of the composition of the Helminth fauna of Neotropical Cichlid fish, in: *Metazoan parasites in the neotropics: a systematic and ecological perspective*. G. Salgado-Maldonado, A. N. García-Aldrete, and V. M. Vidal-Martínez (eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. p. 227-290.

**Violante-González, J. y L. Aguirre-Macedo. 2007.** Metazoan parasites of fishes from Coyuca Lagoon, Guerrero, Mexico. *Zootaxa* 1531: 39-48.

**Zárate-Ramírez, V. R. 1998.** Estudio de los diferentes estadios del ciclo de vida natural y experimental de *Gnathostoma* sp. (Nematoda: Spirurida: Gnathostomatidae) de *Philander opossum* (Linnaeus, 1758) (Marsupialia: Didelphimorphia: Didelphidae) de las inmediaciones de Tlacotalpan, Veracruz. I.- Microscopía óptica convencional y II.- Microscopía electrónica de barrido”. Informe de Servicio Social, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México, D.F., México. 57 p.

# ANEXO I

**Tabla 7 *Gnathostoma* spp. en México**

<b>Especie de <i>Gnathostoma</i></b>	<b>Hospederos</b>	<b>Localidades</b>	<b>Referencia</b>	
<b><i>G. binucleatum</i> (Adultos)</b>	<b>Mamíferos</b> <b>Canidae</b>	<b>Nayarit</b>		
		<i>Canis lupus</i>	Estero Rosamorada, Laguna de Agua Brava	Mosqueda-Cabrera et al. (2001)
		<b>Oaxaca</b>		
		<i>Canis lupus</i>	Presa de Temascal	León-Règagnon et al. (2005)
		<b>Tabasco</b>		
	<i>Canis lupus</i>	Pantanos de Centla	Caballero-García et al. (2007)	
	<b>Veracruz</b>			
	<i>Canis lupus</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)	
	<b>Felidae</b>			
	<i>Felis pardalis</i>	Presa de Temascal	Almeyda-Artigas (1991); Almeyda-Artigas et al., (1995)	
		<b>Veracruz</b>		
<i>Felis silvestris</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Almeyda-Artigas et al. (1996)		
<b><i>G- binucleatum</i> (L<sub>3</sub>A*)</b>		<b>Nayarit</b>		
	Hospedero indeterminado	Vado de Chacalillas	Ortíz-Nájera (2002)	
	Hospedero indeterminado	Laguna de Agua Brava (San Blas)	Ortíz-Nájera (2002)	
	Hospedero indeterminado	Tepic	Ortíz-Nájera (2002)	
		<b>Tabasco</b>		
	Hospedero indeterminado	Nueva Esperanza	Ortíz-Nájera (2002)	
	Hospedero indeterminado	La Esperanza	Ortíz-Nájera (2002)	
	Hospedero indeterminado	Puerto Escondido	Ortíz-Nájera (2002)	
		<b>Peces</b>	<b>Quintana Roo</b>	
	Pez indeterminado	Cenote Azul (Bacalar)	Vidal-Martínez y Kennedy (2000)	
	Pez indeterminado	Cenote Cabañas	Vidal-Martínez y Kennedy (2000)	
		<b>Yucatán</b>		
Pez indeterminado	Cenote Chek-Há	Vidal-Martínez y Kennedy (2000)		

---

***G- binucleatum* (L<sub>3</sub>A)**

<b>Ariidae</b>	<b>Guerrero</b>	
<i>Sciades guatemalensis</i>	Laguna de Tres Palos	Martínez-Salazar y León-Règagnon (2005)
	<b>Nayarit</b>	
<i>Cathorops fuerthii</i>	Laguna de Agua Brava (Estero Rosamorada)	León-Règagnon et al. (2002)
<i>Cathorops fuerthii</i>	Boca Camichin	Alvarez-Guerrero et al. (2003)
<i>Sciades guatemalensis</i>	Estero Rosamorada, Laguna de Agua Brava	Mosqueda-Cabrera et al. (2001)
	<b>Veracruz</b>	
<i>Cathorops melanopus</i>	Laguna de Alvarado	Pérez-Ponce de León et al. (1996)
<i>Cathorops melanopus</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Pérez-Ponce de León et al. (1996) Lamothe-Argumedo (1997);
<b>Centropomidae</b>	<b>Veracruz</b>	
	Laguna de Alvarado	Pérez-Ponce de León et al. (1996)
	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Pérez-Ponce de León et al. (1996); Lamothe-Argumedo (1997); Mosqueda-Cabrera (2003)
<b>Cichlidae</b>	<b>Guerrero</b>	
<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	Laguna de Tres Palos	Martínez-Salazar y León-Règagnon (2005)
	<b>Nayarit</b>	
<i>Cichlasoma beani</i>	Presa de Aguamilpa	León-Règagnon et al. (2005)
	<b>Oaxaca</b>	
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	Presa de Temascal	Almeyda-Artigas (1991)
<i>Oreochromis aureus</i>	Presa de Temascal	Almeyda-Artigas (1991)
<i>Oreochromis mossambicus</i>	Presa Cerro de Oro	Oceguera-Figueroa (2002)
<i>Oreochromis mossambicus</i>	Presa de Temascal	Almeyda-Artigas (1991)
<i>Oreochromis niloticus</i>	Presa de Temascal	Almeyda-Artigas (1991)
<i>Petenia splendida</i>	Presa de Temascal	Almeyda-Artigas (1991); Pérez-Ponce de León et al. (1996); Lamothe-Argumedo (1997); Almeyda-Artigas et al. (2000);

