



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

DESCRIPCIÓN DE UNA ESPECIE DE *Girardia* sp. DE  
RÍO MAGDALENA, CIUDAD DE MÉXICO Y MAPAS DE  
DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DEL GÉNERO *Girardia*  
EN MÉXICO

**T E S I S**  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**B I Ó L O G O**  
P R E S E N T A:  
**OCTAVIO PÉREZ MARTÍNEZ**

DIRECTOR DE TESIS: M. en D. DANIEL OCTAVIO RAMOS CARMONA



Facultad de Estudios Superiores  
**IZTACALA**

LOS REYES IZTACALA, TLANEPANTLA, EDO. DE MÉXICO.

2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## Índice:

1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	6
3. Justificación.....	7
4. Objetivos.....	8
5. Área de Estudio.....	9
6. Material y Métodos.....	11
7. Resultados.....	13
a. Descripción morfológica de la especie.....	16
b. Distribución del género <i>Girardia</i> en México.....	22
c. Especies del género <i>Girardia</i> en México.....	27
8. Discusión.....	46
9. Conclusiones.....	51
10. Bibliografía.....	52

## 1. Introducción

El Filo Platyhelminthes es un taxón de animales aplanados dorsoventralmente lo que les da el nombre de platelmintos o gusanos planos, triploblásticos, acelomados, poseen simetría bilateral y tendencia a la cefalización, tienen un sistema digestivo incompleto y un sistema excretor protonefridial, pueden reproducirse asexual y sexualmente, son generalmente hermafroditas y carecen de otros sistemas especializados (Drago, 2017).

A los platelmintos por su relativa simplicidad morfológica, en las primeras propuestas de clasificación los situaban en la base de los organismos protostomados; sin embargo, se han replanteado estas hipótesis por características como la segmentación espiral o el desarrollo de huevos ectolecitos y mediante pruebas genéticas se han incluido como parte del taxón Lophotrochozoa (Egger *et al.*, 2020).

Tradicionalmente el Filo se divide en cuatro Clases (Figura 1), las Clases Monogenea, Trematoda y Cestoda, son organismos adaptados exclusivamente a la vida parasitaria con hospederos vertebrados. Mientras que la Clase “Turbellaria” es un grupo artificial que contiene a los organismos fuera de las Clases anteriores, por lo que posee características y hábitats variados, encontrándose en ambientes marinos, dulceacuícolas, terrestres e incluso algunos son simbioses (Giribet y Edgecombe, 2020).

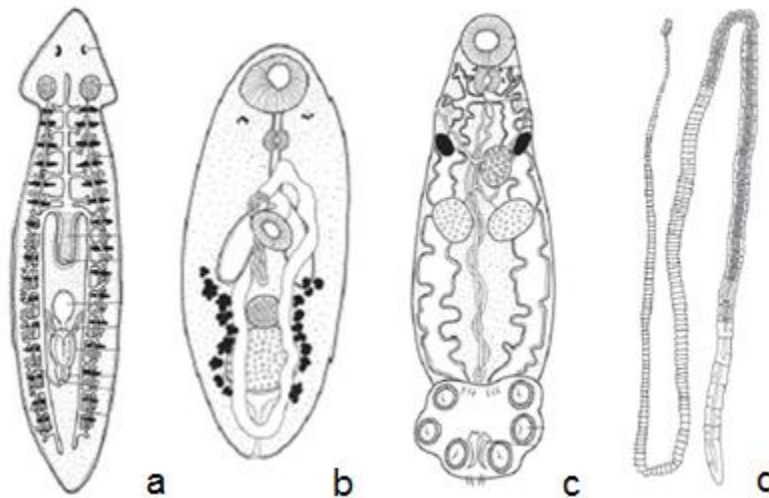


Figura 1. Clasificación tradicional de platelmintos: a) Turbellaria, b) Trematoda, c) Monogenea y d) Cestoda (Tomado de Caira y Littlewood, 2013).

Mientras tanto, la clasificación taxonómica actual de los platelmintos excluye a Acoelomorpha y se divide en dos taxones Catenulida y Rhabditophora, el primero cuenta con pocas especies dulceacuícolas de vida libre mientras que el segundo

contiene el resto del Filo, separados por la presencia de rabdites (Larsson y Jondelius, 2008), que son estructuras secretadas por células glandulares que en contacto con el agua forman una sustancia viscosa utilizada para facilitar la locomoción y evitar la depredación (Martin, 1978).

La estructura corporal de Rhabditophora puede ser incierta ya que algunos de sus rasgos se han perdido o reducido de manera secundaria, lo que dificulta un consenso en su clasificación; sin embargo, la comparación de secuencias de rRNA ha permitido que las propuestas taxonómicas recientes sean más homogéneas (Lumer *et al.*, 2015). Para este trabajo se utilizará la clasificación propuesta por Egger *et al.* (2015), Lumer *et al.* (2015) (Figura 2) y la base de datos *World List of Turbellarian Worms* (Tyler *et al.*, 2006-2022).

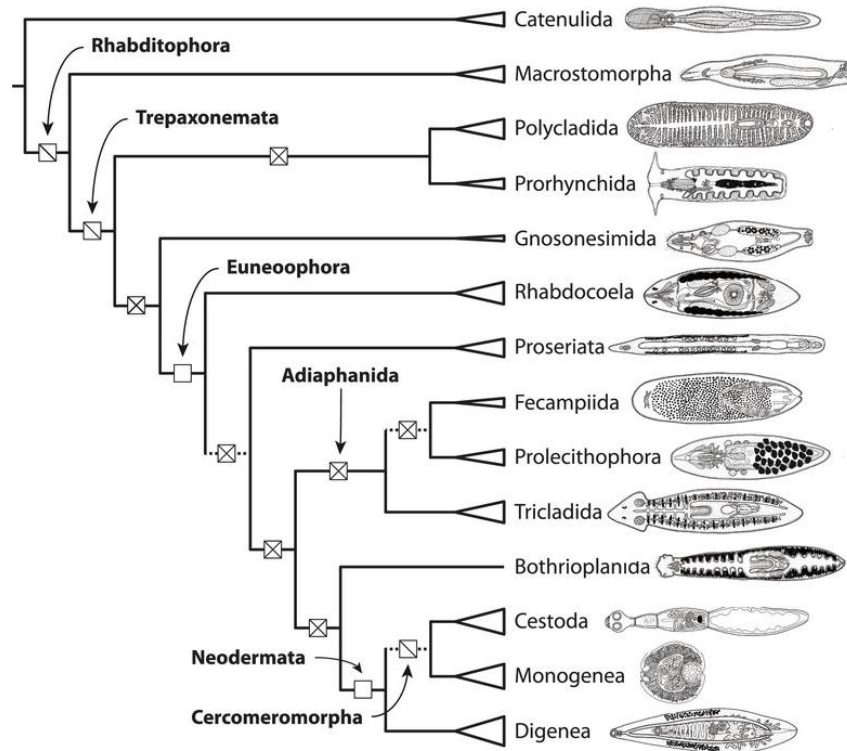


Figura 2. Clasificación taxonómica de Lumer *et al.* (2015) con los grupos representativos de platelmintos ilustrados.

Dentro de Rhabditophora se encuentra el Orden Tricladida un grupo de organismos de vida libre de ambientes marinos, dulceacuícolas o terrestres (asociados a humedad) que como su nombre lo indica, poseen el intestino dividido en tres ramas principales, dos orientadas hacia el extremo posterior y una hacia el extremo anterior (Figura 3) (Littlewood *et al.*, 2004).



Figura 3. *Dendrocoelum* sp. en donde se observa la división en tres ramas principales del intestino (Tomado de Sluys y Riutort, 2018).

En Tricladida la superficie ventral es ciliada y el cuerpo puede ser oval, vermiforme, entre otros. Generalmente presentan pigmentación oscura pero algunas planarias terrestres poseen colores vistosos. La cabeza puede estar diferenciada presentando forma de luna, triangular, entre otras. Los ocelos están ausentes o presentes van de un par a múltiples. Poseen una faringe ventral de tipo plegada. El sistema protonefridial es pareado. Los sistemas reproductores pueden estar unidos o separados, poseen desde dos a múltiples testículos, presenta espermatozoides biflagelados y huevos ectolecitos (Caira y Littlewood, 2013).

Los Tricladida tienen la capacidad de alternar entre la reproducción sexual y asexual según la temporada del año o como respuesta a condiciones desfavorables además ligada a la reproducción asexual han adquirido altas capacidades de regeneración, teniendo como casos notables a los géneros *Dugesia* y *Polycelis* (Egger *et al.*, 2007).

Originalmente se utilizó su hábitat para clasificarlos, generando tres Subórdenes Marícola, Paludícola (planarias dulceacuícolas) y Terrícola, posteriormente se creó el Suborden Cavernícola y se demostró que Terrícola y Paludícola son grupos polifiléticos, por lo que las familias de ambos se agruparon en un nuevo Suborden Continentícola (Figura 4) (Sluys y Riutort, 2018).

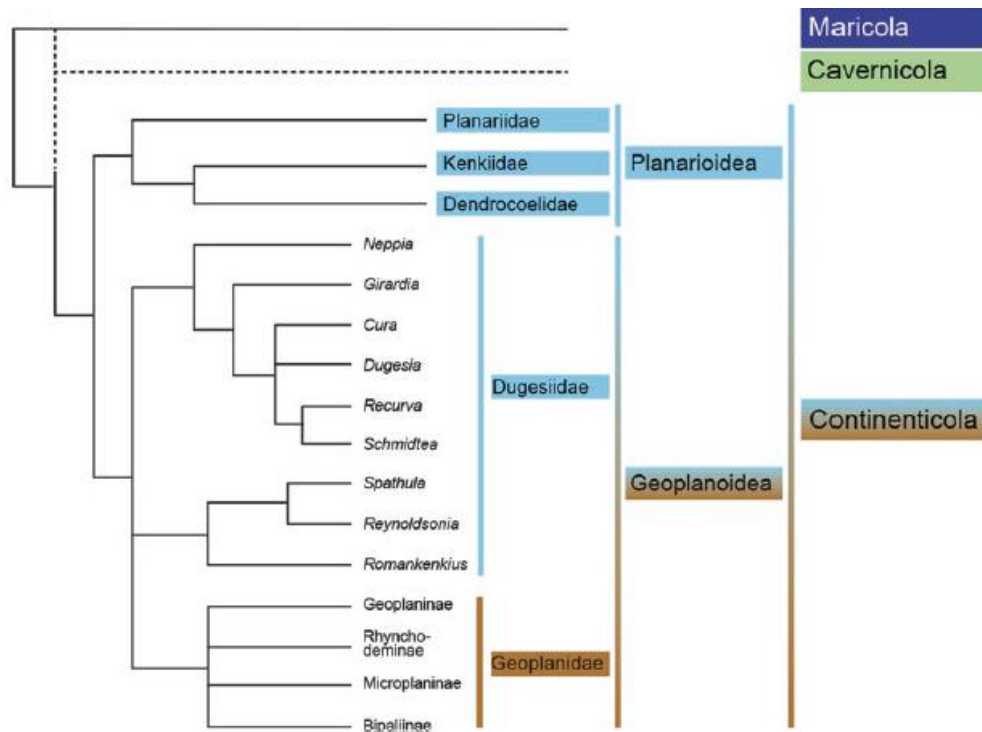


Figura 4. Sistemática del Orden Tricladida (Tomado de Sluys y Riutort, 2018).

Dugesiidae es una Familia del Suborden Continenticola definido por su arreglo de la faringe en dos capas musculares externas, músculo longitudinal en la capa distal y músculo circular en la capa proximal (Figura 5) (Sluys, 2014). Su distribución es cosmopolita exceptuando por la Antártida, la distribución de sus géneros es discontinua entre los continentes y solo se puede explicar con la dispersión a través del supercontinente Pangea y su posterior fragmentación, apoyando la teoría de la Deriva Continental (Ball, 1971).

Algunas planarias de América han sido introducidas a otros continentes mediante el transporte de plantas acuáticas, su alta tasa reproductiva los vuelve una especie invasora de importancia que en ocasiones afecta a los acuarios o a los ecosistemas locales (Stocchino *et al.*, 2019).

Por otro lado la importancia ecológica de las planarias se debe a la modificación de micronichos por las actividades que realizan en los distintos sustratos que habitan como el detrito, algas, arena, entre otros. Además forman parte de la red trófica como alimento de diversos invertebrados y son depredadores voraces de organismos bentónicos y planctónicos por lo que pueden utilizarse para controlar poblaciones de invertebrados de importancia como dípteros en etapa larval de los géneros *Aedes* y *Culex* (Noreña *et al.*, 2015; Tranchida *et al.*, 2014).

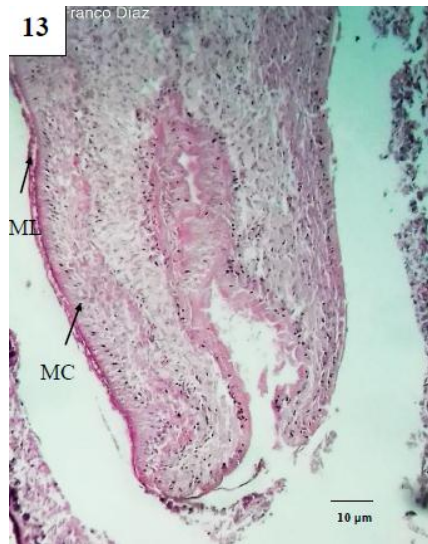


Figura 4. Corte longitudinal de la faringe de *Girardia* sp. ML: Músculo longitudinal. MC: Músculo circular (Tomado de Franco-Díaz, 2018).

Las planarias tienen distintas aplicaciones en la investigación, por ejemplo, se han utilizado para medir la contaminación en cuerpos de agua determinando el grado de daño ante sustancias tóxicas, carcinogénicas y/o teratogénicas (Madrigal-Santillán *et al.*, 2013)

El sistema nervioso de las planarias comparte similitudes bioquímicas y morfológicas con el sistema nervioso de los vertebrados además de tener la capacidad regenerarlo por completo, lo que las vuelve un modelo experimental más económico y con menores requerimientos que el uso de vertebrados (Pagán, 2014). Además su capacidad de regeneración permite utilizarlas en áreas biomédicas como son pruebas de fármacos y tratamientos contra el cáncer, de igual manera son empleadas en experimentos sobre conducta al responder ante el condicionamiento (Deochand *et al.*, 2018).

Kenk (1989) registró 56 especies de planarias dulceacuícolas en Norteamérica de las cuales solo siete especies están presentes en México y todas pertenecen al género *Girardia*. Es un número bajo en comparación con las 219 especies de la familia DugesIIDae y 58 especies del género *Girardia* a nivel mundial (Tyler *et al.*, 2006-2022).

La determinación a nivel de especie dentro del género *Girardia* es compleja ya que requiere la observación de la morfología microscópica de la faringe y el aparato reproductor a través de cortes histológicos de organismos maduros, si los individuos recolectados no presentan órganos sexuales maduros por ser juveniles o encontrarse en un ambiente estresante, no podrá ser determinado (Cazzaniga, 1995).



## 2. Antecedentes

Rioja y Herrera (1951) reportaron la especie *G. tigrina*, en pozos de Río Lerma, San Mateo Atenco y Tultepec, siendo la primera especie del género *Girardia* registrada en México.

Benazzi y Giannini (1971) describieron la especie *Cura azteca* a través de organismos previamente colectados en El Zarco, posteriormente Kawakatsu y Mitchell (1984) redescubren la especie como *G. azteca*.

Reddell y Mitchell (1973) realizaron un listado de las especies trogloditas encontradas en Sierra de Guatemala, Tamaulipas. Reportando cuatro planarias pertenecientes al género *Girardia* en tres cuevas distintas.

Mitchell y Kawakatsu (1973a) describieron las planarias de Sierra de Guatemala, obteniendo tres nuevas especies: *G. typhlomexicana*, *G. barbarae* y *G. guatemalensis*. Posteriormente (1973b) describen la especie *G. mckenziei* en dos cuevas de Chiapas.

Kawakatsu y Mitchell (1981b) realizaron estudios de planarias de las especies *Girardia* sp. y *G. dorotocephala* recolectadas previamente en Estados Unidos y México comparando sus diferencias morfológicas por región.

Kawakatsu y colaboradores (2002) enlistaron los organismos depositados en la colección de planarias de Kawakatsu recolectadas en México y el sur de Texas, la mayoría pertenecen al género *Girardia* pero en ninguna de estas logra la determinación a nivel de especie.

Ramos-Carmona (2008) realizó un trabajo en Río Texpilco, Zacapoaxtla, Puebla, encontrando un nuevo registro de *G. dorotocephala* y el primer registro de la familia Dendrocoleidae en México.

Franco-Díaz (2018) describió planarias de San Miguel Cabañas, Tepetzotlán, Estado de México, aunque por su grado de madurez solo permitió determinarlas como *Girardia* sp. Además elaboró la primera clave de identificación para especies mexicanas.

Duncan y colaboradores (2020) criaron en cautiverio planarias de la Presa San Renovato, Guanajuato, realizaron experimentos sobre regeneración y a través de estas propusieron una octava especie de *Girardia* para México, *G. guanajuatensis*.

### 3. Justificación

En México la investigación sobre platelmintos ha ido en aumento desde la década de 1940, pero solo se han realizado esfuerzos para conocer la diversidad de los organismos parásitos que tienen una importancia médica, veterinaria y económica evidente, dejando rezagado con menos del 10% de publicaciones a organismos de vida libre.

Debido a la complejidad para la determinación de planarias dulceacuícolas los trabajos taxonómicos son pocos y no se han actualizado desde sus descripciones originales, además la mayoría de estos trabajos han sido realizados por investigadores extranjeros por lo que están redactados en otros idiomas y el material tipo se encuentra en sus respectivos países dificultando el acceso a estos. Por otro lado México no cuenta con ningún laboratorio con todos los requerimientos necesarios para la descripción de estos organismos lo que obstaculiza su estudio.

Como se mencionó anteriormente el estudio de las planarias dulceacuícolas es importante ya que tienen distintas aplicaciones ecológicas, económicas y médicas, por lo que es necesario aumentar la investigación en este campo para mantener los inventarios actualizados, generar material en español, conocer la riqueza de México y con ello su posible aprovechamiento.

## 4. Objetivos

### Objetivo General 1

Describir morfológicamente la especie de *Girardia* presente en el río Magdalena. La Magdalena Contreras, Ciudad de México.

#### Particulares

- Describir la morfología interna y externa de la especie de *Girardia* presente en el río Magdalena. La Magdalena Contreras, Ciudad de México.
- Determinar la especie de *Girardia* presente en el río Magdalena.

### Objetivo General 2

Elaborar mapas de distribución de las especies del género *Girardia* registradas en México.

#### Particulares

- Enlistar los registros previos del género *Girardia* localizados actualmente en México.
- Elaborar mapas de distribución con los inventarios del género *Girardia* en México.
- Describir las características morfológicas de las especies del género *Girardia* localizadas actualmente en México.

## 5. Área de estudio

El Río Magdalena es un río perenne alimentado por diversos manantiales y afluentes, cuenta con tramos a cielo abierto y entubados, posee un clima semifrío húmedo con lluvias en invierno, una temperatura anual de 15 a 18°C y vegetación de bosque de coníferas (INEGI, 2010).

Se localiza al oeste de la Ciudad de México, nace en la alcaldía Cuajimalpa de Morelos al sur del cerro La Palma a 3650 msnm y recorre la alcaldía Magdalena Contreras en dirección noreste con una longitud total de 28.2 Km de los cuales 14.8 Km se encuentran en suelo de conservación (Figura 6) (INAFED, 2014; Perló-Cohen y Zamora-Saenz, 2017).

