



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ELABORACIÓN DE TEXTO- ARTICULO CIENTÍFICO

First record of the non-native livebearer *Poecilia reticulata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), in a tributary of the Grijalva River Basin in Chiapas, Mexico.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PRESENTA

CYNTHIA PAOLA LÓPEZ FUENTES.

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Junio de 2021.





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ELABORACIÓN DE TEXTO- ARTICULO CIENTÍFICO

First record of the non-native livebearer *Poecilia reticulata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), in a tributary of the Grijalva River Basin in Chiapas, Mexico.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PRESENTA

CYNTHIA PAOLA LÓPEZ FUENTES.

DIRECTOR

DR. WILFREDO A. MATAMOROS ORTEGA

MUSEO DE ZOOLOGÍA, INSTITUTO DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS, UNICACH.



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Junio de 2021.



Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Dirección de Servicios Escolares
Departamento de Certificación Escolar
Autorización de impresión



Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Fecha: 24 de Mayo de 2021

C. Cynthia Paola López Fuentes

Pasante del Programa Educativo de: Licenciado en Biología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

“First record of the non-native livebearer *Poecilia reticulata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae)

in a tributary of the Grijalva River Basin in Chiapas, Mexico ”.

En la modalidad de Elaboración de Texto – Artículo Científico

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dr. Felipe Ruan Soto

M. en C. Erika Cecilia Pérez Ovando

Dr. José Antonio De Fuentes Vicente

Firmas:

Ccp. Expediente.

DEDICATORIA

No es más grande el que triunfa; si no el que nunca se rinde.... y estuve a punto de desertar por circunstancias de la vida, pero todo es un ciclo y así es esto.

A mis papás que son mi mayor tesoro, el más valioso en esta vida; a mi mamá por ser el ser más maravilloso de este mundo, a mi papá al hombre más noble y aquel que siempre admiraré; a ustedes les agradezco el apoyo moral, el cariño, la comprensión y sí, también los regaños, y aunque mi papá no esté para verlo, este logro está dedicado y se va para el cielo, pues con tu partida, para mí los últimos semestres de la bonita licenciatura en biología fue un enorme reto. También a mi hermana por ser la mejor cómplice, y tratar de apoyarme en todo a pesar de ser la menor, impulsándome a ser mejor persona.

Los amo con todo mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de artículo el Dr. Wilfredo A. Matamoros Ortega por incentivar me a continuar, por guiarme, por sus enseñanzas, consejos y por ser una persona que siempre está dando ánimos y hacerme saber que no hay cosa imposible de lograr, pero principalmente por su amistad.

Gracias por dejarme aprender a base de errores, además de permitirme colaborar con grandes investigadores que enriquecen mi formación como profesionista e investigadora.

A los catedráticos que estuvieron durante mi formación en la licenciatura, por todos esos conocimientos que sembraron en mí, dentro y fuera del salón de clases.

A Daniel, por ser esa persona que no se fue al verme derrotada, entraste a mi vida cuando pasaba por momentos difíciles, tomaste mi mano y decidiste afrontar los problemas conmigo, dándome todo tu apoyo incondicional.

A las personas que escogí para que fueran mi familia hablo de ustedes los que hoy son mis amigos, sin ustedes la escuela hubiera sido más pesada, gracias por todos los momentos de alegría que atesoraré el resto de mi vida.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
II. MARCO TEORICO	2
2.1 CYPRINODONTIFORMES.....	2
2.2 POECILIDAE	3
2.3 POECILIA.....	3
2.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL GENERO POECILIA.....	4
2.4 POECILIA RETICULATA.....	4
2.4.1 INFORMACIÓN TAXONÓMICA	5
2.4.2 HISTORIA.....	5
2.4.3 CARACTERÍSTICAS	5
2.1.3 DISTRIBUCIÓN	7
2.1.4 HÁBITATS	7
2.4.5 REPRODUCCIÓN	7
2.4.6 ALIMENTACIÓN.....	7
2.4.7 P. RETICULATA COMO CONTROL BIOLÓGICO.....	8
III. ELABORACIÓN DE TEXTO-ARTÍCULO CIENTÍFICO	10
IV. REFERENCIAS DOCUMENTALES (INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO)	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figure 1 p showing the distribution localities of Poecilia reticulata in worldwide. Right lower corner, Map of Mexico collection points in Mexico only. _____ 11

Figure 2 Male (26.1 mm standard length) and female (49.6 mm standard length) Poecilia reticulata (UNICACH-MZ-P-7850) captured in a tributary of the Grijalva River, near the city of Tuxtla de Gutierrez. _____ 13

I. INTRODUCCIÓN

Los miembros de la familia *Poeciliidae* (Garman, 1895) son pequeños peces de distribución restringida a la porción suroeste de los Estados Unidos, Centroamérica, Sur América y las Antillas (Schlotz y Dahlstrom, 1977). La familia comprende 29 géneros con ~ 275 especies válidas (Huber, 2019; Fricker et al., 2020), de las cuales *Poecilia* (Bloch y Schneider, 1801) es el género más especioso (Huber, 2019; Fricker et al., 2020). Las filogenias moleculares recientes ubicaron a casi todos los miembros de *Poecilia* de América Central dentro del subgénero *Mollienesia* (Garman, 1895) excepto *Poecilia caucana* (Steindachner, 1880) que se ubica en el subgénero *Allopoecilia* (Steindachner, 1880) (Ho et al., 2016). Las *Poecilia* sudamericanas como *P. reticulata* (Peters, 1859), la especie aquí tratada, fue asignada al subgénero *Acanthophaelus* (Günther, 1866) (Ho et al., 2016).

Poecilia reticulata (Peters, 1859) comúnmente conocidos como guppys, es originaria del norte de Sudamérica e Islas del Caribe: Brasil, Barbados, Trinidad y Tobago, Venezuela y las Guayanas (Lucinda, 2003). En la actualidad no sólo se encuentra en América, sino en otros continentes, donde han sido introducidos, como un control biológico de las larvas de mosquito (FUNASA, 2002; Rojas et al., 2004). Hoy en día se ha logrado desarrollar una gran cantidad de variedades que van desde cambios en su coloración hasta su tipo y forma de las colas (Morales, 1996), lo cual ha provocado una creciente demanda por lo que es considerada una especie invasora de alto riesgo al mismo nivel que la tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758) (Golubov et al., 2014), a pesar de esto, la especie es encontrada en el comercio de acuarios mexicanos y en varias instalaciones de cría que operan en el país (Devezé-Murillo et al., 2004).