---

**G- binucleatum (L<sub>3</sub>A)**

<i>Petenia splendida</i>	San Pedro Ixcatlán (Temascal)	Oceguera-Figueroa (2002)
<i>Petenia splendida</i>	Presa Cerro de Oro	Oceguera-Figueroa (2002)
<i>Vieja fenestrata</i>	Presa de Temascal	Almeyda-Artigas (1991)
<b>Sinaloa</b>		
<i>Oreochromis</i> sp.	Escuinapa	León-Règagnon et al. (2003)
<b>Tabasco</b>		
<i>Parachromis managuensis</i>	Laguna San Pedrito (Centla)	Kifune et al. (2004); León-Règagnon et al. (2005)
<i>Petenia splendida</i>	Laguna San Pedrito (Centla)	Kifune et al. (2004); León-Règagnon et al. (2005)
<b>Veracruz</b>		
<i>Petenia splendida</i>	Laguna de Alvarado	Pérez-Ponce de León et al. (1996)
<i>Petenia splendida</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Pérez-Ponce de León et al. (1996); Lamothe-Argumedo (1997); Mosqueda-Cabrera (2003)
<b>Eleotridae</b>		<b>Guerrero</b>
<i>Dormitator latifrons</i>	Laguna de Tres Palos	Martínez-Salazar y León-Règagnon (2005)
<i>Eleotris picta</i>	Laguna de Tres Palos	Martínez-Salazar y León-Règagnon (2005)
<i>Gobiomorus maculatus</i>	Laguna de Tres Palos	Martínez-Salazar y León-Règagnon (2005)
<b>Sinaloa</b>		
<i>Dormitator latifrons</i>	Escuinapa	León-Règagnon et al. (2003)
<i>Eleotris picta</i>	Escuinapa	León-Règagnon et al. (2003)
<i>Gobiomorus</i> sp.	Escuinapa	León-Règagnon et al. (2003)
<b>Tabasco</b>		
<i>Gobiomorus dormitor</i>	Laguna San Pedrito (Centla)	Kifune et al. (2004); León-Règagnon et al. (2005)

---

---

***G- binucleatum* (L<sub>3</sub>A\*)**

	<b>Tamaulipas</b>	
<i>Gobiomorus dormitor</i>	Tampico	Almeyda-Artigas et al. (2000)
	<b>Veracruz</b>	
<i>Gobiomorus dormitor</i>	Laguna de Alvarado	Pérez-Ponce de León et al. (1996); Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Gobiomorus dormitor</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal- Tlacotalpan)	Almeyda-Artigas et al. (2004); Lamothe-Argumedo (1997); Almeyda-Artigas et al. (2000); Oceguera-Figueroa (2002); Mosqueda-Cabrera (2003); Almeyda-Artigas (1991)
<i>Gobiomorus dormitor</i>	Cosamaloapan	
	<b>Nayarit</b>	
<b>Haemulidae</b>		
<i>Pomadasys macracanthus</i>	Laguna de Agua Brava (Estero Rosa Morada)	Álvarez-Guerrero y Alba-Hurtado (2007)
<i>Pomadasys macracanthus</i>	Pericos	Alvarez-Guerrero et al. (2003)
	<b>Tabasco</b>	
<b>Lepisosteidae</b>		
<i>Atractosteus tropicus</i>	Pantanos de Centla	Almeyda-Artigas et al. (2001)
	<b>Nayarit</b>	
<b>Mugilidae</b>		
<i>Mugil curema</i>	Laguna de Agua Brava (Estero Rosa Morada)	Álvarez-Guerrero y Alba-Hurtado (2007)
<i>Mugil curema</i>	Llano del Tigre	Alvarez-Guerrero et al. (2003)
	<b>Veracruz</b>	
<b>Poeciliidae</b>		
<i>Gambusia sexradiata</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal- Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)
<i>Poecilia mexicana</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal- Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)
	<b>Veracruz</b>	
<b>Symbranchidae</b>		
<i>Ophisternon aenigmaticum</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal- Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)
<i>Symbranchus marmoratus</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal- Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)
	<b>Sinaloa</b>	
<b>Reptiles</b>		
Tortuga no identificada	Escuinapa	León-Règagnon et al. (2003)