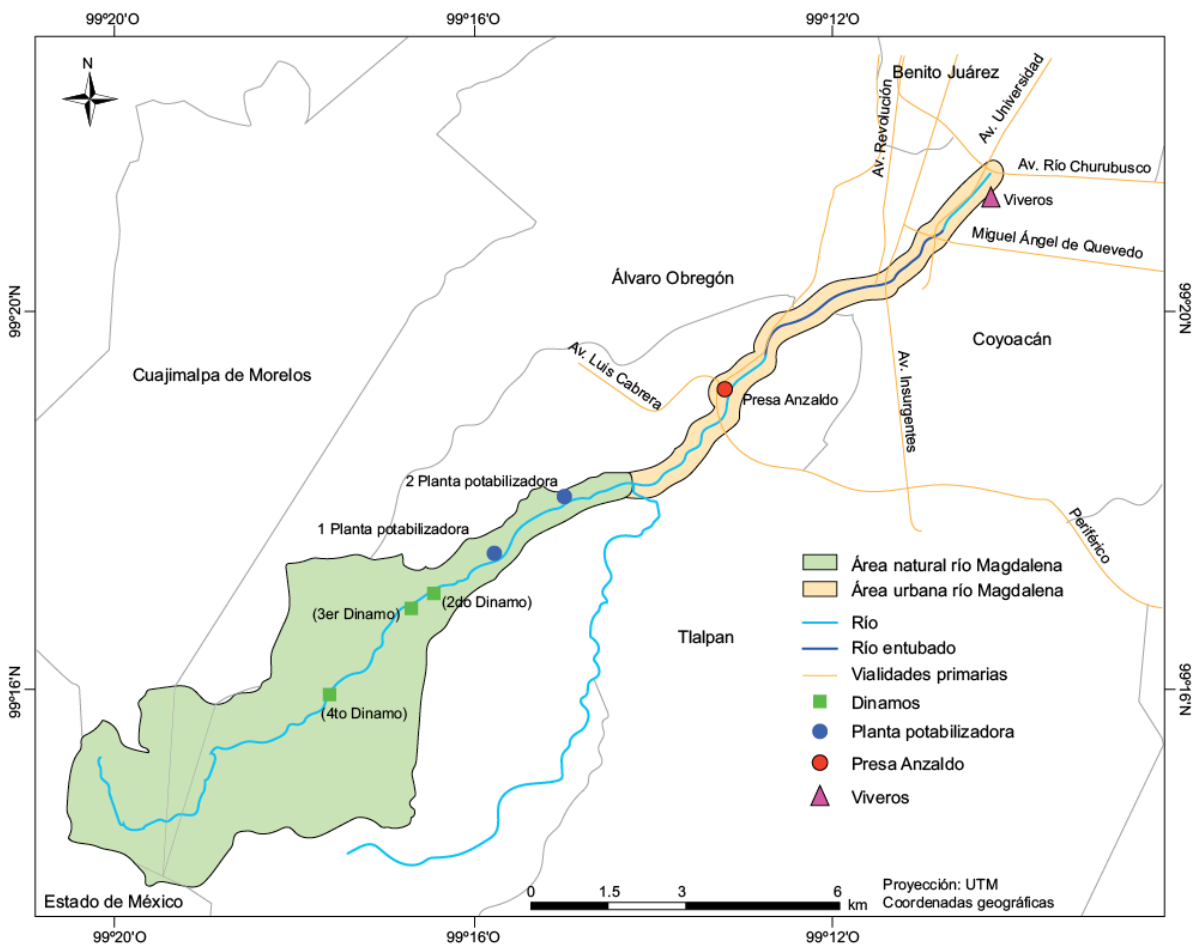


Figura 6. Mapa de la cuenca del río Magdalena (Tomado de Perló-Cohen y Zamora-Saenz, 2017).

El área de estudio se localiza aproximadamente a 300 metros este del Cuarto Dinamo paralelo al camino pedestre en las coordenadas 19°15'59.1" N y 99°17'41.9" W (Figura 7). Los organismos se encontraron en una zona del río de corriente baja, con una profundidad no mayor a 10 cm, en esta área se encontraban también otros animales como oligoquetos y ninfas de efímeras (Figura 8).

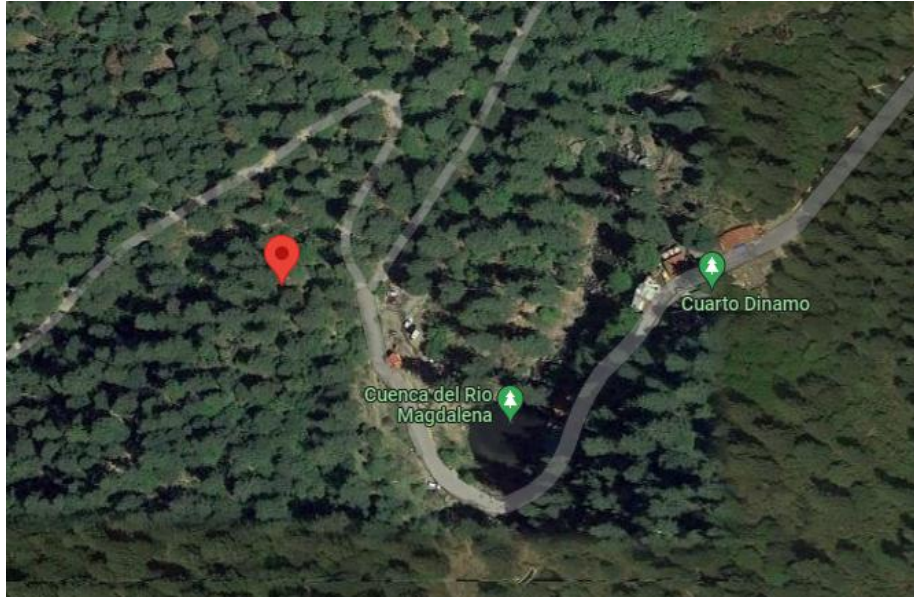


Figura 7. Vista satelital de la ubicación del área de muestreo en el río Magdalena (Tomado de CNES y Airbus Maxar Technologies, 2018).



Figura 8. Vista general de la zona del río de donde se obtuvieron las planarias.

## 6. Material y Métodos

### Trabajo Experimental

Se determinó la especie de planaria encontrada en la localidad río Magdalena, para la descripción se utilizaron cortes histológicos preparados previamente. Estos organismos fueron recolectados en puntos al azar del río en dos muestreos el 7 de septiembre y 2 de noviembre del año 2015.

Se revisó la musculatura de la faringe, las características del aparato reproductor femenino como posición de ovarios, forma y posición de la bursa copuladora, del aparato reproductor masculino como el número y posición de los testículos, la forma de papila y el bulbo del pene, la cavidad bulbar, las vesículas seminales y la posición de los espermiductos.

Se observaron los cortes histológicos con un microscopio óptico marca Motic B1 Advanced Series y para la obtención de medidas se utilizó una cámara digital S-View modelo SXY-190 junto al software S-viewer, el cual fue calibrado con una cámara de Neubauer.

Posteriormente para la observación *in vivo* se recolectaron planarias el 7 de septiembre y el 12 de noviembre a través de una colecta directa debajo de rocas parcialmente sumergidas. Se observaron con ayuda de un microscopio estereoscópico Motic modelo SMZ 171, se describieron características como la forma del cuerpo, cabeza, aurículas, pigmentación, entre otros y se midieron con hoja milimétrica.

Para la determinación taxonómica se compararon las descripciones morfológicas, para el nivel de Familia el trabajo de Ball (1974), para nivel de género el trabajo de Vries y Sluys (1991) y para nivel de especie se utilizaron las descripciones originales y los trabajos de Benazzi y Giannini, (1971), Mitchell y Kawakatsu (1973a; 1973b), Kawakatsu y Mitchell (1981a; 1981b; 1984), Kawakatsu *et al.* (1981), Ramos-Carmona (2008) y Franco-Díaz (2018).

## Trabajo Bibliográfico

Se realizó un listado buscando en la literatura registros previos de especies del género *Girardia* para de México, se ordenaron por estado y localidad, se menciona la especie y en caso de que la determinación fuera incierta se indicó con un signo de interrogación, por último se colocó la referencia, en caso de que el registro se haya realizado en una fecha diferente al de la cita se indicó entre corchetes.

Con los registros obtenidos se realizaron mapas de distribución localizando los puntos mediante Google Earth y GPS Essentials, posteriormente se geolocalizaron a través del programa QGIS y se colocaron sobre mapas obtenidos en la página INEGI.

Se realizaron mapas de la República Mexicana, uno con el área de distribución utilizando el método de propincuidad media (Rapoport, 1975) y otro con el número de registros del género *Girardia* para cada estado.

De igual manera se enlistaron los registros a nivel de especie y describieron morfológicamente utilizando descripciones previas de Benazzi y Giannini, (1971), Mitchell y Kawakatsu (1973a; 1973b), Kawakatsu y Mitchell (1981a; 1981b; 1984), Kawakatsu *et al.* (1981) y Ramos-Carmona (2008).

Por último se realizaron mapas de la República Mexicana y de los estados de Tamaulipas y el Estado de México, para localizar los registros a nivel de especie.



## 7. Resultados

El material previamente colectado consta de 39 organismos de los cuales solo 25 organismos se encontraban sexualmente maduros, 13 organismos se fijaron con formol al 4%, 13 organismos en Bouin y 13 organismos en ácido nítrico al 2%. Del total de organismos, 10 fueron destinados a cortes histológicos longitudinales y transversales con un grosor de 7  $\mu\text{m}$  y teñidos con hematoxilina y eosina: tres organismos fueron fijados en formol al 4%, tres organismos en Bouin y cuatro organismos de ácido nítrico al 2%, obteniendo un total de 285 laminillas con aproximadamente ocho cortes de cada una.

Los organismos recolectados se encontraron adheridos debajo de rocas parcialmente sumergidas y no se encontraron planarias en la vegetación (Figura 9). En la primera recolecta se obtuvieron 10 planarias, de las cuales en cuatro era visible el gonoporo y en la segunda recolecta se obtuvieron 13 planarias de las cuales solo cinco contaban con madurez sexual.



Figura 9. Planarias adheridas a la parte sumergida de una roca, encontradas en el río Magdalena.



## 7.1 Descripción de la Especie

### Orden Tricladida Lang 1884

Organismos con el intestino dividido en tres ramas, dos posteriores y una anterior, superficie ventral ciliada, faringe del tipo plegada, son hermafroditas con los aparatos reproductivos fusionados (Sluys y Riutort, 2018). Presentan ovarios en posición cerebral, arreglo serial de los nefridioporos y una zona adhesiva marginal. La apomorfia del grupo es la presencia de una faringe embrionaria (Sluys, 1989).

### Familia Dugesiidae Ball, 1974

Oviductos fusionados o separados, que abren en el canal bursal o rara vez en el atrio muy cerca o posterior al canal bursal. Género tipo: *Dugesia* Girard 1850. Usualmente pigmentados. Presenta ocelos y generalmente cabeza triangular. No se presentan órganos adhesivos. Adenodactilos rara vez presentes. Faringe con fibras musculares internas divididas en dos capas. Glándulas de la cáscara generalmente abren en el canal bursal. Cocoons esféricos y pedunculados (Ball, 1974).

Ball (1974) reconoció la falta de una apomorfia para el género *Dugesia* proponiendo elevar de categoría algunos de sus subgéneros, posteriormente Vries y Sluys (1991) a través de un análisis filogenético elevaron de nivel a distintos subgéneros, entre ellos a *Girardia*.

### Género *Girardia* Ball, 1974

Cabeza generalmente altamente triangular, aunque puede ser truncada. Faringe pigmentada. Vesícula seminal ausente o de tipo bífida no muscular. Diafragma ausente. Testículos numerosos distribuidos a lo largo del cuerpo generalmente en posición ventral. Canal bursal con dos capas de musculatura, una capa de musculatura circular rodeada por una capa longitudinal o en pocas especies las capas se encuentran mezcladas (Figura 10) (Ball, 1974). Generalmente el canal tiene un arreglo angulado en cuyo vértice se puede formar una cavidad denominada vagina (Figura 11) (Vries y Sluys, 1991).

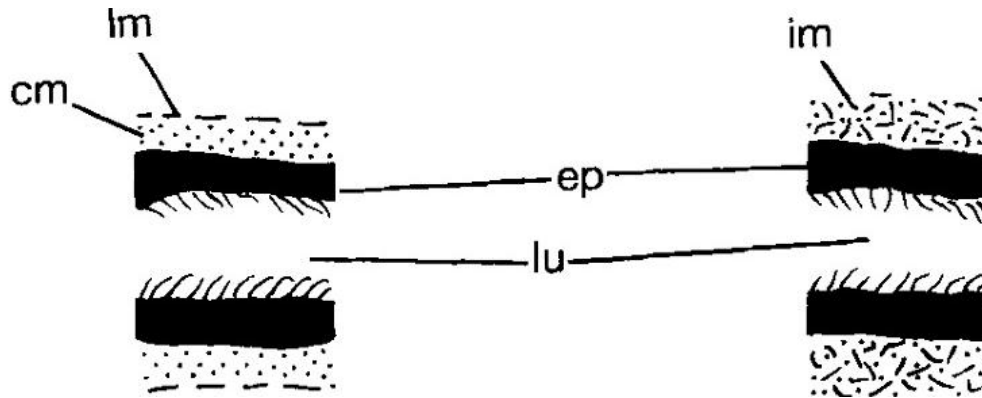


Figura 10. Arreglos del canal bursal: Musculatura en dos capas (izquierda) y musculatura intercalada (derecha). cm: Músculo circular. ep: Epitelio. im: Músculo intercalado. lm: Músculo longitudinal. lu: Lumen.

La presencia de gránulos de pigmento en la pared externa de la faringe es postulada como la autoapomorfia que distingue a este género, mientras que otros caracteres representativos como la cabeza altamente triangular, presencia de ocelos multicelulares y el arreglo angulado del canal de la bursa no son exclusivas de *Girardia* (Sluys, 2014).

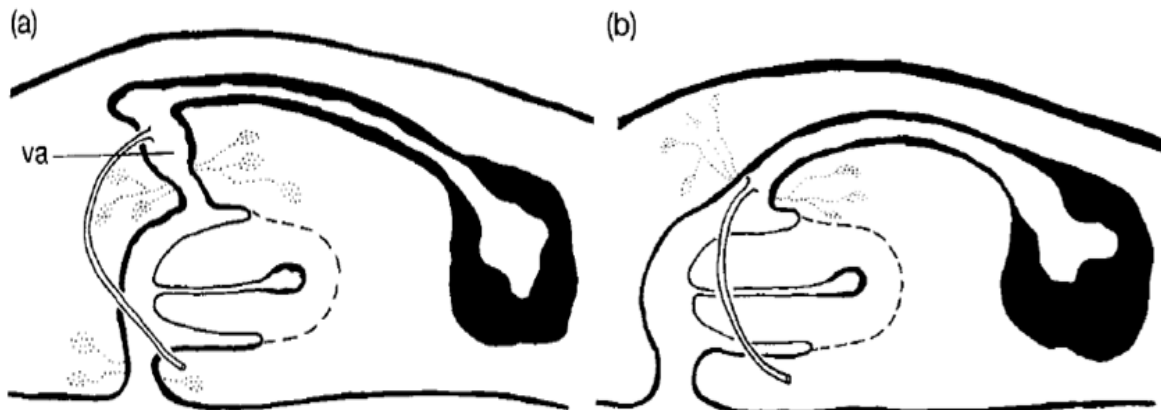


Figura 11. Arreglos del canal bursal en el aparato copulador de Dugesiidae: a) Canal angulado. b) Canal curvado. (Tomado de Vries y Sluys, 1991).

El género se distribuye a través de América y cuenta con especies registradas en Europa, Australia y Japón posiblemente introducidas por actividades humanas. Dentro de la región Neotropical (Sur de México a Sudamérica) es el género con la mayor representación, encontrándose pocas excepciones pertenecientes a otros géneros como *Cura*, o el género monotípico *Romankenkius* (Sluys et al., 2005; Vries y Sluys, 1991).

## 7.2 Redescripción de la especie

Orden TRICLADIDA Lang, 1884  
Suborden Continenticola Carranza *et al.*, 1998

Familia Dugesiidae Ball, 1974

Género *Girardia* Ball, 1974

*Girardia azteca* (Benazzi y Giannini, 1971)

### Morfología Externa

Especie epigea, los organismos *in vivo* presentan de 8 a 21 mm de largo por 1 a 3 mm de ancho, poseen una cabeza triangular con la punta alargada y aurículas largas. Presentan dos ocelos pequeños rodeados de una zona más clara y se encuentran ligeramente anteriores a las aurículas. El cuerpo se ensancha a partir del nivel de las aurículas encontrando la mayor anchura al nivel del inicio de la faringe (Figura 12).

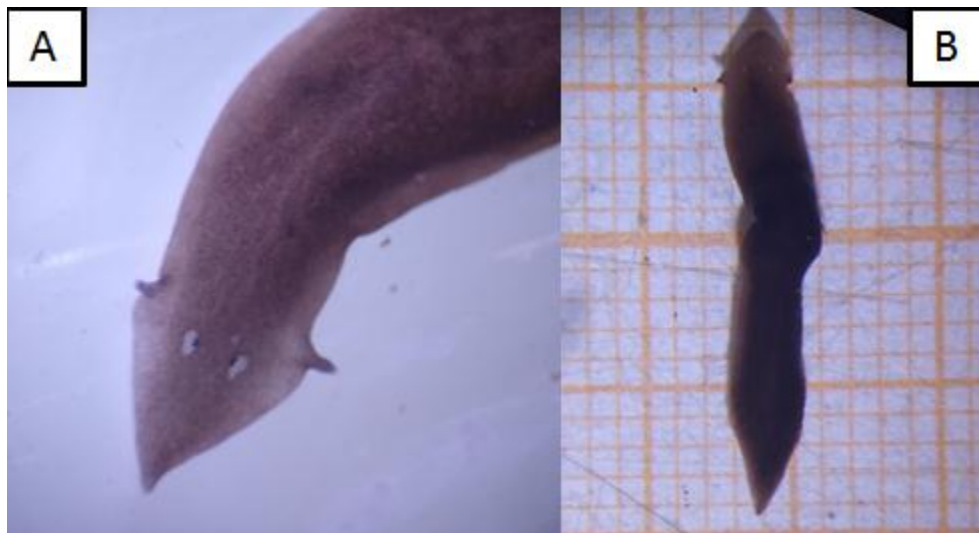


Figura 12. Organismos *in vivo*. A) Acercamiento a la cabeza. B) Cuerpo completo.

Los organismos presentan un color dorsal café negruzco uniforme con puntos blancos, algunos son más translúcidos que otros. La cabeza y los márgenes laterales son más delgados por lo que su color se aclara. A través de su vista a microscopio se revela el intestino ramificado (Figura 13A).

La región ventral es de color café grisáceo, en esta se puede observar la boca como un punto blanco en la parte media de cuerpo. En organismos maduros se

observa el gonoporo como otro punto entre la faringe y el extremo posterior del cuerpo, este se presentó en organismos sin relación a su talla (Figura 13B).



Figura 13. Organismos *in vivo*. A) Vista Dorsal. B) Vista Ventral.

Los organismos preservados midieron de 5 a 15 mm de largo y 2 a 4 mm de ancho, poseen una cabeza triangular de punta roma con aurículas cortas y blanquecinas. Presentan una faringe con una longitud promedio de 2.7 mm y una altura de 0.56 mm, La coloración es similar a los ejemplares *in vivo* pero con un tono más claro y opaco (Figura 14).



Figura 14. Organismos fijados con formol. A) Acercamiento a la cabeza. B) Cuerpo completo vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha).

## Morfología Interna

Rama anterior del intestino con 13 divertículos intestinales y ramas posteriores con 18 divertículos. Faringe con dos capas de musculatura exterior, una capa de músculo longitudinal externa y una capa de músculo circular interna (Figura 15A).

Testículos con  $0.14 \pm 0.042$  mm de largo y  $0.17 \pm 0.047$  mm de alto, aproximadamente 150 que se distribuyen desde el nivel posterior a los ovarios hasta el nivel del gonoporo. Se encuentran testículos dorsales predominantes, sin embargo, en la región faríngea se pueden encontrar algunos testículos ventrales (Figura 15B).

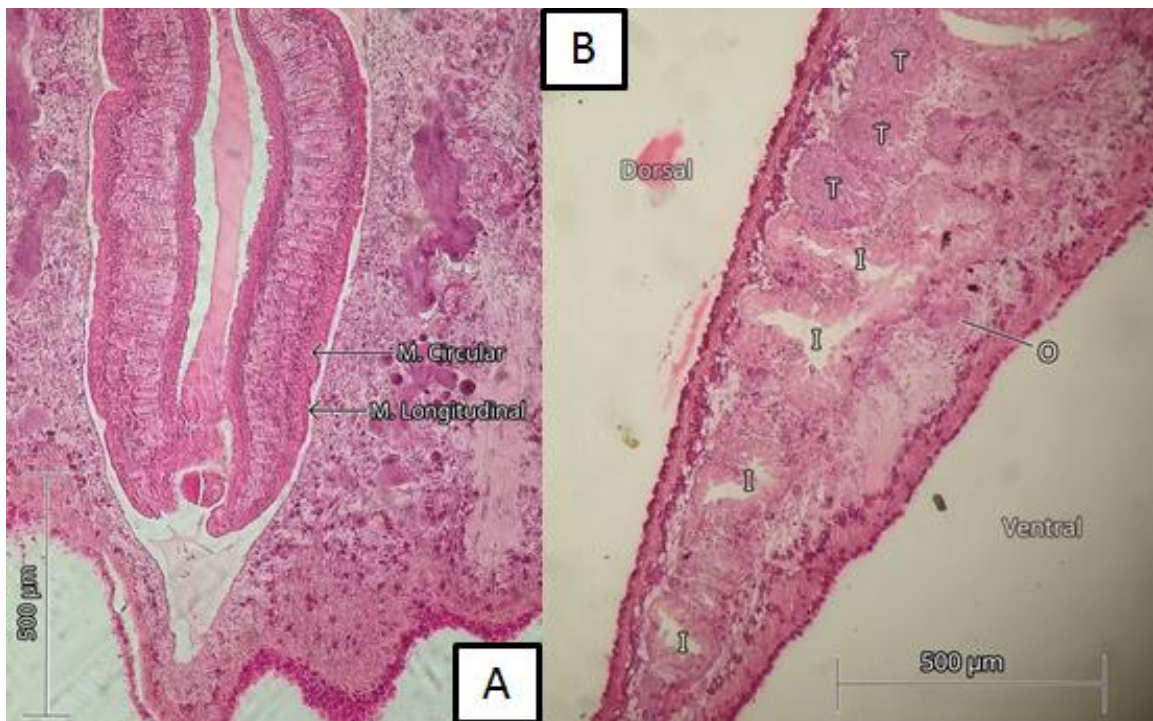


Figura 15. Cortes fijados con Bouin. A) Corte transversal de la faringe. B) Corte longitudinal, Región Anterior. I: Intestino. O: Ovario. T: Testículo.