1.2 Planteamiento de la pregunta de Investigación

¿Ha sido *Poecilia reticulata* recientemente introducida a la cuenca del Rio Grijalva, en Chiapas, México?

1.3 Justificación

El objetivo de este trabajo es dar a conocer un nuevo registro en el estado de Chiapas, basado en la información actual de la distribución de las poblaciones de *Poecilia reticulata*, las cuales han sido reportadas desde 1971 en los sistemas naturales de México, a partir de la pregunta ¿Ha sido *Poecilia reticulata* recientemente introducida a la cuenca del Rio Grijalva, en Chiapas, México? y con esto se pretende que este manuscrito sirva de base para trabajos posteriores.

II. MARCO TEORICO

2.1 *Cyprinodontiformes*

Son un grupo diverso pues incluyen alrededor de 1400 especies distribuidas en 13 familias y aproximadamente 115 géneros. Dentro de este grupo se encuentran especies capaces de tolerar un amplio rango de temperaturas y de salinidad (Parker, 1997). Son muy utilizadas en trabajos experimentales debido a que se adaptan fácilmente a las condiciones de laboratorio; pues han sido utilizadas en los campos de embriología, genética, fisiología, endocrinología, citología (Murphy y Collier, 1996). Los *Cyprinodontiformes* se distribuyen en climas tropicales y templados. Su origen se sitúa a finales del Triásico, cuando comenzó la separación de Laurasia y Gondwana (Parenti, 1981). Briggs sugiere que su origen pudo situarse en el Cretácico, cuando Suramérica y África acabaron de separarse dejando un estrecho paso de agua salada entre los dos continentes (Hocutt y Wiley, 1986). Tradicionalmente los *Cyprinodontiformes*, superfamilia *Cyprinodontoidea*, orden *Atheriniformes* (Rosen, 1964), han incluido cinco familias: los ovíparos (*Cyprinodontidae*) que se extienden por el Viejo y el Nuevo Mundo, y las familias vivíparas del Nuevo Mundo: *Poeciliidae*, *Jenynsiidae*, *Anablepidae* y *Goodeidae*. Parenti (1981) estudió la filogenia y distribución de este grupo y propuso una nueva clasificación donde la superfamilia *Cyprinodontoidea* es elevada a la categoría de orden y es dividida en dos subórdenes: *Aplocheiloidei* y *Cyprinodontoidei*. El primero incluye once géneros distribuidos por el Nuevo Mundo (esencialmente confinados al Neotrópico y las Antillas) y cinco géneros en el Viejo Mundo (en el África tropical,

Madagascar y sureste asiático). El suborden *Cyprinodontoidei* incluye las especies vivíparas del Nuevo Mundo y numerosos géneros ovíparos en el Viejo y en el Nuevo Mundo (Hocutt y Wiley, 1986).

2.2 Poeciliidae

Son peces *Cyprinodontiformes* pequeños y comprimidos lateralmente, la forma del cuerpo y tamaño varían desde extremadamente alargada hasta de cuerpo profundo. Esta familia comprende ~ 275 especies válidas que habitan las aguas dulces y salobres de América del Norte y Central, el Caribe, América del Sur hasta el norte de Argentina. Estos se caracterizan por tener por: (1) una aleta pectoral muy insertada, (2) aletas pélvicas que migran anteriormente durante el crecimiento, (3) poros supraorbitarios empotrados 2b a 4a, y (4) costillas pleurales en los primeros arcos hemales así como una serie de otras sinapomorfias internas (Ghedotti, 2000).

2.3 Poecilia

Los poecíliidos son peces pequeños, vivíparos, dulceacuícolas, aunque se pueden hallar en aguas salobres. Son exclusivos del continente americano y se encuentran desde Illinois y New Jersey en los Estados Unidos hasta la Argentina, abarcando las Antillas, sin embargo, han causado su introducción en casi todos los trópicos del mundo (Alpirez, 1971). Los poecíliidos son especies muy apreciadas por los acuaristas debido a sus tamaños y diversidad de colores. Estos peces habitan charcos, ríos de moderada corriente y por lo general con abundante vegetación (Bussing, 1998).

Las características biológicas que facilitan la colonización de nuevos hábitats, como en el caso de ciertas especies del género *Poecilia*, son la ovoviviparidad, el cuidado parental y la formación de cardúmenes. Algunos autores reportan la hibridización entre especies emparentadas de *Poecilia*, lo que a su vez podría incrementar el riesgo de extinción para las especies locales. Se ha demostrado que los poeciliidos han sido la causa de la disminución en las poblaciones de algunos cyprinidos endémicos de Norteamérica. Los efectos negativos de algunas especies de *Poecilia* como organismo invasor, van desde la competencia por los alimentos

hasta el acoso sexual a las hembras de otras especies por parte de los machos (Jiménez et al. 2020).

2.3.1 Características del genero *Poecilia*

Los machos poseen un aparato intromitente llamado gonopodio; características que los distinguen principalmente de la familia *Cyprinodontidae*, el cual está constituido básicamente por modificaciones de los radios tercero (puede presentar un gancho muy pequeño), cuarto (es recto o casi recto con sierras sólo en la región proximal al quinto) y quinto (posee el último segmento de la rama posterior, alargado y fuertemente retrorso, forma parte del perfil posterior del gonopodio), la aleta anal; su función consiste en transferir los espermatozoides o espermias a los genitales femeninos, tienen un par de testículos y los gametos masculinos se acumulan en el interior de diminutos óvalos espermatozoides, generalmente tienen dos o tres espinas hemales modificadas (gonapófisis), las cuales son muy alargadas, engrosadas e inclinadas hacia adelante para formar el parto del suspensorio gonopodial el cual tiene dos gonapófisis bien desarrolladas y curvas hacia adelante y las hembras tienen un par de ovarios. Los embriones se desarrollan fuera del folículo y ocupan una cavidad central que va directamente al oviducto, o se desarrollan dentro del folículo y tras la rotura folicular pasan por el oviducto hacia el exterior, donde completan su crecimiento (Alpirez, 1971).

2.4 *Poecilia reticulata*

Poecilia reticulata, especie conocida comúnmente como “guppy”, es un pez muy popular en el ámbito acuarístico y también se utiliza comúnmente en la investigación genética. Hoy en día se ha logrado desarrollar una gran cantidad de variedades que van desde cambios en su coloración hasta su tipo y forma de la cola. Entre las variedades más comerciales se encuentran: king cobra, flamingo, cabeza de jade, mitad negro, metálico y multicolor (Morales 1996).