---

---

*G- binucleatum* (L<sub>3</sub>A\*)

	<b>Sinaloa</b>	
<i>Boa constrictor</i>	Estero Rosamorada, Laguna de Agua Brava	Mosqueda-Cabrera et al. (2001)
	<b>Veracruz</b>	
<i>Boa constrictor</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)
	<b>Oaxaca</b>	
<b>Cathartidae</b>		
<i>Vultur atratus</i>	Presa de Temascal	Lamothe-Argumedo (1997)
	<b>Veracruz</b>	
<b>Colubridae</b>		
<i>Nerodia rhombifer</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)
	<b>Nayarit</b>	
<b>Emydidae</b>		
<i>Trachemys scripta</i>	Laguna de Agua Brava (Estero Rosa Morada)	Álvarez-Guerrero y Alba-Hurtado (2007)
	<b>Oaxaca</b>	
<i>Trachemys scripta</i>	Presa de Temascal	Lamothe-Argumedo (1997); Mosqueda-Cabrera (2003)
	<b>Guerrero</b>	
<b>Kinosternidae</b>		
<i>Kinosternon integrum</i>	Laguna de Tres Palos	Sánchez-Miranda (2001)
	<b>Nayarit</b>	
<i>Kinosternon integrum</i>	Laguna de Agua Brava (Estero Rosa Morada)	Álvarez-Guerrero y Alba-Hurtado (2007)
<i>Kinosternon</i> sp	Laguna de Agua Brava (Estero Rosa Morada)	Mosqueda-Cabrera et al. (2001)
	<b>Oaxaca</b>	
<i>Staurotypus triporcatus</i>	Presa de Temascal	Lamothe-Argumedo (1997)
	<b>Veracruz</b>	
<i>Kinosternon acutum</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Gaspar-Navarro (2004)
<i>Kinosternon integrum</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)
<i>Staurotypus triporcatus</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)

---

---

*G- binucleatum* (L<sub>3</sub>A\*)

<b>Aves</b>		
<b>Ardeidae</b>		
<i>Ardea alba</i>	Laguna de Agua Brava (San Blas)	Mosqueda-Cabrera (2003)
<b>Nayarit</b>		
<b>Sinaloa</b>		
<i>Ardea alba</i>	Escuinapa	León-Règagnon et al. (2003)
<i>Ardea herodias</i>	Escuinapa	León-Règagnon et al. (2003)
<b>Veracruz</b>		
<i>Ardea alba</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)
<i>Botaurus lentiginosus</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)
<i>Butorides striatus</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)
<i>Egretta caerulea</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)
<i>Egretta thula</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)
<b>Cathartidae</b>		
<i>Vultur atratus</i>	Presa de Temascal	Lamothe-Argumedo (1997)
<b>Oaxaca</b>		
<b>Veracruz</b>		
<i>Cathartes aura</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)
<i>Cathartes burrovianus</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)
<i>Vultur atratus</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)
<b>Falconidae</b>		
<b>Veracruz</b>		
<i>Caracara plancus</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Mosqueda-Cabrera (2003)
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Almeyda-Artigas et al. (1993a)
<b>Pelecanidae</b>		
<b>Oaxaca</b>		
<i>Pelecanus erythrorhynchus</i>	Presa de Temascal	Lamothe-Argumedo (1997)

---

*G. binucleatum* (L<sub>3</sub>A\*)