Un par de ovarios ventrales con 0.12 mm de largo y 0.19 mm de alto, localizados entre el tercer y cuarto divertículo intestinal. Bursa copulatoria entre la faringe y el bulbo, tiene forma oval a oblonga con una amplitud máxima de 0.45 mm de largo y 0.64 mm de alto ocupando generalmente la mitad del cuerpo. En algunos cortes se logra observar un espermátforo dentro de la bursa (Figura 16A).

El canal bursal es curvado, con una longitud de 1.14 mm y recorre en dirección posterior desde la bursa hasta el nivel de gonoporo (Figura 17). Se observa la



formación de un divertículo del atrio común en dirección opuesta al canal bursal con una longitud de 0.24 mm (Figura 16B).

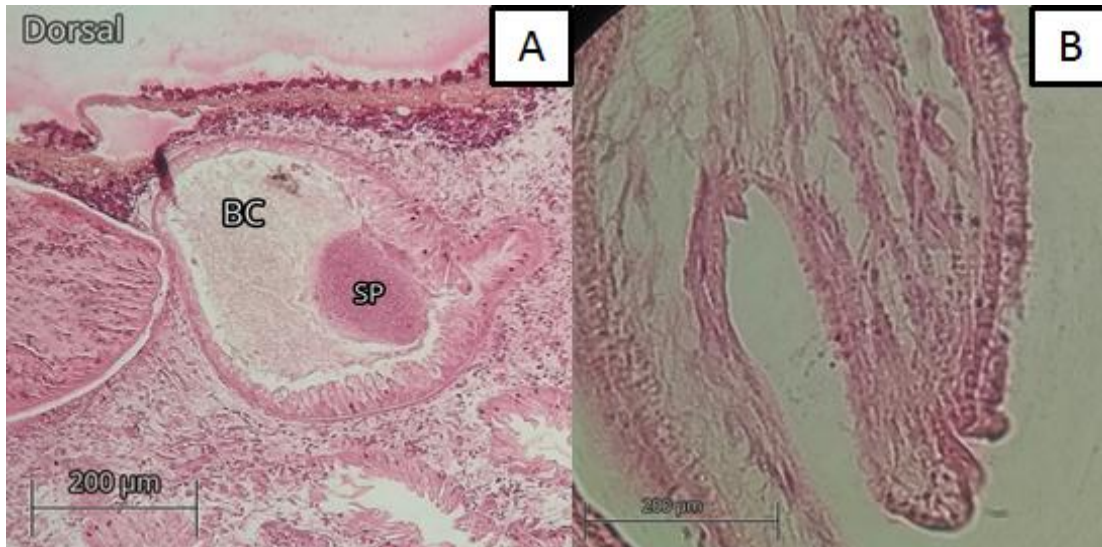


Figura 16. Cortes longitudinales A) Corte fijado con Bouin. Bursa copuladora (BC) donde se aprecia el espermátforo (SP). B) Corte fijado con formol. Acercamiento del divertículo del atrio común.



Figura 17. Corte longitudinal fijado con formol. Vista del aparato reproductor. AM: Atrio Masculino. BC: Bursa Copuladora BP: Bulbo del Pene. CB: Canal Bursal. DV: Divertículo del Atrio GP: Gonoporo. PP: Papila del Pene.

El bulbo del pene es oval con una altura de 0.35 y 0.42 mm de alto abarcando la mitad del cuerpo, la papila del pene es cónica con una base de 0.19 mm y una altura de 0.26 mm, de forma simétrica y se alarga hacia el gonoporo formando un ducto eyaculatorio en forma de tubo con una extensión de 0.08 de ancho x 0.35 mm de largo, la cavidad bulbar es estrecha y semicircular (Figura 18). Los espermiductos entran separados al bulbo del pene por la parte dorsal, las vesículas seminales miden 0.16 de largo y 0.21 mm de alto, estas se localizan ventrales a la bursa copulatoria iniciando al nivel posterior de esta (Figura 19).

A partir de las fotografías obtenidas se realizó un esquema del aparato reproductor (Figura 20).

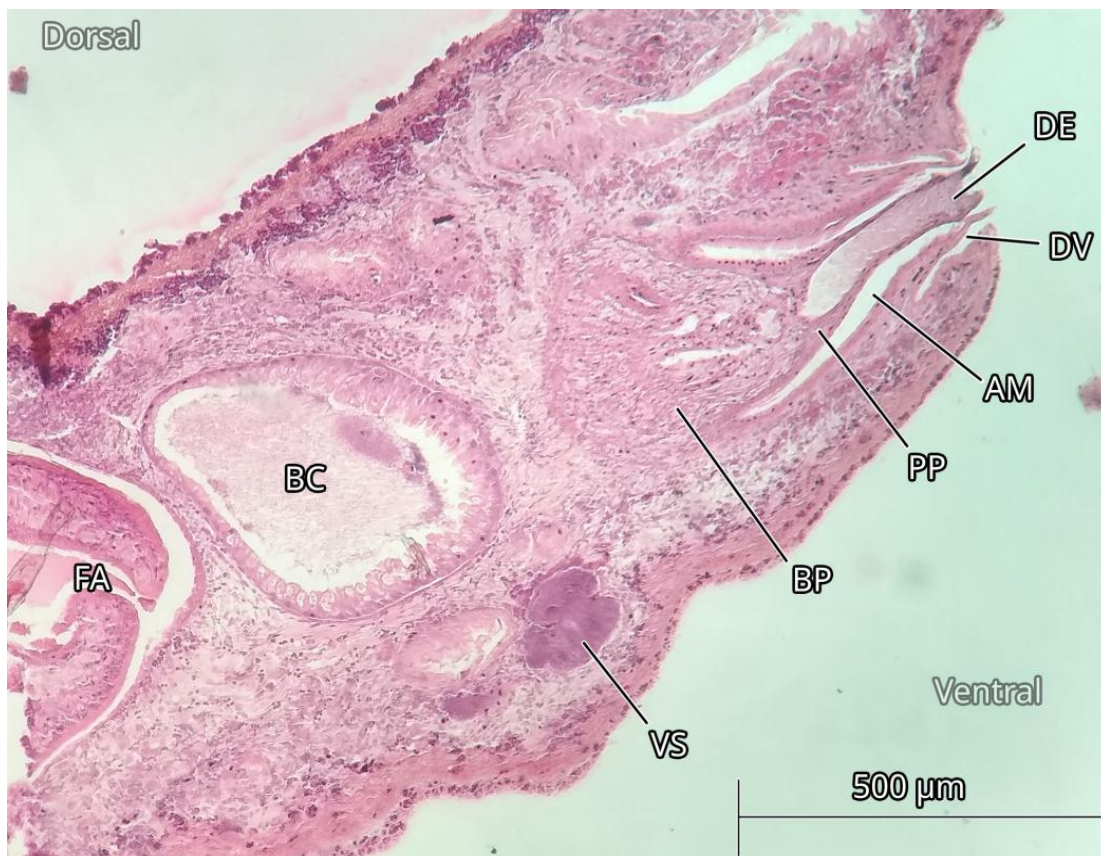


Figura 18. Corte longitudinal fijado con Bouin. Vista del aparato reproductor. AM: Atrio Masculino. BC: Bursa Copulatoria BP: Bulbo del Pene. DE: Ducto Eyaculatorio. DV: Divertículo del Atrio. FA: Faringe. PP: Papila del Pene. VS: Vesícula Seminal





Figura 19. Corte transversal teñido con Bouin. Vista del aparato reproductor. AM: Atrio Masculino. BC: Bursa Copulatoria ED: Espermiductos. PP: Papila del Pene. VS: Vesícula Seminal.

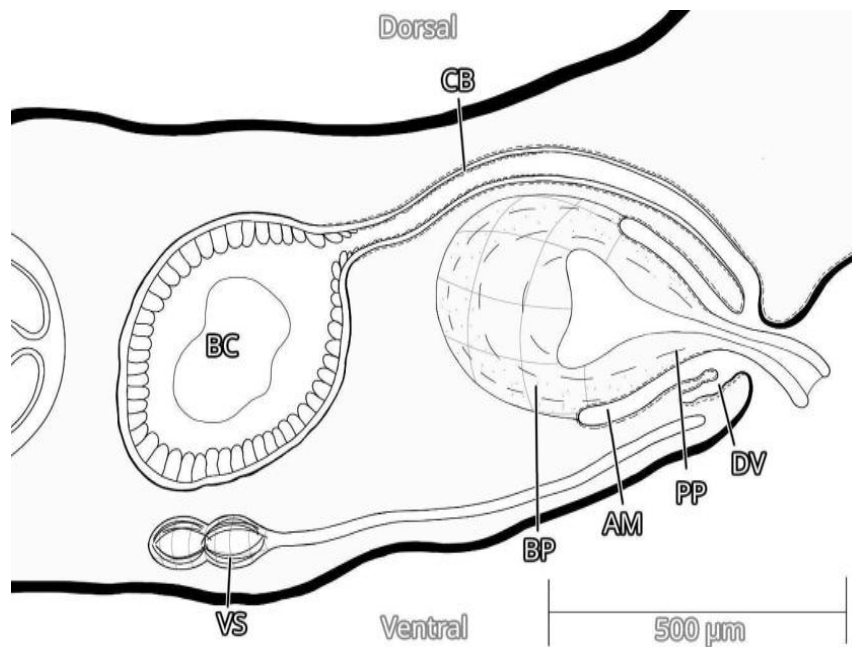


Figura 20. Esquema del aparato reproductor de la especie de *Girardia* del río Magdalena. AM: Atrio masculino. BC: Bursa copulatoria. BP: Bulbo del pene. CB: Canal bursal. DV: Divertículo. PP: Papila del pene. VS: Vesícula seminal.



## 7.2 Distribución del género *Girardia* en México

Se obtuvieron un total de 67 localidades y 19 estados en donde se ha registrado el género *Girardia* (Figura 21). Para algunos registros no se contaba con las referencias adecuadas para la ubicación exacta dentro de la localidad por lo que algunos puntos son aproximaciones. Se marcaron con un signo de interrogación las determinaciones que no contaban con un trabajo taxonómico.

Se obtuvo una propincuidad media de 59.1082, no se incluyeron los registros de Baja California y Baja California Sur para evitar una sobreestimación área de distribución (Figura 22).

- |  |  |
|--|--|
| <p style="text-align: center;">Baja California</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Santo Tomás, Arroyo San Vicente: <i>Girardia</i> sp. (Kawakatsu <i>et al.</i>, 2002 [1984])</li></ol> <p style="text-align: center;">Baja California Sur</p> <ol style="list-style-type: none"><li>2. Sierra de la Giganta, Arroyo Parras: <i>Girardia</i> sp. (Kawakatsu <i>et al.</i>, 2002 [1984])</li></ol> <p style="text-align: center;">Chiapas</p> <ol style="list-style-type: none"><li>3. San Cristóbal de las Casas, Cueva de los Llanos y Cueva de los Murciélagos: <i>G. mckenziei</i>. (Mitchell y Kawakatsu, 1973b [1972])</li><li>4. Arroyo a 1 km de Ruinas de Palenque: <i>Girardia</i> sp. (Kawakatsu <i>et al.</i>, 2002 [1973])</li><li>5. Arroyo a 5 km de Ruinas de Palenque: <i>Girardia</i> sp. (Kawakatsu <i>et al.</i>, 2002 [1973])</li><li>6. 20 Km norte de Ruinas de Palenque, Arroyo en carretera Ococingo: <i>Girardia</i> sp. (Kawakatsu <i>et al.</i>, 2002 [1973])</li><li>7. 21 Km suroeste de Ruinas de Palenque, Arroyo a lo largo de la carretera Ococingo: <i>Girardia</i> sp. (Kawakatsu <i>et al.</i>, 2002 [1973])</li></ol> <p style="text-align: center;">Ciudad de México</p> <ol style="list-style-type: none"><li>8. Ciudad Universitaria, Jardín Botánico Exterior: <i>G. dorocephala</i>. (Kawakatsu y Mitchell, 1981b [1972])</li><li>9. La Magdalena Contreras, río Magdalena: <i>G. azteca</i> (Presente estudio, 2015, 2022)</li><li>10. Canales de Xochimilco: <i>Girardia</i> sp. (Kawakatsu y Mitchell, 1981b [1972])</li><li>11. Xochimilco, Lago Cuemanco: <i>G. dorocephala</i> (Guevara-Flores, 2017),</li></ol> | <p style="text-align: center;"><i>Girardia</i> sp. y <i>G. dorocephala</i> (Benítez-Álvarez <i>et al.</i>, 2022)</p> <p style="text-align: center;">Guanajuato</p> <ol style="list-style-type: none"><li>12. Guanajuato, Presa San Renovato: <i>G. guanajuatensis</i>. (Duncan <i>et al.</i>, 2020 [2016])</li></ol> <p style="text-align: center;">Hidalgo</p> <ol style="list-style-type: none"><li>13. Entre la carretera a Tula y la carretera 57: <i>Girardia</i> sp. (Kawakatsu <i>et al.</i>, 2002 [1973])</li><li>14. Ixmiquilpán, Río Tula: <i>G. dorocephala</i>. (Kawakatsu y Mitchell, 1981b [1972]).</li><li>15. Presa Tejocotal, Arroyo a lo largo de la carretera 130: <i>Girardia</i> sp. (Kawakatsu <i>et al.</i>, 2002 [1973])</li><li>16. Presa Tejocotal, Estanque a lo largo de la carretera 130: <i>Girardia</i> sp. (Kawakatsu <i>et al.</i>, 2002 [1973])</li></ol> <p style="text-align: center;">Estado de México</p> <ol style="list-style-type: none"><li>17. Diversos canales en Río Lerma, San Mateo Atenco y Tultepec: <i>G. tigrina?</i> (Rioja y Herrera, 1951).</li><li>18. Tepotzotlán, Río San Miguel Cabañas: <i>G. azteca?</i> (Franco-Díaz, 2018 [2016, 2017])</li><li>19. Presa San Ignacio Ramírez: <i>Girardia</i> sp. (Monroy, 2001; Martínez-Tabche <i>et al.</i>, 2002; García-Medina, <i>et al.</i>, 2013)</li><li>20. Puerto de la Cruces, Estanque en El Zarco: <i>G. azteca</i>. (Benazzi y Giannini, 1971 [1969]; Kawakatsu y Mitchell, 1984 [1973])</li></ol> <p style="text-align: center;">Michoacán</p> <ol style="list-style-type: none"><li>21. Pátzcuaro, Lago de Pátzcuaro: <i>Girardia</i> sp. (Benazzi, 1972 [1971]; Kawakatsu <i>et al.</i>, 2002 [1973]), <i>G. dorocephala</i>. (Benítez-Álvarez <i>et al.</i>, 2022)</li></ol> |
|--|--|

- Morelos
22. Tepoztlán, *G.dorotocephala?* (Kawakatsu y Mitchell, 1981b [1972])
- Nuevo León
23. Montemorelos, Arroyo Chorros de Agua: *G. dorotocephala*. (Kawakatsu y Mitchell, 1981b [1969])
- Oaxaca
24. Apoala, Arroyo en Comedor del Diablo: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1973])
25. Norte de Donaji, Arroyo en el Km 87 de la carretera 185: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1973])
26. Tamazulpan, sureste de Hauajuapan de León: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1973])
- Puebla
27. Huachinango, Arroyo en la carretera 130: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1973])
28. San Martín Texmelucan: *Girardia* sp. (Benazzi, 1972 [1971])
29. Zacapoaxtla, Río Texpilco: *G. dorotocephala* (Ramos-Carmona, 2008 [2006, 2007])
- Querétaro
30. Arroyo en Río Jalpan: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1973])
31. San Juan del Río, Arroyo en la carretera 57: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1973])
- San Luis Potosí
32. Aquismón, Cueva de San Rafael: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1973])
33. Aquismón, Sótano de Guadalupe: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1980])
34. Aquismón, Sótano de las Golondrinas: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1977])
35. Cerro de la Luz, Cueva de Campamento: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1977])
36. Xilitla Plateau Cueva los Viet Cong: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1980])
37. 44 Km al sur de San Luis Potosí, Arroyo a lo largo de la carretera 57: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1973])
38. La Silleta, Cueva de los Ladrones: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1980])
39. Río Verde, Río Verde: *G. dorotocephala*. (Kawakatsu y Mitchell, 1981b [1972])
40. Arroyo en Pozo de Guadalupe: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1972])
41. Valle de los Fantasma, Villa de San Francisco: *G. dorotocephala?* (Kawakatsu y Mitchell, 1981b [1972])
42. Valle de los Fantasma, Arroyo frente a Sótano de San Francisco: *G. dorotocephala* (Kawakatsu y Mitchell, 1981b [1972])
- Tamaulipas
43. Arroyo en el Km 192 de la carretera 101: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1973])
44. Tula, *G. dorotocephala?* (Kawakatsu y Mitchell, 1981b [1972])
45. Ciudad Victoria, Río Guayalejo: *G. dorotocephala*. (Kawakatsu y Mitchell, 1981b [1972])
46. Conrado Castillo, Cueva de Oyamal: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1978])
47. Conrado Castillo, Agua de los Allarines: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1979])
48. Pozo en Cueva del Brinco: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1973])
49. Arroyo en Entrada del Viento Bajo: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1978])
50. Gómez Farías, Arroyo de Río Sabinas, *G. dorotocephala?* (Mitchell y Kawakatsu, 1973a [1971]; Kawakatsu y Mitchell, 1981b [1972])
51. Gómez Farías, Cueva La Capilla: *G. barbarae* y *G. guatemalensis?* (Mitchell y Kawakatsu, 1973a [1971])
52. Gómez Farías, Cueva La Mina: *G. typhlomexicana* (Mitchell y Kawakatsu, 1973a [1969, 1971])
53. Gómez Farías, Cueva de la Perlas: *G. guatemalensis* (Mitchell y Kawakatsu, 1973a [1971])
54. Gómez Farías, Ojo de Agua, Manantial Olla de Nubes: *G. guatemalensis*: (Kawakatsu y Mitchell, 1981a [1971])

55. Los San Pedro, Cueva del Tecolote: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1984])
56. Yerbabuena, Sótano de las Calenturas: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1979])
- Tabasco
57. Tapijulapa, Cueva del Azufre: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1975])
- Veracruz
58. Arroyo a 5 km al norte de Vega de Alatorre: *G. tigrina?* (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1973])
59. Los Tuxtlas, Estación de Biología Tropical: *Girardia* sp. (Benítez-Álvarez *et al.*, 2022)
60. Los Tuxtlas, Laguna Escondida: *Girardia* sp. (Benítez-Álvarez *et al.*, 2022)
61. Los Tuxtlas, Sur de la Estación Biológica: *Girardia* sp. (Benítez-Álvarez *et al.*, 2022)
62. Manzanilla, Sótano de las Golondrinas: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1977])
63. Rancho Nuevo, Cueva de Nacimiento: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1977])
64. Veracruz, Arroyo entre Tierra Blanca y Atlán: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1973])
- Yucatán
65. Maní, Cenote Kabachén: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1973])
66. Cerca de Chacsinicche, Cenote Amil: *Girardia* sp. (Kawakatsu *et al.*, 2002 [1973])
- Zacatecas
67. Cañitas de Felipe Pescador: *G. dorocephala*. (Benítez-Álvarez *et al.*, 2022)

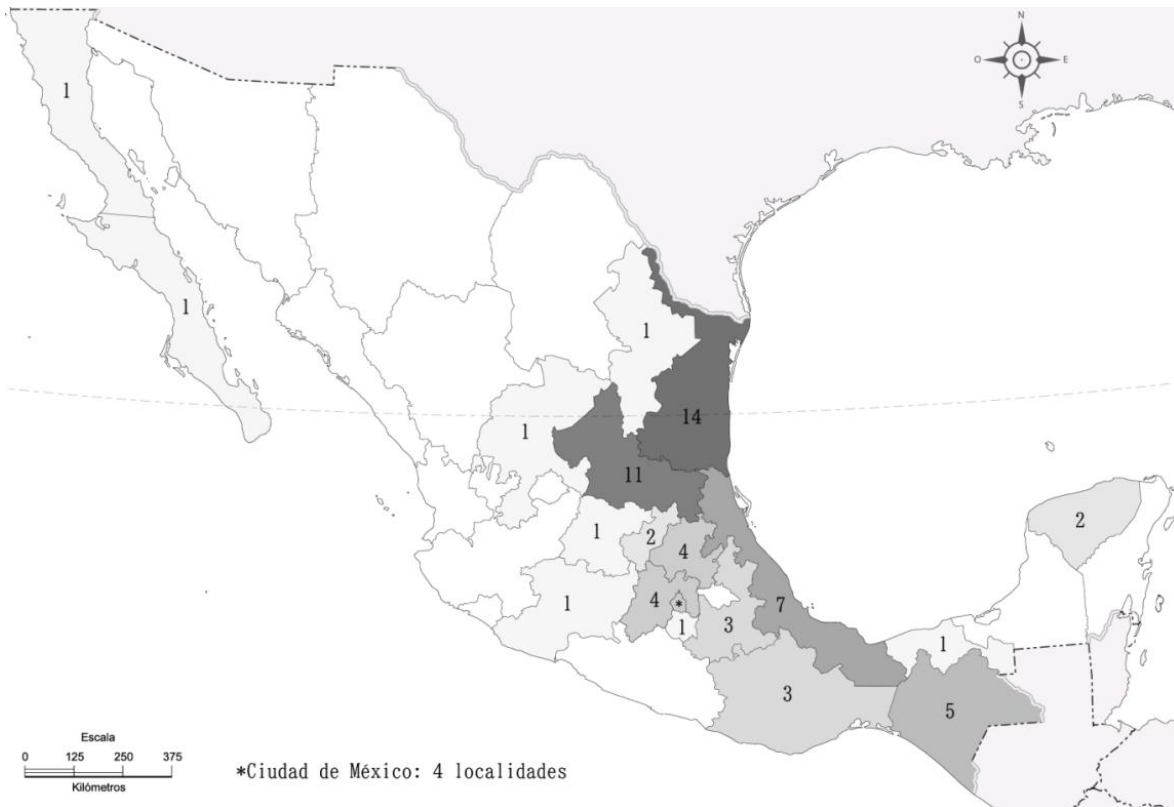


Figura 21. Número de registros del género *Girardia* en la República Mexicana.