Puede ocupar una amplia gama de hábitats acuáticos y es una amenaza para los ciprínidos y mojarra nativas. Es portador de parásitos exóticos y se cree que

juega un papel importante en la disminución de varias especies amenazadas y en peligro de extinción (Global Invasive Species Database, 2021).

2.4.1 Información taxonómica

Reino: Animalia

Phylum: Craniata

Clase: *Actinopterygii*

Orden: *Cyprinodontiformes*

Familia: *Poeciliidae*

Género: *Poecilia*

Especie: *Poecilia reticulata* (Peters, 1860).

Nombre común: Guppy.

2.4.2 Historia.

Originario de Trinidad, Barbados, Venezuela y norte de Brasil, este pez fue descubierto varias veces en varios lugares por personas distintas, cada una de las cuales le dio un nombre distinto. La primera de ellas fue un zoólogo llamado Wilhelm Peters, que en 1859 la bautizó con el nombre de *Poecilia reticulata*, seguido de Filippo de Filippi, en 1861 que lo volvió a descubrir, pero dándole el nombre de *Lebistes poeciloides*. Posteriormente, el naturalista John Lechmere Guppys encontró ejemplares de esta especie en la isla de Trinidad y los envió al Museo Británico, y les dio el nombre de *Girardinus Guppys*. En 1913, Charles Tate Regan uno los nombres dados por Peters y De Filippi en *Lebistes reticulatus*, denominación que fue considerada válida durante mucho tiempo, hasta ser revisada y sustituida por la del descubridor original de la especie: *Poecilia reticulata*. En la actualidad este pez es comúnmente conocido como “guppy”. En Trinidad se los conoce además como “pez millón” por su alta tasa de reproductividad. En Argentina y Uruguay es conocido como “Lebistes” (Cuchía, 2018).

2.4.3 Características

Cabeza y cuerpo moderadamente robustos, moderadamente comprimido atrás; cabeza deprimida; narina frontal no tubular; cubierta del ojo no continua con la piel de la cabeza; boca pequeña, terminal, ligeramente oblicua, la mandíbula inferior ligeramente proyectante, la superior protráctil; los dientes de las mandíbulas consisten en una fila externa de grandes dientes curvados hacia atrás, con puntas expandidas y varias filas de pequeños dientes puntiagudos; 1 aleta dorsal con base corta, su origen por detrás del origen de las pélvicas, con 7-8 radios; origen de las pélvicas bien detrás de la base pectoral, cerca de la anal; punta de las aletas pélvicas de los machos muy hinchadas, alargadas, pectorales altas en los flancos; quinto radio no festoneado en los machos; la anal (8, raramente 9 radios) se origina debajo (hembras) o un poco detrás (machos) del origen de la dorsal; tercer radio anal no-ramificado; aleta anal de los machos modificada para formar un alargado órgano sexual, que es corto y con una punta recta que tiene pequeñas espinas y un largo tentáculo carnosos que se extiende hasta pasar la punta de dicho órgano; base de la caudal relativamente estrecha; aleta caudal redondeada, sin espadín alargado; escamas lisas y relativamente grandes, 25-28 escamas laterales, 14 alrededor de la base de la cola (Robertson et al., 2019).

Presentan alto dimorfismo sexual, los machos son más pequeños alcanzan los 3.5 cm, la aleta caudal más desarrollada y poseen la aleta anal modificada en órgano copulador (gonopodio), tienen machas de colores variables a los lados del cuerpo (Sánchez-Duarte et al., 2012), este puede tener rayas negras y puntos en rojo, anaranjado u otros patrones, típicamente incluyendo un lunar negro en la parte superior e inferior de la base de la cola y al menos otro lunar negro en la mitad frontal de cuerpo; aletas dorsal y caudal con puntos rojos y negros, además de marcas negras y blancas (Robertson et al., 2019), predominando el azul, el plateado, con algunas manchas de color rojo, verde, lila y negro, ambientes naturales es claramente menos vistoso y su color de fondo es gris con reflejos verdosos y las hembras hasta 6 cm (Sánchez-Duarte et al., 2012) en la parte superior del cuerpo poseen un color gris-verde pálido, la parte inferior blancuzca; aletas dorsal y caudal sin color o con puntos negros dispersos; con un lunar poco visible al final del vientre (Robertson et al., 2019).

2.1.3 Distribución

Se distribuyen en América del Sur (Venezuela, Barbados, Trinidad, norte de Brasil y las Guayanas), sin embargo, es ampliamente introducido y establecido en otros lugares, principalmente para el control de mosquitos. En África también se ha informado de poblaciones introducidas en los tramos costeros de los ríos Natal desde Durban hacia el sur, así como en el ojo de Kuruman y el lago Otjikoto en Namibia (Froese y Pauly, 2020).

2.1.4 Hábitats

Se encuentra en varios hábitats, que van desde aguas muy turbias en estanques, canales y acequias en elevaciones bajas hasta arroyos prístinos de montaña. Tiene un amplio rango de salinidad, toleran un ámbito más extremo de temperatura; pues se sabe viven en aguas que van desde los 16 °C hasta los 30°C, siendo la más adecuada entre 25 y 28°C y agua tranquila con vegetación para sobrevivir, se alimenta de zooplancton, pequeños insectos y detritos (Froese y Pauly, 2020).

2.4.5 Reproducción

Las hembras pueden almacenar espermatozoides para una fertilización posterior y pueden producir crías cada cuatro semanas. Las hembras embarazadas son reconocibles por un triángulo negro entre las aletas anal y pélvica. Después de un período de gestación de cuatro a seis semanas, las hembras dan a luz de 20 a 40 crías vivas. No se ejerce el cuidado de los padres y los padres pueden incluso aprovecharse de sus crías (Froese y Pauly, 2020).

2.4.6 Alimentación

Los Guppys (*P. reticulata*) tienen un tracto digestivo relativamente largo; esto nos indica que deben consumir una cierta cantidad de materia vegetal, que necesita una digestión más larga que las proteínas de origen animal. La boca del guppy está dirigida hacia arriba, lo cual es señal de que se alimenta en la superficie y captura allí sus presas vivas, en otras palabras, su dieta es mixta de vegetales y presas vivas. Este tipo de dieta se denomina omnívora, en contraste a la carnívora (predominantemente a base de presas vivas) o la herbívora (básicamente a base

de vegetales). Los Guppys jóvenes son más carnívoros que omnívoros, pues necesitan incrementar rápidamente su masa corporal y las proteínas animales son la mejor forma de conseguirlo, a medida que van madurando, necesitan menos proteínas y más carbohidratos, estos les son más fáciles de obtener y constituyen su fuente energética para la actividad cotidiana (Cuchía, 2018).