		<b>Aves</b>	
			<b>Veracruz</b>
		<i>Pelecanus erythrorhynchus</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan) Acosta-Hernández (1998)
		<b>Threskiornithidae</b>	<b>Veracruz</b>
		<i>Eudocimus albus</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan) Mosqueda-Cabrera (2003)
		<i>Plegades chihi</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan) Mosqueda-Cabrera (2003)
		<b>Mamíferos</b>	
		<b>Procyonidae</b>	<b>Nayarit</b>
		<i>Procyon lotor</i>	Vado de Chacalillas Mosqueda-Cabrera (2003)
			<b>Veracruz</b>
		<i>Procyon lotor</i>	El Potrero (Tlacotalpan) Almeyda-Artigas et al. (1994)
<b>G. lamothei (Adultos)</b>		<b>Mamíferos</b>	
		<b>Procyonidae</b>	<b>Oaxaca</b>
		<i>Procyon lotor</i>	San José Independencia (Temascal) Bertoni-Ruiz et al. (2005); León-Règagnon et al. (2005)
			<b>Veracruz</b>
		<i>Procyon lotor</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan) Mosqueda-Cabrera (2003)
		<i>Procyon lotor</i>	Laguna Herrera (Tlacotalpan) Bertoni-Ruiz et al. (2005); León-Règagnon et al. (2005)
<b>G. lamothei (Adultos)</b>		<i>Procyon lotor</i>	El Potrero (Tlacotalpan) Almeyda-Artigas et al. (1994)
<b>G. lamothei (Juvenil)</b>		<b>Procyonidae</b>	<b>Veracruz</b>
		<i>Procyon lotor</i>	El Potrero (Tlacotalpan) Alonzo-Díaz (1998)
<b>G. lamothei (L<sub>3</sub>A)</b>		<b>Procyonidae</b>	<b>Veracruz</b>
		<i>Procyon lotor</i>	El Potrero (Tlacotalpan) Alonzo-Díaz (1998)
		<i>Procyon lotor</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan) Mosqueda-Cabrera (2003); Almeida-Artigas et al., 2000.

***Gnathostoma* sp.  
(Adultos)**

**Mamíferos**

**Didelphidae**

*Didelphis virginiana*

Colonia Ferrocarrilero

Cruz-Reyes et al. (1997)

**Colima**

**Morelos**

*Didelphis virginiana*

Cuernavaca

Lamothe-Argumedo (1997);  
Monet-Mendoza et al. (2005)

*Didelphis virginiana*

Tepoztlán

Lamothe-Argumedo (1997);  
Monet-Mendoza et al. (2005)

**Tabasco**

*Didelphis virginiana*

Villahermosa

Lamothe-Argumedo (1997)

**Veracruz**

*Philander opossum*

Cuenca del Papaloapan (Temascal-  
Tlacotalpan)

Almeyda-Artigas et al. (2000)

***Gnathostoma* sp.  
(Adultos)**

*Philander opossum*

La Virgen

Zárate-Ramírez (1998)

***Gnathostoma* sp.  
(Adultos)**

*Philander opossum*

El Jobo

Zárate-Ramírez (1998)

*Philander opossum*

El Pichal

Zárate-Ramírez (1998)

**Felidae**

**Nayarit**

*Felis silvestris*

Laguna de Agua Brava (Estero  
Rosamorada)

Álvarez-Guerrero (2000)

**Oaxaca**

*Felis silvestris*

Presa de Temascal

Saldaña-Martínez (1992)

*Leopardus pardalis*

Presa de Temascal

Saldaña-Martínez (1992)

***Gnathostoma* sp. (L<sub>3</sub>A)**

**Campeche**

Hospedero indeterminado

Ciudad del Carmen

Ortíz-Nájera (2002)

---

**Gnathostoma sp. (L<sub>3</sub>A)**

<b>Peces</b>	<b>Quintana Roo</b>	
Pez indeterminado	Cenote Azul (Bacalar)	Vidal-Martínez y Kennedy (2000)
	<b>Veracruz</b>	
Pez indeterminado	Los Pescados	Vidal-Martínez y Kennedy (2000)
	<b>Yucatán</b>	
Pez indeterminado	Mitza	Ortíz-Nájera (2002)
<b>Ariidae</b>	<b>Colima</b>	
<i>Sciades guatemalensis</i>	Laguna Cuyutlán	García-Márquez (2005)
	<b>Guerrero</b>	
<i>Sciades guatemalensis</i>	Laguna de Tres Palos	García-Prieto et al. (2003)
<i>Sciades guatemalensis</i>	Laguna Coyuca	León-Règagnon et al. (2005)
	<b>Nayarit</b>	
<i>Cathorops fuerthii</i>	Laguna de Agua Brava (Estero Rosamorada)	Álvarez-Guerrero y Lamothe-Argumedo (2000)
<i>Cathorops fuerthii</i>	Estero Custodio	León-Règagnon et al. (2005)
<i>Cathorops fuerthii</i>	San Miguelito	Alvarez-Guerrero et al. (2003)
	<b>Oaxaca</b>	
<i>Ariopsis</i> sp.	Laguna Corralero	León-Règagnon et al. (2005)
<i>Cathorops</i> sp.	Laguna Corralero	León-Règagnon et al. (2005)
	<b>Tabasco</b>	
<i>Sciades guatemalensis</i>	Pantanos de Centla	López-Jiménez y García-Magaña (2000)
	<b>Veracruz</b>	
<i>Sciades guatemalensis</i>	Lago de Catemaco	Este estudio
<b>Centropomidae</b>	<b>Campeche</b>	
<i>Centropomus undecimalis</i>	Laguna de Atasta	León-Règagnon et al. (2005)
	<b>Guerrero</b>	
<i>Centropomus nigrescens</i>	Laguna de Tres Palos	León-Règagnon et al. (2005)
	<b>Veracruz</b>	
<i>Centropomus parallelus</i>	Laguna de Alvarado	Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Centropomus</i> sp.	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Este estudio