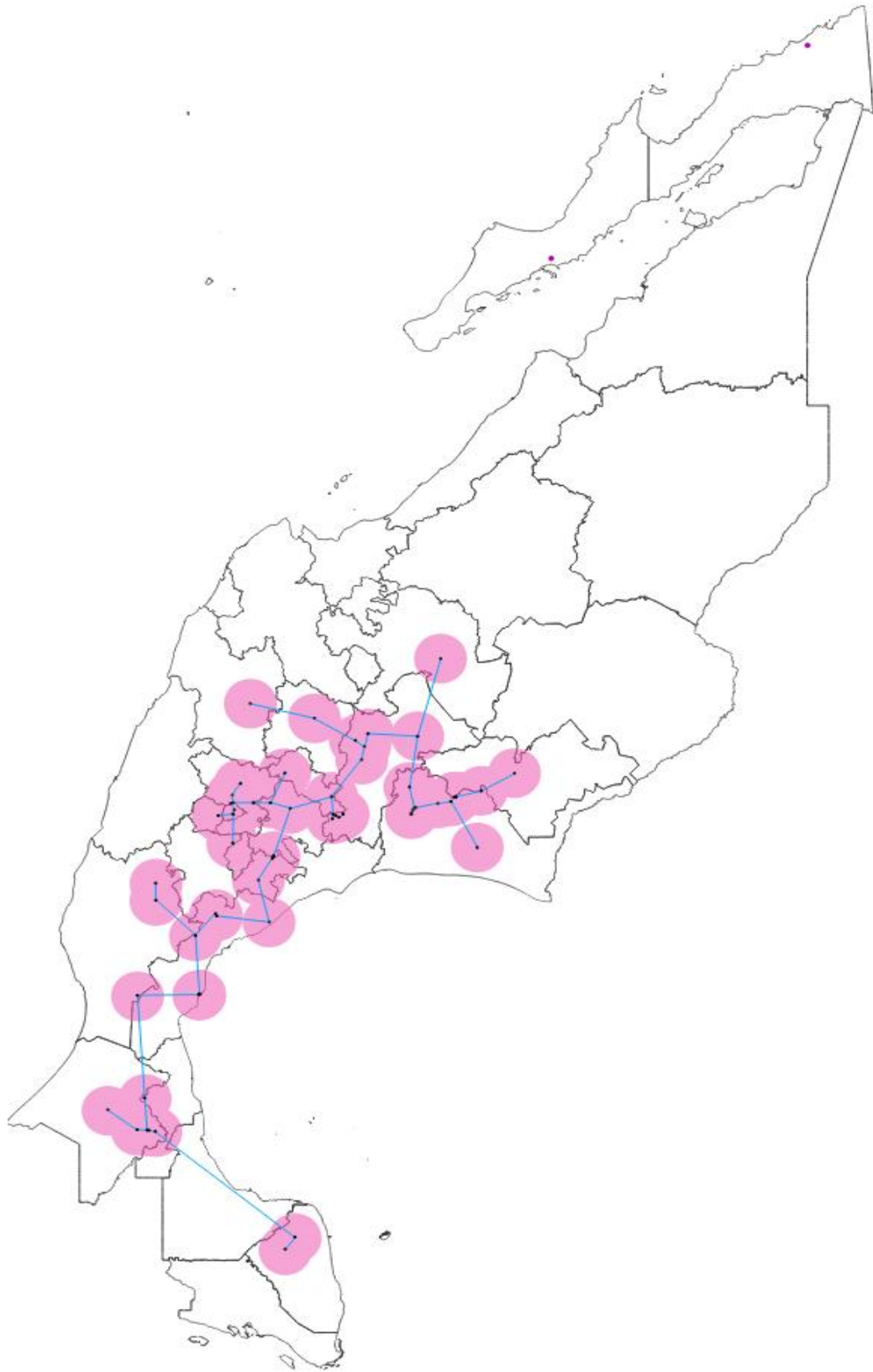


Figura 22. Área de distribución del género *Girardia* en México.

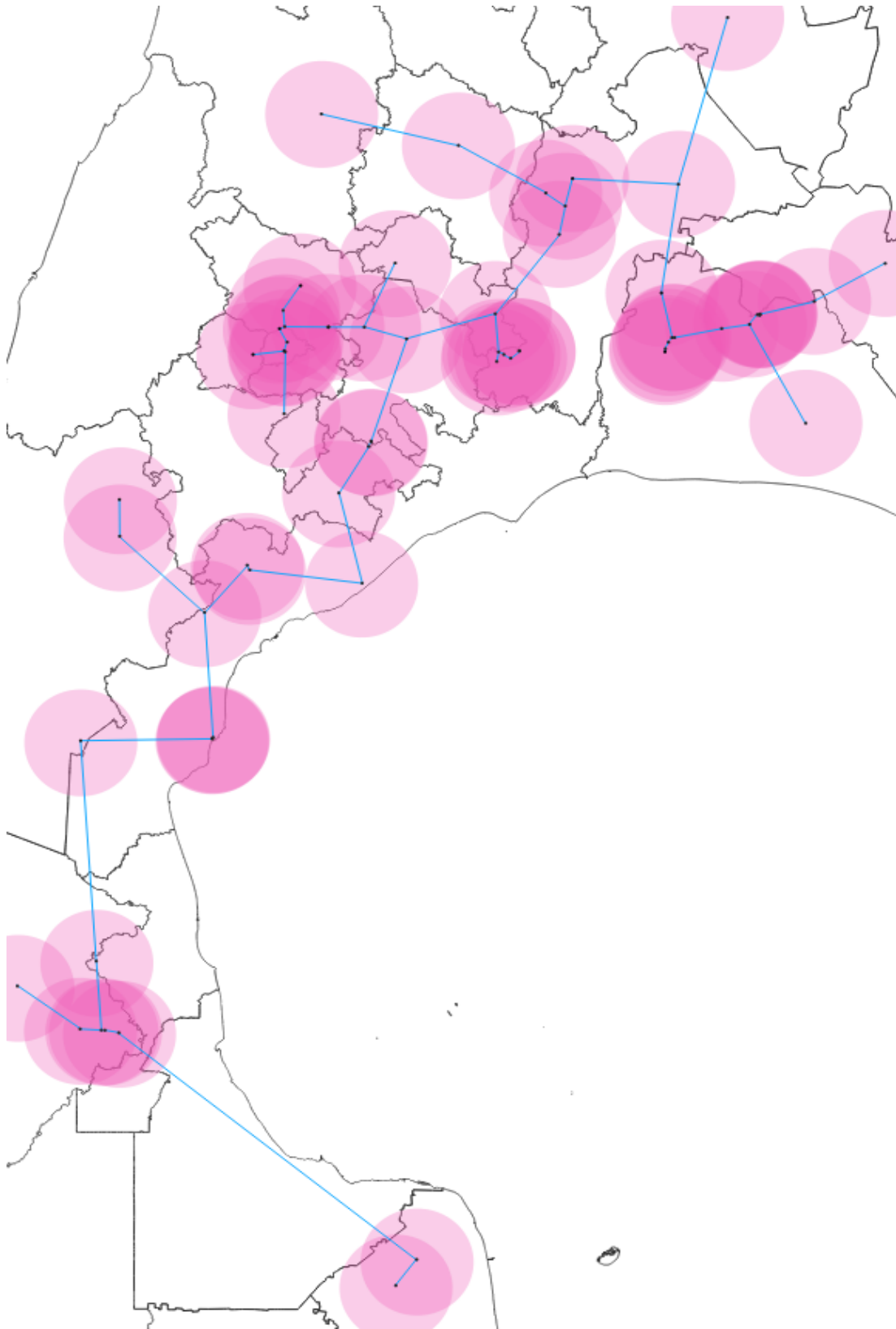


Figura 23. Área de distribución del género *Girardia* en México (Acercamiento).

### 7.3 Especies del género *Girardia* en México:

#### I. *Girardia tigrina* (Girard, 1850)

##### Morfología Externa

Presenta diferentes formas según la localidad, descripción de organismos de Brasil. Especie epigea, mide de 15 a 18 mm de largo y 2 a 3 mm de ancho. La cabeza es triangular con aurículas cortas. El extremo anterior de la cabeza es romo. Posee dos ocelos separados por una distancia de un cuarto del tamaño de la cabeza. El cuerpo no se estrecha después de las aurículas. La faringe se encuentra pigmentada y comienza detrás de la mitad del cuerpo. El gonoporo se encuentra al nivel del primer tercio anterior de la región post faríngea. La región dorsal es de café oscuro a ligeramente amarillo con puntos negros en todo el cuerpo, el margen del cuerpo es de color más claro, mientras que la región ventral es café grisáceo. (Figura 24).

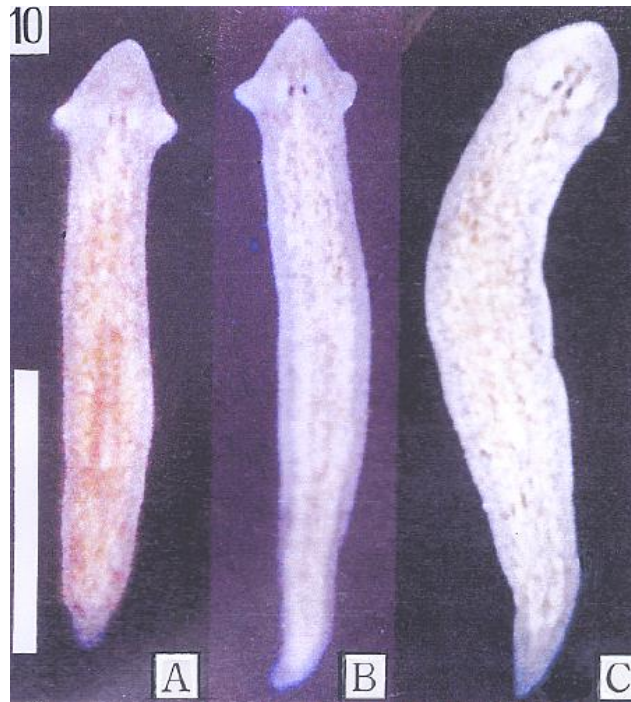


Figura 24. Organismos *in vivo* de *G. tigrina* (Tomado de Kawakatsu *et al*; 2012).

##### Morfología Interna

Rama anterior del intestino con 10 a 12 divertículos y ramas posteriores con alrededor de 10 divertículos. Un par de ovarios grandes localizados en posición anterior ventral al nivel del tercer o cuarto divertículo de la rama anterior. La bursa copuladora es oval y ocupa más de 2/3 de alto. El canal bursal es angulado y recorre la región dorsal por encima del pene hasta la zona posterior de este. Se puede formar una vagina poco desarrollada en la arista del canal bursal en donde abren los oviductos separados.

Los testículos medianos o grandes, alrededor de 300 a 500. Son ventrales y recorren el cuerpo en tres o cuatro líneas longitudinales desde el nivel de los ovarios a casi el final del extremo posterior. En la región anterior al aparato reproductor pueden encontrarse testículos de talla chica.

El bulbo del pene tiene forma oval y ocupa más de la mitad de alto, la papila es ancha y de forma asimétrica, el labio ventral es más pequeño que el dorsal. La cavidad bulbar está dividida en dos cavidades tubulares y estrechas que convergen en el ducto eyaculatorio. El ducto eyaculatorio se localiza en posición baja en la papila del pene y se ensancha al nivel de los labios. Los espermiductos abren separados dentro de cada cavidad bulbar. Los espermiductos forman vesículas seminales (Figura 25).

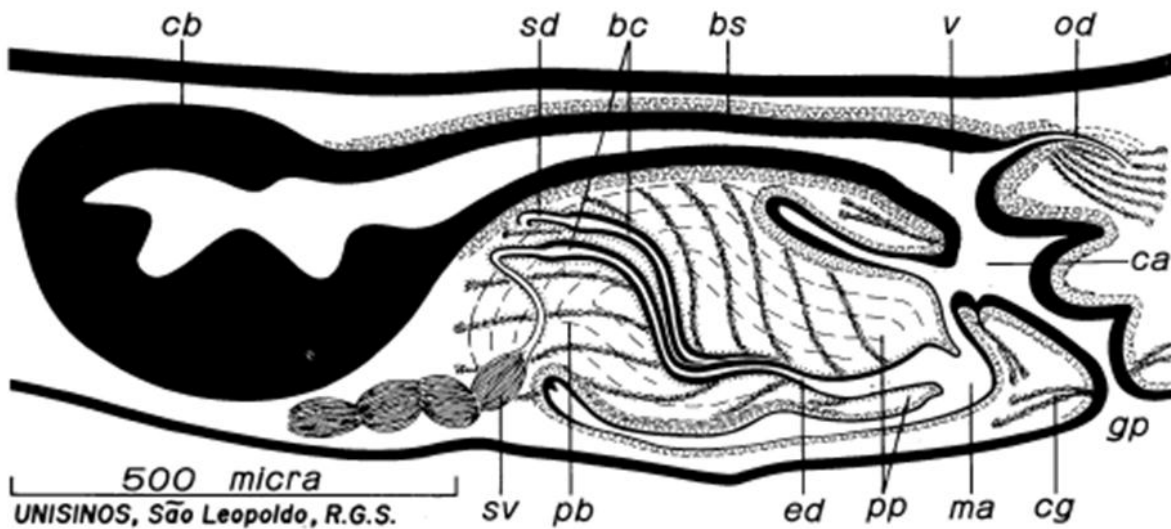


Figura 25. Esquema del aparato reproductor de *G. tigrina*. bc: Cavidad Bulbar. bs: Canal Bursal. ca: Atrio Común. cb: Bursa Copulatória. cg: Glándula de Cemento. ed: Ducto Eyaculatorio. gp: Gonoporo. ma: Atrio Masculino. od: Oviducto. pp: Papila del Pene. sd: Espermiducto sv: Vesícula Seminal. v: Vagina. (Tomado de Kawakatsu *et al.* 1981).

Distribución: México (Figura 41), Sudamérica, Estados Unidos y sur de Canadá. Especie introducida en Europa y Japón.

- Rioja y Herrera, 1951: Diversos canales de Río Lerma, San Mateo Atenco y Tultepec, Estado de México. Registro sin revisión taxonómica determinado como *Euplanaria maculata*.
- Kawakatsu *et al.*, 2002: Arroyo 5 km N de Vega de Alatorre, Veracruz. 1973. Registro incierto como *Dugesia tigrina*.



## II. *Girardia dorocephala* (Woodworth, 1897)

### Morfología Externa

Presenta diferentes formas según la localidad, descripción de organismos mexicanos. Especie epigea, con distintas formas según la localidad, mide de 8 a 15 mm de largo y 1 a 3 mm de ancho. La cabeza es triangular con aurículas largas. El extremo anterior de la cabeza es puntiagudo. Posee dos ocelos separados por un tercio de la distancia del cuerpo. El cuerpo no se estrecha después de las aurículas-La faringe comienza detrás de la mitad del cuerpo. La región dorsal es café oscuro con puntos blancos y negros con una fina línea media de color más claro, mientras que la región ventral es de un color más claro. La región basal de las aurículas, los alrededores de la faringe y el gonoporo son blancos (Figura 26).

### Morfología Interna

Musculatura exterior de la faringe con tres capas, dos capas de músculo longitudinal y una de músculo circular entre las dos anteriores (Figura 26).

Un par de ovarios localizados en posición anterior ventral detrás del nivel de los ocelos. Bursa copulatoria oval a oblonga, localizada anterior al bulbo del pene y abarca de la mitad a todo el espacio dorsoventral. El canal bursal es curvado o angulado y recorre la región dorsal por encima del pene hasta la zona posterior de este. Se puede formar una vagina poco desarrollada en la arista del canal bursal. Los oviductos abren separados al inicio de la curvatura del canal bursal.

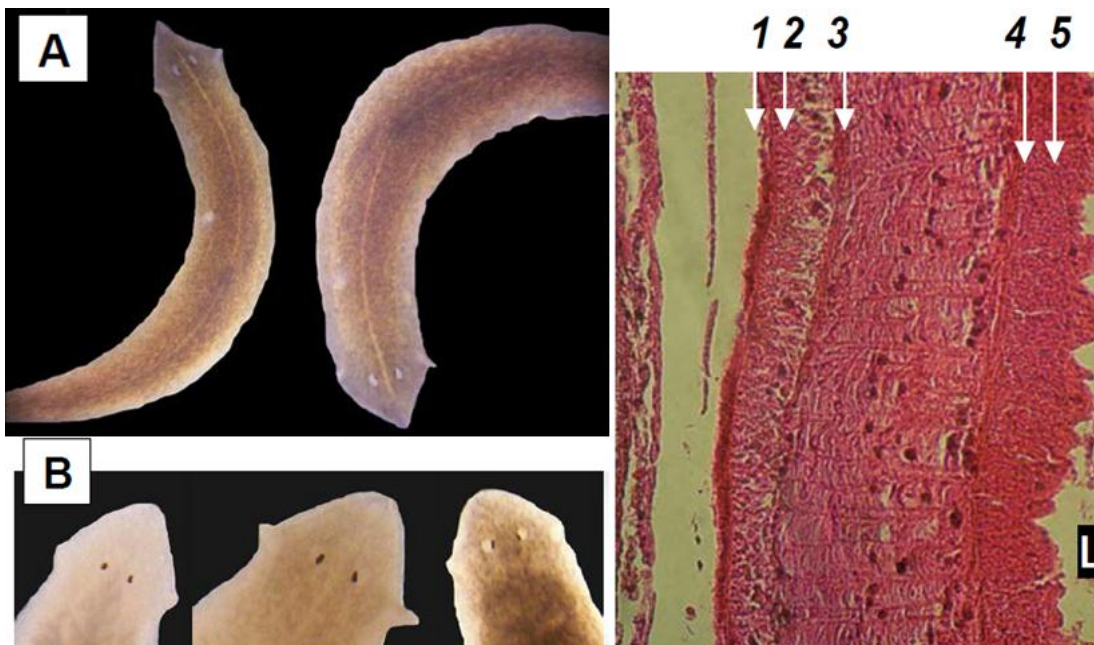


Figura 26. *G. dorocephala*. Izquierda: A) Organismo *in vivo*. B) Vista de la cabeza. Derecha: Vista longitudinal de la musculatura de la faringe. 1: Capa longitudinal exterior. 2: Capa circular interior. 3: Capa longitudinal exterior. 4: Capa longitudinal interior. 5: Capa circular interior. L: Lumen (Tomado de Ramos-Carmona, 2008).



Los testículos son pequeños y numerosos, alrededor de 1500 a 2000 en organismos grandes. Se localizan en posición ventral y se extienden del nivel posterior de los ovarios al extremo posterior del cuerpo a través de dos o tres líneas longitudinales y distribuidas en dos o tres filas verticales.

El bulbo del pene tiene forma oval, es moderadamente grande y asimétrico. La papila del pene es ancha y de forma asimétrica con el labio ventral usualmente más delgado que el dorsal. La cavidad bulbar es oval y amplia. Los espermiductos abren separados posterolateralmente dentro de la cavidad bulbar. Los espermiductos forman las vesículas seminales en cada lado posteriores al nivel de la faringe o de la bursa copulatoria (Figura 27).