2.4.7 *P. reticulata* como control biológico.

El control biológico de vectores de importancia médica se presenta como una alternativa al uso de plaguicidas, es por eso que los esfuerzos nacionales e internacionales promueven la búsqueda de nuevas opciones, así como la utilización de peces carnívoros para el control de las larvas de mosquitos de importancia médico-epidemiológica. Entre las características que debe reunir una especie de pez para ser considerada como posible control biológico de mosquitos, además de su capacidad larvívora se debe tomar en cuenta factores como el costo de adquisición de las especies, la disponibilidad local de peces durante todo el año o facilidad para su reproducción en cautiverio, resistencia a condiciones ambientales naturales (temperatura, pH y dureza del agua, etc.), capacidad para no ser visto por los humanos ni por depredadores externos, resistencia a los hongos, bacterias y otros patógenos comúnmente presentes en los cuerpos de agua naturales, y que presenten un marcado dimorfismo sexual que permita separar fácilmente machos y hembras con el fin de sembrar animales de un solo sexo y así poder controlar la biomasa de los individuos sembrados (Valero et al., 2006).

El uso de los peces como control biológico de mosquitos se conoce desde hace muchos años, sin embargo, el empleo dirigido de los mismos comenzó a principios del siglo XX, resultando el guppy (*Poecilia reticulata*), una de las especies más prometedoras por ser un eficaz consumidor de larvas de mosquitos, por su abundancia, alta capacidad reproductiva y por encontrarse en numerosos ecosistemas dulceacuícolas naturales, y el que forman parte de la ictiofauna los ubica como una especie muy bien adaptada y resistente a las condiciones naturales, dándoles la capacidad de tolerar cuerpos de agua con alto contenido en residuos, lugares de intensa contaminación y de vegetación abundante, hábitats en los que

también son comunes diferentes especies de mosquitos, tal como lo reportaron Iannacone y Alvariño. Estos investigadores demostraron a través de bioensayos de toxicidad aguda que la especie *P. reticulata* es tolerante a la mayoría de los metales pesados excepto Hg^{+2} y Cu^{+2} . Este hallazgo aporta elementos importantes para favorecer el uso de esta especie como aspirante para el control biológico de larvas, al ser resistentes a elementos tóxicos que pudieran estar presentes en cuerpos de agua dulce naturales (Valero et al., 2006).

First record of the non-native fish *Poecilia reticulata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), in Chiapas, southern Mexico

Cynthia Paola López-Fuentes¹, Ernesto Velázquez-Velázquez², Manuel de Jesús Anzueto-Calvo², Wilfredo A. Matamoros² & Guillermo Salgado-Maldonado³

1. Ciencias Biológicas, Instituto de Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas 1ª Sur Poniente No. 1460 Col. Centro, C. P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México; pain00746@gmail.com
2. Ciencias Biológicas, Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, Programa de posgrado Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, 1ª Sur Poniente No. 1460 | Col. Centro, C. P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México; ernesto.velazquez@unicach.mx; manuel.anzueto@unicach.mx; wilmamoros@yahoo.com
3. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000, Circuito Exterior S/N Delegación Coyoacán, C.P. 04510 Ciudad Universitaria, D.F. México; gsalgado@ib.unam.mx

Received 19-X-2020 • Corrected 03-III-2021 • Accepted 04-III-2021

DOI: <https://doi.org/10.22458/urj.v13i1.3266>

ABSTRACT. Introduction: Due to its colors, shape, size, and simplicity of care, the neotropical fish *Poecilia reticulata* (guppy) is popular in the aquarium trade. It is also valued as mosquito control and is now found in most of the world. **Objective:** To report its presence in southern Mexico. **Methods:** Fish were captured with seine nets in a tributary of the Grijalva River, Chiapas, in August 2019, and March 2020. **Results:** Two hundred and fifty individuals of *P. reticulata* were captured. **Conclusion:** The species, found in México in 1971, has extended its range to the Grijalva Usumacinta river system.

Keywords: Introduced species, exotic species, livebearer fishes.

RESUMEN. “Primer registro del pez introducido *Poecilia reticulata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), en Chiapas, sur de México”. **Introducción:** Debido a sus colores, forma, tamaño y simplicidad de cuidado, el pez neotropical *Poecilia reticulata* (guppy) es popular en el comercio de acuarios. También se valora como control de mosquitos y ahora se encuentra en la mayor parte del mundo. **Objetivo:** Informar su presencia en el sur de México. **Métodos:** Se capturaron peces con redes de cerco en un afluente del río Grijalva, Chiapas, en agosto de 2019 y marzo de 2020. **Resultados:** Se capturaron 250 individuos de *P. reticulata*. **Conclusiones:** La especie, hallada en México en 1971, ha extendido su ámbito geográfico al sistema fluvial Grijalva Usumacinta.

Palabras clave: Especies introducidas, especies exóticas, peces portadores.

Live-bearing fishes of the family *Poeciliidae* (Garman, 1895) are a New World family with a widespread natural distributional range that includes South, Middle, North America, and the West Indies (Reznick et al., 2017). Poeciliids are small fishes that are recognized by the presence in males of a gonopodium, which is an anal-fin transformed into an intromittent organ used for transferring sperm to the females (Jones et al., 2016). In Central America and southern Mexico, they are the most common and speciose fishes in freshwater systems (Matamoros et al., 2012; Matamoros et al., 2015). The family comprises 29 genera with ~ 275 valid species (Huber, 2019; Fricke et al., 2020), of which *Poecilia* (Bloch & Schneider, 1801) is the most speciose genus (Huber, 2019; Fricke et al., 2020). Recent molecular phylogenies placed almost all Middle American *Poecilia* within the subgenus *Mollienesia*, (Garman, 1895) except for *Poecilia caucana* (Steindachner, 1880) that is placed in the subgenus *Allopoecilia* (Steindachner, 1880) (Ho et al., 2016). South American *Poecilia* such as *P. reticulata* (Peters, 1859), the species herein treated, was assigned to the subgenus *Acanthophaelus* (Günther, 1866) (Ho et al., 2016).