---

**Gnathostoma sp. (L<sub>3</sub>A)**

<b>Cichlidae</b>		<b>Chiapas</b>
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	Presa Nezahualcoyotl	León-Règagnon et al. (2005)
<i>Thorichthys meeki</i>	Loma Bonita	León-Règagnon et al. (2005)
<i>Thorichthys meeki</i>	La Esperanza	León-Règagnon et al. (2005)
<b>Guerrero</b>		
<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	Laguna de Tres Palos	León-Règagnon et al. (2000); Bertoni-Ruiz (2001)
<b>Oaxaca</b>		
<i>Cichlasoma salvini</i>	Presa Cerro de Oro	Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	Presa de Temascal	Lamothe-Argumedo et al. (1989)
<i>Oreochromis aureus</i>	Presa de Temascal	Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Oreochromis niloticus</i>	Presa de Temascal	Hernández-Viciconti (1992)
<i>Oreochromis niloticus</i>	Laguna de Chila	León-Règagnon et al. (2005)
<i>Oreochromis niloticus</i>	Jalapa de Márquez	León-Règagnon et al. (2005)
<i>Oreochromis niloticus</i>	Presa Benito Juárez	León-Règagnon et al. (2005)
<i>Oreochromis mossambicus</i>	Laguna de Chila	León-Règagnon et al. (2005)
	<i>Oreochromis</i> sp.	Presa de Temascal
<i>Petenia splendida</i>	Presa de Temascal	Lamothe-Argumedo et al. (1989); Pérez-Ponce de León et al. (1996); Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Vieja fenestrata</i>	Presa de Temascal	Lamothe-Argumedo et al. (1989); Pérez-Ponce de León et al. (1996); Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Vieja fenestrata</i>	Presa Cerro de Oro	Pérez-Ponce de León et al. (1996); Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Vieja synspila</i>	La Revancha	Hernández-Gómez (2007)
<b>Tabasco</b>		
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	Isla Chinal (Laguna Pozo de La Montaña)	Hernández-Gómez (2007)
<i>Parachromis managuensis</i>	Tenosique	Hernández-Gómez (2007)
<i>Parachromis managuensis</i>	Pantanos de Centla	López y García-Magaña (2000)
<i>Parachromis managuensis</i>	Isla Chinal (Laguna Pozo de La Montaña)	Hernández-Gómez (2007)

