

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS

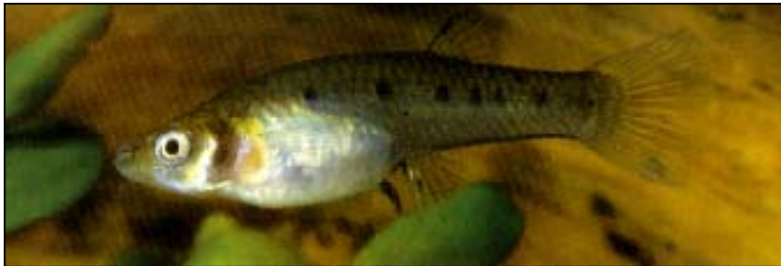
## FILOGENIA Y BIOGEOGRAFÍA DEL GÉNERO

*Poeciliopsis*

(PISCES: POECILIIDAE)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
DOCTORA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS



*Poeciliopsis catemaco*

PRESENTA:

HUIDOBRO CAMPOS LETICIA

Junio del 2006



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.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Dirección General de Estudios de Posgrado (DGEP) las becas otorgadas durante los estudios de doctorado.

Comité Tutorial:

Dr. Juan José Morrone Lupi

Dr. Gerardo Pérez Ponde de León

Dr. Luis Medrano González

## DEDICATORIA

*A MIS PADRES  
Y  
HERMANOS*

*POR EL AMOR QUE NOS UNE.*

## AGRADECIMIENTOS

### *Al Comité Tutorial:*

Al Dr. Juan José Morrone Lupi director de la tesis (Fac. Ciencias, UNAM), por la asesoría en el complejo mundo de la cladística. Por la disponibilidad de tiempo para resolver innumerables dudas. Por el interés sobre la filogenia de los peces dulceacuícolas mexicanos. Y sobretodo por su amistad y confianza en que podría llevar a buen fin esta tesis.

A los doctores que formaron parte del comité tutorial: Dr. Gerardo Pérez Ponce de León (IBUNAM) y Dr. Luis Medrano González (Fac. Ciencias, UNAM), por la asesoría y valiosos comentarios durante el trabajo de tesis.

### *A los miembros del jurado:*

Al Dr. Fausto Méndes de La Cruz (IBUNAM), Dr. Fernando Álvarez Noguera (IBUNAM), Dr. Píndaro Jaimes Díaz (ICMyL, UNAM) y Dr. Juan Jacobo Schmitter-Soto (ECOSUR-CHETUMAL) por aceptar formar parte del sínodo de grado, y por sus comentarios y sugerencias que mejoraron sustancialmente el escrito final de la tesis.

### *A las instituciones:*

A la Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto de Biología. Particularmente a la Colección Nacional de Peces, por permitirme hacer uso de espacio, material, equipo y todo lo necesario para mi incursión y formación sobre el fascinante mundo de los peces.

A los curadores e investigadores que gentilmente me proporcionaron material para el análisis osteológico y biogeográfico: Dr. William Bussing (Colección de Peces, Universidad de Costa Rica), Dra. Lourdes Lozano-Vilano y Dr. Salvador Contreras (Colección de Peces, UANL), Dr. Edmundo Díaz Pardo (Colección de Peces Mexicanos Dulceacuícolas, ENCB-IPN), Dr. Alejandro Varela (Colección de Peces, Universidad de

Sonora), M. en C. Martina Medina (Colección Ictiológica, USNHM), Agustín Camacho (Colección de Peces, UAG). A la Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO).

*A los colegas y amigos:*

Al Dr. Juan Jacobo Schmitter-Soto, por ser ejemplo a seguir en el estudio de los peces mexicanos. Por su disponibilidad ilimitada y por la amistad atorgada durante tantos años.

Al M. en C. Héctor Espinosa Pérez por la invaluable asesoría en todo lo relacionado a la Ictiología. Por abrirme las puertas a su vasta biblioteca y permitirme hacer uso de ella. Por la participación conjunta en diversas publicaciones.

A los integrantes de la Colección de Peces (en estricto orden alfabético y no de importancia): Hector Espinosa, Rosalía Cordero y Xavier Valencia, por la ayuda en el campo y en el laboratorio. Por compartir diariamente el espacio y el gusto por los peces.

A los maestros en ciencias que fueron parte de mi formación académica dentro de la Colección de Peces: Teresa Gaspar, Patricia Fuentes y Ernesto Mendoza.

A la Dra. Rosario Mata, a los maestros en ciencias Elizabeth Martínez y Rogelio Rosas por la asesoría en el manejo del PAUP y por sus valiosos comentarios sobre el manejo de datos. A Felipe Villegas por el apoyo y asesoría en los dibujos y programas de cómputo.

Al personal del la Coordinación del Posgrado de Ciencias en Biológicas: Lilia Espinosa, Lola, Alejandro y Lilia. Por su eficiencia en los trámites y por excelente trato para con los estudiantes.

A quienes siempre me han apoyado de manera incondicional. Angélica Daza, Nicolás Álvarez, Tere Gaspar, Xavier Valencia, Rosalía Cordero, Gabriel Barrios, Carmen Hernández, Dr. José Luis Villalobos, Dra. Guadalupe de la Lanza, etc.

A mi familia...

....Gracias.

**CONTENIDO**

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	3
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	5
Historia natural de <i>Poeciliopsis</i> .....	5
Estatus de conservación.....	6
Reproducción.....	6
<b>CAPÍTULO I. RELACIONES FILOGENÉTICAS DE <i>Poeciliopsis</i></b> .....	8
Material y métodos.....	11
Taxones examinados .....	11
Caracteres morfológicos.....	11
Caracteres moleculares.....	12
Prueba de homogeneidad.....	12
Análisis filogenéticos.....	14
Resultados.....	16
Series de transformación.....	16
Interpretación de la filogenia.....	61
Análisis filogenéticos con caracteres morfológicos.....	61
Análisis filogenéticos con caracteres moleculares.....	61
Análisis de evidencia total.....	62
Discusión.....	66
<b>CAPITULO II. SISTEMÁTICA DE <i>POECILIOPSIS</i></b> .....	77
Historia y arreglo sistemático de <i>Poeciliopsis</i> .....	77
Descripción de las especies de <i>Poeciliopsis</i> .....	81
<i>Poeciliopsis baenschi</i> Meyer, Radda, Riehl y Feichtinger, 1986.....	81
<i>Poeciliopsis balsas</i> Hubbs, 1926.....	93
<i>Poeciliopsis catemaco</i> Miller, 1975.....	96
<i>Poeciliopsis elongata</i> (Günther, 1866) .....	100
<i>Poeciliopsis fasciata</i> Meek, 1904.....	103

<i>Poeciliopsis gracilis</i> (Heckel, 1848).....	107
<i>Poeciliopsis hnlickai</i> Meyer y Vogel, 1981.....	113
<i>Poeciliopsis infans</i> (Woolman, 1894) .....	116
<i>Poeciliopsis latidens</i> (Garman, 1895) .....	119
<i>Poeciliopsis lucida</i> Miller, 1960.....	122
<i>Poeciliopsis lutzi</i> (Meek, 1902) .....	124
<i>Poeciliopsis monacha</i> Miller, 1960.....	127
<i>Poeciliopsis occidentalis</i> (Baird y Girard, 1853) .....	130
<i>Poeciliopsis paucimaculata</i> Bussing, 1967 .....	132
<i>Poeciliopsis presidionis</i> (Jordan y Culver, 1895) .....	136
<i>Poeciliopsis prolifica</i> Miller, 1960 .....	138
<i>Poeciliopsis retropinna</i> (Regan, 1908) .....	140
<i>Poeciliopsis scarlli</i> Meyer, Riehl, Dawes y Dibble, 1985.....	143
<i>Poeciliopsis turneri</i> Miller, 1975 .....	147
<i>Poeciliopsis turrubarensis</i> (Meek, 1912) .....	151
<i>Poeciliopsis viriosa</i> Miller, 1960 .....	154
<b>CAPITULO III. BIOGEOGRAFÍA DE <i>Poeciliopsis</i></b> .....	158
Influencia de las escuelas biogeográficas en la biogeografía de <i>Poeciliopsis</i> .....	159
Material y métodos.....	161
Resultados.....	162
Huidobro, L., J.J. Morrone, J.L. Villalobos y F. Álvarez. 2006. Distributional patterns of freshwater taxa (fishes, crustaceans and plants) from the Mexican transition zone. <i>Journal of Biogeography</i> , 33:731-741.	
Breve sinopsis de la historia geológica de México y América Central.....	163
Distribución histórica de <i>Poeciliopsis</i> .....	166
<b>CONCLUSIONES</b> .....	169
<b>REFERENCIAS</b> .....	171
<b>GLOSARIO</b> .....	185
<b>APÉNDICES</b> .....	188



## RESUMEN

Los pecílidos son un grupo de peces muy diverso taxonómica y geográficamente. Dentro de esta familia, el género *Poeciliopsis* es importante desde un punto de vista evolutivo debido a que sus relaciones filogenéticas no están bien conocidas entre las especies del norte y centro de México, y a su vez con las centroamericanas. Biogeográficamente son importantes por su endemidad en América y por su distribución particular en México. El presente trabajo comprende dos temas principales: la filogenia de *Poeciliopsis* y su biogeografía. Sus objetivos se enfocan, en primera instancia, en el análisis cladista a probar la hipótesis de monofilia basada en caracteres morfológicos, osteológicos cualitativos y cuantitativos, así como en caracteres moleculares, de las 22 especies válidas del género *Poeciliopsis*. En el aspecto biogeográfico, el objetivo es consiste en proponer y explicar un patrón de distribución del género y determinar si es compartido por otros grupos taxonómicos pertenecientes al ecosistema, como crustáceos y plantas acuáticas, los cuales poseen requerimientos ecológicos, de hábitat y de distribución similares a *Poeciliopsis*.

El análisis cladístico usando el criterio de parsimonia está basado en 139 caracteres extraídos de la osteología de ejemplares transparentados y teñidos. El conjunto de caracteres moleculares lo conformaron 2213 pares de bases de los genes mitocondriales *Citb* y *NADH*; las secuencias de estos genes fueron obtenidas de GenBank. Los resultados obtenidos con morfología confirman la monofilia de *Poeciliopsis*, sustentada por 22 caracteres sinapomórficos, mismos que recaen principalmente en el complejo gonactinostal y equitativamente en el aparato mandibular y arco hioideo. Con estos caracteres las relaciones de los grupos están resueltas, excepto en el cladograma de consenso estricto, donde hay una tricotomía entre los grupos *gracilis*, *turrubarensis* y *Aulophallus*. Los caracteres moleculares confirman la monofilia de *Poeciliopsis* y se reafirma la categoría de los subgéneros *Poeciliopsis* y *Aulophallus*, con una robustez en los clados del 88 al 96 % después del remuestreo por bootstrap. Los cladogramas obtenidos de manera independiente con datos morfológicos y moleculares difieren sustancialmente en varios puntos; el más sobresaliente es la ubicación del subgénero *Aulophallus*. Mientras que en el morfológico *Aulophallus* es el grupo hermano de *P. turneri*, en el molecular es grupo hermano del resto de las especies de *Poeciliopsis*; sugiriendo la posibilidad de considerar como subgéneros tanto a *Poeciliopsis* como a *Aulophallus*. El análisis de evidencia total fortalece la hipótesis de monofilia de *Poeciliopsis* y apoya la división en los subgéneros *Poeciliopsis* y *Aulophallus*. Seis clados

representan grupos fuertes, presentes tanto en la filogenia morfológica como molecular. No obstante, siguen quedando sin resolver las relaciones entre tres grupos y nueve especies. Esta politomía resulta difícil de interpretar, dado que involucra más del 50% de las especies de *Poeciliopsis*.

El estudio biogeográfico se realizó mediante el Análisis de Simplicidad de Endemismos (PAE por sus siglas en inglés), el cual se basa en la presencia-ausencia de organismos en cada una de la 17 cuencas hidrológicas consideradas en este estudio, en las costas del Pacífico mexicano hasta Panamá, y en el Atlántico, de la cuenca del río Papaloapan hasta Colombia. *Poeciliopsis*, junto con otros grupos dulceacuícolas, como crustáceos y plantas acuáticas forma parte de tres trazos generalizados: Pacífico Norte Mexicano, Pacífico Centro Mexicano y Sur de México-Guatemala, con un nodo en la intersección de los dos primeros trazos, coincidiendo con el Eje Volcánico Transmexicano. Estos trazos son paralelos al Mesoamericano Tropical y al Mesoamericano de Montaña, propuestos para organismos terrestres. Una de las características de los grupos dulceacuícolas analizados en este estudio es que tienen una distribución altitudinal menor a 1000 msnm, paralela al trazo generalizado Mesoamericano Tropical, mientras que junto con algunos crustáceos se identifica otro trazo con distribución por arriba de los 1000 msnm, con fuerte afinidad con el trazo generalizado Mesoamericano de Montaña. El Istmo de Tehuantepec representa un nodo para organismos dulceacuícolas neotropicales y para algunos grupos terrestres. Los resultados obtenidos indican que existieron procesos geobióticos comunes que han originado estos patrones de distribución.