Poecilia reticulata is commonly known as guppy and it is one of the most popular aquarium fish in the world (Lucinda & Van Der Sleen, 2018). It is a small-bodied fish whose males reach up to 50mm in standard length whereas females can reach up to 60mm in standard length (Froese & Pauly, 2020). The species naturally occurs in coastal regions of Venezuela, Guyana and Trinidad and Tobago (Magurran, 2005; Deacon et al., 2011). However, due to intentional and nonintentional introductions, its popularity in the aquarium trade and its use for mosquito control (Warbanski et al., 2017), *P. reticulata* now has a global distribution and it is found in all continents except the Antarctica (Fig. 1) (Deacon et al., 2011; Lucinda & Van Der Sleen, 2018).

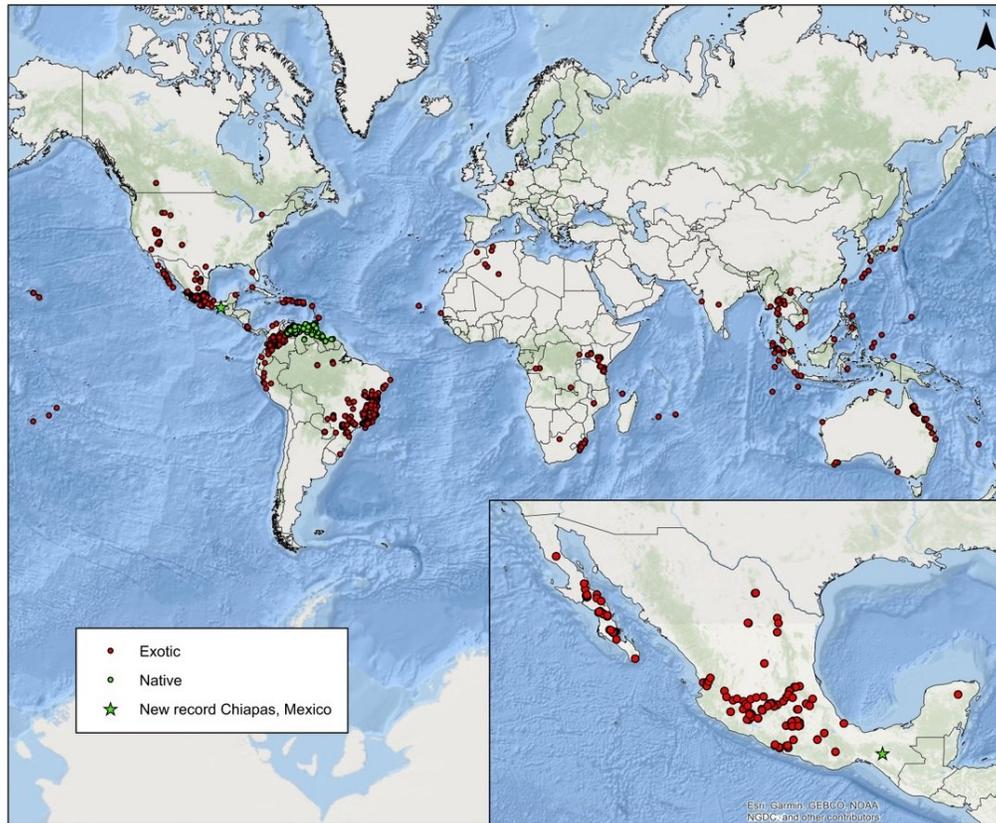


Fig. 1. Distribution localities of *Poecilia reticulata* worldwide. Right lower corner, collection points in Mexico only.

Poecilia reticulata is currently considered as a highly invasive species (Deacon et al., 2011), capable of modifying native fish communities and ecosystem processes (Fraser & Lamphere, 2013; Holitzki et al., 2013). Its invasive history suggests, that, once the species arrives at a new environment, life history and biological adaptations such as early reproductive maturity, sperm storage (Meffe & Snelson, 1989), superfetation (Courtenay & Meffe, 1989), and air-breathing capacity (Kramer & Mehegan, 1981; Boschetto et al., 2011), help the species to become well established and sometimes even dominant (Casatti et al., 2009). Although this species is not a top predator capable of directly preying upon native species, its capability of forming large populations may increase the likelihood of out-competing native fishes for food resources and changing rates of nutrient and/or organic-matter cycling, as it has been documented with other invasive species (e.g. Capps & Flecker, 2013a; 2013b).

In Mexico, *P. reticulata* was first introduced in 1971 for mosquito control purposes (Salgado-Maldonado & Rubio-Godoy, 2014). It was registered for the first time in Baja California, currently it

is reported in streams in Baja California Norte, Baja California Sur and in the Gulf of Mexico (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], 2017). Although *P. reticulata* is considered a high-risk invasive species at the same level as tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758) (Golubov et al., 2014), the species is still commonly found in the Mexican aquarium trade and several rearing facilities that operate in the country (Devezé-Murillo et al., 2004). In the wild *P. reticulata* has been collected in at least 109 localities (González et al., 2014) and it has been documented that the river drainages of northwestern Mexico, the species has shown a rapid and successful expansion (Ruiz-Campos et al., 2014). In this paper, we report the occurrence of *P. reticulata* for the first time in a tributary of the Grijalva River in the state of Chiapas, southern Mexico.

The Grijalva River is located in southern Mexico and is part of the Grijalva-Usumacinta River Basin. On August 14th, 2019, and March 12th, 2020, fieldwork was performed in two localities in a small tributary of the Grijalva River near the city of Tuxtla Gutierrez, Chiapas, Mexico. In the two sampling points, we performed a pass with a backpack electro-shocker (DC backpack electrofishing SAMUS RICH P-2000) in a section of river of about 100 m, followed by a pass with a seine in the same river section. After capture, fish were euthanized with an overdose of tricaine methanesulfonate (MS-222), after that, they were placed in a solution of 10% formaldehyde and transported to the lab. At the laboratory, fish were counted and identified to species, and deposited in the fish collection of the Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

The two sampled localities are small creeks of 5-7m width, with a water depth of 20-30cm, with riffles, pools and runs. The substrate is dominated by mud, but there were also, rocks, gravel and sand. There is riparian vegetation, but not submerged vegetation or emergent vegetation, canopy cover of 70-80%.

A total of 454 fish were recorded, belonging to five species: *Profundulus punctatus* (Günther 1866) (10 individuals), *Poeciliopsis pleurospilus* (Günther 1866) (153 individuals), *Poecilia sphenops* (Valenciennes 1846) (34 individuals), *Astyanax aeneus* (Günther 1860) (seven individuals) and *Poecilia reticulata* (250 individuals). This being the first record of *P. reticulata* in the Grijalva River drainage. UNICACH-MZ-P-7850; August 14, 2019; latitude 16.765813, longitude 93.235263; 120 individuals and UNICACH-MZ-P-7850; March 12, 2020; latitude 16.765897, longitude 93.233472; 130 individuals.