---

**Gnathostoma sp. (L<sub>3</sub>A)**

<b>Veracruz</b>		
<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	Nuxco	Pérez-Ponce de León et al. (1996)
<i>Oreochromis</i> sp.	Laguna Herrera (Tlacotalpan)	Este estudio
<i>Petenia splendida</i>	Laguna La Concha	Pérez-Ponce de León et al. (1996); Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Thorichthys ellioti</i>	Cosamaloapan	Pérez-Ponce de León et al. (1996); Lamothe-Argumedo (1997)
<b>Eleotridae</b>		
<b>Colima</b>		
<i>Dormitator latifrons</i>	Laguna Cuyutlán	García-Márquez (2005)
<b>Guerrero</b>		
<i>Dormitator latifrons</i>	Laguna de Tres Palos	León-Règagnon et al. (2000)
<i>Dormitator latifrons</i>	Laguna Coyuca	Osorio-Sarabia et al. (1997)
<i>Eleotris picta</i>	Laguna de Tres Palos	León-Règagnon et al. (2000)
<i>Eleotris picta</i>	Laguna Coyuca	Violante y Aguirre-Macedo (2007)
<i>Gobiomorus maculatus</i>	Laguna de Tres Palos	León-Règagnon et al. (2000)
<i>Gobiomorus maculatus</i>	Laguna de Coyuca	Violante y Aguirre-Macedo (2007)
<b>Nayarit</b>		
<i>Dormitator latifrons</i>	Laguna de Agua Brava (Estero Rosamorada)	Álvarez-Guerrero (2000)
<i>Eleotris</i> sp.	Estero Custodio	León-Règagnon et al. (2005)
<b>Oaxaca</b>		
<i>Eleotris picta</i>	Laguna Superior	León-Règagnon et al. (2005)
<b>Sinaloa</b>		
<i>Dormitator latifrons</i>	Escuinapa	Díaz-Camacho et al. (2002)
<i>Eleotris picta</i>	Escuinapa	Díaz-Camacho et al. (2002)
<b>Tabasco</b>		
<i>Gobiomorus dormitor</i>	Rio San Pedro (Balancán)	Hernández-Gómez (2007)
<i>Gobiomorus dormitor</i>	Tres Brazos	Hernández-Gómez (2007)
<b>Veracruz</b>		
<i>Dormitator maculatus</i>	Laguna de Alvarado	León-Règagnon et al. (2005)

---

---

**Gnathostoma sp. (L<sub>3</sub>A)**

<i>Gobiomorus dormitor</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Carranza-Calderón (2000)
<i>Gobiomorus dormitor</i>	Laguna de Alvarado	Pérez-Ponce de León et al. (1996); Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Gobiomorus dormitor</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Este estudio
<i>Guavina guavina</i>	Laguna de Alvarado	Pérez-Ponce de León et al. (1996); Lamothe-Argumedo (1997)
<b>Goodeidae</b>	<b>Michoacán</b>	
<i>Allophorus robustus</i>	Lago de Pátzcuaro	Salgado-Maldonado et al. (2001)
<b>Ictaluridae</b>	<b>Chiapas</b>	
<i>Ictalurus furcatus</i>	Laguna de Catazajá	León-Règagnon et al. (2005)
<i>Ictalurus furcatus</i>	Presa La Angostura	León-Règagnon et al. (2005)
	<b>Oaxaca</b>	
<i>Ictalurus furcatus</i>	Jalapa de Márquez	León-Règagnon et al. (2005)
<i>Ictalurus furcatus</i>	Río Sarabia	Pérez-Ponce de León et al. (1996); León-Règagnon et al. (2005); Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Ictalurus furcatus</i>	Presa Cerro de Oro	Lamothe-Argumedo (1997)
	<b>Veracruz</b>	
<i>Ictalurus furcatus</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Este estudio
<b>Mugilidae</b>	<b>Guerrero</b>	
<i>Mugil curema</i>	Laguna Coyuca	Osorio-Sarabia et al. (1997)
<b>Poecilidae</b>	<b>Tabasco</b>	
<i>Belonesox belizanus</i>	Pantanos de Centla	López y García-Magaña (2000); López-Jiménez (2001)
<b>Anfibios</b>		
<b>Bufonidae</b>	<b>Oaxaca</b>	
<i>Rhinella marina</i>	Presa de Temascal	Hernández-Viciconti (1992)
<b>Hylidae</b>	<b>Oaxaca</b>	
<i>Smilisca baudini</i>	Presa de Temascal	Lamothe-Argumedo (1997)