## ABSTRAC

Poecilids are a very diverse group of fish, both taxonomically and geographically. Within this family, the genus *Poeciliopsis* is important from an evolutionary point of view as the phylogenetic relationships between species in the north and center of Mexico, as well as between these and Central American species, are not well known. Biogeographically, they are important for being endemic to America and for their particular distribution within Mexico. This study includes two main aspects: the phylogeny of *Poeciliopsis* and its biogeography. The objectives are focused, first on a cladistic analysis to prove the hypothesis of monophily based on morphological, qualitative and quantitative osteological, and molecular characters of the 22 valid species of the genus *Poeciliopsis*. Biogeographically, the purpose of this study is to propose and explain a distribution pattern of the genus and determine if it is shared by other taxonomic groups in the ecosystem such as crustaceans and aquatic plants, that have ecological, habitat and distribution requirements similar to those of *Poeciliopsis*. The cladistic analysis based on the parsimony uses 139 characters extracted from the osteology of transparent and stained specimens. The group of molecular characters was formed by 2213 pairs of bases of the mitochondrial genes *Citb* and *NADH*; the sequences of these genes were obtained from GenBank. The results obtained from the morphology confirm the monophily of *Poeciliopsis* and are sustained by 22 sinapomorphic characters that are located mainly in the gonactinostal complex and equitatively in the hyoid arch and mandibular apparatus. The relationships between these groups are determined with these characters, with the exception of the strict consensus cladogram that shows a tricotomy among the groups *gracilis*, *turrubarensis* and *Aulophallus*. The molecular characters confirm the monophily of *Poeciliopsis*, and the category of the subgenera *Poeciliopsis* and *Aulophallus* is established with a robustness of 88 to 96% in the groups after resampling by bootstrap. The cladograms that were obtained independently with morphological and molecular data differ substantially in several points, the most outstanding of which is the location of the subgenus *Aulophallus*. Whereas morphologically *Aulophallus* is the brother group of *P. turneri*, molecularly it is the brother group of the other species of *Poeciliopsis*, suggesting the possibility of considering both *Poeciliopsis* and *Aulophallus* as subgenera. The analysis with the whole evidence strengthens the monophily hypothesis for *Poeciliopsis* and supports a division into the subgenera *Poeciliopsis* and *Aulophallus*. Six groups are strong and are present both in the morphological and molecular phylogenies. However, the relationships among three groups and nine species still remain to be explained. This polytomy is difficult to interpret as it includes more than 50% of the species of *Poeciliopsis*. The biogeographical study was carried out with the Parsimony Analysis of Endemicity (PAE), and was based on the presence-absence of organisms in each of the 17 hydrological basins considered in this study. The area included the Mexican Pacific coast south to Panama, and along the Atlantic from the Papaloapan river basin south to Colombia. *Poeciliopsis*, together with other freshwater groups like crustaceans and aquatic plants, forms part of the three generalized tracks: Mexican North Pacific, Mexican Central Pacific and Southern Mexico-Guatemala, with an intersection node between the first two that coincides with the Neovolcanic Axis. These tracks are parallel to the Tropical Mesoamerican and the Mountain Mesoamerican proposed for terrestrial

organisms. One of the characteristics of the freshwater groups analyzed in this study is that they have an altitudinal distribution below 1000 m above sea level, parallel to the generalised Tropical Mesoamerican track. Another track is identified including several crustaceans with a distribution over 1000 m above sea level and a strong affinity with the generalized Mountain Mesoamerican track. The Isthmus of Tehuantepec represents a node for neotropical freshwater organisms and several terrestrial groups. The results obtained indicate that common geobiotic processes originated these distribution patterns.

## INTRODUCCIÓN

### HISTORIA NATURAL DE *Poeciliopsis*

Los pecílidos son una familia de peces muy diversa, con 299 especies (Lucinda, 2003), entre las que se incluyen los gupis (*Poecilia reticulata*, *Gambusia* spp.), colas de espada y platis (*Xiphophorus* spp.) y molis (*Poecilia* spp.). Son peces con amplia variedad de formas, colores y tallas, que habitan en agua dulce o salobre y se han encontrado incluso en ambientes totalmente marinos. Se les encuentra en áreas de montaña, valles, planicies costeras, áreas semidesérticas, ríos, lagos, estuarios y lagunas costeras.

Las características que los distinguen del resto de los Cyprinodontiformes son la aleta pectoral insertada en la mitad superior del cuerpo, aletas pélvicas que pueden migrar hacia delante durante el desarrollo, poros supraorbitales bien desarrollados, costillas pleurales sobre los primeros arcos hemales (Parenti, 1981; Costa, 1998; Ghedotti, 2000), el tipo de reproducción vivípara y la modificación de tres radios anales en los machos en una estructura llamada gonopodio (Rosen y Bailey, 1963; Chambers, 1987).

Las especies del género *Poeciliopsis*, comúnmente conocidos como guatopotes, son peces de talla pequeña, de 2.5 cm (*P. baenschi*) hasta 11 cm (*P. elongata*); en tanto que la mayoría mide entre 3 y 6 cm de longitud total. Habitan ambientes dulceacuícolas y salobres, constituyendo una fauna continental extensa y bien adaptada a ambientes como ríos de montaña (*P. hnlickai*), manantiales (*P. infans*), ríos costeros (*P. fasciata*, *P. gracilis*, *P. lutzi*, *P. baenschi*, etc.), cabeceras de grandes ríos (*P. occidentalis*, *P. monacha*) y lagos (*P. catemaco*). Habitan aguas claras, de corriente lenta a rápida; son comunes en las orillas de los cuerpos de agua, rodeados y protegidos por la vegetación circundante, debajo de las rocas, y troncos caídos. Algunas especies son tolerantes a amplios intervalos de temperatura 21° - 38°C, y a un pH que oscila de 6.5 a 8.0. Son omnívoros: su dieta principal está compuesta por insectos y detrito (Huidobro, 2000a).

*Poeciliopsis* pertenece a la subfamilia mayor de Mesoamérica (Bănărescu, 1995). Representantes de la ictiofauna neotropical (Bussing, 1979; Miller y Smith, 1986), son peces de origen secundario (Miller, 1986), de acuerdo con la clasificación de Myers (1938), debido a que son especies de agua dulce que tienen capacidad osmorreguladora en diversos grados, para tolerar por tiempos variables los ambientes marinos. El género *Poeciliopsis* es endémico de América; se distribuye en la vertiente del Pacífico, desde Arizona, E.U.A. hasta Colombia. En el Atlántico no se conoce más al norte del río

Chachalacas, Veracruz y al sur hasta Colombia (Hubbs y Miller, 1954; Rosen y Bailey, 1963; Miller, 1975; Bussing, 1976; Meyer y Vogel, 1981; Meyer *et al.*, 1985, 1986; Mateos *et al.*, 2002; Lucinda, 2003).

## ESTATUS DE CONSERVACIÓN

De las 22 especies que componen el género *Poeciliopsis*, sólo dos están en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN por sus siglas en inglés) (Baillie y Groombridge, 1996)

*Poeciliopsis monacha* se encuentra en la categoría “Data Defficient” (DD); aunque existe suficiente información sobre su biología, existe poca sobre su abundancia y distribución. Esta categoría indica que es necesaria más información sobre estos aspectos, para que en un periodo de tiempo breve pueda eliminarse de la lista de especies amenazadas (Baillie y Groombridge, 1996). Hendrickson y Varela (2002) analizaron la situación de *P. monacha* con base en datos publicados y en observaciones personales, y concluyeron que quizá la falta de registros en otras localidades cercanas a los ríos Fuerte y Mayo pueda ayudar a reubicarla en otra categoría; entretanto estos autores consideran que la especie debe quedar en protección especial.

*Poeciliopsis occidentalis sonoriensis* fue incluida el 1 de agosto de 1996 como “Vulnerable” (VU), por su alta probabilidad de extinción a mediano plazo, así como por la reducción de al menos 20% de sus poblaciones en los últimos 10 años previos a 1996, basado en observaciones directas. También se espera que sus poblaciones se vean severamente reducidas en los próximos 20 años, con base en la pérdida y fragmentación esperada del hábitat (Baillie y Groombridge, 1996).

Ninguna especie de *Poeciliopsis* se encuentra incluida en la NOM-059-2002. Al parecer son especies con poblaciones bien establecidas, incluso algunas de ellas se utilizan comúnmente como de ornato o como alimento para otros peces, tortugas, etc.

## REPRODUCCIÓN

*Poeciliopsis* pertenece al reducido grupo de los peces óseos con fertilización interna. Los machos poseen adaptaciones óseas muy especializadas en la aleta anal. Poseen un órgano llamado gonopodio, que es la modificación de los radios de la aleta anal; tres de los 10 que la componen se alargan para formar un tubo semicerrado, con espinas

subterminales y estructuras cartilaginosas terminales; controlado por una compleja serie de músculos y huesos cuya función es sujetar a la hembra y de transportar el esperma hacia el oviducto (Constantz, 1986).

En algunas especies de *Poeciliopsis* del norte de México, se da con relativa frecuencia un mecanismo de reproducción singular denominado hibridogénesis (Moore *et al.*, 1970; Quattro *et al.*, 1991). Para que se dé la hibridogénesis, primero se produce la hibridización de especies simpátridas del mismo género como *P. monacha* con *P. occidentalis*, *P. lucida*, *P. latidens* o *P. prolifica* (Bulger y Schultz, 1979; Schultz, 1989). Con especies alopátridas como es el caso de *P. occidentalis* y *P. lucida* que se distribuyen en diferentes ríos, con respecto a *P. monacha* (Schultz, 1989). La hibridización produce morfos unisexuales diploides (Schultz, 1977). Estos morfos representan poblaciones naturales, autorreplicables (clonales), con tamaño de la población generalmente mayor que la de las especies parentales. Dichas poblaciones híbridas están representadas por morfos diploides denominados “all-female”; en las cuales, las hembras son mantenidas de una generación a la siguiente mediante el mecanismo denominado hibridogénesis (Schultz, 1961; 1969). Estas hembras también son llamadas híbridos unisexuales o hemiclones, porque la mitad del genotipo (materno) es heredado clonalmente (Schultz, 1977; 1989). Sin embargo, la progenie presenta caracteres de ambos progenitores (Bulger y Schultz, 1979). Todas las hembras unisexuales dependen del esperma de uno de los machos de alguna de las especies parentales, para iniciar la siguiente generación de hembras.

La hibridogénesis en *Poeciliopsis* es el mecanismo hemiclonal de reproducción entre un híbrido unisexual (hembra) y una especie sexual (macho) cercana geográficamente, mediante la cual se transmite solamente el genoma haploide materno, en este caso de *P. monacha* (M) al ovulo en desarrollo. Aparentemente el cromosoma (M) selectivamente se adhiere a un uso unipolar durante la división premeiótica, al mismo tiempo que los cromosomas paternos de *P. lucida* (L) son excluidos durante la premeiosis, imposibilitando el entrecruzamiento (Cimino, 1972). El proceso normal de la meiosis continua con una única división ecuatorial produciendo óvulos haploides (M). El esperma de *P. lucida* (L) se requiere solo para la fertilización y restauración de la diploidia (ML) (Quattro *et al.*, 1991). *P. monacha* (M) puede hibridar también con *P. occidentalis*, *P. lucida*, *P. latidens* o *P. prolifica* (Bulger y Schultz, 1979; Schultz, 1989).

# CAPÍTULO I

## RELACIONES FILOGENÉTICAS DE LAS ESPECIES DE *Poeciliopsis*



*Poeciliopsis monacha*



## CAPÍTULO I.

### RELACIONES FILOGENÉTICAS DE LAS ESPECIES DE *Poeciliopsis*

Los Poeciliinae son un grupo monofilético de acuerdo con varios estudios filogenéticos realizados a nivel de familia y subfamilia como el de Parenti y Rauchenberger (1989), quienes relacionaron dentro de la tribu Heterandriini a *Priapichthys*, *Neoheterandria*, *Heterandria*, *Poeciliopsis* y *Phallichthys*. Ghedotti (2000) mantiene como parte de esta tribu a *Priapichthys*, *Neoheterandria*, *Heterandria*, y *Poeciliopsis*, incluye a *Pseudoxiphophorus*, y excluye a *Phallichthys*, reubicándolo en la tribu Poeciliini.

La relaciones filogenéticas entre las especies de *Poeciliopsis* fueron esclarecidas parcialmente por Mateos *et al.* (2002), quienes validaron mediante un análisis molecular los complejos previamente propuestos por Meyer *et al.* (1986) y aceptados por Parenti y Rauchenberger (1989) (Tabla 1). En el trabajo de Mateos *et al.* (2002) quedaron sin resolver politomías a nivel de los complejos y entre las especies de algunos de ellos como los complejos *leptorhaphis* y *gracilis*. No se cuestionó la monofilia de *Poeciliopsis*.

En este capítulo se presenta una hipótesis de las relaciones filogenéticas de las especies del género *Poeciliopsis*, con el objeto de probar la monofilia del grupo basada en caracteres de morfología externa y ósea cualitativos y cuantitativos, en la que se consideran a todas las especies válidas para el género. Se pretenden resolver las politomías no resueltas en el cladograma molecular e incorporar a la filogenia a *P. balsas*, *P. lutzi* y *P. maldonadoi*. Estas especies no fueron incluidas en el estudio molecular de Mateos *et al.* (2002); *P. balsas* y *P. maldonadoi* (fósil) por no disponibilidad de secuencias moleculares, y en el caso de *P. lutzi* por considerarse como sinonimia de *P. gracilis*.

La filogenia obtenida en este estudio con datos morfológicos se contrastó con la de Mateos *et al.* (2002) generada a partir de datos moleculares. Si ambas resultan congruentes, se reafirma la monofilia de *Poeciliopsis*, teniendo como evidencia de apoyo a la morfología. Pero como sucede con mucha frecuencia, las filogenias no siempre son congruentes por lo que resulta difícil decidir cual es la que mejor explica la evolución del género. Para esto se hace uso de métodos que ayudan en la toma de decisiones, ya sea analizar por separado cada filogenia o combinar ambas fuentes de información (morfología y genes).

Tabla 1. Clasificaciones propuestas para *Poeciliopsis*.