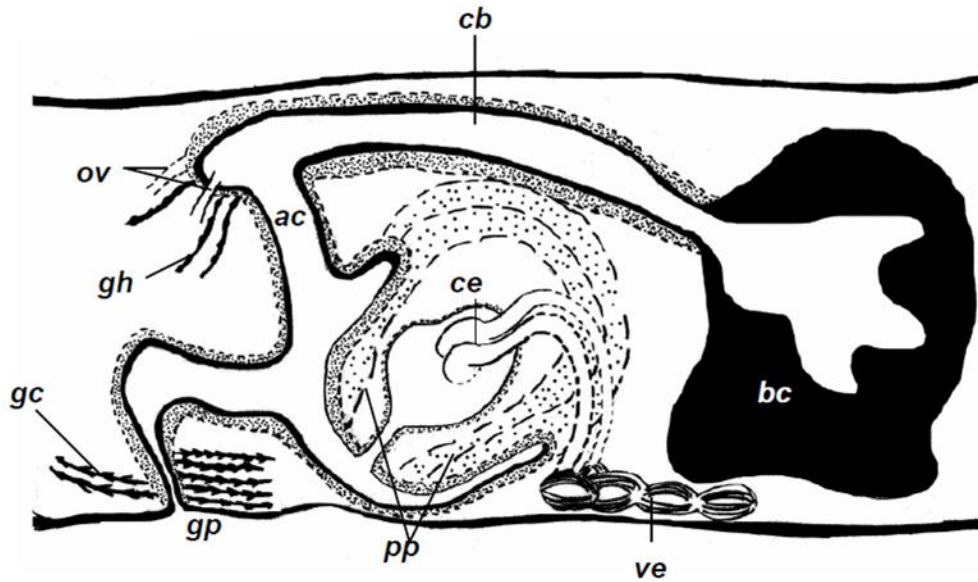


Figura 27. Esquema del aparato reproductor de *G. dorotocephala*. ac: Atrio Común. bc: Bursa Copulatoria. cb: Canal Bursal. ce: Conducto Eyaculador. gc: Glándulas del Cemento gh: Glándulas del Huevo. gp: Gonoporo ov: Oviductos pp: Papila del Pene ve: Vesícula Espermática. (Tomado de Ramos-Carmona, 2008)

Distribución: México (Figura 28), Estados Unidos y sur de Canadá. Especie introducida en Europa y Japón.

1. Kawakatsu y Mitchell, 1981b. Determinado como *Dugesia dorotocephala*:
  - A. Manantial Chorros de Agua, Montemorelos, Nuevo León. 1969
  - B. Río Guayalejo, Ciudad Victoria, Tamaulipas. 1972
  - C. Río Tula, Ixmiquilpán, Hidalgo. 1972
  - D. Río Verde, San Luis Potosí, 1972
  - E. Sótano de San Francisco, San Luis Potosí. 1972
  - F. Jardín Botánico Exterior, Ciudad Universitaria, Ciudad de México. 1972
2. Ramos-Carmona, 2008: Río Texpilco, Zacapoaxtla, Puebla. 2006 y 2007
3. Guevara-Flores *et al.*, 2017: Determinado como *D. dorotocephala*. Lago Cuemanco, Xochimilco, Ciudad de México
4. Benítez-Álvarez *et al.*, 2022:
  - A. Cañitas de Felipe Pescador, Zacatecas
  - B. Lago Cuemanco, Xochimilco, Ciudad de México

### C. Lago Patzcuaro, Michoacán

#### Registros inciertos

1. Mitchell y Kawakatsu, 1973a, Determinado como *Dugesia sp.* con mayor afinidad a *D. dorotocephala*. Arroyo de Río Sabinas, Gómez Farías, Tamaulipas. 1971
2. Kawakatsu y Mitchell, 1981b, Determinado como *Dugesia sp.* con mayor afinidad a *D. dorotocephala*:
  - A. Arroyo de Río Sabinas, Gómez Farías, Tamaulipas. 1972.
  - B. Arroyo dentro del pueblo de Tula, Tamaulipas. 1973
  - C. Arroyo frente a Villa de San Francisco, Valle de los Fantasma, San Luis Potosí. 1972
  - D. Arroyo en el pueblo de Tepoztlan, Morelos. 1972
  - E. Canales de Xochimilco, Ciudad de México. 1972
3. Presa San Ignacio Ramírez, Estado de México:
  - Monroy, 2001. Determinado como *D. dorotocephala*
  - Martínez-Tabche *et al.*, 2002, Determinado como *D. dorotocephala*
  - García-Medina, *et al.*, 2013, Determinado como *D. dorotocephala*

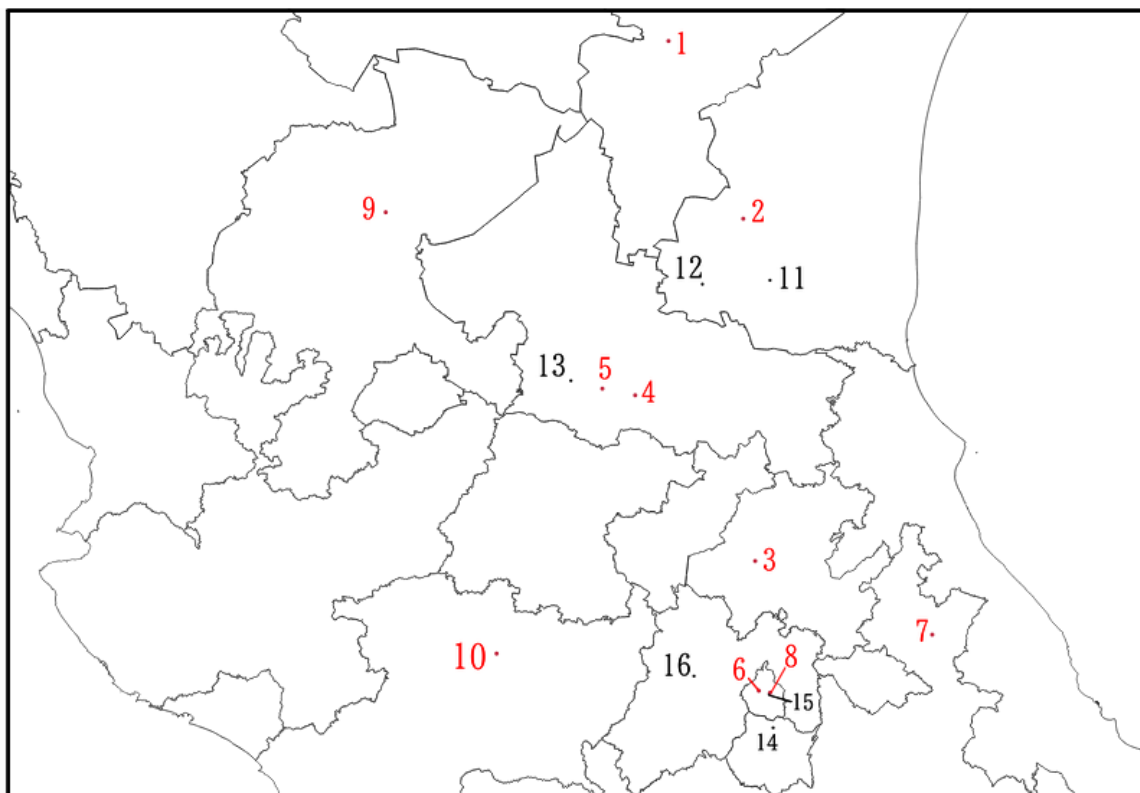


Figura 28. Registros de *G. dorotocephala* en México. Número rojo: Registro con revisión taxonómica. Número Negro: Registro incierto. 1. Chorros de Agua. 2. Río Guayalejo. 3. Tula, Ixmiquilpan. 4. Río Verde. 5. Sótano de San Francisco. 6. Jardín Botánico C.U. 7. Río Texpilco. 8. Lago Cuemanco. 9. Cañitas de Felipe Pescador. 10. Lago Pátzcuaro. 11. Río Sabinas. 12. Tula, Tamaulipas. 13. Villa de San Francisco. 14. Tepoztlán. 15. Xochimilco. 16. Presa San Ignacio Ramírez.

### III. *Girardia azteca* (Benazzi y Giannini, 1971)

#### Morfología Externa

Especie epigea, mide alrededor de 20 a 25 mm de largo y 3 a 4 mm de ancho. La cabeza es triangular con aurículas largas. El extremo anterior de la cabeza es puntiagudo. Posee dos ocelos, en medio de estos se encuentra una zona no pigmentada que abarca de la cabeza hasta el primer tercio del organismo. El cuerpo se estrecha hacia el extremo posterior que acaba en punta. La faringe se encuentra pigmentada y comienza detrás de la mitad del cuerpo. El poro genital se encuentra al nivel de la región post faríngea. La región dorsal es café negruzco con puntos blancos, mientras que la superficie ventral café grisáceo con puntos negros. Regiones alrededor de la faringe y gonoporo blanquecinos (Figuras 29 y 30).

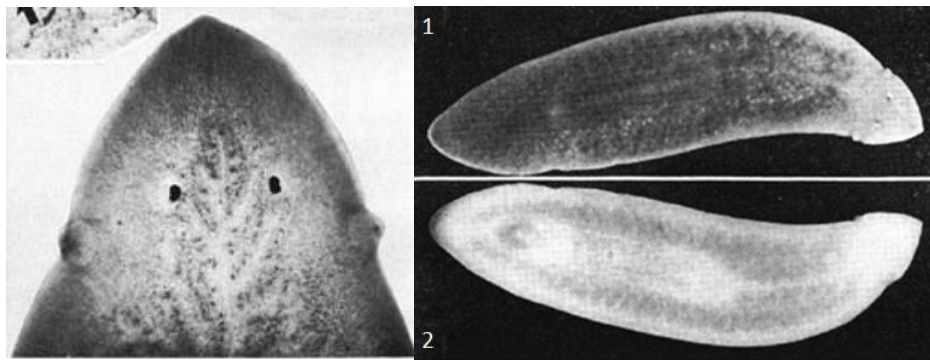


Figura 29. *Girardia azteca* 1: Vista de la cabeza (Izquierda). Ejemplar tras fijación vista dorsal (1) y ventral (2) (Tomado de Kawakatsu y Mitchell, 1984).

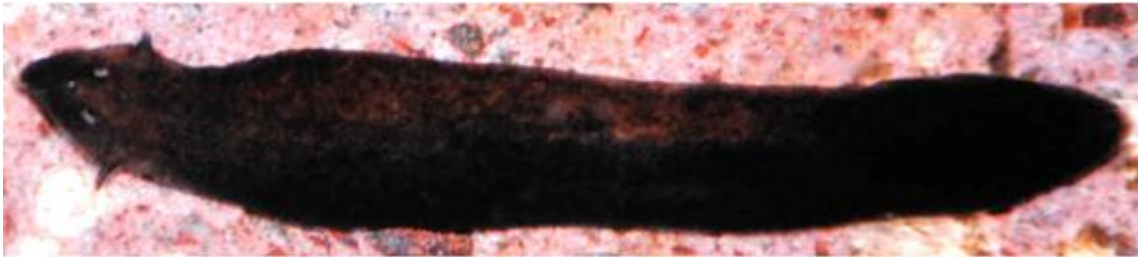


Figura 30. *Girardia azteca*. Ejemplar *in vivo* (Tomado de Kawakatsu *et al.*, 2002).

#### Morfología Interna

Rama anterior del intestino con 12 a 15 divertículos y ramas posteriores con 18 a 20 divertículos. Ovarios localizados al nivel del tercer o cuarto divertículo de la rama anterior. Bursa copulatoria oval a aoblonga, localizada anterior al bulbo del pene y ocupa desde la mitad a casi todo el espacio dorsoventral. El canal bursal es angulado y recorre la región dorsal por encima del pene hasta la zona posterior de este. Se forma una vagina poco desarrollada en la arista del canal bursal donde los oviductos abren separados.

Testículos grandes y numerosos, aproximadamente 200 a 300. Se extienden en la región dorsal en dos o tres filas longitudinales desde el nivel de los ovarios hasta el poro genital.

En la región faríngea y post faríngea se encuentran testículos más pequeños de los cuales algunos pueden ocupar 2 o 3 filas verticales.

El bulbo del pene tiene forma oval, la papila es de forma simétrica, tubular alargada y se retrae en el atrio. La cavidad bulbar es oval y elongada hacia el atrio. Los espermiductos se curvan sobre el bulbo del pene, abriendo separados en la cavidad bulbar y extendiéndose dentro de esta. Los espermiductos forman las vesículas seminales en cada lado del bulbo del pene, al nivel intermedio entre este y la faringe (Figura 31).

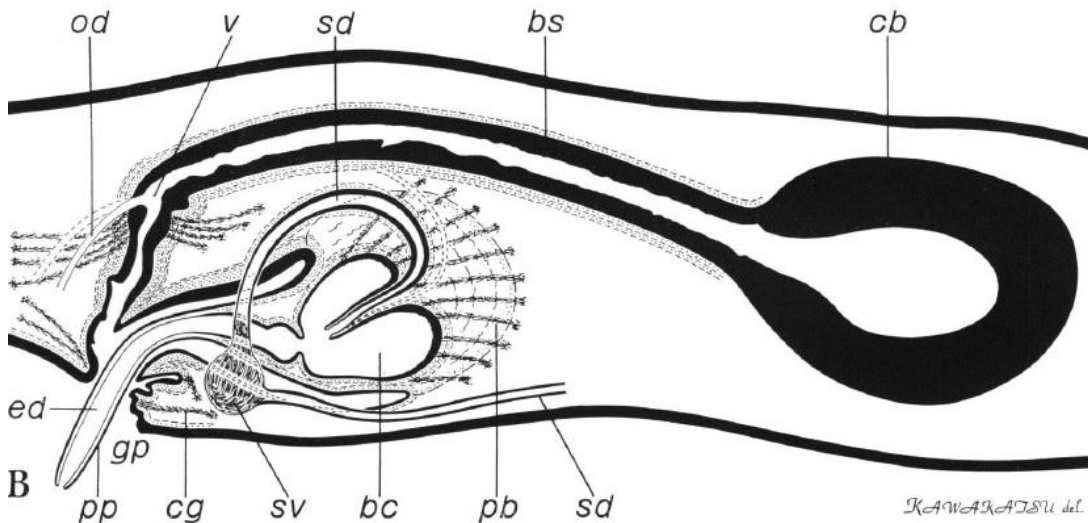


Figura 31. Esquema del aparato reproductor de *G. azteca*. bc: Cavidad Bulbar. bs: Canal Bursal. ca: Atrio Común. cb: Bursa Copuladora. cg: Glándula de Cemento. ed: Ducto Eyaculatorio. gp: Gonoporo. od: Oviducto. v: Vagina. pb: Bulbo del Pene. pp: Papila del Pene. sd: Espermiducto. sv: Vesícula Seminal. (Tomado de Kawakatsu y Mitchell, 1984a).

Distribución: México, Estado de México (Figura 42)

- Benazzi y Giannini, 1971: El Zarco, Puerto de la Cruces, Estado de México. 1969. Determinado como *Cura azteca*.
- Kawakatsu y Mitchell, 1984: El Zarco, Puerto de la Cruces, Estado de México. 1973. Determinado como *Dugesia azteca*.

Registros inciertos

- Franco-Díaz, 2008: San Miguel Cabañas, Tepetzotlán, Estado de México. Determinado como *Girardia* sp. con mayor afinidad a *G. azteca*. 2016 y 2017.

#### IV. *Girardia typhlomexicana* (Mitchell y Kawakatsu, 1973)

##### Morfología Externa

Especie troglodita, mide alrededor de 8 mm de largo y 0.5 mm de ancho. La cabeza es triangular con aurículas cortas. El extremo anterior de la cabeza es romo. A partir de las aurículas el cuerpo se ensancha encontrando su mayor anchura a nivel de la faringe. Detrás de la faringe el cuerpo se estrecha hacia el extremo posterior que se estrecha rápidamente en punta. La faringe comienza detrás de la mitad del cuerpo. La boca se encuentra en la última cuarta parte del cuerpo. El poro genital se encuentra entre la boca y el extremo posterior. La especie no posee ojos y no tiene pigmentos. La cabeza es casi transparente y el resto el cuerpo es blanco exceptuando el contenido del intestino (Figura 32).

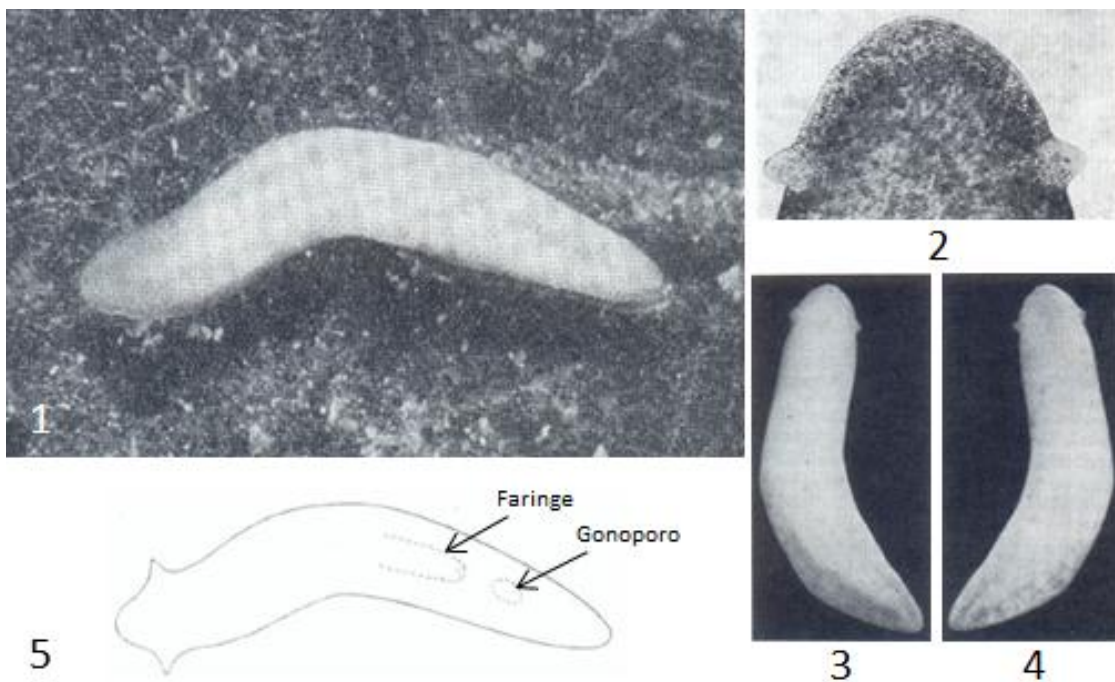


Figura 32. *Girardia typhlomexicana* 1: Ejemplar *in vivo*. 2: Vista de la cabeza. Ejemplar tras fijación vista dorsal (3) y ventral (4). 5: Esquema general del organismo (Tomado de Mitchell y Kawakatsu, 1973a).

##### Morfología Interna:

Rama anterior del intestino con siete a ocho divertículos y ramas posteriores con ocho a diez divertículos. Ovarios localizados al nivel del segundo o tercer divertículo de la rama anterior. Bursa copulatoria oval localizada dorsal al bulbo del pene y ocupa aproximadamente 1/4 del espacio dorsoventral. El canal bursal es curvado y recorre la región dorsal del cuerpo en posición posterodorsal al pene. Los oviductos abren separados en la región media del canal bursal.

Los testículos son grandes, alrededor de 14 pares y ocupan la gran parte del espacio dorsoventral entre el parénquima y el divertículo intestinal. Se extienden en las regiones laterales del cuerpo al nivel de los ovarios casi al final del extremo posterior. Detrás del



poro genital también se encuentran testículos entre dos ramas intestinales. A corta distancia detrás de los ovarios los testículos pueden localizarse en posición dorsal.

El bulbo del pene tiene forma oval y es moderadamente grande, la papila es mediana, cónica y de forma simétrica. La cavidad bulbar es oval y elongada hacia el atrio. Los espermiductos abren separados dentro de la cavidad bulbar, en algunos organismos los espermiductos se separaban al momento de entrar. Los espermiductos forman las vesículas seminales en cada lado a nivel de la boca. Las glándulas del pene están poco diferenciadas en esta especie (Figura 33).

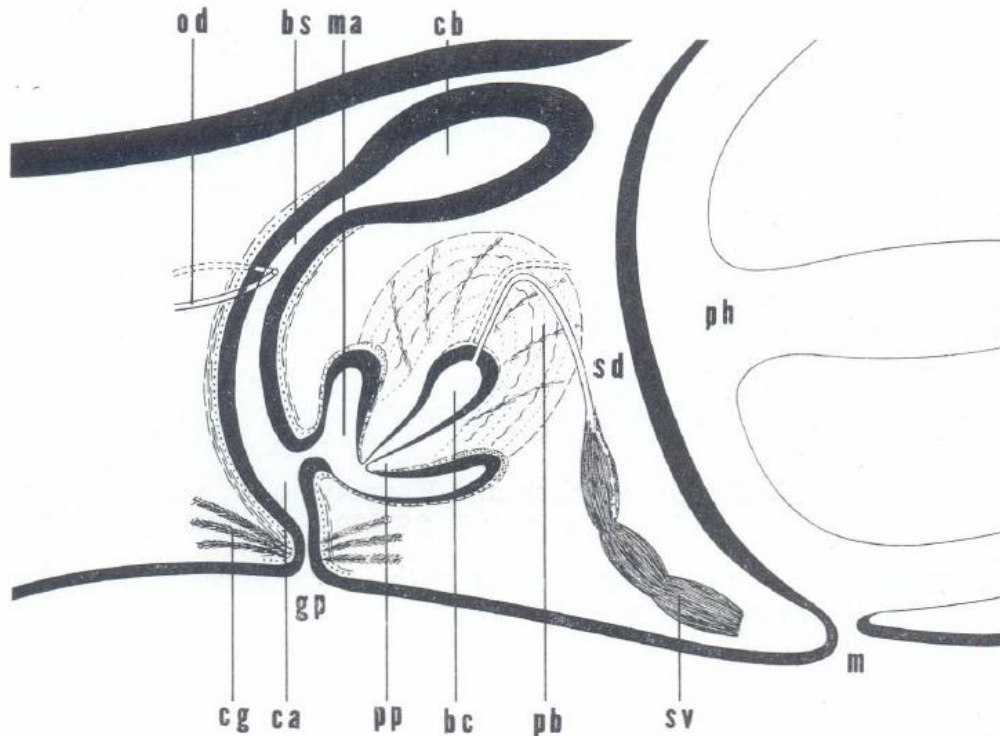


Figura 33. Esquema del aparato reproductor de *Girardia typhlomexicana*. bc: Cavidad Bulbar. bs: Canal Bursal. ca: Atrio Común. cb: Bursa Copuladora. cg: Glándula de Cemento. gp: Gonoporo. m: Boca. ma: Atrio Masculino. od: Oviducto. ph: Faringe. pb: Bulbo del Pene. pp: Papila del Pene. sd: Espermiducto. sv: Vesícula Seminal. (Tomado de Mitchell y Kawakatsu, 1973a).