---

**Gnathostoma sp. (L<sub>3</sub>A)**

<b>Ranidae</b>	<b>Guerrero</b>	
<i>Lithobates cf. forreri</i>	Laguna de Tres Palos	Cabrera-Guzmán (2002); León-Règagnon et al. (2005)
	<b>Oaxaca</b>	
<i>Lithobates montezumae</i>	Río Usila	Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Lithobates temporaria</i> **	Presa Cerro de Oro	Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Lithobates temporaria</i> **	Paso Canoa	Osorio-Sarabia et al. (2003)
	<b>Veracruz</b>	
<i>Lithobates berlandieri</i>	Cosamaloapan	Lamothe-Argumedo (1997)
<b>Reptiles</b>		
<b>Boidae</b>	<b>Oaxaca</b>	
<i>Boa constrictor</i>	Presa de Temascal	Lamothe-Argumedo (1997)
<b>Colubridae</b>	<b>Veracruz</b>	
<i>Nerodia rhombifer</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Lamothe-Argumedo (1997)
<b>Crocodylidae</b>	<b>Colima</b>	
<i>Crocodylus acutus</i>	Laguna Amela	García-Márquez (2005)
	<b>Oaxaca</b>	
<i>Crocodylus moreleti</i>	Presa Cerro de Oro	Lamothe-Argumedo (1997)
<b>Emydidae</b>	<b>Oaxaca</b>	
<i>Trachemys scripta</i>	Presa Cerro de Oro	Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Trachemys scripta</i>	Presa de Temascal	Hernández-Viciconti (1992)
<b>Kinosternidae</b>	<b>Oaxaca</b>	
<i>Staurotypus salvinii</i>	Presa Cerro de Oro	Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Staurotypus triporcatus</i>	Presa Cerro de Oro	Lamothe-Argumedo (1997)
<b>Aves</b>		
<b>Accipitridae</b>	<b>Oaxaca</b>	
<i>Pandion haliaetus</i>	Presa Cerro de Oro	Lamothe-Argumedo (1997)
<b>Ardeidae</b>	<b>Guerrero</b>	
<i>Egretta thula</i>	Laguna de Tres Palos	León-Règagnon et al. (2005)

---

**Gnathostoma sp. (L<sub>3</sub>A)**

	<b>Nayarit</b>	
<i>Ardea herodias</i>	Laguna La Pesca (Estero Rosamorada)	Álvarez-Guerrero (2000)
	<b>Oaxaca</b>	
<i>Ardea alba</i>	Presa de Temascal	Hernández-Viciconti (1992)
<i>Ardea alba</i>	Presa Cerro de Oro	Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Ardea alba</i>	Río Santo Domingo	García-Márquez et al. (2001)
<i>Ardea herodias</i>	Presa de Temascal	Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Egretta thula</i>	Presa Cerro de Oro	Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Egretta thula</i>	Presa de Temascal	Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Presa Cerro de Oro	Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Tigrisoma lineatum</i>	Presa Cerro de Oro	García-Márquez et al. (2001)
	<b>Sinaloa</b>	
<i>Ardea alba</i>	Laguna Alhuate	Koga et al. (2000)
<i>Ardea alba</i>	Presa El Varejonal	García-Márquez et al. (2001)
<i>Ardea alba</i>	Culiacán	Díaz-Camacho et al. (1996)
<i>Ardea herodias</i>	Laguna Alhuate	Díaz-Camacho et al. (2002)
<i>Egretta thula</i>	Laguna Alhuate	Díaz-Camacho et al. (2002)
	<b>Oaxaca</b>	
<b>Cathartidae</b>		
<i>Vultur atratus</i>	Presa de Temascal	Hernández-Viciconti (1992)
	<b>Veracruz</b>	
<b>Falconidae</b>		
<i>Caracara plancus</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Sánchez-Miranda (2001)
	<b>Nayarit</b>	
<b>Pelecanidae</b>		
<i>Pelecanus erythrorhynchus</i>	Laguna La Pesca (Estero Rosamorada)	Álvarez-Guerrero (2000)
	<b>Oaxaca</b>	
<i>Pelecanus erythrorhynchus</i>	Presa de Temascal	Lamothe-Argumedo (1997)

---

**Gnathostoma sp. (L<sub>3</sub>A)**

	<b>Sinaloa</b>	
<i>Pelecanus erythrorhynchus</i>	Laguna Alhuate	Díaz-Camacho et al. (2002)
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Laguna Alhuate	Díaz-Camacho et al. (2002)
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Culiacán	Díaz-Camacho et al. (1996)
	<b>Phalacrocoracidae</b>	
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Laguna La Pesca (Estero Rosamorada)	Álvarez-Guerrero (2000)
	<b>Oaxaca</b>	
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Presa Cerro de Oro	García-Márquez et al. (2001)
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Presa de Temascal	Lamothe-Argumedo (1997)
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Río Tonto	Díaz-Camacho (1998); García-Márquez et al. (2001)
	<b>Sinaloa</b>	
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Laguna Alhuate	Díaz-Camacho et al. (2002)
	<b>Tabasco</b>	
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Laguna Tamulte	García-Márquez et al. (2001)
	<b>Oaxaca</b>	
<i>Pulsatrix perspicillata</i>	Presa de Temascal	Hernández-Viciconti (1992)
	<b>Mamíferos</b>	
	<b>Didelphidae</b>	
<i>Didelphis marsupialis</i>	Presa de Temascal	Hernández-Viciconti (1992)
<i>Philander opossum</i>		Lamothe-Argumedo (1997)
<b>G. turgidum (Adultos)</b>		
	<b>Mamíferos</b>	
	<b>Didelphidae</b>	
<i>Didelphis virginiana</i>	Laguna Amela	García-Márquez (2005)
	<b>Chiapas</b>	
<i>Didelphis marsupialis</i>	Jaltenango	Caballero y Caballero (1958)
	<b>Guerrero</b>	
<i>Didelphis virginiana</i>	Laguna de Tres Palos	Monet-Mendoza (2002); León-Règagnon et al. (2005); Monet-Mendoza et al. (2005)