Meyer <i>et al.</i> (1986), Parenti y Rauchenberger (1989b)	Mateos <i>et al.</i> (2002)	Nelson <i>et al.</i> (2004)	Miller <i>et al.</i> (2005)
Subgénero <i>Aulophallus</i> (Hubbs, 1926) <i>P. elongata</i> <i>P. paucimaculata</i> <i>P. retropinna</i>	Subgénero <i>Aulophallus</i> (Hubbs, 1926) <i>P. elongata</i> <i>P. paucimaculata</i> <i>P. retropinna</i>		
Subgénero <i>Poeciliopsis</i> (Regan, 1913) Complejo <i>latidens-fasciata</i> (Meyer <i>et al.</i> , 1986) <i>P. baenschi</i> <i>P. fasciata</i> <i>P. latidens</i> Complejo <i>gracilis</i> <i>P. catemaco</i> <i>P. gracilis</i> <i>P. hnilickai</i> <i>P. lutzii</i> Complejo <i>occidentalis</i> <i>P. infans</i> <i>P. lucida</i> <i>P. occidentalis</i>  <i>P. monacha</i> <i>P. viriosa</i>  Complejo <i>turrubarensis</i> <i>P. scarllii</i> <i>P. maldonadoi</i> <i>P. turrubarensis</i> <i>P. presidionis</i>	Subgénero <i>Poeciliopsis</i> (Regan, 1913) Complejo <i>latidens-fasciata</i> (Meyer <i>et al.</i> , 1986) <i>P. baenschi</i> <i>P. fasciata</i> <i>P. latidens</i> Complejo <i>gracilis</i> <i>P. catemaco</i> <i>P. gracilis</i> <i>P. hnilickai</i>  Complejo <i>leptorhaphis</i> <i>P. infans</i> <i>P. lucida</i> <i>P. occidentalis</i> <i>P. prolifica</i>  Complejo <i>monacha-viriosa</i> <i>P. monacha</i> <i>P. viriosa</i>  Complejo <i>turrubarensis</i> <i>P. scarllii</i> <i>P. maldonadoi</i> <i>P. turrubarensis</i>	<i>P. baenschi</i> <i>P. fasciata</i> <i>P. latidens</i>  <i>P. catemaco</i> <i>P. gracilis</i> <i>P. hnilickai</i> <i>P. lutzii</i>  <i>P. infans</i> <i>P. lucida</i> <i>P. occidentalis</i> <i>P. prolifica</i>  <i>P. monacha</i> <i>P. viriosa</i>  <i>P. scarllii</i>  <i>P. turrubarensis</i>	<i>P. baenschi</i> <i>P. fasciata</i> <i>P. latidens</i>  <i>P. catemaco</i> <i>P. gracilis</i> <i>P. hnilickai</i>  <i>P. infans</i> <i>P. lucida</i> <i>P. occidentalis</i> <i>P. prolifica</i>  <i>P. monacha</i> <i>P. viriosa</i>  <i>P. turrubarensis</i>
No colocada en complejos <i>P. prolifica</i> <i>P. turneri</i>  <i>P. balsas</i>	Complejo <i>presidionis-turneri</i> <i>P. presidionis</i> <i>P. turneri</i>	<i>P. presidionis</i> <i>P. turneri</i>  <i>P. balsas</i>	<i>P. presidionis</i> <i>P. turneri</i>  <i>P. pleurospilus</i> <i>P. sonorensis</i>

El análisis de datos morfológicos y moleculares en una misma matriz de datos ha sido cuestionado por los sistemáticos clásicos, quienes proponen que las relaciones filogenéticas no pueden obtenerse a través de un método de distancias. Por su parte, los sistemáticos moleculares parecen ser más flexibles en cuanto a recuperar las relaciones filogenéticas usando secuencias moleculares, mismas que son más fáciles de modelar con métodos de distancia (Stepien y Kocher, 1997). La controversia de combinar o no datos morfológicos y moleculares en una sola matriz ha permanecido en controversia y se analiza por varios autores (Bull *et al.*, 1993; Eernisse y Kluge, 1993; Chippindale y Wiens, 1994; Miyamoto y Fitch, 1995; Huelsenbeck *et al.*, 1996; de Queiroz *et al.*, 1996; Cunningham, 1997; Ballard *et al.*, 1998; Kluge, 1998). No obstante, en el caso particular de los peces, se ha observado en los últimos años que los métodos moleculares ofrecen nuevas evidencias en el esclarecimiento de las relaciones filogenéticas. Muchos de los agrupamientos realizados con caracteres morfológicos han sido confirmados mediante evidencia molecular. Los caracteres moleculares han revelado con efectividad las relaciones entre algunas especies crípticas (Avice, 1994) y han identificado algunos grupos incorrectamente divididos (por ejemplo, *Gibbonsia*, por Stepien y Rosenblatt, 1991; Stepien *et al.*, 1997). En general, en estos estudios la concordancia entre datos morfológicos y moleculares independientes es buena ya que el objetivo en común es identificar caracteres homólogos y encontrar suficientes sinapomorfias para identificar linajes con confianza estadística (Stepien *et al.*, 1997).

Esta controversia de lo adecuado en el uso simultáneo de datos morfológicos y moleculares ha generado dos corrientes metodológicas para obtener relaciones filogenéticas: la primera es el método de evidencia total (Mickevich y Johnson, 1976; Kluge, 1989; Kluge y Wolf, 1993) en el cual ambos tipos de datos constituyen toda la posible evidencia para el análisis de filogenias. La hipótesis nula de este método consiste en la ausencia de diferencias significativas o particiones dentro de los datos y sólo hay una historia evolutiva para el clado en cuestión (Stepien y Kocher, 1997). La segunda corriente apoya el análisis de los datos morfológicos y moleculares por separado (Bull *et al.*, 1993; Miyamoto y Fitch, 1995), porque la congruencia de datos de diferentes matrices es el resultado de relaciones más robustas, equivalentes a obtener verificaciones independientes de la misma hipótesis. Este tipo de independencia puede no ser retenida con el uso de datos combinados. Esta corriente menciona que no pueden combinarse diferentes series de datos cuando existe evidencia de que hay conflicto entre sus árboles.

No siempre la evidencia molecular confirma la morfológica, en muchas ocasiones sucede que son completamente diferentes. En algunas otras, el método de evidencia total

proporciona argumentos para explicar las relaciones filogenéticas entre los grupos bajo estudio, proporcionando mayor eficiencia descriptiva y poder exploratorio de los datos (Eernisse y Kluge, 1993). En el caso particular de *Poeciliopsis* ya se cuenta con la filogenia molecular obtenida por Mateos *et al.* (2002) y en este capítulo se obtuvo la filogenia morfológica. En ambas topologías hay diferencias notables en la conformación de los diferentes grupos. Por tanto, se propuso realizar la prueba de homogeneidad de particiones mediante el análisis de evidencia total, con el objeto de evaluar la eficiencia descriptiva y poder exploratorio de los datos combinados, para con esto proponer una hipótesis filogenética del género lo más robusta posible, ya que las relaciones filogenéticas verdaderas nunca son totalmente conocidas (Hillis, 1995; Hillis y Bull, 1991; Miyamoto y Cracraft, 1991).

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Taxones examinados.** Se utilizaron especímenes preservados en colecciones científicas (apéndice A). Morfológicamente se analizaron 25 taxones, 22 pertenecientes al género *Poeciliopsis* (*P. baenschi*, *P. balsas*, *P. catemaco*, *P. elongata*, *P. fasciata*, *P. gracilis*, *P. hnlickai*, *P. lutzii*, *P. infans*, *P. latidens*, *P. lucida*, *P. monacha*, *P. maldonadoi*, *P. occidentalis*, *P. presidionis*, *P. prolifica*, *P. retropinna*, *P. scarlli*, *P. turrubarensis*, *P. presidionis*, *P. turneri*, *P. viriosa*) y tres como grupos externos, *Heterandria bimaculata*, perteneciente a la misma tribu que *Poeciliopsis* (Heterandriini), *Priapella intermedia*, perteneciente a la tribu Priapellini, y *Gambusia hispaniolae*, de la tribu Gambusiini. Se consideraron estos grupos externos porque el primero pertenece a la misma tribu y el segundo y tercero a tribus filogenéticamente alejadas de la tribu Heterandriini con base en el estudio de Ghedotti (2000).

**Caracteres morfológicos.** Se analizaron 139 caracteres osteológicos-morfológicos cualitativos y cuantitativos. Los caracteres observados pertenecen al neurocráneo, columna vertebral, suspensorio gonopodial y complejo caudal (Figuras 1 – 17, 24 - 35), de individuos machos adultos. Estas estructuras representan las partes en que está dividido el esqueleto de cada individuo; algunas como el suspensorio gonopodial y el complejo caudal se han utilizado en la descripción y comparación de géneros y especies (Parenti, 1981; Rauchenberger, 1989a; Rodríguez, 1997; Costa, 1998; Ghedotti, 2000; Lucinda y Reis, 2005, entre otros) por lo que se espera que aporten evidencia de relaciones filogenéticas entre las especies de *Poeciliopsis*.

La investigación se realizó en la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde se encuentran depositados

ejemplares de 12 de las 22 especies que componen el género *Poeciliopsis*. Las 10 especies restantes se solicitaron en préstamo o donación a colecciones nacionales y extranjeras (Tabla 2), mientras que otras fueron colectadas en las localidades tipo. Paralelamente, se realizaron visitas a las colecciones mencionadas para obtener datos merísticos de los lotes de *Poeciliopsis* que se encuentran ahí depositados. Se llevaron a cabo colectas en los casos donde existían problemas de representatividad escasa de las especies. Los ejemplares fueron analizados con base en caracteres morfológicos y merísticos de acuerdo con los métodos y la nomenclatura de Hubbs y Miller (1954), Álvarez y Aguilar (1957), Rosen y Bailey (1963), Rosen (1969, 1979) Parenti (1981), Rauchenberger (1989a), Ghedotti (2000) y Lucinda y Reis (2005).

El examen osteológico se hizo por medio de la transparentación y tinción de acuerdo a la técnica de Taylor y Van Dyke (1984), modificada en Potthoff (1985). Esta técnica consiste en la transparentación del músculo mediante la aplicación de KOH al 4%, para posteriormente proceder a la tinción tanto del cartílago como del hueso, con azul de alciano y rojo de alizarina, respectivamente. La ventaja de esta técnica radica en permitir la realización de descripciones y comparaciones de estructuras óseas en ejemplares pequeños, sin perder posición y proporción entre ellas. Para una mejor comparación de los huesos se desarticularon los ejemplares en las diferentes estructuras de que están compuestos; algunas de éstas fueron desarticuladas totalmente, como el suspensorio mandibular y el esqueleto branquial. Cabe mencionar que se puso especial atención en estructuras óseas como el cráneo, el suspensorio gonopodial y el complejo hipural ya que se ha observado que es donde se pueden encontrar una mayor cantidad de caracteres informativos para inferir filogenias (Huidobro, 2000b). Los especímenes se examinaron e ilustraron usando un microscopio Zeiss con ayuda de una cámara digital con resolución de 4.0 pixeles. Los datos merísticos se obtuvieron de ejemplares preservados en alcohol etílico al 70% y corroborados en ejemplares transparentados y teñidos; los conteos incluyen los radios de las aletas dorsal, pectoral, anal y caudal (Hubbs y Lagler, 1947; Hubbs y Miller, 1954), así como el número de escamas predorsales y en la línea lateral.

**Caracteres moleculares.** Se dispuso de las secuencias de los genes mitocondriales *Citb* y *ND2* (región II de la NADH) obtenidas de 19 especies de *Poeciliopsis*, una de *Heterandria* y una de *Gambusia*. Cabe mencionar que estas secuencias fueron publicadas por Mateos *et al.* (2002) con el propósito de obtener la filogenia de *Poeciliopsis*; por lo que el objetivo de volver a realizar el análisis fue el de incluirlo en el análisis de evidencia total. En total 2213 pares de bases de ambos genes conformaron el conjunto de caracteres moleculares. Las secuencias de estos genes fueron obtenidas del GenBank, con los siguientes números de acceso: AF412123-AF412166, AF412125-AF084973, AF412159-

AF412198, AF412155-AF412195, AF412161-AF412201, AF412156-AF412202, AF412141-AF412185, AF412131-AF412173, AF412132-AF412174, AF412149-AF412193, AF412151-AF412194, AF412148-AF412191, AF412145-AF412188, AF412158-AF412197, AF412157-AF412196, AF412139-AF412184, AF412138-AF412183, AF412163-AF412203, AF412129-AF412172, AF412130 y AF412128-AF412171.

Tabla 2. Relación de especies analizadas, localidad y colección donde se encuentran depositadas, la ubicación detallada se encuentra en el apartado de material examinado en la descripción de cada una de las especies, capítulo II de este trabajo.

ESPECIE	PAIS	ESTADO	COLECCIÓN
<i>Poeciliopsis baenschi</i>	México	Colima Jalisco	IBUNAM IBUNAM
<i>Poeciliopsis balsas</i>	México	Guerrero Michoacán	IBUNAM CIUASNH, IBUNAM
<i>Poeciliopsis catemaco</i>	México	Veracruz	IBUNAM
<i>Poeciliopsis elongata</i>	Costa Rica Panamá	Puntarenas Los Santos	UCR UCR
<i>Poeciliopsis fasciata</i>	México	Chiapas Guerrero Oaxaca	IBUNAM IBUNAM IBUNAM
<i>Poeciliopsis gracilis</i>	México	Chiapas Guerrero Oaxaca	IBUNAM IBUNAM IBUNAM
<i>Poeciliopsis hnilickai</i>	México	Chiapas	IBUNAM
<i>Poeciliopsis infans</i>	México	Nayarit Michoacán	IBUNAM IBUNAM
<i>Poeciliopsis latidens</i>	México	Nayarit	ENCB-IPN, IBUNAM
<i>Poeciliopsis lucida</i>	México	Sinaloa	ENCB-IPN
<i>Poeciliopsis lutzi</i>	México	Oaxaca	IBUNAM
<i>Poeciliopsis monacha</i>	México	Sonora	USON
<i>Poeciliopsis occidentalis</i>	E.U.A. México	Arizona Sonora Sinaloa Nayarit	ASU ENCB-IPN, IBUNAM ENCB-IPN ENCB-IPN
<i>Poeciliopsis paucimaculata</i>	Costa Rica	Puntarenas	IBUNAM, UCR
<i>Poeciliopsis presidionis</i>	México	Sinaloa Nayarit	ENCB-IPN ENCB-IPN
<i>Poeciliopsis prolifica</i>	México	Jalisco Nayarit Sonora Sinaloa	IBUNAM ENCB-IPN, IBUNAM ENCB-IPN ENCB-IPN
<i>Poeciliopsis retropinna</i>	Costa Rica	Puntarenas	IBUNAM, UCR

<i>Poeciliopsis scarlli</i>	México	Jalisco Colima Michoacán	IBUNAM ENCB-IPN CIUASNH
<i>Poeciliopsis turneri</i>	México	Jalisco	ENCB-IPN, IBUNAM, UANL
<i>Poeciliopsis turrubarensis</i>	Costa Rica Panamá	Puntarenas Los Santos	UCR UCR
<i>Poeciliopsis viriosa</i>	México	Sinaloa Nayarit	ENCB-IPN ENCB-IPN
		Jalisco	ENCB-IPN
<i>Heterandria bimaculata</i>	México	Chiapas Veracruz	IBUNAM IBUNAM
<i>Priapella intermedia</i>	México	Oaxaca	IBUNAM

**Pruebas de homogeneidad de particiones.** Dado que la combinación de particiones con diferentes tasas evolutivas puede conducir a filogenias menos precisas que las obtenidas con particiones de tasa evolutivas semejantes (Bull *et al.*, 1993), se realizaron pruebas de homogeneidad de particiones. Estas pruebas se realizaron en el programa PAUP 4.0 (Swofford, 2000) con la combinación de las matrices correspondientes a cada una de las particiones disponibles en el estudio. La prueba consistió en medir el incremento del número de pasos en un árbol parsimonioso obtenido de la combinación de series de datos diferentes (moleculares y morfológicos). Este incremento se comparó de manera individual con la longitud tanto de los árboles moleculares como morfológicos (Farris *et al.*, 1994).