The presence of enlarged and swollen pelvic fins and a fleshy extension of the gonopodium place our specimens in the genus *Poecilia* (Fig. 2) (Froese & Pauly, 2020). In order to identify and to distinguished *P. reticulata* from other *Poecilia* we used a series of meristic and colouration characters as presented by Poeser et al. (2005): (1) polychromatic and polymorphic colouration pattern in males; (2) gonopodial palp extended beyond gonopodium tip; (3) absence of retrorse hook on tip of the gonopodial ray 3a; (4) presence of retrorse hook on tip of gonopodial ray 5; (5) gonopodial ray 3 with series of ventral serrae; (6) scales around caudal peduncle 14; and (7) females with 9 anal-fin rays and 6-7 dorsal fin rays. *P. reticulata* shows a conspicuous reticulate pattern along the females flank and lack of a humeral blotch are also useful characters to distinguish the *P. reticulata* from other *Poecilia* species (Bragança et al., 2020).

Records of *P. reticulata* in Mexico date back to 1971 (Salgado-Maldonado & Rubio-Godoy, 2014), however, recent checklist from the state of Chiapas did not report *P. reticulata* in freshwater systems (Gómez-González et al., 2015; Velázquez-Velázquez et al., 2016; Soria-Barreto et al., 2018). Herein we report the first record of *P. reticulata* in the Grijalva River Basin. The two localities registered in this study were probably the result of deliberate releases of ornamental fish. The introduction of exotic species is the second greatest threat to biodiversity, after habitat loss (Capdevila-Argüelles et al., 2013). This practice has occurred historically, but it is until recent times that this practice has exploded due to the promotion of trade and the lack of control of it. The

mitigation and eradication of this practice, which would represent an instrument for the conservation of biodiversity. Therefore, it is essential to establish national strategies that integrate prevention, detection, rapid response, control and eradication of the release of invasive species (National Advisory Committee on Invasive Species, 2010.) One of the crucial activities is the monitoring and the capture of invasive species (Ramírez & Ramírez, 2017).



Fig. 2. Male (26,1 mm standard length) and female (49,6 mm standard length) *Poecilia reticulata* (UNICACH-MZ-P-7850) captured in a tributary of the Grijalva River, near the city of Tuxtla de Gutierrez.

It has been reported that *P. reticulata* can have established ecologically competitive populations in some regions of the country (Ruiz-Campos et al., 2014). Although, that this species is a major threat to native-fish assemblages (Golubov et al., 2014). *Poecilia reticulata* has still been commercialized in the aquarium trade in Mexico, augmenting this way the possibility of further incrementing the distributional range of the species in Mexican territory. *Poecilia reticulata* was positively identified because of its conspicuous coloration that does not match any other Chiapas native livebearer fishes. This report is the first record of *P. reticulata* in the state of Chiapas.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are very grateful to Vianey Rodriguez, Ivonne Lopez, and Manuel Mathus for assistance during fieldwork. This study was funded by grants # CONACyT A-1-S-19959; UNAM DGAPA PAPIIT IN200820 to GS-M.

ETHICAL, CONFLICT OF INTEREST AND FINANCIAL STATEMENTS

The authors declare that they have fully complied with all pertinent ethical and legal requirements, both during the study and in the production of the manuscript; that there are no conflicts of interest of any kind; that all financial sources are fully and clearly stated in the acknowledgments section; and that they fully agree with the final edited version of the article. A signed document has been filed in the journal archives

The statement of each author's contribution to the manuscript is as follows: C.P.L.F.: writing of the manuscript, field work and laboratory work. W.A.M., E.V.V. & M.A.C.: writing of the manuscript and field work.

REFERENCES

- Bragança, P. H., Guimarães, E. C., de Brito, P. S., & Polivanov Ottoni, F. (2020). On the natural occurrence of *Poecilia reticulata* Peters, 1859 (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). *Cybium*, 44(4), 309-316. <https://doi.org/10.26028/cybium/2020-444-002>
- Boschetto, C., Gasparini, C., & Pilastro, A. (2011). Sperm number and velocity affect sperm competition success in the guppy (*Poecilia reticulata*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 65(4), 813-821. <https://doi.org/10.1007/s00265-010-1085-y>
- Capdevila-Argüelles, L., Zilletti, B., & Suárez-Álvarez, V. A. (2013). Causes of biodiversity loss: Invasive Alien Species. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 10(2a), 55-75. <http://www.rsehn.es/cont/publis/boletines/192.pdf>
- Capps, K. A., & Flecker, A. S. (2013a). Invasive aquarium fish transform ecosystem nutrient dynamics. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1769), 20131520. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.1520>
- Capps, K. A., & Flecker, A. S. (2013b). Invasive Fishes Generate Biogeochemical Hotspots in a Nutrient-Limited System. *PLOS ONE*, 8(1), e54093. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054093>
- Casatti, L., de Paula-Ferreira, C., & Carvalho, F. R. (2009). Grass-dominated stream sites exhibit low fish species diversity and dominance by guppies: an assessment of two tropical pasture river basins. *Hydrobiologia*, 632(1), 273-283. <https://doi.org/10.1007/s10750-009-9849-y>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2017). Evaluación rápida de invasividad de *Poecilia reticulata*. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México DF. https://enciclopedia.mx/pdfs/exoticas_invasoras/Poecilia%20reticulata.pdf
- Courtenay, W. R., & Meffe, G. (1989). Small fishes in strange places: a review of introduced poeciliids. In G. Meffe & F. Snelson (Eds.), *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. (pp. 319-331). Prentice-Hall.
- Deacon, A. E., Ramnarine, I. W., & Magurran, A. E. (2011). How Reproductive Ecology Contributes to the Spread of a Globally Invasive Fish. *PLOS ONE*, 6(9), e24416. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024416>
- Devezé-Murillo, P., Reta-Mendiola, J. L., & Sánchez-Luna, B. (2004). Cultivo de *Poecilia reticulata* (Pisces:Poeciliidae) en cuerpos de agua tropicales, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 54(4), 951-958. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442004000400017
- Fraser, D., & Lamphere, B. (2013). Experimental evaluation of predation as a facilitator of invasion success in a stream fish. *Ecology*, 94(3), 640-649. <https://doi.org/10.1890/12-0803.1>
- Fricke, R., Eschmeyer, W., & Fong, J. (2020). Eschmeyer's catalog of fishes: Species by family/subfamily. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>
- Froese, R., & Pauly, D. (2020) FishBase. <https://www.fishbase.de/summary/Poecilia-reticulata.html>
- Golubov, J., Mandujano, M. C., Guerrero-Eloísa, S., Mendoza, R., Koleff P., González, A. I., Barrios, Y., & Born-Schmidt, G. (2014). Análisis multicriterio para ponderar el riesgo de las especies invasoras. In: R. Mendoza & P. Koleff (Eds.), *Especies acuáticas invasoras en México*. (pp. 123-133). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