---

***G. turgidum* (Adultos)****Jalisco**

<i>Didelphis marsupialis</i>	Chamela	Bravo-Hollis y Caballero-Deloya (1973)
<i>Didelphis virginiana</i>	Carretera Juntas-Palmas (Vallarta)	León-Règagnon et al. (2005)

**Morelos**

<i>Didelphis virginiana</i>	Valle de Amilcingo (Tepoztlán)	Mosqueda-Cabrera (2003)
-----------------------------	--------------------------------	-------------------------

**Oaxaca**

<i>Didelphis marsupialis</i>	Presa de Temascal	Oceguera-Figueroa (2002); Mosqueda-Cabrera (2003); Almeyda-Artigas et al. (2004)
<i>Didelphis virginiana</i>	Presa de Temascal	Lamothe-Argumedo et al. (1998)
<i>Philander opossum</i>	Presa de Temascal	Sánchez-Núñez (1992)

**Tabasco**

<i>Didelphis marsupialis</i>	Jardín Botánico "José N. Rovirosa"	Gallegos-Torres (2002)
<i>Didelphis marsupialis</i>	Oriente 2ª. Sección Paraiso	Gallegos-Torres (2002)
<i>Didelphis marsupialis</i>	Ranchería Emiliano Zapata	Gallegos-Torres (2002)
<i>Didelphis marsupialis</i>	Ranchería José María Pino Suárez	Gallegos-Torres (2002)
<i>Didelphis marsupialis</i>	Rancho Mendoza Llergo (Centro)	León-Règagnon et al. (2005)
<i>Didelphis marsupialis</i>	Villahermosa	García-Magaña y López-Jiménez (1998)

**Veracruz**

<i>Didelphis marsupialis</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Sánchez-Miranda (2001)
<i>Didelphis virginiana</i>	Cuenca del Papaloapan (Temascal-Tlacotalpan)	Almeyda-Artigas et al. (2004)
<i>Didelphis virginiana</i>	Laguna Los Vila (Tlacotalpan)	León-Règagnon et al. (2005)
<i>Didelphis virginiana</i>	Laguna Novillero (Tlacotalpan)	León-Règagnon et al. (2005)

***G. turgidum* (Juvenil)**

<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacotalpan	Este estudio
-----------------------------	-------------	--------------

**Felidae****Oaxaca**

<i>Leopardus pardalis</i>	Presa de Temascal	Almeyda-Artigas et al. (1993b)
---------------------------	-------------------	--------------------------------

---

---

<b><i>G. turgidum</i> (Juvenil)</b>		
	<b>Mamíferos</b>	<b>Tabasco</b>
	Hospedero indeterminado	Cárdenas
		Ortíz-Nájera (2002)
	<b>Didelphidae</b>	<b>Oaxaca</b>
	<i>Didelphis virginiana</i>	Presa de Temascal
		Mosqueda-Cabrera (2003); Almeyda-Artigas et al. (2004); Monet-Mendoza et al. (2005)
	<i>Didelphis marsupialis</i>	Presa Temascal
		Sánchez-Núñez (1992)
		<b>Tabasco</b>
	<i>Didelphis marsupialis</i>	Ranchería La Palma
	<i>Didelphis marsupialis</i>	Jardín Botánico "José N. Rovirosa"
		Gallegos-Torres (2002)
		Gallegos-Torres (2002)
<b><i>G. turgidum</i> (L<sub>3</sub>A)</b>		
	<b>Reptiles</b>	
	<b>Kinosternidae</b>	<b>Guerrero</b>
	<i>Kinosternon integrum</i>	Laguna de Tres Palos
		Mosqueda-Cabrera (2003)
	<b>Mamíferos</b>	
	<b>Didelphidae</b>	<b>Tabasco</b>
	<i>Didelphis marsupialis</i>	Ranchería El Limón 3ª. Sección
		Gallegos-Torres (2002)

---

- L<sub>3</sub>A larva de tercer estadio avanzado; \*\* La rana *Lithobates temporaria* es una especie europea que no se distribuye en México.