**Análisis filogenéticos.** Los resultados obtenidos se analizaron de acuerdo con los principios de la sistemática filogenética (cladística) para generar hipótesis de relaciones de parentesco entre los taxones. La metodología general es la propuesta por Hennig (1966), modificada por numerosos autores y sintetizada entre otros por Wiley *et al.* (1991), Mayden y Wiley (1992), Amorim (1994) y Morrone (2000). Como primer paso del método se seleccionaron los caracteres morfológicos que aportaron evidencias de relaciones genealógicas entre las especies del género *Poeciliopsis*. Para ello se utilizó el criterio del grupo externo (Farris, 1982a; Maddison *et al.*, 1984) para enraizar el árbol filogenético obtenido y a su vez, polarizar los estados de carácter como plesiomórficos y apomórficos (Wiley, 1981); los grupos externos fueron *Heterandria bimaculata* (Heckel, 1848), *Priapella intermedia* Álvarez y Carranza 1952 y *Gambusia hispaniolae* Fink, 1971. Los caracteres fueron codificados y transformados en una matriz de datos para la obtención de cladogramas los cuales fueron construidos de acuerdo con el principio de parsimonia (Farris, 1982a, b), mismo que corresponde a los métodos basados en caracteres (Swofford *et al.*,

19969. Se aplicó el algoritmo de Wagner (Farris, 1970) para encontrar el árbol de menor longitud.

Las hipótesis filogenéticas se obtienen con base en análisis de parsimonia, (Farris, 1982a, b), siguiendo la premisa de que los taxones comparten características comunes que fueron heredadas de un ancestro común. La parsimonia opera mediante la selección del árbol o árboles que minimizan el número de pasos evolutivos, incluyendo las homoplasias requeridas para explicar los datos. La parsimonia es el criterio para escoger el árbol más corto. Inicialmente se realizó un análisis de los caracteres morfológicos, seguido de un análisis de los caracteres moleculares con base en la secuencia de cada uno de los genes; ambos análisis fueron independientes. Lo anterior se hizo con el objeto de conocer cómo la morfología y los genes resuelven las relaciones al interior del género, y si la información obtenida a través de la morfología puede resolver las politomías obtenidas con el análisis de los genes por Mateos *et al.* (2002). Finalmente, mediante el análisis de evidencia total, se obtuvo una hipótesis de las relaciones filogenéticas al interior del género *Poeciliopsis*.

La matriz de caracteres (Tabla 3) y estados de carácter fue construida en Winclada ver 1.00.08 (Nixon, 1999-2002) y las reconstrucciones en NONA ver 2.0 (Goloboff, 1999). En todos los casos se utilizó el algoritmo de búsqueda heurística; se consideraron ambos tipos de caracteres, morfológicos y moleculares, como no ordenados. En el caso de los morfológicos, 61 de ellos fueron codificados como binarios (0,1) y 82 como multiestado (0,1,2,3,4,5). Los estados de caracteres se optimizaron con la transformación acelerada (ACCTRAN). Esta transformación favorece la reversión sobre los paralelismos (Swofford, 2000). Dicha optimización fue formalizada por Kluge y Farris (1969) y Farris (1970) y es la más simple y recomendada, ya que no requiere de un modelo evolutivo *a priori* (Morrone, 2001). En los casos que presentaban más de una topología igualmente parsimoniosa se obtuvo un árbol de consenso estricto. En todos los casos el nivel de homoplasia encontrado en las topologías más parsimoniosas se evaluó mediante los índices de consistencia, retención y homoplasia. La robustez de los nodos se examinó con un análisis *bootstrap* de 1000 réplicas (Felsenstein, 1985, Hillis y Bull, 1993), conducido mediante el algoritmo de búsqueda de *branch and bound* en el programa Winclada (Goloboff, 1999). En todos los casos, los valores de robustez de los nodos se muestran sobre la topología.

En el caso de los datos moleculares, las secuencias de genes fueron ordenadas por separado bajo el método de alineamiento múltiple (clustalW) usando el programa Bioedit versión 5.0.6. Para el análisis filogenético se utilizó el programa PAUP versión 4.08



(Swofford, 1998), aplicando las opciones de máxima parsimonia (MP) y neighbor-joining (NJ), ambos análisis fueron ejecutados con búsquedas heurísticas. Los valores de bootstrap se basaron en 100 réplicas. Todos los caracteres fueron analizados como no ordenados y con el mismo peso. Las distancias genéticas se analizaron mediante el modelo de dos parámetros de Kimura (K2M) Kimura, 1980).

## RESULTADOS

### ***Series de transformación (ST)***

Las series de transformación se definieron y agruparon de acuerdo a las unidades anatómicas tradicionales: región cefálica, región torácica y región caudal; en cada una se describen y analizan pequeñas estructuras óseas que incluyen: 1) una descripción del estado del carácter con el código usado en la matriz de datos, 2) una breve descripción del uso histórico de cada serie de transformación relacionada con los pecílidos (cuando la hay y es relevante) y 3) una descripción de la distribución de los estados apomórficos o plesiomórficos. El índice de consistencia (ic) y el índice de retención (ir) para cada serie de transformación fueron calculadas usando como grupo externo los caracteres osteológicos de *Gambusia hispaniolae* descritos por Rauchenberger (1989a). Estos valores aparecen entre paréntesis al final de cada serie de transformación.

### NEUROCRÁNEO (Figs. 1 y 2)

ST (0) Nasaes:  $\frac{3}{4}$  en amplitud en frontal = grandes (0); menos de la mitad del frontal = pequeños (1). Los nasaes son huesos pares ubicados al frente de los frontales, cubren casi la totalidad del borde anterior de los frontales. (0.20:0.33).

ST (1) Nasaes: semicuadrados con una esquina alargada (0), en forma de gota (1), semirectangulares (2). Los nasaes son laminares de forma variable, predominando la semicuadrada. Dyer (1998) describe dos estados de carácter para los nasaes en ciprinodontiformes: no expandidos (= semirectangulares, semicuadrados, en este estudio), y expandidos medialmente (= forma de gota, en este estudio), encontrando que la forma expandida se encuentra en la mayoría de los pecílidos. Parenti (1981) hipotetiza que la expansión medial es una sinapomorfia para muchos ciprinodóntidos. (0.37:0.16).

ST (2) Frontales mitad superior: rectangular (0), cuadrada (1). La forma de los frontales está relacionada con la forma de la cabeza del pez, mientras más larga los frontales tienden a ser rectangulares, como se esperaría en *Poeciliopsis*; sin embargo, en este

análisis se observó que la parte superior que cubre la región orbital es cuadrada en 10 de las 22 especies de *Poeciliopsis*, y rectangular en las restantes 12. (0.20:0.55).

ST (3). Borde superior de los frontales: horizontal (0), inclinado (1). Los frontales en los ciprinodontiformes son extremadamente variables, sin presentar un patrón general. Pero se ha encontrado dos tipos de margen anterior, recto y extendido hacia los nasales (Ghedotti, 2000), Lucinda y Reis (2005) encuentran para *Poeciliopsis* el margen recto. (0.20:0.20).

ST (4). Bordos internos de frontales: notablemente ondulados (0), poco ondulados (1), rectos (2). La forma del margen interno así como la sobreposición de los frontales en *Poeciliopsis*, es un carácter que se manifiesta siempre como alguna de las tres formas antes mencionadas. (0.25:0.33).

ST (5). Unión en la parte posterior de los frontales: amplia (0), mediana (1), muy reducida (2). La parte posterior de los frontales en *Poeciliopsis* tiende a ser de forma triangular invertida, con la base ampliamente unida, mientras que en *Heterandria* y *Priapella* la unión de las bases es muy reducida, lo que hace verlas casi separadas. (0.28:0.16).

ST (6). Parietales: ausencia (0), presencia (1). Parenti (1981) menciona que los parietales están ausentes en todos los ciprinodontiformes; Ghedotti (2000) no encuentra presencia de parietales en *Poeciliopsis*, y Lucinda y Reis (2005) los describen como presentes pero reducidos, en tanto que Rauchenberger (1989a) y Figueiredo (1997) describen la presencia o ausencia de parietales así como la forma como muy variable entre los pecilinos. (0.14:0.45).

ST (7). Dermoesfenóticos: perpendiculares (0), inclinados (1). Parenti (1981) analiza el tamaño del dermoesfenótico encontrando para los ciprinodontiformes, el hueso en forma de canal alargado, mismo que se observa en *Poeciliopsis*, anexando además la posición inclinada en seis especies respecto a la muesca del frontal, mientras que las restantes especies están perpendiculares al eje del frontal. (0.25:0.62).

ST (8). Procesos supraoccipitales: poco desarrollados (0), ligeramente desarrollados (1), muy desarrollados (2). Aparentemente la forma simple y poco desarrollada está presente en casi todos los ciprinodontiformes (Parenti, 1981), pero Lucinda y Reis (2005) encuentran además que los procesos supraoccipitales pueden ser bífidos en la parte posterior. En *Poeciliopsis* es común una longitud de los procesos supraoccipitales casi al borde anterior de la primera espina neural expandida. (0.33:0.00).

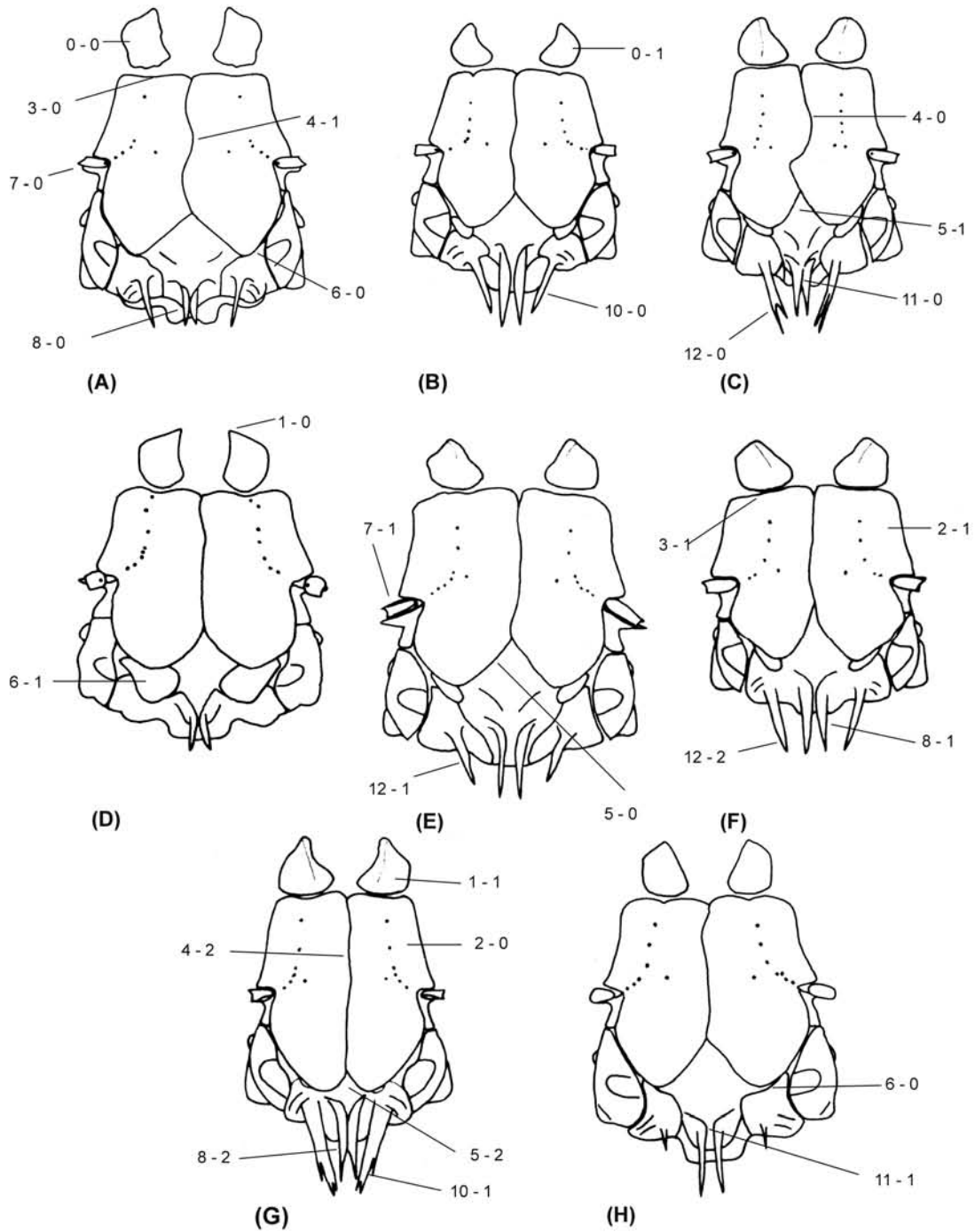


Figura 1. Vista dorsal de neurocráneo de A, *Poeciliopsis baenschii* IBUNAM 13206, B, *P. catemaco* IBUNAM 8930, C, *P. elongata* UCR 889, D, *P. monacha* USON 0609, E, *P. paucimaculata* UCR 809, F, *P. retropinna* UCR 748, G, *P. turubarensis* UCR 1224, H, *P. viriosa* IBUNAM 1816. Las líneas indican el número y estado de la serie de transformación.