- Gómez-González, A. E., Velázquez-Velázquez, E., Anzueto-Calvo, M. D. J., & Maza-Cruz, M. F. (2015). Fishes of the Grijalva River basin of Mexico and Guatemala. *Check List*, 11(5), 1726. <https://doi.org/10.15560/11.1726>
- González, A. I., Barrios, Y., Born-Schmidt, G., & Koleff, P. (2014). El sistema de información sobre especies invasoras. In R. Mendoza & P. Koleff (Eds.), *Especies acuáticas invasoras en México*. (pp. 95-112). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Ho, A. L. F. C., Pruett, C. L., & Lin, J. (2016). Phylogeny and biogeography of *Poecilia* (Cyprinodontiformes: Poeciliinae) across Central and South America based on mitochondrial and nuclear DNA markers. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 101, 32-45. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2016.04.032>
- Holitzki, T.M., MacKenzie, R. A., Wiegner, T. N., & McDermid, K. J. (2013). Differences in ecological structure, function, and native species abundance between native and invaded Hawaiian streams. *Ecological Applications*, 23(6), 1367-1383. <https://doi.org/10.1890/12-0529.1>
- Huber, J. H. (2019). A nomenclatural and systematic Analysis of livebearing Cyprinodontiformes (Acanthopterygii: Anablepsinae, Goodeinae, Poeciliidae). <http://www.killi-data.org/series-kd.php>
- Jones, J. C., Fruciano, C., Keller, A., Scharl, M., & Meyer, A. (2016). Evolution of the elaborate male intromittent organ of *Xiphophorus* fishes. *Ecology and Evolution*, 6(20), 7207-7220. <https://doi.org/10.1002/ece3.2396>
- Kramer, D. L., & Mehegan, J. P. (1981). Aquatic surface respiration, an adaptive response to hypoxia in the guppy, *Poecilia reticulata* (Pisces, Poeciliidae). *Environmental Biology of Fishes*, 6(3-4), 299-313. <https://doi.org/10.1007/bf00005759>
- Lucinda, P. H. F., & Van der Sleen, P. (2018). Family Poeciliidae-Livebearers. In P. Van der Sleen & J. S. Albert (Eds.), *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas*. (pp. 346-350). Princeton University Press.
- National Advisory Committee on Invasive Species. (2010). *National strategy on invasive species in Mexico, prevention, control and eradication*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. <https://www.cabi.org/Uploads/isc/caribbean-legislation/mexico-invasive-species-dec-2010.pdf>
- Magurran, A. E. (2005). *Evolutionary Ecology: The Trinidadian Guppy*. Oxford University Press.
- Matamoros, W. A., Kreiser, B. R., & Schaefer, J. F. (2012). A delineation of Nuclear Middle America biogeographical provinces based on river basin faunistic similarities. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22(1), 351-365. <https://doi.org/10.1007/s11160-011-9232-8>
- Matamoros, W. A., McMahan, C. D., Chakrabarty, P., Albert, J. S., & Schaefer, J. F. (2015). Derivation of the freshwater fish fauna of Central America revisited: Myers's hypothesis in the twenty-first century. *Cladistics*, 31(2), 177-188. <https://doi.org/10.1111/cla.12081>
- Meffe, G. K., & Snelson, F. F. (1989). An ecological overview of Poeciliid fishes. In G. K. Meffe (Ed.), *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)* (pp. 13-31). Prentice Hall.
- Poeser, F. N., Kempkes, M., & Isbrücker, I. J. H. (2005). Description of *Poecilia (Acanthophaelus) wingei* n. sp. from the Paría Peninsula, Venezuela, including notes on *Acanthophaelus Eigenmann*, 1907 and other subgenera of *Poecilia* Bloch and Schneider, 1801 (Teleostei, Cyprinodontiformes, Poeciliidae). *Contributions to Zoology*, 74(1-2), 97-115. <https://doi.org/10.1163/18759866-0740102007>
- Ramírez, H., & Ramírez, J. G. (2017). *Estudio para identificar las vías de introducción de la enredadera tripa de zopilote (Cissus verticillata), carrizo (Arundo donax) y zacate buffel (Cenchrus ciliaris) en la RBMNN y su área de influencia*. https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/especies/Invasoras/files/comp2/3_Vias_Introduccion_EEI_RBMarismas.pdf
- Reznick, D. N., Furness, A. I., Meredith, R. W., & Springer, M. S. (2017). The origin and biogeographic diversification of fishes in the family Poeciliidae. *PLOS ONE*, 12(3), e0172546. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172546>

- Ruiz-Campos, G., Varela-Romero, A., Sánchez-Gonzales, S., Camarena-Rosales, F., Maeda-Martínez, A., González-Acosta, A. F., & Delgadillo-Rodríguez, J. (2014). Peces invasores en el noroeste de México. In R. Mendoza & P. Koleff (Eds.), *Especies acuáticas invasoras en México*. (pp. 375-399). Comisión nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Salgado-Maldonado, G., & Rubio-Godoy, M. (2014). Helmintos parásitos de peces de agua dulce introducidos. In R. Mendoza & P. Koleff (Eds.), *Especies acuáticas invasoras en México*. (pp. 269-285). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Soria-Barreto, M., González-Díaz, A. A., Castillo-Domínguez, A., Álvarez-Pliego, N., & Rodiles-Hernández, R. (2018). Diversidad íctica en la cuenca del Usumacinta, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(supl. 2018), 100-117. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.0.2462>
- Velázquez-Velázquez, E., López-Vila, J. M., Gómez-González, A. E., Romero-Berny, E. I., Lievano-Trujillo, J. L., & Matamoros, W. A. (2016). Checklist of the continental fishes of the state of Chiapas, Mexico, and their distribution. *ZooKeys*, 632, 99-120. <https://doi.org/10.3897/zookeys.632.9747>
- Warbanski, M. L., Marques, P., Frauendorf, T. C., Phillip, D. A. T., & El-Sabaawi, R. W. (2017). Implications of guppy (*Poecilia reticulata*) life-history phenotype for mosquito control. *Ecology and Evolution*, 7(10), 3324-3334. <https://doi.org/10.1002/ece3.2666>

Edited by Melissa Garro Garita.