Distribución: México, solo registradas en la localidad tipo (Figura 43).

- Mitchell y Kawakatsu, 1973a: Cueva La Mina, Gómez Farías, Tamaulipas. 1969 y 1971. Determinado como *Dugesia typhlomexicana*.

## V. *Girardia barbarae* (Mitchell y Kawakatsu, 1973)

### Morfología Externa

Especie troglodita, mide alrededor de 8 mm de largo y 0.5 mm de ancho. La cabeza es triangular con aurículas largas. El extremo anterior de la cabeza es puntiagudo. A partir de las aurículas el cuerpo se ensancha manteniendo este tamaño hasta la región media del cuerpo y se estrechándose hacia el extremo posterior que acaba en punta. La faringe comienza detrás de la mitad del cuerpo. La boca se encuentra en la última cuarta parte del cuerpo. El poro genital se encuentra entre la boca y el extremo posterior. La especie no posee ojos y no tiene pigmentos. La cabeza es casi transparente y el resto del cuerpo es blanco exceptuando el contenido del intestino (Figura 34).

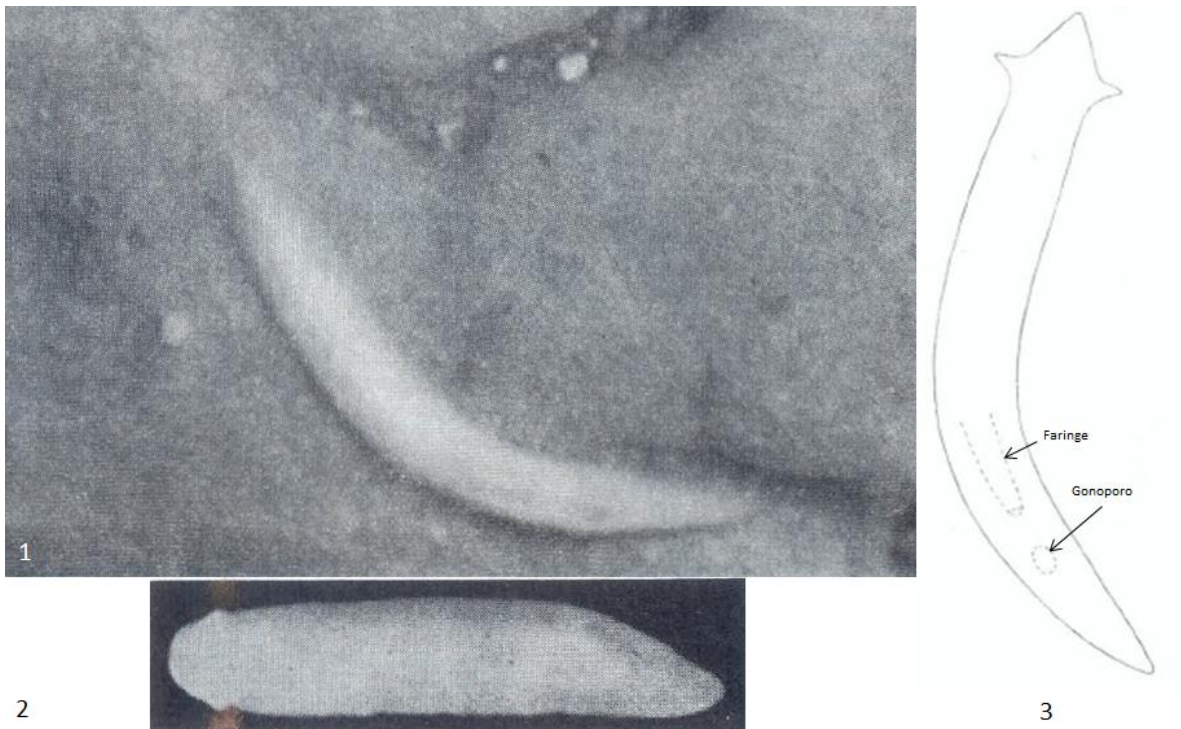


Figura 34. *Girardia barbarae*. 1: Ejemplar *in vivo*. 2: Ejemplar tras fijación. 3: Esquema general del organismo (Tomado de Mitchell y Kawakatsu, 1973a).

### Morfología Interna

Rama anterior del intestino con seis a siete divertículos y ramas posteriores con ocho, nueve o más divertículos. Ovarios extraordinariamente grandes localizados al nivel del tercer o cuarto divertículo de la rama anterior. Bursa copulatoria oval que ocupa aproximadamente 1/4 del espacio dorsoventral. El canal bursal es curvado y recorre la región dorsal del cuerpo en posición posterodorsal al pene. Los oviductos abren separados en la región media del canal bursal.

Los testículos son grandes y se localizan del nivel de los ovarios al extremo posterior. Se localizan dorsalmente pero generalmente ocupan gran parte del espacio dorsoventral, se

extienden en las regiones laterales del cuerpo. Detrás del poro genital también se encuentran testículos entre dos ramas intestinales.

El bulbo del pene es grande y tiene forma oval, la papila larga es cónica y de forma asimétrica. La cavidad bulbar se compone de un par de cavidades ovales y elongadas unidas en un corto canal común cercano al atrio. Cada espermiducto abre en una cavidad bulbar. Los espermiductos forman las vesículas seminales en cada lado a nivel de la boca. Las glándulas del pene se encuentran en pequeñas cantidades (Figura 35).

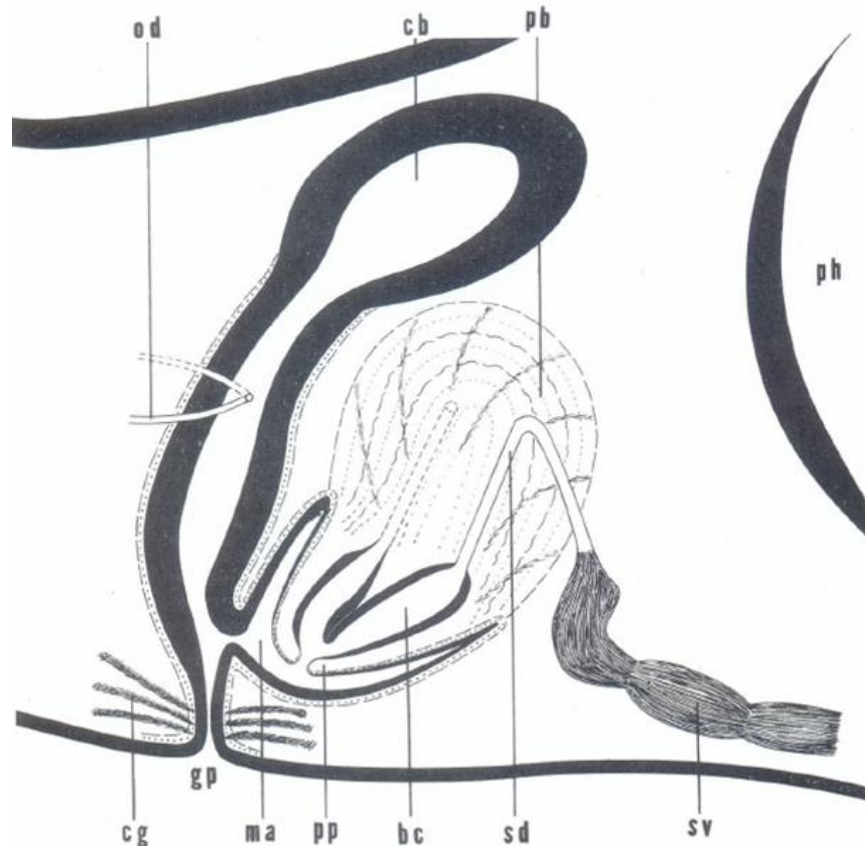


Figura 35. Esquema del aparato reproductor de *Girardia barbara*. bc: Cavidad Bulbar. bs: Canal Bursal. cb: Bursa Copuladora. cg: Glándula de Cemento. gp: Gonoporo. ma: Atrio Masculino. od: Oviducto. ph: Faringe. pb: Bulbo del Pene. pp: Papila del Pene. sd: Espermiducto. sv: Vesícula Seminal. (Tomado de Mitchell y Kawakatsu, 1973a).

Distribución: México, solo registradas en la localidad tipo (Figura 43). Mitchell y Kawakatsu, 1973a: Cueva La Capilla, Gómez Farías, Tamaulipas. 1971. Determinado como *Dugesia barbara*.



## VI. *Girardia guatemalensis* (Mitchell y Kawakatsu, 1973)

### Morfología Externa

Especie troglófila (troglodita facultativa), mide alrededor de 10 a 15 mm de largo y 2 a 3 mm de ancho. La cabeza es triangular con aurículas cortas. El extremo anterior de la cabeza es romo. Posee dos ocelos separados por una distancia de un tercio de la cabeza. A partir de las aurículas el cuerpo se ensancha encontrando su mayor anchura a nivel de la faringe y el aparato reproductor, después se estrecha hacia el extremo posterior que acaba en punta. La faringe es pigmentada y comienza detrás de la mitad del cuerpo abarcando un cuarto de la longitud del cuerpo. El poro genital se encuentra entre la boca y el extremo posterior.

Las aurículas son blancas y puede presentar zonas sin pigmento o una banda longitudinal en la cabeza, la superficie dorsal es color café grisáceo con gránulos pigmentados mientras que la superficie ventral es de un tono más claro (Figura 36).

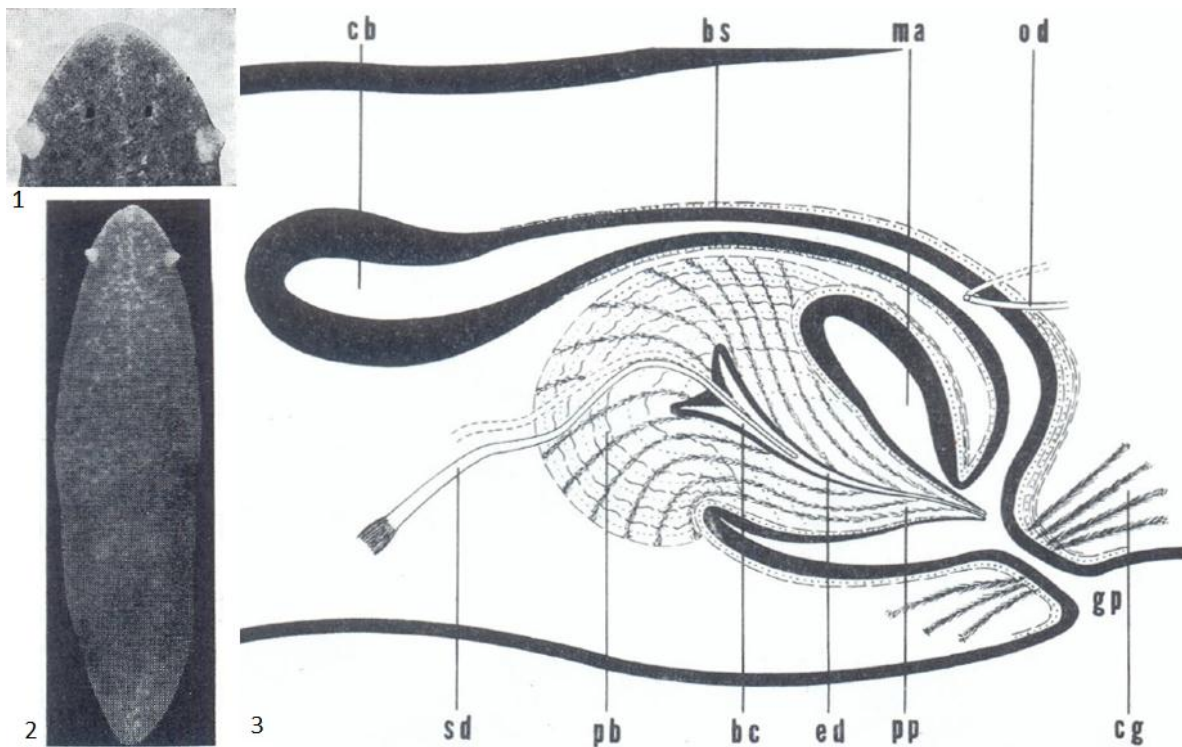


Figura 36. *Girardia guatemalensis*. 1: Vista de la cabeza. 2: Ejemplar tras fijación. 3: Esquema del aparato reproductor del holotipo. bc: Cavidad Bulbar. bs: Canal Bursal. cb: Bursa Copulatoria. cg: Glándula de Cemento. ed: Ducto Eyaculatorio. gp: Gonoporo. ma: Atrio Masculino. od: Oviducto. pb: Bulbo del Pene. pp: Papila del Pene. sd: Espermiducto. (Tomado de Mitchell y Kawakatsu, 1973a).

### Morfología Interna

Rama anterior del intestino con 15 ó más divertículos y ramas posteriores con 15 a 18 divertículos. Ovarios numerosos localizados al nivel del tercer o cuarto divertículo de la

rama anterior. Bursa copuladora oval con un tamaño de 1/4 del espacio dorsoventral. El canal bursal se localiza en la región dorsal por encima del pene. El canal contiene una zona bruscamente curvada, en esta zona esta abre un oviducto de cada lado.

Los testículos son medianos, aproximadamente entre 200 a 300 y se extienden en las regiones laterales a través de todo el cuerpo. Se localizan esencialmente en posición ventral bajo el nivel de los divertículos intestinales pero frecuentemente se extienden a la región dorsal entre los divertículos.

El bulbo del pene tiene forma oblonga, la papila del pene es larga, elongada, cónica y de forma simétrica con una conducto eyaculatorio estrecho. La cavidad bulbar es redonda. Los espermiductos entran anterolateralmente a la cavidad bulbar y se extienden hasta el inicio de la papila. Los espermiductos forman las vesículas seminales. Bulbo unido a numerosos ductos de glándulas del pene (Figura 37).

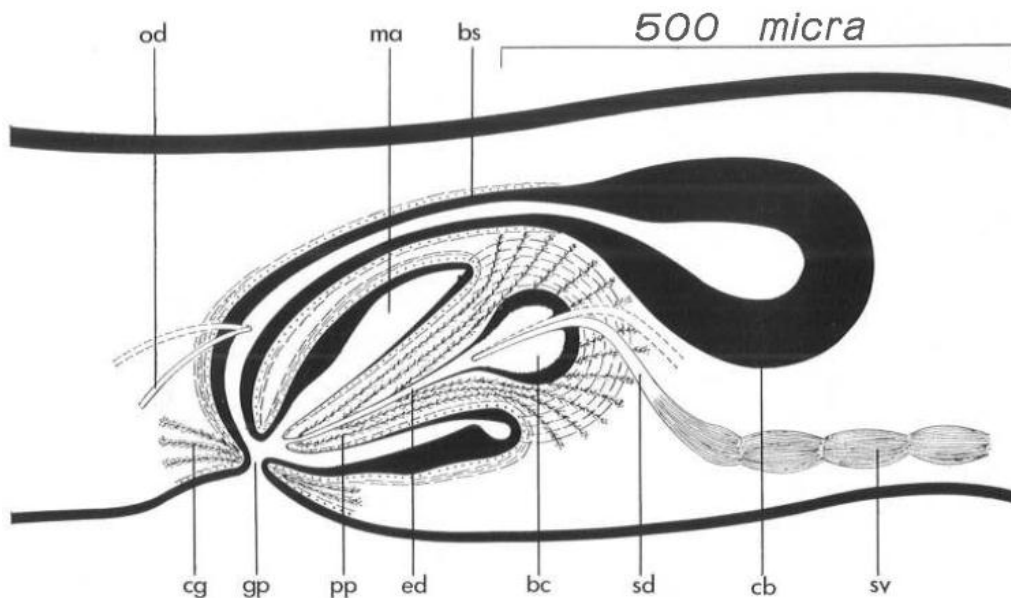


Figura 37. Esquema del aparato reproductor del ejemplar de *Girardia guatemalensis* encontrada en Ojo de Agua. bc: Cavidad Bulbar. bs: Canal Bursal. cb: Bursa Copuladora. cg: Glándula de Cemento. ed: Ducto Eyaculatorio. gp: Gonoporo. ma: Atrio Masculino. od: Oviducto. pp: Papila del Pene. sd: Espermiducto. sv: Vesícula Seminal. (Tomado de Kawakatsu y Mitchell, 1981b).

Distribución: México, Tamaulipas (Figura 43)

- Mitchell y Kawakatsu, 1973a: Cueva de la Perlas, Gómez Farías, Tamaulipas. 1971.  
Registro incierto en Cueva La Capilla. Determinado como *Dugesia* sp. Con afinidad a *D. guatemalensis*.
- Kawakatsu y Mitchell, 1981b: Manantial en Ojo de Agua, Gómez Farías, Tamaulipas. 1971 Determinado como *D. guatemalensis*.

## VII. *Girardia mckenziei* (Mitchell y Kawakatsu, 1973)

### Morfología Externa

Especie troglodita, mide alrededor de 8 a 10 mm de largo y 1 mm de ancho. La cabeza es triangular con aurículas largas. El extremo anterior de la cabeza es puntiagudo. Al nivel de las aurículas posee dos ocelos reducidos. Detrás el cuerpo se ensancha manteniendo este tamaño, encontrando su anchura máxima en la región media del cuerpo y se estrechándose hacia el extremo posterior que acaba en punta. La faringe comienza detrás de la mitad del cuerpo. La faringe se encuentra aproximadamente en la mitad de la región post faríngea. El poro genital se encuentra entre la boca y el extremo posterior. En organismos vivos el aparato copulatorio es visible como zonas oscuras (Figura 38).



Figura 38. *Girardia mckenziei*. Ejemplar *in vivo*. 1: Vista ventral. 2: Vista dorsal. 3: Vista de la Cabeza. 4. Ejemplar tras fijación, vista dorsal. (Tomado de Mitchell y Kawakatsu, 1973b).

### Morfología Interna:

Rama anterior del intestino con 13 a 15 divertículos y ramas posteriores con 12 a 15 divertículos más cortos. Ovarios grandes localizados al nivel del segundo o tercer divertículo de la rama anterior. Bursa copulatoria ocupando 1/3 del espacio dorsoventral. El canal bursal es curvado y recorre la región dorsal del cuerpo en posición posterodorsal al pene. Los oviductos abren separados en la región media del canal bursal.

Aproximadamente posee menos de 40 testículos en cada lado, se localizan en una sila que recorre el largo del cuerpo en posición dorsal. No se encuentran testículos atravesando entre las ramas intestinales. El bulbo del pene tiene forma oval y ocupa la mitad de alto, la papila del pene es larga, cónica y de forma asimétrica. La cavidad bulbar es estrecha y elongada.

Los espermiductos forman las vesículas seminales en cada lado a nivel de la región postfaringea entre la boca y la parte anterior del bulbo del pene. Del lado posterior a las vesículas los espermiductos se curvan rodeando el bulbo del pene para abrir separados dentro de la cavidad bulbar y terminar hasta el inicio de la papila. Bulbo unido a numerosos ductos de glándulas del pene (Figura 39).

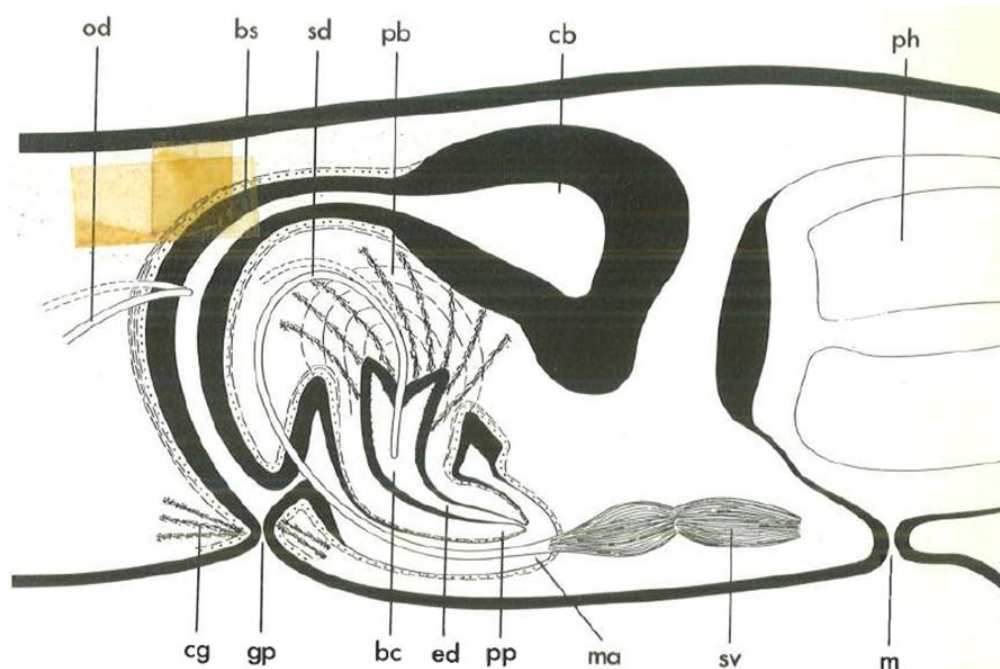


Figura 39. Esquema del aparato reproductor de *Girardia mckenziei*. bc: Cavidad Bulbar. bs: Canal Bursal. cb: Bursa Copulativa. cg: Glándula de Cemento. gp: Gonoporo. m: Boca. ma: Atrio Masculino. od: Oviducto. ph: Faringe. pb: Bulbo del Pene. pp: Papila del Pene. sd: Espermiducto sv: Vesícula Seminal. (Tomado de Mitchell y Kawakatsu, 1973b).