ST (9). Inserción de posttemporal en proceso epiótico: ligeramente arriba de proceso epiótico (0), a un lado, interno (1), a un lado lejos (2), abajo (3). (0.33:0.45).

ST (10). Proceso epiótico: simple (0), ramificado (1). La forma simple es la observada en los pecílidos, en *Poeciliopsis* el proceso epiótico se ramifica en la parte distal únicamente en *P. turrubarensis*, *P. elongata* y *P. infans*. (0.50:0.50).

ST (11). Borde interno de ambos procesos supraoccipitales: unido (0), no unido (1). Los procesos supraoccipitales pueden estar unidos entre en la parte interna o estar separados. Cuando existe separación es porque se forma un abultamiento sobre el domo del foramen magnum, que Parenti (19818) denomina “notch” y que separa ambos procesos; esta característica está presente sólo en Anablepidae, grupo hermano de Poeciliidae, por lo tanto la forma común esperada en *Poeciliopsis* serían procesos supraoccipitales unidos; sin embargo, el estado unido sólo se observó en siete especies de *Poeciliopsis*, las restantes presentaron diversos grados de separación. (0.16:0.28).

ST (12). Longitud de proceso epiótico: mayor a procesos supraoccipitales (0), menor (1), igual (2). Lucinda y Reis (2005) describen en *Poeciliopsis* un proceso epiótico alargado, que se extiende más allá de la primera espina pleural. Parenti (1981) y Ghedotti (1998, 2000) encuentran las formas larga, intermedia y corta, e incluso la ausencia, en los ciprinodontiformes. (0.33:0.00).

ST (13). Mesetmoides: cartilaginoso (0), óseo (1). Se ha discutido ampliamente la presencia de mesetmoides en los Cyprinodontiformes, con especial énfasis en el tipo de tejido de que está compuesto (Parenti, 1981; Costa, 1998; Ghedotti, 2000; Lucinda y Reis, 2005). Los autores citados documentan las formas tanto ósea como cartilaginosa en los pecilinos. En ejemplares transparentados de talla tan pequeña, en ocasiones es difícil diferenciar el tipo de tejido, incluso es difícil identificar la presencia de este hueso; probablemente como mencionan Tigano y Parenti (1988) lo que Parenti (1981) observó como vómer, en realidad es una estructura compuesta por vómer dérmico coosificado y un mesetmoides ventral. En este estudio este tipo de estructuras se observaron en *P. prolifica* y *P. balsas*. La diferenciación de ambos se puede realizar observando el neurocráneo en posición lateral. (0.25:0.00).

ST (14). Borde anterior del vómer: ligeramente cóncavo (0), recto (1), convexo (2), ondulado (3). La forma del vómer en *Poeciliopsis* es el típico hueso triangular con una extensión media posterior, en atherinomorfos (Costa, 1998); no obstante, es evidente que el borde anterior presenta variaciones, desde una forma totalmente recta (común en

*Poeciliopsis*) hasta ondulada, pasando por la forma cóncava y convexa (sólo *P. paucimaculata*). (0.33:0.25).

ST (15). Área cubierta por el cartílago de etmoides laterales en vómer: sobre el vómer (0), lateralmente al vómer (1), abajo del vómer (2), totalmente (3). En *Poeciliopsis*, el vómer puede estar cubierto totalmente por cartílago, o irse desplazando hacia abajo de éste, y dejar descubiertos los márgenes anterior y lateral, inclusive cubrir sólo la extensión media posterior. (0.50:0.66).

ST (16). Contacto de etmoides lateral con paraesfenoides: ausente (0), presente (1). Parenti (1981) describe prominentes procesos en etmoides laterales, que sirven para articularlo con el autopalatino, como plesiomórficos. Costa (1998) los encuentra entre los ciprinodontiformes. Ghedotti (1998, 2000), además de la forma, menciona el contacto con el vómer en subfamilias hermanas de Poeciliinae. En *Poeciliopsis* no hay contacto entre etmoides lateral y vómer, pero sí los etmoides laterales pueden estar en contacto con el paraesfenoides, como se observó en *P. baenschii*, *P. fasciata*, *P. latidens* y *P. scarllii*. (0.33:0.33).

ST (17). Amplitud del vómer en espacio interno entre etmoides laterales: menor (0), igual (1), mayor (2). La forma triangular invertida del vómer es grande respecto al espacio interno que guardan los etmoides laterales en la mayoría de los *Poeciliopsis*. (0.33:0.20).

ST (18). Brazos anterior y posterior del paraesfenoides: iguales (0), desiguales (1). (0.33:0.00).

ST (19). Procesos ascendentes de paraesfenoides: muy desarrollados (0), medianamente desarrollados (1), poco desarrollados (2). Ghedotti (2000) describe dos estados de carácter para los procesos ascendentes del paraesfenoides: largos (0) y cortos (1), este último está presente en la mayoría de los pecílidos. En Poeciliini los procesos cortos se observan sólo en *Cnesterodon* y *Tomeurus* (Ghedotti, 2000). En *Poeciliopsis* se observaron además de los dos estados de carácter, la forma intermedia, basada en la longitud y grado de unión entre éstos y el pteroesfenoides. (0.28:0.28).

ST (20). Tamaño del canal en el proótico, que comunica con las cámaras trigeminofaciales: pequeño (0), grande (1). La abertura del canal lateral sobre el proótico, generalmente es grande en *Poeciliopsis*, excepto en *P. baenschii*, *P. balsas*, *P. infans* y *P. turneri*. En *Gambusia* no se observa el puente, por lo que se codifica como "?". (0.20:0.00).

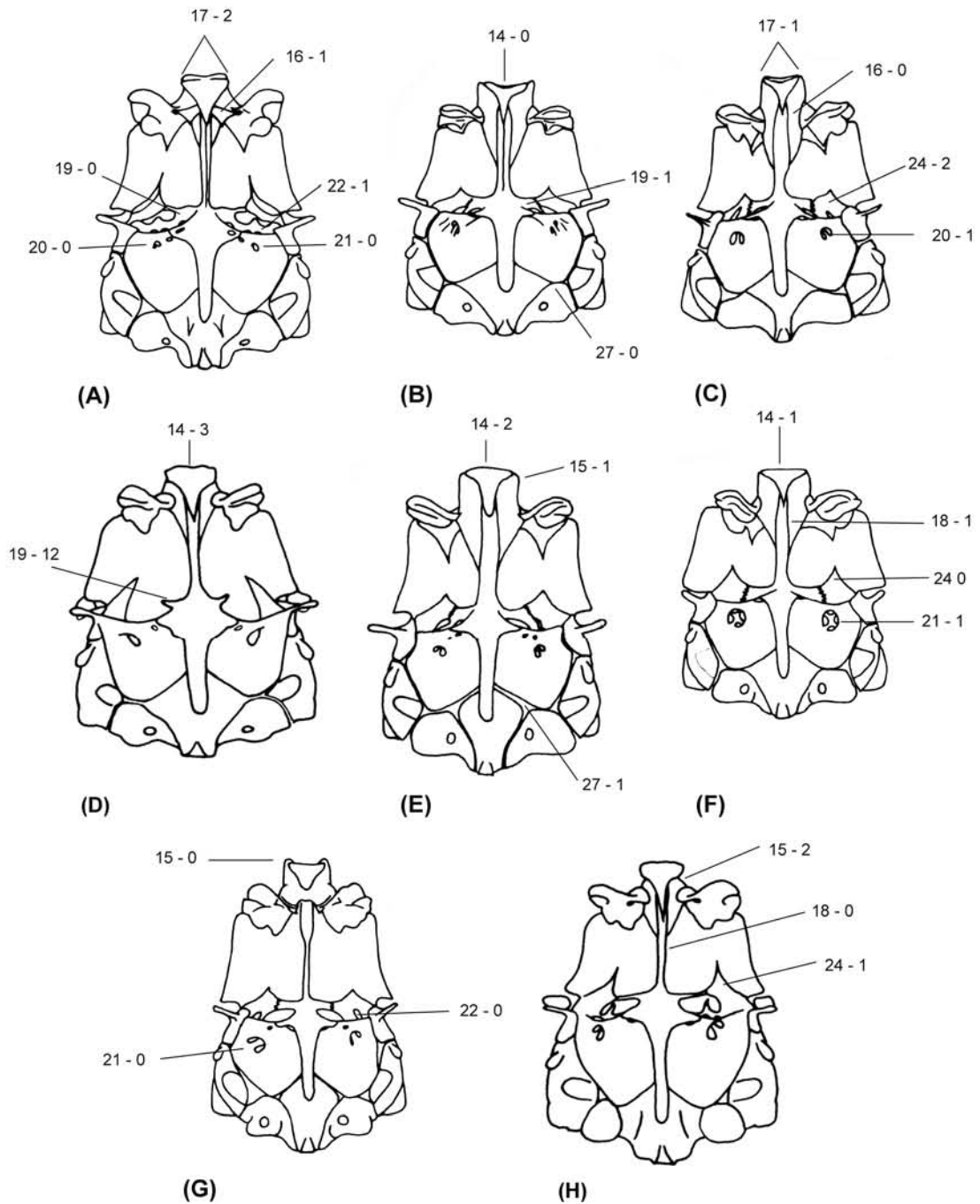


Figura 2. Vista ventral de neurocráneo de A, *Poeciliopsis baenschi* IBUNAM 13206, B, *P. catemaco* IBUNAM 8930, C, *P. elongata* UCR 889, D, *P. monacha* USON 0609, E, *P. paucimaculata* UCR 809, F, *P. retropinna* UCR 748, G, *P. turrubarensis* UCR 1224, H, *P. viriosa* IBUNAM 1816. Las líneas indican el número y estado de la serie de transformación.

ST (21). Forma del canal lateral en el proótico: con una conexión al centro (0), con cuatro conexiones en forma de cruz (1), ausencia (2). Ghedotti (1998) hace referencia al tamaño del puente que está sobre el canal, como amplios o angostos, pero no los que están debajo de éste. En *Poeciliopsis* el canal es semicircular, circular y parcialmente semicircular; la forma está dada por la disposición de los puentes inferiores al canal. *Gambusia* no tiene puente, por lo que se codifica como "?". (0.40:0.00).

ST (22). Número de puentes en proóticos: uno (0), dos (1). En el canal lateral de *Poeciliopsis* se observan pequeños puentes o conexiones con tres formas diferentes: un puente central, dos puentes en forma de cruz y uno unido en un costado del canal. No se sabe la función de dichos puentes, probablemente estén separando terminales nerviosas; con la técnica de tinción de nervios de Song y Parenti (1995), se podrá corroborar esta suposición. *Gambusia* no tiene puente, por lo que se codifica como "?". (0.33:0.00).

ST (23) Brazos del anguloarticular: iguales (0); superior mayor que el inferior (1); inferior mayor que el superior (2). Ghedotti (1998) señala la longitud de la abertura que separa el brazo inferior del cartílago de Meckel, como un carácter variable entre los Anablepidae. En este estudio, la longitud de ambos brazos es independiente de la abertura, ya que está relacionada con la forma propia del anguloarticular y de su inserción en el dentario; el brazo superior del anguloarticular tiende a ser más corto que el inferior respecto a la ubicación del cartílago de Meckel, la mayoría de los *Poeciliopsis*, así como en los tres grupos externos. El anguloarticular con brazos iguales o el superior mayor que el inferior son estados apenas observables entre los *Poeciliopsis*. (0.50:0.66).

ST (24). Desarrollo de pteroesfenoides: poco (0), bien (1), medianamente (2). Los pteroesfenoides son pequeños huesos laminares que están unidos ventralmente a los frontales y mantienen contacto con los procesos ascendentes del paraesfenoides y en algunos casos con el proótico. En *Poeciliopsis* los pteroesfenoides están poco desarrollados cuando no se extienden sobre el frontal y no mantienen contacto con los procesos ascendentes del paraesfenoides como en *P. presidionis*; la forma intermedia es cuando se extiende sobre el frontal pero no tiene contacto con los procesos ascendentes del paraesfenoides (*P. monacha*); el estado bien desarrollado es generalmente en forma de hoja, en el que hay contacto con el frontal y los procesos ascendentes del paraesfenoides. (0.22:0.22).

ST (25). Número de puentes del pteroesfenoides hacia el proótico: ninguno (0), uno (1), dos (2). No hay conexión del pteroesfenoides con el proótico cuando el espacio mediante

el cual se unen ambos huesos es amplio; sería el caso de ningún puente. Cuando es reducido se forman uno o dos puentes. (0.40:0.40).

ST (26). Foramen yugular: poco evidente (0), evidente (1). El tamaño del foramen yugular habla del tamaño del canal nervioso, en el caso de que sea grande es mucho más evidente, cuando es pequeño, en ocasiones queda oculto o es poco visible. (0.12:0.22).

ST (27). Espacio libre entre los proóticos, pteróticos y exoccipitales ocupado por cartílago: ausencia (0), presencia (1). En *Poeciliopsis* los huesos que forman la porción posterior-ventral del neurocráneo, pueden estar unidos entre sí, sin cartílago, o dejar un pequeño espacio entre ellos que es ocupado por cartílago. La presencia/ausencia de cartílago se ha observado indistintamente en los Cyprinodontiformes. (0.10:0.18).