IV. REFERENCIAS DOCUMENTALES (INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO)

Alpírez-Quesada, O. 1971. Estudio sistemático del complejo *Pecilia sphenops* (familia Poeciliidae) de Centroamérica en especial las poblaciones de Costa Rica. Tesis de licenciatura. Universidad de Costa Rica. Facultad de ciencia y letras. Departamento de Biología. Costa Rica.

Bussing, W. (1988). Peces de las aguas continentales de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 46:1–468.

Cuchía-Díaz, J. (2018). ANALISIS DE ALIMENTACION Y NUTRICION EN PEZ ORNAMENTAL GUPPY DE VELO (*P. reticulata* Peters, 1859). Tesis para obtener el título de Zootecnista. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. Colombia.

Devezé-Murillo, P., Reta-Mendiola, J. L. y Sánchez-Luna, B. 2004. Cultivo de *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) en cuerpos de agua tropicales, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*. 54(4):951-958. Recuperado de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442004000400017

Fricker, Eschmeyer, W. N. y Fong, J. D. 2020. Eschmeyer's catalog of fishes: Species by family/subfamily. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>. Consultado el 1 de abril de 2020

Froese, R. y Pauly, D. 2019. *FishBase*. Publicación electrónica en la World Wide Web. www.fishbase.org, versión (12/2019). Consultado el 5 de marzo del 2020.

FUNASA. 2002. Roteiro para capacitação de multiplicadores de agentes do Pacs/PSF nas ações de controle da dengue. Fundação Nacional de Saúde Brasil.

Golubov, J., Mandujano, M.C., Guerrero-Eloísa, S., Mendoza, R., Koleff P., González, A. I., Barrios, Y. y Born-Schmidt, G. 2014. Análisis multicriterio para ponderar el riesgo de las especies invasoras. En: Mendoza, R. y Koleff, P. (Eds.). Especies acuáticas invasoras en México. Comisión nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Pp. 123-133

Ghedotti, M. J. 2000. Phylogenetic analysis and taxonomy of the poecilioid fishes (Teleostei: Cyprinodontiformes). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 130:1-53.

GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE. 2021. <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=683>. Consultado el 7 de junio de 2021.

Ho, A. L. F. C., Pruett, C. L. y Lin, J. 2016. Phylogeny and biogeography of *Poecilia* (Cyprinodontiformes: Poeciliinae) across Central and South America based on mitochondrial and nuclear DNA markers. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 101: 32-45.

Hocutt, C. H. y Wiley, E. O. 1986. The Zoogeography of North American Freshwater Fishes. 1.^a ed. New York: Wiley-Interscience.

Huber, J. H. 2019. A nomenclatural and systematic Analysis of livebearing Cyprinodontiformes (Acanthopterygii: Anablepsinae, Goodeinae, Poeciliidae). <http://www.killi-data.org/series-kd.php>. Consultado el 1 de abril de 2020.

Jiménez-Prado, P. J., Vásquez, F., Rodríguez-Olarte, D. y Taphorn, D. 2020. Efectos de la especie invasora (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) sobre *Pseudopoecilia fria* en ríos costeros de la región del Chocó, Ecuador. *Revista de Biología Tropical*, 68(1): 1-17.

Lucinda, P. H. F. 2003. Poeciliidae (Livebearers). En Reis, R. E., Kullander, S. O. y C.J.J. (Eds.). Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. EDIPUCRS. Brasil. Pp. 558-581.

- Morales, Z. 1996. *Revista especializada en acuariofilia y otras mascotas. Naucalpan, México*. Naucalpan, Mexico: especies.
- Murphy, W. J. y Collier, G. E. 1996. Phylogenetic relationships within the aplocheiloid fish genus *Rivulus* (Cyprinodontiformes, Rivulidae): implications for Caribbean and Central American biogeography. *Molecular Biology and Evolution*. 13(5):642-649.
- Parenti, L. R. 1981. A phylogenetic and biogeographic analysis of Cyprinodontiform fishes (Teleostei, Atherinomorpha). *Bulletin of American Museum of Natural History*. 168: 335-355.
- Parker, A., Kocher, T. D. y Stepien, C. A. 1997. *Combining molecular and morphological data in fish systematics: example from the Cyprinodontiformes*. In: Kocher, T. D. y Stepien, C. A. (Eds.) *Molecular Systematics of Fishes*. Academic Press (Molecular Systematics of Fishes. Academic Press ed.). Londres. Molecular Systematics of Fishes. Academic Press.
- Robertson, D. R., Peña, E. A., Posa, J. M. y Claro, R. 2019. Peces Costeros del Gran Caribe: sistema de Información en línea. Versión 2.0. Consultado el 7 de junio de 2021, de <https://biogeodb.stri.si.edu/caribbean/es/thefishes/species/3292>
- Rojas, P. E., Gamboa, B. M., Villalobos R. S. y Cruzado, V. F. 2004. Eficacia del control de larvas de vectores de la malaria con peces larvívoros nativos en San Martín, Perú. *Revista Perú médica experta salud pública*. 21: 44-50.
- Rosen, D. E. 1994. The relationships and taxonomic position of the halfbeaks, killifishes, silversides, and their relatives. *Bulletin of American Museum of Natural History*. 127: 217-218.
- Sánchez-Duarte, P., de Paula Gutiérrez, F. y Díaz-Espinosa, A. M. 2012. *Poecilia latipinna*. F. de Paula Gutiérrez, Ed.). En: *Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y transplantada en Colombia: moluscos, crustáceos,*

peces, anfibios, reptiles y aves. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Serie Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia: VI.

Schlotz, Z. A. y Dahlstrom, P. 1997. Los peces de acuario. Identificación, cuidado y cría. Eds. Omega, S. A. Barcelona.

Valero, N., Meleán, E., Maldonado, M., Montiel, M., Larreal, Y. y Espina, L. M. 2006. Capacidad Larvívora del Gold Fish (*Carassius auratus auratus*) y del Guppy Salvaje (*Poecilia reticulata*) Sobre Larvas de *Aedes aegypti* en Condiciones de Laboratorio. *Revista Científica*. 16(4): 315–324.