Distribución: México, Chiapas (Figura 41)

- Mitchell y Kawakatsu, 1973b: Cueva de los Llanos y Cueva de los Murciélagos, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 1972. Determinado como *Dugesia mckenziei*.

## VIII. *Girardia guanajuatensis* Duncan *et al.*, 2020

Esta especie se propagó en laboratorio durante tres años bajo las mismas condiciones que *G. tigrina* y *G. dorotocephala* sin obtener ejemplares completamente maduros por lo que se le considera una especie con preferencia por la reproducción asexual.

### Morfología Externa

Especie epigea, mide alrededor de 10 mm de largo y 1 mm de ancho. La cabeza es triangular con aurículas largas. El extremo anterior de la cabeza es puntiagudo. Al nivel de las aurículas posee dos ocelos. Faringe pigmentada. La boca se encuentra aproximadamente en la mitad de la región post faríngea, la faringe mide 1/8 de la longitud del cuerpo a diferencia de otras especies con una extensión de 1/4. La pigmentación es café negruzco.

### Morfología Interna

Ovarios localizados en posición ventral posteriores a los ocelos y detrás de los ganglios cerebrales. Aproximadamente posee 30 testículos en cada lado, se localizan en dos filas que recorre el largo del cuerpo en posición dorsal. Posee un gonoporo inmaduro (Figura 40).

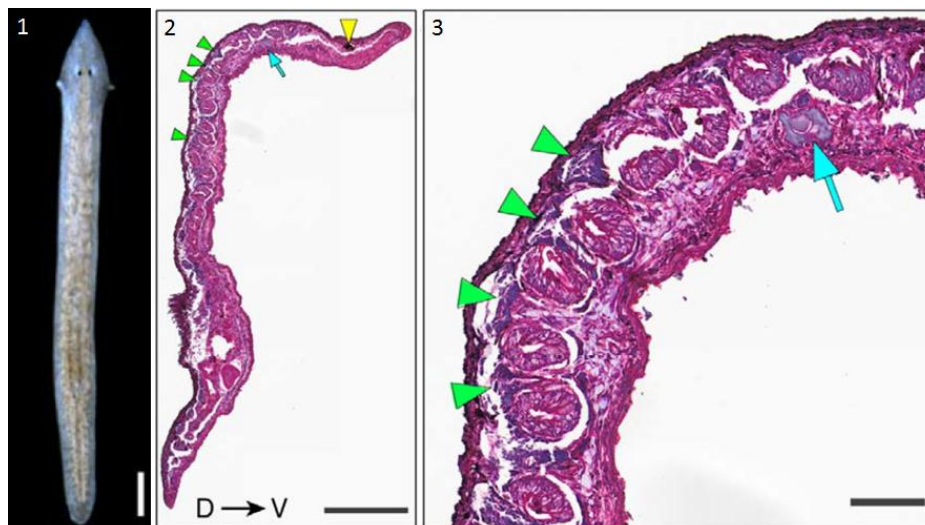


Figura 40. *Girardia. guanajuatensis*. 1: Organismo *in vivo*. 2 y 3: Corte longitudinal donde se observan testículos (flecha verde), ovario (flecha azul) y ocelos (flecha amarilla). D: Dorsal. V: Ventral. (Tomado de Duncan *et al.*, 2020).

### Locomoción

Cuenta con células multiciliadas en las aurículas y a diferencia de otras especies la superficie ventral solo tiene manchones de estas células (Figura 41). Esta distribución de cilios permite utilizar la locomoción común por el movimiento de los cilios y una locomoción inusual con movimientos peristálticos.



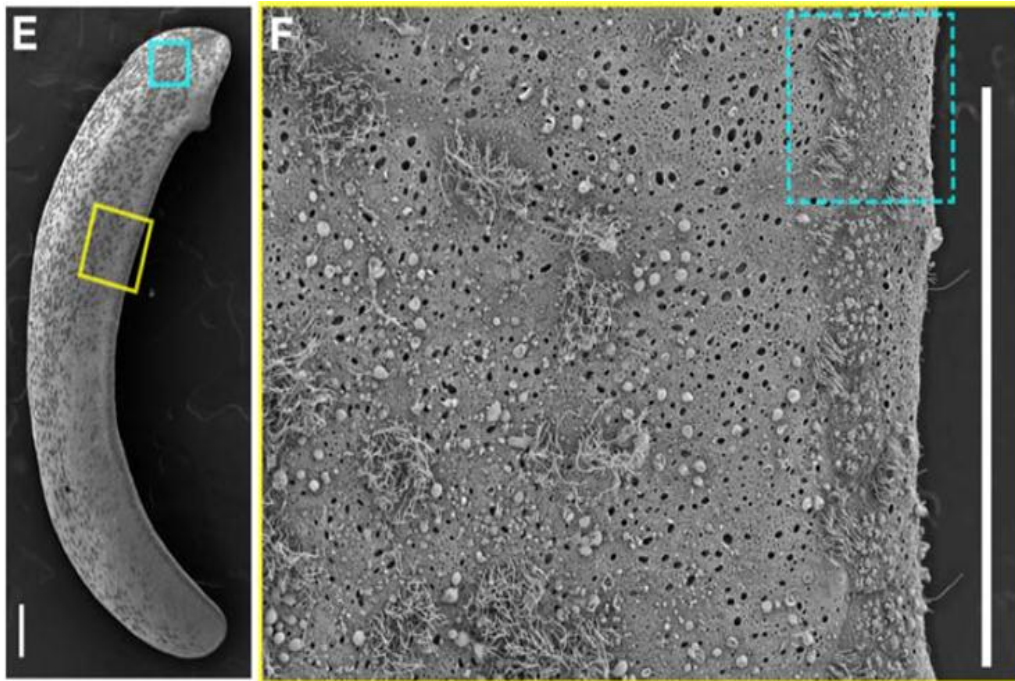


Figura 41. Manchones de células multiciliadas en la región dorsal del organismo. Microscopía electrónica de barrido (SEM) (Tomado de Duncan *et al.*, 2020).

Distribución: México, Guanajuato (Figura 41)

- Duncan *et al.*, 2020: Presa San Renovato, Ciudad de Guanajuato. 2016

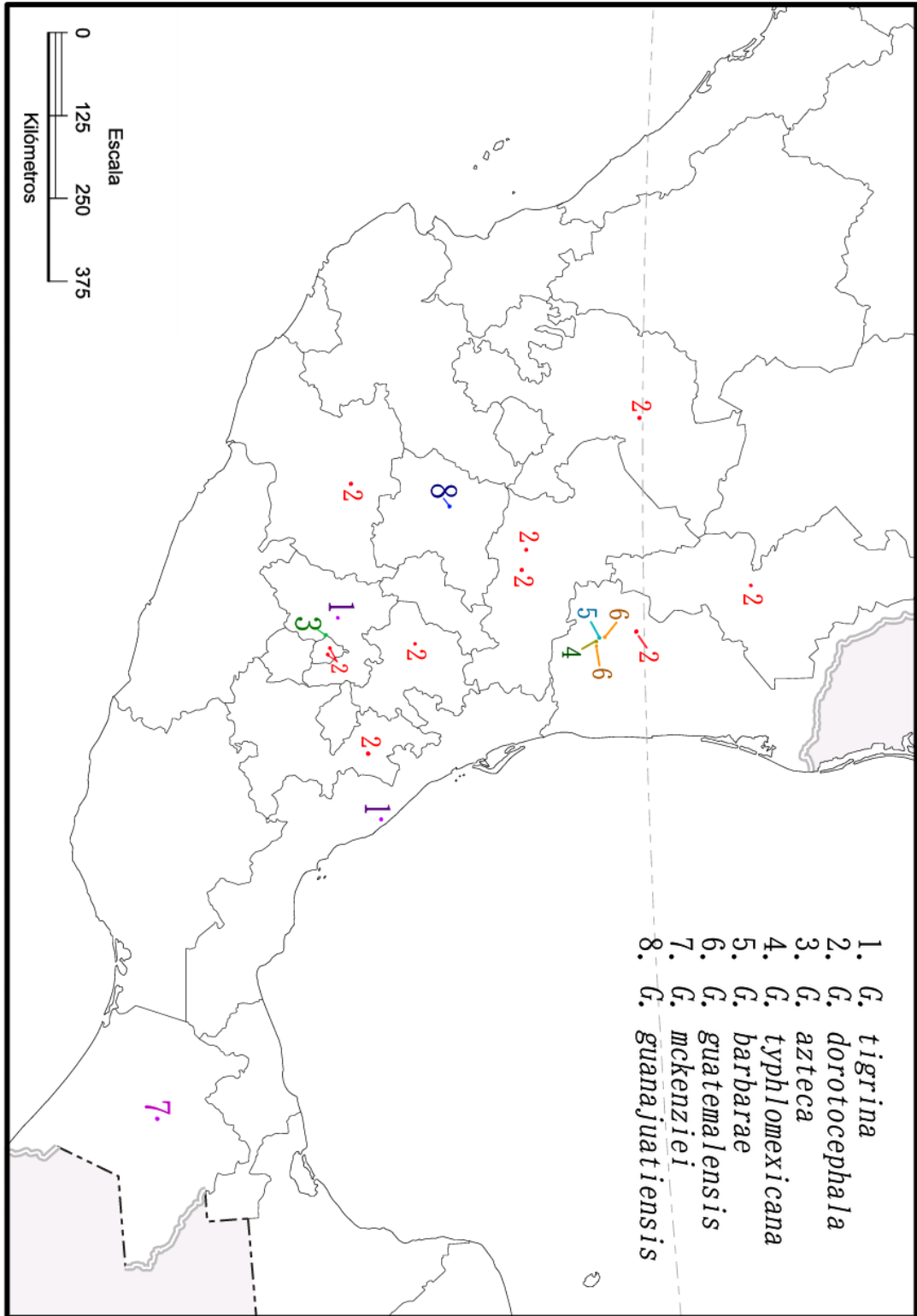


Figura 41. Mapa de la República Mexicana con los registros de especies del género *Girardia* sp.



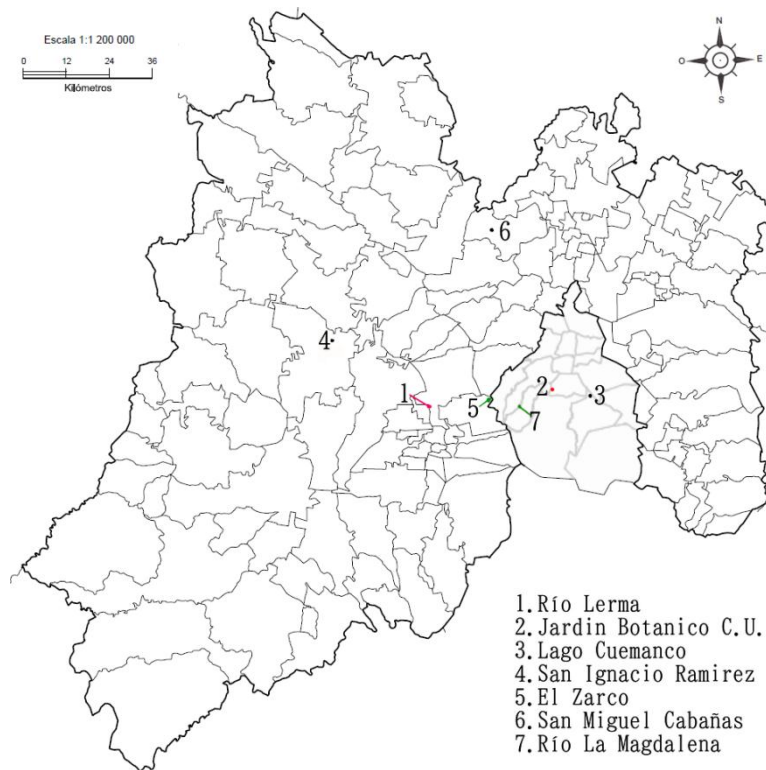


Figura 42. Mapa del Estado de México y Ciudad de México con los registros del género *Girardia* sp.

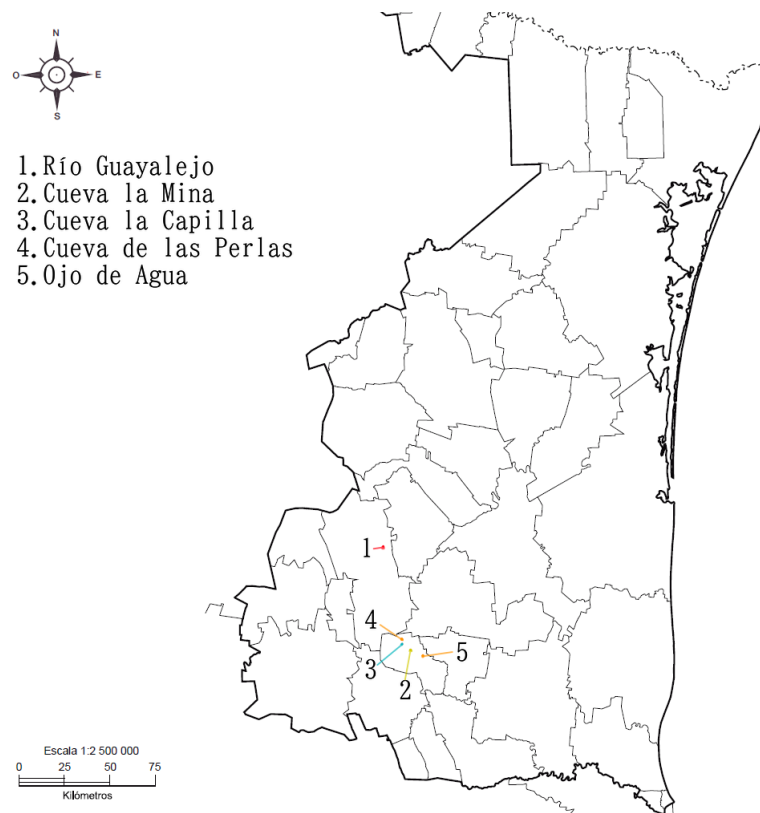


Figura 43. Mapa de Tamaulipas con los registros de especies del género *Girardia*.

## 8. Discusión

### 8.1 Determinación de la especie

A través la observación de algunos organismos *in vivo* y a través de cortes transversales se puede distinguir un intestino dividido en tres ramas principales y a través de cortes longitudinales se observan ovarios en posición cerebral, estas características junto al tipo de hábitat permiten determinar a los organismos dentro del Orden Tricladida (Sluys *et al.*, 2005; Sluys y Riutort, 2018).

Se pueden encontrar con la observación de la morfología exterior elementos como una cabeza triangular, presencia de un par de ocelos y ausencia de órganos adhesivos los cuales son propios de la Familia Dugesiidae (Ball, 1974).

Los organismos comparten características pertenecientes al género *Girardia* como la ubicación geográfica y la división de la faringe en dos capas, una exterior de músculo longitudinal y una interior de músculo circular (Vries y Sluys, 1991).

En México se han reportado ocho especies pertenecientes al género *Girardia*, las especies *G. typhlomexicana* y *G. barbarae* no presentan pigmentos ni ocelos, además su distribución está restringida a su localidad tipo en Tamaulipas cada una en una cueva diferente, por lo cual se descartan como una posible determinación (Mitchell y Kawakatsu, 1973a).

*Girardia guatemalensis* es otra especie de distribución restringida a Tamaulipas, con solo un registro próximo a la localidad tipo, esta especie es troglodita facultativa y posee pigmentos pero cuenta con ocelos reducidos por lo cual también es descartada (Mitchell y Kawakatsu, 1973a; Kawakatsu y Mitchell, 1981a).

De la misma manera se descarta la especie *G. mckenziei* por la ausencia de pigmentos, la presencia de ocelos reducidos y tener una distribución restringida a dos cuevas contiguas de Chiapas (Mitchell y Kawakatsu, 1973b).

La especie *G. guanajuatensis* es la más reciente y su validez sigue en revisión ya que de las estructuras reproductivas solo presenta testículos y ovarios, sin embargo, posee características únicas como la locomoción, la distribución de sus células multiciliadas y una faringe más corta al promedio, que junto a su distribución exclusiva en la ciudad de Guanajuato permiten descartarla como una identificación para la especie del río Magdalena (Duncan *et al.*, 2022).

La distribución y el hábitat de los registros de *G. tigrina*, *G. dorotocephala* y *G. azteca* son los que poseen mayor correspondencia con los área de estudio (Kenk, 1989). La especie *G. tigrina* se ha registrado dos veces dentro de México de las

cuales una se encuentra en alrededores del río Lerma, Estado de México a 20 km de distancia del área de estudio. Esta se diferencia de la especie de río La Magdalena porque presenta tallas mayores, el color puede llegar a tonos amarillos, la papila del pene tiene forma turbinada, presenta una cantidad de testículos de entre 300 a 500, estos son ventrales y pueden llegar al extremo posterior rebasando el nivel del gonoporo (Kawakatsu *et al.*, 1981; Kawakatsu *et al.*, 2002).

*Girardia dorocephala* es la especie con más registros en México, el más cercano al área de estudio se encuentra en Jardín Botánico del Instituto de Biología en la Ciudad de México, aproximadamente a 12 Km de distancia. El río La Magdalena recorre al norte de Ciudad Universitaria pero este tramo se encuentra entubado actualmente por lo que la interacción con el Jardín Botánico se torna poco probable (Perló-Cohen y Zamora-Saenz, 2017).

La especie de río La Magdalena comparte características morfológicas con *G. dorocephala* como el tamaño promedio, el color del cuerpo y el arreglo curvado del canal bursal, sin embargo, se diferencia de *G. dorocephala* por características como la línea media de color blanco en la región dorsal, ovarios localizados entre el cuarto y sexto divertículo intestinal, el mayor número de testículos de aproximados (1500 a 2000), su posición ventral y su extensión que rebasa el nivel del gonoporo. Pero la característica más importante para descartar la especie es la falta de la segunda capa de músculo longitudinal en la pared externa de la faringe (Kawakatsu y Mitchell, 1981b, Ramos-Carmona, 2008).

La especie *G. azteca* es la que se encuentra localizada más cerca al área de estudio, se registró en dos ocasiones en el Zarco en el límite del Estado de México y la Ciudad de México, aproximadamente a 7 Km de distancia. El Zarco y La Magdalena se encuentran en el límite de la cuenca del Río Lerma y la cuenca del Valle de México respectivamente pero por su cercanía poseen características ambientales similares (Cotler, 2010).

El tamaño promedio de los organismos de La Magdalena se encuentra en un intermedio entre los descritos por Benazzi y Giannini (1971) y los descritos por Kawakatsu y Mitchell (1984). Estas diferencias se pueden explicar ya que los organismos de Benazzi y Giannini se describieron previamente fijados y es conocido que en la fijación de planarias los organismos se contraen perdiendo su forma y características externas (Cazzaniga, 1995).

Las planarias del río La Magdalena comparten características descritas por Kawakatsu y Mitchell (1984) como la coloración corporal, las aurículas de color claro, el número de divertículos intestinales, la posición de los ovarios entre el

tercer y cuarto divertículo intestinal, el arreglo curvado del canal bursal, la forma cónica y simétrica de la papila del pene y la presencia de un espermátforo dentro de la bursa copulatoria.

En los organismos del río La Magdalena se logra observar una bursa copulatoria de menor tamaño a los registros de por Benazzi y Giannini (1971) y Kawakatsu y Mitchell (1984), de igual manera el número de testículos aproximado en 150 es más bajo que los 200 a 300 reportado previamente, sin embargo, estos se encuentran en la misma posición predominantemente dorsal con algunos testículos ventrales y se extienden del nivel de los ovarios hasta el nivel del gonoporo.

La especie del río La Magdalena presenta un divertículo, que a diferencia de *G. tigrina* y *G. dorotocephala* que se localiza en el canal bursal, este se encuentra en el atrio común en posición contraria al canal de la bolsa como el mencionado para *G. azteca*. Otra característica que comparte con *G. azteca* no vista en otra especie es el alargamiento de la papila del pene que forma un ducto eyaculatorio tubular (Benazzi y Giannini, 1971; Kawakatsu y Mitchell, 1984).

Las características anteriores señalan la determinación de la especie del río La Magdalena como *G. azteca* y es apoyada con el resultado obtenido del uso de la clave taxonómica creada por Franco-Díaz (2018) para especies de *Girardia* mexicanas.