#### APARATO MANDIBULAR (Figs. 3, 4 y 5)

ST (28). Borde anterior de ambos huesos de la premaxila: recto (0), ligero arco (1), marcado arco (2), ambos forman un arco (3). El perfil anterior de la mandíbula en Cyprinodontiformes es semirecto a curvado, con excepciones como *Belonesox* con perfil completamente en forma de pico. En *Poeciliopsis* predominan las formas casi rectas, formando dos ligeros arcos, o con concavidad el centro. (0.50:0.40).

ST (29). Número de dientes externos en premaxila: 17 - 22 (0), 26-55 (1), 65-90 (2). Se ha documentado ampliamente que la presencia y tipo de dientes en pecílidos no es informativo, por la gran variación en formas, número y disposición (Rosen y Bailey, 1963; Rauchenberger, 1989a). Sin embargo, en *Poeciliopsis* se observaron tres intervalos bien definidos de número de dientes. (0.50:0.75).

ST (30). Tipo de dientes externos en premaxila: cónicos (0), pedunculados y distalmente aplanados con borde redondo amplio (1), pedunculados y distalmente aplanados con borde redondo angosto (2), pedunculados y distalmente aplanados con borde amplio y recto (3), pedunculados y distalmente aplanados con borde recto sesgado hacia afuera (4), pedunculados y distalmente aplanados con borde recto sesgado hacia adentro (5). La forma del diente fue ampliamente utilizada en clasificación de Cyprinodontiformes (Günther, 1866; Garman, 1895; Regan, 1911). Sin embargo, hay quienes han minimizado el valor de los dientes en la filogenia de los ciprinodontiformes, favoreciendo las características reproductivas (Regan, 1913; Rosen y Bailey, 1959, 1963). Parenti (1981) encuentra dientes tricúspides como una sinapomorfia de Anablepidae, familia hermana de Poeciliidae. Ghedotti (2000) describe cuatro formas diferentes en Poeciliidae: unicúspides



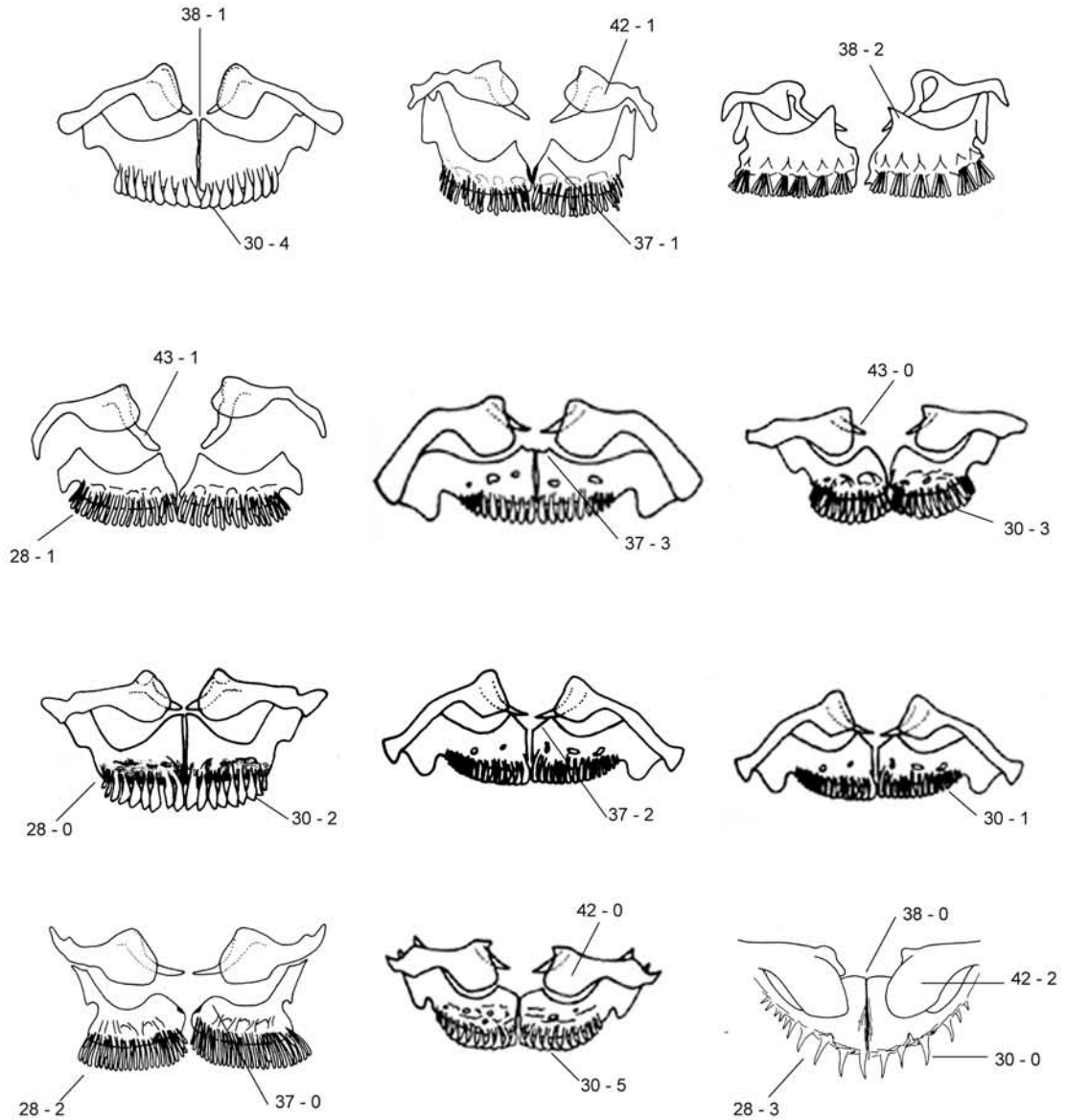


Figura 3. Vista dorsal de la mandíbula superior de A, *Poeciliopsis baenschi* IBUNAM 13206; B, *P. catemaco* IBUNAM 8930; C, *P. elongata* UCR 889; D, *P. lutzi* IBUNAM 8928; E, *P. monacha* USON 0609; F, *P. occidentalis* ASU 12548; G, *P. paucimaculata* UCR 809; H, *P. presidionis* ENCB-IPN 1481; I, *P. prolifica* IBUNAM 10247; J, *P. turneri* IBUNAM 6066; K, *P. viriosa* ENCB-IPN 1543; L, *Priapella intermedia* IBUNAM 10603. Las líneas indican el número y estado de la serie de transformación.

con un pico y fuertemente comprimido; unicúspides y cónicos; bicúspides; tricúspides; redondeados y fuertemente comprimidos. Rosen y Bailey (1963) identifican en *Poeciliopsis* dientes comprimidos de tipo cónico, cilíndrico y anchos en la punta con base delgada; estos tipos de dientes son compartidos por al menos un género de Poeciliidae. En este estudio todas las especies presentaron dientes de tipo: pedunculados y distalmente aplanados con el borde redondo o recto, los dientes cónicos están presentes en *Heterandria*, *Priapella* y *Gambusia*. (0.62:0.70).

ST (31). Dientes internos en premaxila: ausencia (0), presencia (1). Es común la presencia de dientes internos en *Poeciliopsis*, excepto en *P. turneri* y *P. paucimaculata*. (0.50:0.00).

ST (32). Número de series de dientes internos en premaxila: ninguna (0), una (1), dos (2), más de dos (3). Los dientes internos se localizan inmediatamente atrás de los externos, están dispuestos en series o hileras formando parches rectangulares. Pueden ser una, dos o más de dos series en *Poeciliopsis*. Se han encontrado dientes tricúspides dispuestos en 5 ó 6 hileras en *Oxyzygonectes* (Fundulidae), Parenti (1981) menciona a este género dentro de las formas menos derivadas; el estado de carácter derivado es la falta o disminución de hileras de dientes. (0.37:0.58).

ST (33). Número de cúspides en dientes internos en premaxila: unicúspides (0), tricúspides (1), unicúspides con un pequeño pico al centro (2), sin cúspides (3). En *Poeciliopsis* los dientes internos generalmente son unicúspides con o sin un pequeño pico al centro y, tricúspides. *Jenynsia* tiene dientes internos tricúspides con dos formas: la cúspide central considerable y ligeramente grande (Parenti, 1981). *Poecilia sphenops* y *P. butleri* tienen dientes internos unicúspides y tricúspides, respectivamente, pero Schultz y Miller (1971) identifican dientes con formas intermedias en ejemplares de ambas especies, y mediante un análisis comparativo encuentran cuatro formas intermedias, aparentemente tricúspides con la cúspide central mayor que las laterales, estas formas intermedias corresponden a híbridos entre ambas especies. En este estudio la forma unicúspide con un pico al centro está presente en especies donde no se conoce que existan híbridos (*P. baenschii* y *P. fasciata*). (0.60:0.60).

ST (34). Separación entre las series de dientes externa e interna: ligera (0), amplia (1), ausencia (2). Los dientes externos e internos suelen estar muy cercanos, como sucede en la mayoría de los Poeciliidae, excepto en *P. elongata* y *P. hnlickai*, donde existe un amplio espacio entre ambos dientes. (0.50:0.00).

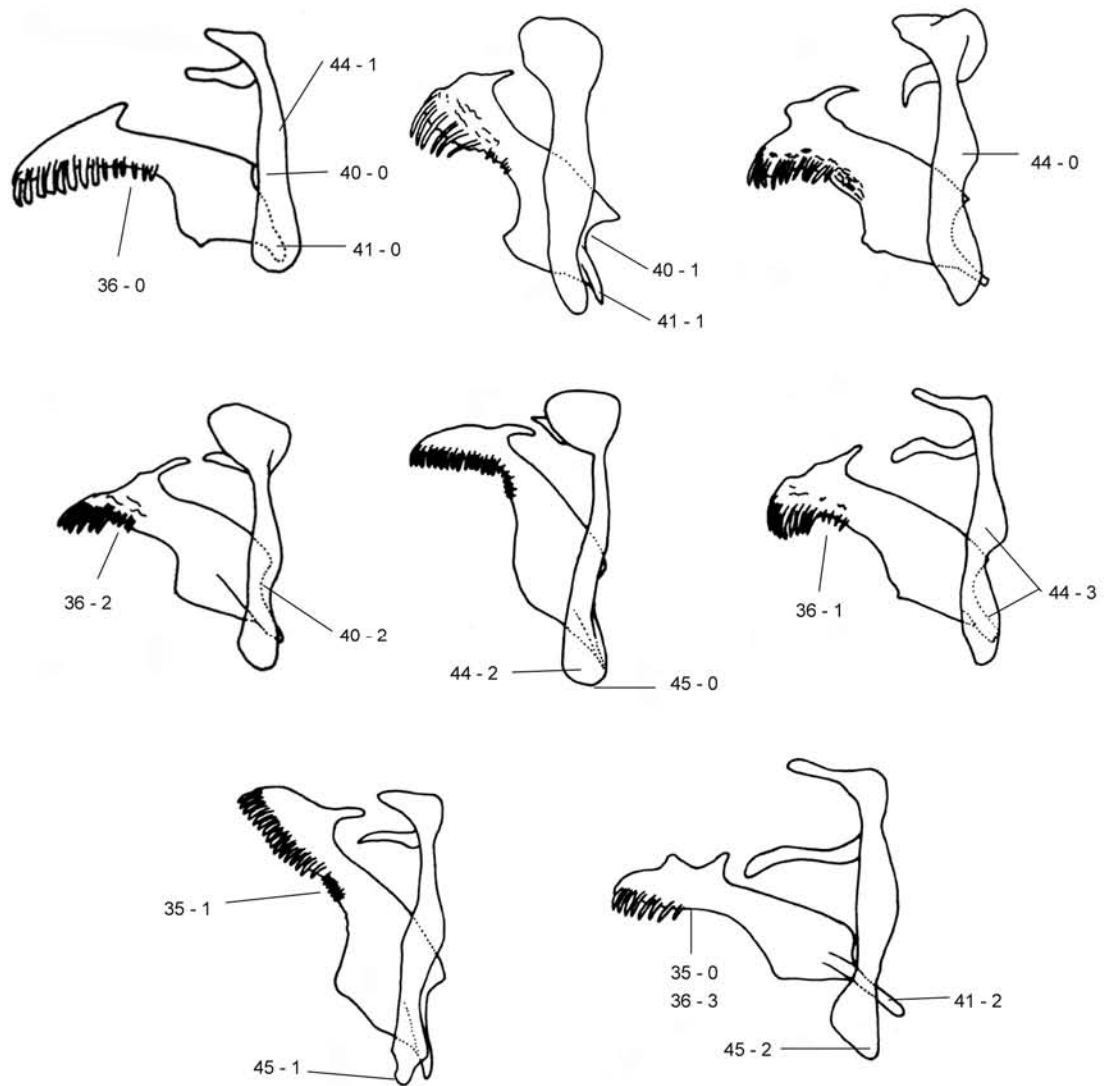


Figura 4. Vista lateral de la mandíbula superior de A, *Poeciliopsis baenschi* IBUNAM 13206; B, *P. balsas* IBUNAM 6937; C, *P. catemaco* IBUNAM 8930; D, *P. gracilis* IBUNAM 10282; E, *P. infans* IBUNAM 13619; F, *P. lutzi* IBUNAM 8928; G, *P. scarlii* CIUASNH 0880; H, *P. turneri* IBUNAM 6066. Las líneas indican el número y estado de la serie de transformación.

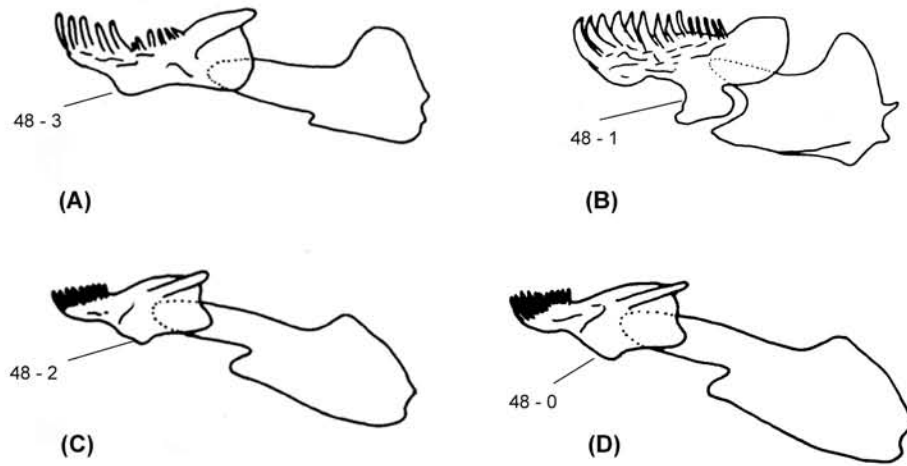


Figura 5. Vista lateral de la mandíbula inferior de A, *Poeciliopsis balsas* IBUNAM 6937; B, *P. fasciata* 13903; C, *P. lutzi* IBUNAM 8928; D, *P. scarlli* CIUASNH 0880. Las líneas indican el número y estado de la serie de transformación.

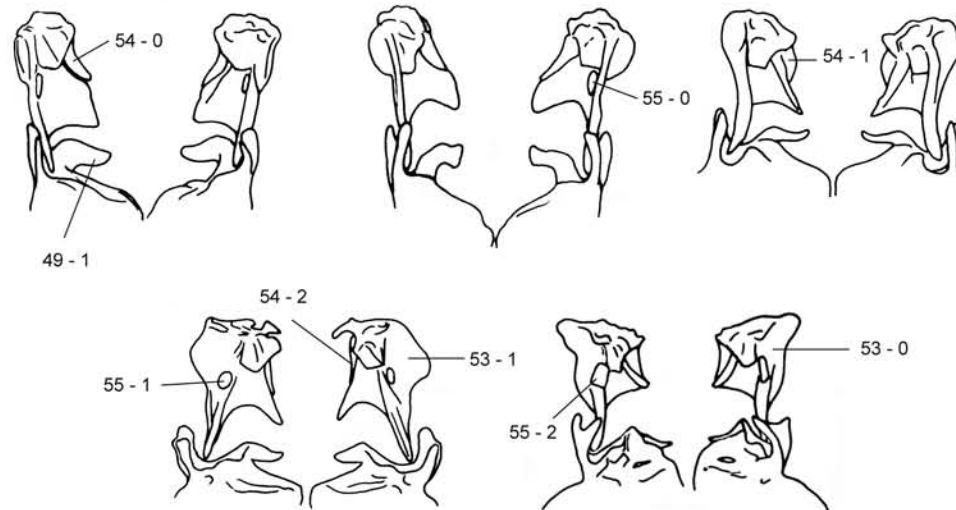


Figura 6. Vista ventral de la mandíbula inferior de A, *Poeciliopsis baenschii* IBUNAM 13206; B, *P. balsas* IBUNAM 6937; C, *P. catemaco* IBUNAM 8930; D, *P. lutzi* IBUNAM 8928; E, *P. turneri* IBUNAM 6066. Las líneas indican el número y estado de la serie de transformación.

ST (35). Dientes alveolares: ausencia (0), presencia (1). Son dientes insertados en el arco alveolar de la premaxila, y son la continuación de los dientes externos. No todos los Cyprinodontiformes tienen dientes alveolares, pero su presencia y disposición cerca de la parte distal del brazo alveolar, está apoyando las relaciones entre grupos hermanos (Parenti, 1981; Ghedotti, 2000). (0.25:0.25).

ST (36). Área del arco alveolar cubierta por dientes alveolares:  $\frac{1}{2}$  (0),  $\frac{1}{3}$  (1),  $\frac{1}{4}$  (2), ausencia (3), 100% (4). Parenti (1981) y Ghedotti (2000) reconocen dientes alveolares en todo el arco en algunas especies de Cyprinodontiformes. En tanto que *Poeciliopsis latidens* tiene dientes alveolares en la porción más proximal del arco (Ghedotti, 2000). En *Poeciliopsis* se puede observar desde la ausencia de dientes alveolares hasta el recubrimiento de todo el arco alveolar. (0.33:0.38).

ST (37). Proceso ascendente de la premaxila: ligeramente elevado con terminación redondeada (0), en punta (1), en triángulo (2), truncada (3). Lucinda y Reis (2005) encuentran seis estados diferentes en la forma del proceso ascendente de la premaxila, elongado con la parte distal redonda o puntiaguda; corto puntiagudo, redondeado o truncado; o muy pequeño casi ausente. La forma corta y puntiaguda es una sinapomorfia para la supertribu Poeciliini (Lucinda y Reis, 2005). (0.50:0.00).

ST (38). Separación terminal entre procesos ascendentes: nula (0), ligera (1), amplia = espacio en forma triangular entre ambas terminaciones proximales del proceso ascendente (Ghedotti, 2000) (2). Para Ghedotti (2000) la forma de la separación entre los procesos ascendentes de la premaxila está dada por la forma de las terminaciones terminales de este hueso, por lo que las terminaciones rectas indican que no hay espacio entre ambos, y la separación amplia forma un espacio en forma triangular. Lucinda y Reis (2005) reconocen un tercer estado intermedio definido por terminaciones cortas y en punta. Estos mismos autores asignan la forma triangular para *Poeciliopsis*. En este estudio en *Poeciliopsis* se pudieron observar los tres estados. (0.28:0.37).

ST (39). Forma de brazo alveolar de la premaxila: semicuadrado (0), rectangular (1), semitriangular (2). El brazo alveolar de la premaxila en los Cyprinodontiformes es marcadamente en forma de S (Parenti, 1981), con la parte inferior más amplia. En *Poeciliopsis* se observaron tres formas diferentes, la semicuadrada en *P. baenschii*, *P. balsas*, *P. catemaco*, *P. fasciata*, *P. gracilis*, *P. hnlickai*, *P. latidens*, *P. lucida*, *P. lutzi*, *P. retropinna*, *P. scarlli* y *P. turrubarensis*; la forma rectangular en *P. elongata*, *P. infans*, *P. monacha*, *P. occidentalis*, *P. presidionis*, *P. prolifica* y *P. turneri*, la forma semitriangular en *P. paucimaculata* y *P. viriosa*. En otros pecílidos, como *Gambusia*, es común encontrar el

brazo alveolar rectangular variando hacia la forma en S (Rauchenberger, 1989a). (0.22:0.22).

ST (40). Muesca posterior del brazo alveolar: ligera (0), notable (1), moderada (2). En Cyprinodontiformes la forma en S del brazo alveolar es primitiva (Parenti, 1981), lo que correspondería a una notable muesca posterolateral en *Poeciliopsis*, esta forma se observó en 10 especies de *Poeciliopsis*, seguida de una muesca ligera (siete spp), y la intermedia sólo la presentaron cuatro especies. Rauchenberger (1989a) muestra para *Gambusia* la forma ligera, y en algunas especies la forma en S. (0.22:0.41).

ST (41). Proceso óseo delgado sobre la esquina inferior derecha de brazo alveolar: corto (0), largo (1), notablemente alargado en forma de espina (2). Parenti (1981) encuentra en un aplocheloides el proceso óseo notable al centro del brazo, y en comparación con la forma en S, donde este proceso está situado en la esquina inferior, lo define como un estado derivado. En *Poeciliopsis* el proceso óseo es generalmente largo en doce especies, y corto en nueve especies; sólo *P. turneri* tiene el proceso óseo notablemente alargado en forma de espina gruesa. (0.28:0.50).

ST (42). Proceso dorsal de la maxila: cuadrado (0), semicuadrado (1), ovalado (2). La forma semicuadrada o medialmente expandida según Ghedotti (2000), es la mejor representada entre los procatopodines, Costa (1998) define esta forma como proceso amplio presente en anablépidos, pecílidos y ciprinodóntidos, en tanto que la forma reducida ocurre en godeidos. En *Poeciliopsis* el proceso dorsal es amplio, lo que corrobora lo mencionado por Costa (1998), con un ligero alargamiento hacia la forma ovalada. (0.40:0.72).

ST (43). Longitud de proceso ventral en maxila: corto (0), largo (1). Rauchenberger (1989a) describe el proceso ventral mucho más angosto que el dorsal, y semejantes en longitud. Ghedotti (2000) encuentra la forma alargada de manera común entre los ciprinodontiformes, y sólo dos tienen el proceso ventral muy reducido. En *Poeciliopsis* el proceso ventral es de menor longitud que el dorsal y es la forma común, mientras que la forma larga es de mayor longitud que el dorsal y solo la presentan *P. latidens*, *P. lucida* y *P. prolifica*. (0.50:0.50).

ST (44). Brazo distal de maxila: ligeramente más ancha en el centro (0), recto (1), más ancho en la base (2), centro-base (3). Lucinda y Reis (2005) encuentran la forma recta como sinapomórfica para los pecilinos, en tanto que la forma cóncava (en este estudio sería alguna de los estados 0, 2 y 3), esta en los grupos externos, en la supertribu

Poeciliini. *Poeciliopsis* comprende cuatro formas diferentes, en las que están incluidas las mencionadas por Lucinda y Reis (2005). (0.27:0.27).

ST (45). Borde inferior del brazo distal de la maxila: redondo (0), en punta (1), triangular (2). Siguiendo el criterio de Parenti (1981) respecto a la forma amplia del brazo distal de la maxila, se esperaría que el borde inferior fuera redondo, en *Poeciliopsis* se observa borde redondo y en punta ligera, excepto *P. turneri*, que tiene terminación en forma triangular. (0.33:0.42).

ST (46). Dentario dorsalmente: redondo (0), semirredondo de base amplia al centro (1). Al igual que la maxila, el dentario es semirredondo con la base amplia, lo que de mayor espacio para la implantación de los parches de dientes internos, así como del proceso posterior. Entre los pecílidos, el perfil anterior es variable con cierta predominancia de perfil recto y base amplia, mientras que las especies con perfil redondo la base es angosta en forma de arco. *Poeciliopsis* tiene el perfil semiredondo. (1.00:1.00).

ST (47). Extensiones lateroposteriores en el dentario: angostas (0), anchas (1). Ghedotti (2000) describe un dentario con expansiones laterales en *Pantonodon madagascariensis*, *Girardinus metallicus*, *Poecilia sphenops* y *Phallichthys amates*; el resto de los Cyprinodontiformes tiene expansiones laterales angostas. En *Poeciliopsis* la generalidad es expansiones laterales anchas, excepto en *P. gracilis*, *P. lucida*, *P. monacha*, *P. occidentalis*, *P. paucimaculata*, *P. retropinna* y *P. viriosa*, en las que las expansiones laterales son angostas, al igual que la mayoría de los Cyprinodontiformes. (0.20:0.55).

ST (48). Proceso medial del dentario: pequeño de base angosta (0), grande de base angosta (1), apenas visible casi nulo (2), pequeño de base amplia (3). Parenti (1981) describe un proceso medial del dentario en forma de escudo como la condición más derivada en Cyprinodontiformes, a partir de un proceso medial con proyecciones anteriores como en *Aphanius*. La mayoría de los *Poeciliopsis* tienen el proceso medial poco desarrollado, es decir, pequeño de base angosta o apenas visible, excepto *P. fasciata*, *P. hnlickai* y *P. presidionis*, en las que es grande y de base angosta, siempre muy semejante a la forma de escudo que menciona Parenti (1981) para los Cyprinodontiformes. (0.33:0.45).

ST (49). Centro anterior del dentario con una proyección posterior dirigida hacia el centro del hueso: ausencia (0), presencia (1). Ghedotti (2000) describe a este hueso como borde dirigido medialmente sobre el dentario posteroventral, relacionado con un borde sobre en

la parte ventral del anguloarticular con dirección anteromedial, para todos los pecilinos excepto *Alfaro cultratus*, *Priapella compressa*, *Gambusia affinis* y *Tomeurus gracilis*. En *Poeciliopsis* el proceso está bien desarrollado; se confirma la ausencia en *Priapella* y en *Heterandria*. (1.00:1.00).

ST (50). Número de dientes en dentario: 17-24 (0), 26-43 (1), 50-53 (2), 60-90 (3). Se ha documentado que el tipo y número de dentición en pecílidos no es informativo para esclarecer relaciones filogenéticas (Regan, 1913; Rosen y Bailey, 1963), a pesar de que fueron recurrentemente utilizados en la clasificación de Cyprinodontiformes (Günther, 1866; Garman, 1895; Regan, 1911). En este estudio el número de dientes permitió identificar grupos de especies en *Poeciliopsis*. (0.50:0.72).

ST (51). Tipo de dientes internos en dentario: unicúspides (0), tricúspides (1), unicúspides con un pequeño pico al centro (2), ausencia (3). En *Poeciliopsis* tanto en la mandíbula superior como en la inferior, el tipo de dientes internos es predominantemente unicúspide con o sin un pequeño pico al centro y, el tipo tricúspide sólo está presente en *P. monacha* y *P. viriosa*, carácter que morfológicamente las ha mantenido juntas. No obstante, este tipo de diente también se observa en *Poecilia butleri*, en algunos híbridos de *Poecilia sphenops* y *Poecilia butleri* (Schultz y Miller, 1971) y *Jenynsia*, que tiene dientes internos tricúspides con dos formas: la cúspide ventral considerable y ligeramente grande (Parenti, 1981). (0.50:0.62).

ST (52). Número de series de dientes internos en el dentario: una (0), dos o tres (1), varias (2), ninguna (3). (0.27:0.38).

ST (53). Anguloarticular: triangular (0), semicuadrado (1). El anguloarticular posee tres partes bien definidas: un proceso medial muy largo dirigido anteriormente sobre el cual se sujeta el cartílago de Meckel y dos procesos amplios de menor longitud que el medial, uno dorsal y otro ventral; cuando ambos procesos son semejantes en longitud el anguloarticular es de forma semicuadrada, común en *Poeciliopsis*; cuando el brazo dorsal es más corto que el ventral la forma es triangular, sólo presente en *P. baenschi*, *P. elongata*, *P. retropinna* y *P. turneri*. (0.25:0.50).