A nivel mundial se conocen 58 especies del género *Girardia*, cinco de estas pertenecen a Australia y el resto están repartidas en América (Tyler et al., 2006-2022). En algunas de estas especies se ha reportado la presencia de divertículos localizados en el canal bursal o en el atrio común junto al canal, a diferencia de *G. azteca* que lo presenta paralelo al canal por debajo del pene. De igual manera algunas especies presentan un estrechamiento de la papila del pene pero sin formar el ducto en forma tubular (Ball, 1980; Ball y Hynes, 1971; Benítez-Álvarez et al., 2022; Grant et al., 2006; Hellmann et al., 2018; Hellmann et al., 2020; Hyman y Sánchez, 1959; Kawakatsu et al., 1986; Kawakatsu et al., 1992; Marcus, 1954; Morais et al., 2021; Moretto, 1996; Sluys, 1992; Sluys et al., 2005; Souza et al., 2016; Weiss, 1910).

*Girardia arizonensis* Kenk, 1975 es la única especie de *Girardia* con características similares a las mencionadas pero esta solo cuenta con un registro en Bog Springs, Arizona, Estados Unidos. El atrio común de esta especie forma una cavidad circular en donde aparece un pequeño divertículo y la papila del pene se estrecha formando una región tubular poco diferenciada y corta en contraste con *G. azteca* (Kenk, 1975).

## 8.2 Distribución del género *Girardia* en México

El trabajo biogeográfico de Ball (1974) y la comparación de secuencias mitocondriales realizada de Benítez-Álvarez y colaboradores (2022) proponen que la distribución del género *Girardia* es resultado de la colonización desde Sudamérica hacia Norteamérica, lo que implica una distribución por toda la latitud de México.

Esta distribución corresponde con la obtenida a través de los mapas de distribución donde se presenta el género desde el sur hasta el norte de México, sin embargo, se observa una mayor presencia en la región este del país trazando una línea paralela al Golfo de México.

El mayor número de registros pertenecen a cuevas y ríos distribuidos a lo largo de la Provincia de la Sierra Madre Oriental principalmente en la Sierra de Guatemala, Tamaulipas y la región de la Huasteca de San Luis Potosí. Otro número importante de registros se localizan en Valle de México dentro del eje neovolcánico transmexicano (Tardy *et al.* 1973).

La distribución obtenida muestra cierta relación con la orografía del país, sin embargo, podría estar afectada por un muestreo dirigido ya que el 75% de los registros obtenidos pertenecen a los trabajos del equipo de Mitchell y Kawakatsu los cuales comenzaron a partir de la recopilación de especies trogloditas mexicanas de Reddell y Mitchell (1973).

## 8.3 Especies del género *Girardia* en México

Dentro de los registros en México, se encontraron dos determinaciones correspondientes a *G. tigrina* en una latitud cercana, una en el Estado de México y otra en Veracruz, ambos registros se consideran inciertos al no contar con una descripción taxonómica. Esa especie se ha reportado en Estados Unidos y Sudamérica por lo que no se descarta su presencia en México, aunque esta también podría ser resultado de la introducción por actividades humanas (Kawakatsu *et al.*, 2012).

La especie más registrada en México es *G. dorotocephala* se ha reportado principalmente en el centro del país. Cuenta con 20 registros dentro de 15 localidades diferentes, de estas 11 cuentan con un trabajo taxonómico que permite su correcta determinación.

Los organismos descritos en río Sabinas (Mitchell y Kawakatsu, 1973a), no se encontraban sexualmente maduros por lo que se les comparo con *G.*

*dorotocephala* por su morfología externa, sin embargo, carecían de las tres capas de musculatura externas en la faringe distintivas de la especie.

De igual manera en el trabajo de Kawakatsu y Mitchell (1981b), no lograron determinarse los organismos de cinco localidades por el estado de maduración de los mismos y se les considero como un posible registro de *G. dorotocephala* por su cercanía a las localidades con organismos maduros y la presencia de la tercera capa de musculatura.

Dentro de la Presa San Ignacio Ramírez se realizaron tres trabajos sobre metales pesados con planarias (Monroy, 2001; Martínez-Tabche *et al.*, 2002; García-Medina *et al.*, 2013) dejando fuera de sus objetivos la descripción de la especie determinándola como *G. dorotocephala* al ser una especie con amplia distribución mundial.

Las especies *G. mckenziei*, *G. typhlomexicana* y *G. barbarae* solo se encontraron en su localidad tipo, estas especies son trogloditas por lo que poseen características morfológicas muy específicas que limitan su dispersión por el medio epigeo (Gálan, 2010), pero se plantea la posibilidad que puedan dispersarse entre cuevas si estas poseen alguna conexión (Mitchell y Kawakatsu, 1973a; Mitchell y Kawakatsu, 1973b).

Por otro lado *G. guatemalensis* cuenta con otro registro en un manantial cercano a la localidad tipo esto puede deberse a que no es completamente troglodita (Kawakatsu y Mitchell, 1981b), también existe un registro inmaduro con características similares a *G. guatemalensis* en la cueva vecina a la localidad tipo por lo que es probable que se trate de esta especie (Mitchell y Kawakatsu, 1973a).

## 9. Conclusiones

### Trabajo Experimental

- El registro del Río La Magdalena corresponde con la especie *Girardia azteca*.
- Un divertículo del atrio común en posición contraria al canal de la bolsa y un ducto eyaculatorio tubular son características distintivas de *G. azteca*.
- Es el tercer registro de esta especie y la segunda localidad donde se presenta, aumentando así su distribución conocida.

### Trabajo Bibliográfico

- Se encontraron 67 localidades con presencia del género *Girardia* de las cuales solo 18 cuentan con determinación a nivel de especie.
- La distribución actual del género se concentra en la región este del país, con la mayor cantidad de registros en los estados de Tamaulipas y San Luis Potosí.
- Actualmente se han reportado 8 especies de *Girardia* en México: *G. tigrina*, *G. azteca*, *G. dorotocephala*, *G. typhlomexicana*, *G. barbarae*, *G. guatemalensis*, *G. mckenziei* y *G. guanajuatensis*, con esta última aún en revisión.
- Este trabajo aporta algunas de las primeras descripciones en español de especies mexicanas de este género.



## Bibliografía:

1. Ball, I. R. 1974. A contribution to the phylogeny and biogeography of the freshwater triclads (Platyhelminthes, Turbellaria). En: Riser N.H. y Morse M.P. (Eds.). *The Biology of Turbellaria*. McGraw-Hill. New York. 339-401.
2. Ball, I. R. 1980. Freshwater planarians from Colombia. A revision of Fuhrmann's types. *Bijdragen tot de Dierkunde*. 50(1): 235-242.
3. Ball, I. R. y Hynes, H. B. N. 1971. Systematic and biogeographical relationships of some *Dugesia* species (Tricladida, Paludicola) from Central and South America. *American Museum novitates*. 2472.
4. Benazzi, M. 1972. Notizie preliminari sulle planarie raccolte nella seconda spedizione Lincea in Messico. *Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Rendiconti*. 52(3). 404.
5. Benazzi, M., y Giannini, E. 1971. *Cura azteca*, nuova specie di planaria del Messico. *Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Rendiconti*. 50(4): 477-481.
6. Benítez-Álvarez, L. Sluys, R., Zanchet, A. M. L., Leria, L. y Riutort, M. 2022. First molecular phylogeny of the freshwater planarian genus *Girardia* (Platyhelminthes, Tricladida) unveils hidden taxonomic diversity and initiates resolution of its historical biogeography. *bioRxiv*. 07.19.500599.
7. Caira, D. J. N. y Littlewood, T. J. 2013. Worms, Platyhelminthes. En: Levin S.A. *Encyclopedia of Biodiversity*. Segunda edición. Academic Press. 437-445
8. Cazzaniga N.J. 1995. Platyhelminthes. Tricladida. En: Lopretto E.C. y Tell G. *Ecosistemas de Aguas Continentales. Metodologías para su Estudio*. Ediciones Sur. Argentina. 619-624.
9. Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES)/Airbus, Maxar Technologies. 2018. Cuarto Dinamo. [Imagen Satelital]. Google Earth. Recuperado de: <https://goo.gl/maps/cGXCZir4QNgx5z1A8>. Fecha de Consulta 22 de marzo de 2023.
10. Cotler, H. 2010. Perspectivas sobre las cuencas hidrográficas de México: Introducción. Cotler, H. (Eds). *Las cuencas hidrográficas de México: Diagnóstico y priorización*. DF, México: Instituto Nacional de Ecología-Fundación Gonzalo Río Arronte IAP. 25-43.
11. Deochand, N., Costello, M. S., y Deochand, M. E. 2018. Behavioral research with planaria. *Perspectives on Behavior Science*. 41(2): 447-464.
12. Drago, F. B. 2017. *Macroparásitos: diversidad y biología*. Editorial Ugniversidad Nacional de la Plata. Argentina. 21-22.
13. Duncan, E. M., Nowotarski, S. H., Guerrero-Hernández, C., Ross, E. J., D'Orazio J. A., McKinney, S. A., *Clubes de Ciencia México Workshop for Developmental Biology*, Guo L. y Alvarado A.S. 2020. A new species of planarian flatworm from Mexico: *Girardia guanajuatensis*. *bioRxiv*, (2020).
14. Duncan, E. M., Nowotarski, S. H., Guerrero-Hernández, C., Ross, E. J., D'Orazio, J. A., McKinney, S. A., *Clubes de Ciencia México Workshop for Developmental Biology*, McHargue M.C., Guo, L., McClain, M. y Alvarado, A. S. 2022. Molecular characterization of a flatworm *Girardia* isolate from Guanajuato, Mexico. *Developmental Biology*, 489, 165-177.
15. Egger, B., Gschwentner, R., y Rieger, R. 2007. Free-living flatworms under the knife: past and present. *Development Genes and Evolution*. 217(2): 89-104.
16. Egger, B., Lapraz, F., Tomiczek, B., Müller, S., Dessimoz, C., Girstmair, J., Skunca, N., Rwalinson, K. A., Cameron, C. B., Beli, E., Todaro, M. A., Gammoudi,

- M., Noreña, C. y Telford, M. J. 2015. A transcriptomic-phylogenomic analysis of the evolutionary relationships of flatworms. *Current Biology*, 25(10): 1347-1353.
17. Franco-Díaz, A. 2018. *Descripción Taxonómica y Aspectos Ecológicos de Girardia sp. en Tepozotlán, Estado de México, con Clave de Identificación para Especies del Género Girardia Registradas en México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. México. 6-37.
  18. García-Medina, S., García-Medina, L., Galar-Martínez, M., Álvarez-González, I., Madrigal-Santillán, O., Razo-Estrada, C., Gómez-Oliván, L. M y Madrigal-Bujaidar, E. 2013. Genotoxicity and oxidative stress induced by cadmium and zinc in the planarian, *Dugesia dorotocephala*. *African Journal of Biotechnology*, 12(25).
  19. Giribet, G. y Edgecombe, G.D. 2020. *The Invertebrate Tree of Life*. Princeton University Press. USA. 325-230.
  20. Grant, L. J., Sluys, R. y Blair, D. 2006. Biodiversity of australian freshwater planarians (Platyhelminthes: Tricladida: Paludicola): new species and localities, and a review of paludicolan distribution in Australia. *Systematics and Biodiversity* 4(4): 435-471.
  21. Hellmann, L., Ferreira, R. L., Rabelo, L. y Leal-Zanchet, A. M. 2020 Enhancing the still scattered knowledge on the taxonomic diversity of freshwater triclads (Platyhelminthes: Dugesiidae) in caves from two Brazilian Biomes. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 1-16.
  22. Hellmann, L., Leal-Zanchet, A. M. y Ferreira, R. L. 2018. Two new sympatric troglobitic freshwater flatworms (Platyhelminthes: Dugesiidae) from a hotspot of subterranean biodiversity in the Neotropics. *Zootaxa*. 4438(3): 561-574.
  23. Hyman, L. H. y Sánchez, P. 1959. On two fresh-water planarians from Chile. *American Museum Novitates*. 1932.
  24. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. *Prontuario de Información Geográfica Delegacional de los Estados Unidos Mexicanos. Cuajimalpa de Morelos, Distrito Federal*. Clave geoestadística 09004. México. INEGI.
  25. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). 2014. *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México*. Recuperado de: [www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM09DF/delegaciones/09008a.html](http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM09DF/delegaciones/09008a.html). Fecha de Consulta: 25 de junio de 2013.
  26. Kawakatsu, M., Iwashiro, O., Sachiko, T., Takao, Y., Hauser, S. J. J. y Gehrke, F. S. M. 1981. Morphological, karyological and taxonomic studies of freshwater planarians from Brazil.: II. *Dugesia tigrina* (Girard, 1850) (Turbellaria, Tricladida, Paludicola). *Bull. Fuji Women`s College*: 19 (2). 113-136.
  27. Kawakatsu, M., Hauser, J., y Ponce de León, R. (1992). Freshwater planarians from Uruguay and Rio Grande do Sul, Brazil: *Dugesia ururiograndeana* sp. nov. and *Dugesia tigrina* (Girard, 1850) (Turbellaria, Tricladida, Paludicola). *Bulletin of the Biogeographical Society of Japan*. 47(2), 33-50.
  28. Kawakatsu, M., Josef, H. y Gehrke, F. S. M. 1986. Morphological, karyological and taxonomic studies of freshwater planarians from South Brazil: VIII. Four *Dugesia* species (*D. tigrina*, *D. schubarti*, *D. anderlani* and *D. arndti*) collected from several localities in Estado de Rio Grande do Sul (Turbellaria, Tricladida, Paludicola). *Bull. Fuji Women`s College*. 24(2): 41-62.
  29. Kawakatsu, M. y Mitchell, R. W. 1981a. An additional note on *Dugesia guatemalensis* Mitchell et Kawakatsu (Turbellaria: Tricladida: Paludicola), a troglophilic planarian from México. *Annales de Spéléologie*. 6: 37-41.

30. Kawakatsu, M. y Mitchell, R. W. 1981b. Freshwater planarians from the Southern United States and México: *Dugesia dorotocephala* and *Dugesia* sp. (Turbellaria, Tricladida, Paludicola). *Zoological Society of Japan*. 54(3): 191-206.
31. Kawakatsu, M. y Mitchell R. W. 1984. Redescription of *Dugesia azteca* (Benazzi et Giannini, 1971) based upon the material collected from the type locality in Mexico, with corrective remarks (Turbellaria, Tricladida, Paludicola). *Bulletin of the National Science Museum. Series A. Zoology*. 10(2): 37-50.
32. Kawakatsu, M., Mitchell, R. W., Sluys, R. y Sakaki, G. 2002. A List of Triclads Turbellarians from México in Kawakatsu's Collection. En: continuación de *Occ. Publ., Biol. Lab. Fuji Women's College Sapporo (Hokkaido), Japan*. 1-34: 970-2000.
33. Kawakatsu, M., Nishino, M., Ogata, K., Kuranishi, R. B., Kobayashi, N. y Ohtaka, A. 2012. Two North American freshwater planarian species now naturalized in Japan: *Girardia tigrina* (Girard, 1850) and *Girardia dorotocephala* (Woodworth, 1897). Kawakatsu's Web Library on Planarians. Recuperado de <http://www.riverwin.jp/pl/>. Fecha de Consulta Diciembre 15, 2012.
34. Kenk, R. 1989. Revised list of the North American freshwater Planarians (Platyhelminthes, Tricladida, Paludicola). *Smithsonian Contributions to Zoology*. 467.
35. Larsson, K., y Jondelius, U. 2008. Phylogeny of Catenulida and support for Platyhelminthes. *Organisms Diversity & Evolution*. 8(5): 378-387.
36. Laumer, C. E., Hejnol, A., y Giribet, G. 2015. Nuclear genomic signals of the 'microturbellarian' roots of platyhelminth evolutionary innovation. *elife*, 4. e05503.
37. Littlewood, T. J., Telford, M. J. y Bray, R. A. 2004. Protostomes and Platyhelminthes. En: Cracraft, J. y Donoghue, M. J. (Eds.). *Assembling the Tree of Life*. Oxford University Press. New York. 213-216.
38. Marcus, E. 1954. Turbellaria. Reports of the Lund University Expedition 1948-49. *Kungl Fysiograf Saellsk Handl N.F.* 64(13): 115.
39. Martin, G. G. 1978. A new function of rhabdites: Mucus production for ciliary gliding. *Zoomorphologie*, 91(3): 235-248.
40. Mitchell, R. W y Kawakatsu, M., 1973a. Freshwater cavernicole planarians from Mexico: new Troglobitic and Troglophilic *Dugesia* from caves of the Sierra de Guatemala. *Annales de speleology*. 27: 639-681.
41. Mitchell, R. W y Kawakatsu, M., 1973b. A new cave-adapted planarian (Tricladida, Paludicola, Planariidae) from Chiapas, México. *Association for Mexican Cave Studies*. 5: 165-170.
42. Morais, A. L., Bichuette, M. E., Chagas-Junior, A. y Leal-Zanchet, A. M. 2021. Under threat: Two new troglobitic species of *Girardia* (Platyhelminthes: Tricladida) from sandstone and limestone caves in Brazil. *Zoologischer Anzeiger*. 293: 292-302.
43. Moretto, H. J. 1996. La planaria chilena *Dugesia sanchezi* (Platyhelminthes: Turbellaria) y *Dugesia bonaerensis* n. sp., planaria de la pampa húmeda de Buenos Aires, Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69: 213-230.
44. Noreña, C., Damborenea, C. y Brusa, F. 2015. Phylum Platyhelminthes. En: Thorp, J. H. y Covich, R. D. (Eds.). *Freshwater Invertebrates. Ecology and General Biology*. Academic Press. 181-184.
45. Pagán, O. R. 2014. *The First Brain: The Neuroscience of Planarians*. Oxford University Press. 151-174.
46. Perló-Cohen, M. y Zamora-Saenz, I. 2017. Perspectivas ambientales sobre la contaminación y la recuperación del río Magdalena en la Ciudad de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 33(3). 377-391.

47. Ramos-Carmona, D. O. 2008. *Contribución al Conocimiento de Algunos Turbellarios Dulceacuícolas del Río Texpilco, en la Sierra Norte de Puebla*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. México. 4-38.
48. Rapoport, E. 1975. *Areografía: Estrategias Geográficas de las Especies*. Fondo de Cultura Económica. México. 180-190.
49. Reddell, J. R. y Mitchell, R. W. 1971. A checklist of the cave fauna of México. II Sierra de Guatemala, Tamaulipas. *Bulletin of the Association for Mexican Cave Studies*. 4, 181-215.
50. Rioja, E. y Herrera, S. T. 1951. Ensayo ecológico sobre limnobia en Lerma y sus alrededores. *Anales del Instituto de Biología. México*. 22: 565-591
51. Sluys, R. 1989. Phylogenetic relationships of the triclads (Platyhelminthes, Seriata, Tricladida). *Bijdragen tot de Dierkunde*. 59(1). 3-25.
52. Sluys, R. 1992. Synopsis of the freshwater triclads of the Caribbean (Platyhelminthes, Tricladida, Paludicola). *Studies on the Natural History of the Caribbean Region*. 71(1): 1-23.
53. Sluys, R. 2014. Towards a Phylogenetic Classification and Characterization of Dugesiid Genera (Platyhelminthes, Tricladida, Dugesiidae): a Morphological Perspective. En: Sluys, R. (Eds). *Interrelationships of the Platyhelminthes*. CRC Press. New York. 57-73.
54. Sluys, R. Kawakatsu, M., y Ponce de León, R. 2005. Morphological stasis in an old and widespread group of species: Contribution to the taxonomy and biogeography of the genus *Girardia* (Platyhelminthes, Tricladida, Paludicola). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 40(2). 155-180.
55. Sluys, R. y Riutort, M. 2018. Planarian diversity and Phylogeny. En: Rink J.C. (Eds.). *Planarian Regeneration*. Humana Press. New York. 1-56.
56. Souza, S. T., Morais, A. L. M., Bichuette, M. E. y Leal-Zanchet, A. M. 2016. Two new species of freshwater flatworms (Platyhelminthes: Tricladida: Continenticola) from South American caves. *Zootaxa* 4092(1): 107-121.
57. Stocchino, G. A., Sluys, R., Harrath, A. H., Mansour, L., y Manconi, R. 2019. The invasive alien freshwater flatworm *Girardia tigrina* (Girard, 1850) (Platyhelminthes, Tricladida) in Western Europe: new insights into its morphology, karyology and reproductive biology. *Contributions to Zoology*. 88(2): 236-256.
58. Tranchida, M.C., Pelizza, S. A., Micieli, M. V., y Maciá, A. 2014. Consequences of the introduction of the planarian *Girardia anceps* (Tricladida: Dugesiidae) in artificial containers with larvae of the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) from Argentina. *Biological Control*. 71: 49-55.
59. Tyler, S., Artois, T., Schilling, S., Hooge, M. y Bush, L. F. (Eds.) 2006-2022. *World List of turbellarian worms: Acoelomorpha, Catenulida, Rhabditophora*. En: <https://www.marinespecies.org/turbellarians>. Fecha de consulta: 28-02-2022
60. Vries, E. J. y Sluys, R. 1991. Phylogenetic relationships of the genus *Dugesia* (Platyhelminthes, Tricladida, Paludicola). *Journal of Zoology*. 223(1): 103-116.
61. Weiss, A. 1910. Beiträge zur Kenntnis der australischen Turbellarien. I. Tricladen. *Z wiss Zool*. 94(4): 541-604.