ST (54). Retroarticular: ovalado (0), triangular (1), espiniforme (2). Parenti (1981) describe un retroarticular extremadamente elongado como sinapomórfico para Anablepidae y Poeciliidae. Ghedotti (2000) menciona un retroarticular largo y robusto en *Gambusia affinis*, *Anableps* y *Jenynsia*; largo y algunas veces delgado en *Micropanchax*. En



*Poeciliopsis* es elongado, de forma predominantemente ovalada o triangular; sólo *P. lutzi* tiene un retroarticular espiniforme. (0.28:0.28).

ST (55). Coronomeckeliano: ovalado (0), redondo (1), triangular (2). El coronomeckeliano es un pequeño hueso semifusionado a la cara interna del anguloarticular y descansa sobre el cartílago de Meckel. En *Poeciliopsis* es ovalado, excepto en *P. lutzi*, en el cual tiene forma redonda, y *P. lucida* y *P. turneri*, en los que su forma es triangular. (0.66:0.00).

#### SUSPENSORIO MANDIBULAR (Figs. 6, 7)

ST (56). Proceso óseo anterior-terminal en autopalatino: ausencia (0), presencia (1). Parenti (1981) identifica una extensión anterior en el autopalatino como sinapomórfica para los Cyprinodontidos. Costa (1998) menciona que la parte distal superior del eje principal del autopalatino tiene una ligera curvatura anterior, en Aplocheilidae y atherinomorfos. En 17 especies de *Poeciliopsis* la proyección anterior es evidente, mientras que en siete está ausente. (0.33:0.75).

ST (57). Extensión laminar ósea posterior en endopterigoides: ausencia (0), presencia (1). Los Cyprinodontiformes tienen un mesopterigoides (= endopterigoides según Rauchenberger, 1989a) reducido, la cual es más conspicua en ciprinodontoideos (Costa, 1998). Parenti (1981) había considerado que la extensión laminar podría ser una extensión del autopalatino característica de ciprinodontoideos. Tanto el endopterigoides como el autopalatino son difíciles de identificar como huesos separados (Rauchenberger, 1989a), probablemente esto sea parte de la confusión acerca de considerarlos como huesos independientes o uno solo; en *Poeciliopsis* se observaron tanto la forma reducida como la ausencia de esta extensión ósea del endopterigoides. (0.25:0.62).

ST (58). Extensión laminar dorsal en simpléctico: ausencia (0), corta empieza a la mitad (1), larga empieza desde la punta posterior (2). En *Poeciliopsis* la superficie dorsal del simpléctico se extiende sin extensión laminar o en forma laminar cubriendo desde la punta posterior hasta la unión con el borde ventral del dentario, o sólo la mitad de la superficie. Esta extensión laminar nunca se sobrepone con el borde inferior o ventral del dentario o endopterigoides. (0.40:0.25).

ST (59). Formación ósea pequeña casi fusionada al cuadrado, misma que puede ser el ectopterigoides reducido: ausencia (0), presencia (1). Parenti (1981) consideró

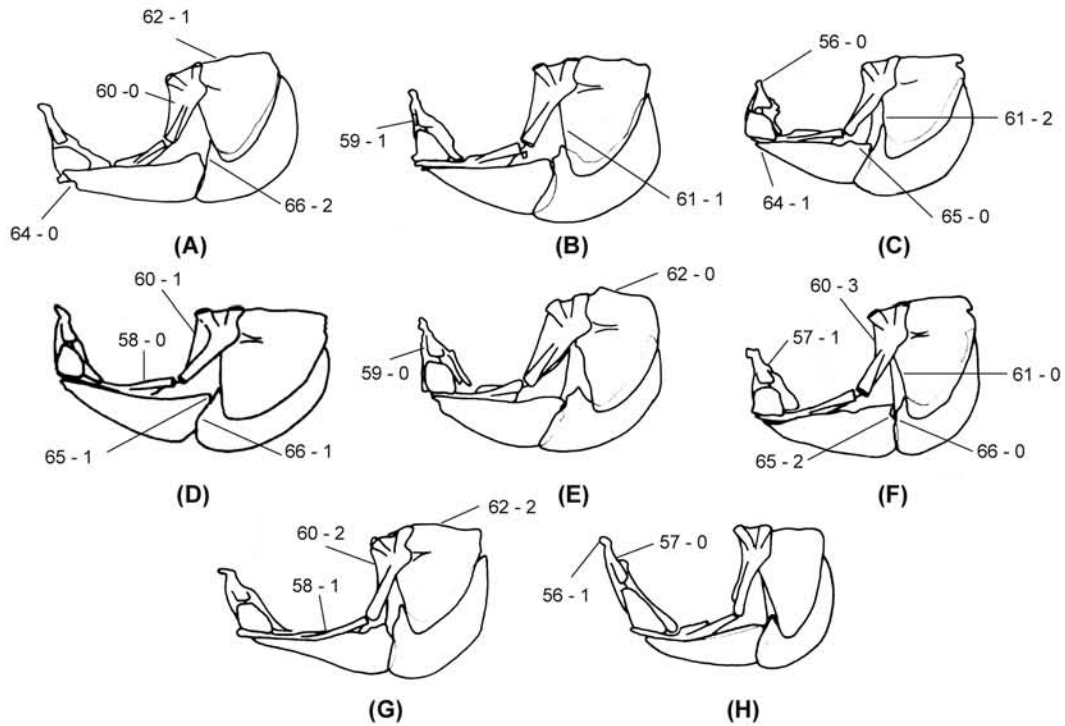


Figura 7. Vista lateral del suspensorio mandibular y serie opercular de A, *Poeciliopsis baenschi* IBUNAM 13206; B, *P. catemaco* IBUNAM 8930; C, *P. elongata* UCR 889; D, *P. occidentalis* ASU 12548; E, *P. retropinna* UCR 748; F, *P. turneri* IBUNAM 6066; G, *P. turubarensis* UCR 1224; H, *Priapella intermedia* IBUNAM 10603. Las líneas indican el número y estado de la serie de transformación..



Figura 8. Esqueleto branquial dorsal en vista dorsal de A, *Poeciliopsis catemaco* IBUNAM 8930; B, *P. elongata* UCR 889; C, *P. occidentalis* ASU 12548; D, *P. prolifica* IBUNAM 0247; E, *Heterandria bimaculata* IBUNAM 10294. Las líneas indican el número y estado de la serie de transformación.

que la extensión laminar anterior al autopalatino y cuadrado, podría ser una extensión del autopalatino característica de ciprinodontoideos. Rauchenberger (1989a) señala que podría representar una osificación pericondral del autopalatino, o si es un hueso independiente es difícil de decidir por la fusión entre autopalatino y ectopterigoides. En algunos *Poeciliopsis* se observa una pequeña formación ósea semiredonda en la parte ventral del autopalatino, muy cercana y casi fusionada al cuadrado; en este estudio se consideró como un ectopterigoides reducido. (0.20:0.00).

ST (60). Extensión laminar ósea entre brazo superior-anterior e inferior de hiomandíbula: cubre todo el largo entre ambos brazos (0), tres cuartos (1), la mitad (2), un tercio (3). Ghedotti (1998) describe el margen anterior de la hiomandíbula como recto o ligeramente cóncavo en la mayoría de los Anablepidae familia hermana de Poeciliidae (Costa, 1998). En *Poeciliopsis* el margen generalmente es recto, de longitud total,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  o  $\frac{1}{3}$  entre ambos brazos. (0.30:0.22).

#### SERIE OPERCULAR (Fig. 7)

ST (61). Borde anterior en opérculo: ligeramente cóncavo (0), recto (1), ligeramente convexo (2). La forma triangular del opérculo permite identificar el borde anterior como recto en 14 especies de *Poeciliopsis*, mientras que en seis especies es ligeramente convexo y sólo en *P. monacha* es cóncavo (0.28:0.16).

ST (62). Borde dorsal en opérculo: curvo (0), recto (1), convexo (2). El borde dorsal del opérculo en Ciprinodóntidos es generalmente recto. En *Poeciliopsis* se corrobora esta forma en 13 especies, se vuelve curvo en seis especies y es convexo en sólo dos. (0.40:0.62).

ST (63). Longitud del gonopodio: menos de  $\frac{1}{3}$  en LS (0); más de  $\frac{1}{3}$  en LS (1). (1.00:1.00)

ST (64). Extremo anterior en el interopérculo: truncado (0), puntiagudo (1). El extremo anterior del interopérculo suele cubrir la base del cuadrado en forma puntiaguda, en *Poeciliopsis* se observó que este extremo puede no cubrir la base del cuadrado y estar truncado. (0.33:0.33).

ST (65). Borde posterior de interopérculo; ligera muesca superior y dorsal (0), sin muesca (1), muesca superior-posterior (2). El borde posterior del interopérculo en

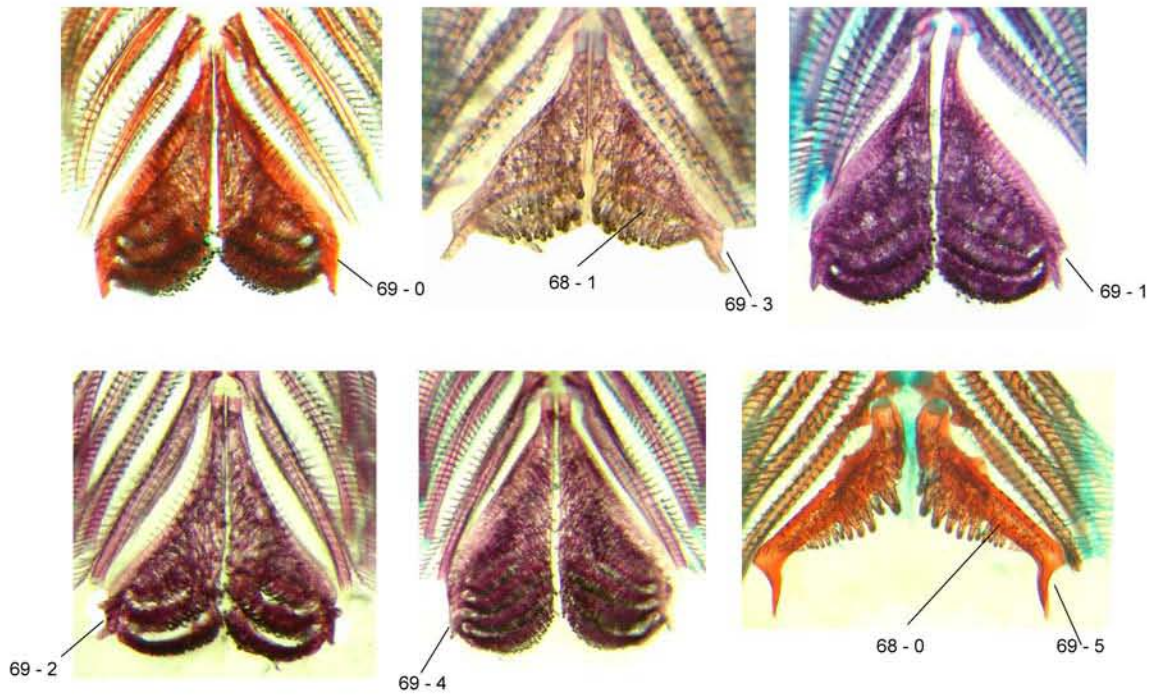


Figura 9. Quinto ceratobranchial en vista dorsal de A, *Poeciliopsis catemaco* IBUNAM 8930; B, *P. fasciata* IBUNAM 13903; C, *P. occidentalis* ASU 12548; D, *P. paucimaculata* UCR 809; E, *P. retropinna* UCR 748; F, *Heterandria bimaculata* IBUNAM 10294. Las líneas indican el número y estado de la serie de transformación.

pecílicos es generalmente redondo, Ghedotti (1998) menciona ligeras ondulaciones que pueden estar asociadas con el borde anterior del preopérculo, es decir, hay acoplamiento entre ambos huesos. En *Poeciliopsis* aparentemente las concavidades en forma de muesca no son independientes del borde anterior del subopérculo, porque no hay acoplamiento, aún cuando el borde no tenga muescas. (0.20:0.33).

ST (66). Borde de subopérculo truncado: ondulado (0), convexo (1), recto (2), ondulado sólo en la parte superior (3). El borde del subopérculo en *Poeciliopsis* presentó cuatro formas diferentes, desde completamente recto hasta marcadas ondulaciones, misma que aparentemente no tienen relación con el borde posterior del interopérculo como menciona Ghedotti (1998) entre el preopérculo y subopérculo. (0.30:0.41).

#### ESQUELETO BRANQUIAL (Figs. 8 y 9 )

ST (67). Placa faringobranquial 3 y 4: ovalada (0), alargada (1), ovalada con un lado casi recto (2), semirectangular con la parte inferior triangular (3), en forma de gota (4). Costa (1991) sugiere que las placas faringobranquiales 3 y 4 están fusionadas, formando una estructura ovalada con dientes distribuidos regularmente, y la considera como una sinapomorfia para un grupo de 15 géneros de pecílicos, entre los que se encuentran *Poeciliopsis*. Lucinda y Reis (2005) encuentran que es una sinapomorfia irreversible para la supertribu Poeciliini. En este estudio las placas están fusionadas, aunque se observa la unión entre ambas, formando una sola placa de formas diferentes. (0.57:0.72).

ST (68). Parte distal de quinto ceratobranquial: no ensanchada (0), ensanchada (1). Costa (1991) sugiere que el quinto ceratobranquial amplio con dientes dispuestos irregularmente es una sinapomorfia para los 15 géneros analizados de Poecilinae, entre los que incluye *Poeciliopsis*. Lucinda y Reis (2005) corroboran esta sinapomorfia para la supertribu Poeciliini. Estos mismos autores mencionan que muchos ciprinodontiformes poseen el quinto ceratobranquial reducido. Cabe mencionar que no especifican a que se refiere el término "amplio", porque *Poeciliopsis* debería tener el quinto ceratobranquial amplio al igual que *Priapella*. En este estudio se observa que son formas diferentes en ambos géneros. Por lo que se considera la parte distal o posterior del quinto ceratobranquial como ensanchada o amplia (forma triangular), forma común en *Poeciliopsis*, mientras que *Priapella*, *Heterandria* y *Gambusia* es no ensanchada (casi recta). (1.00:1.00).

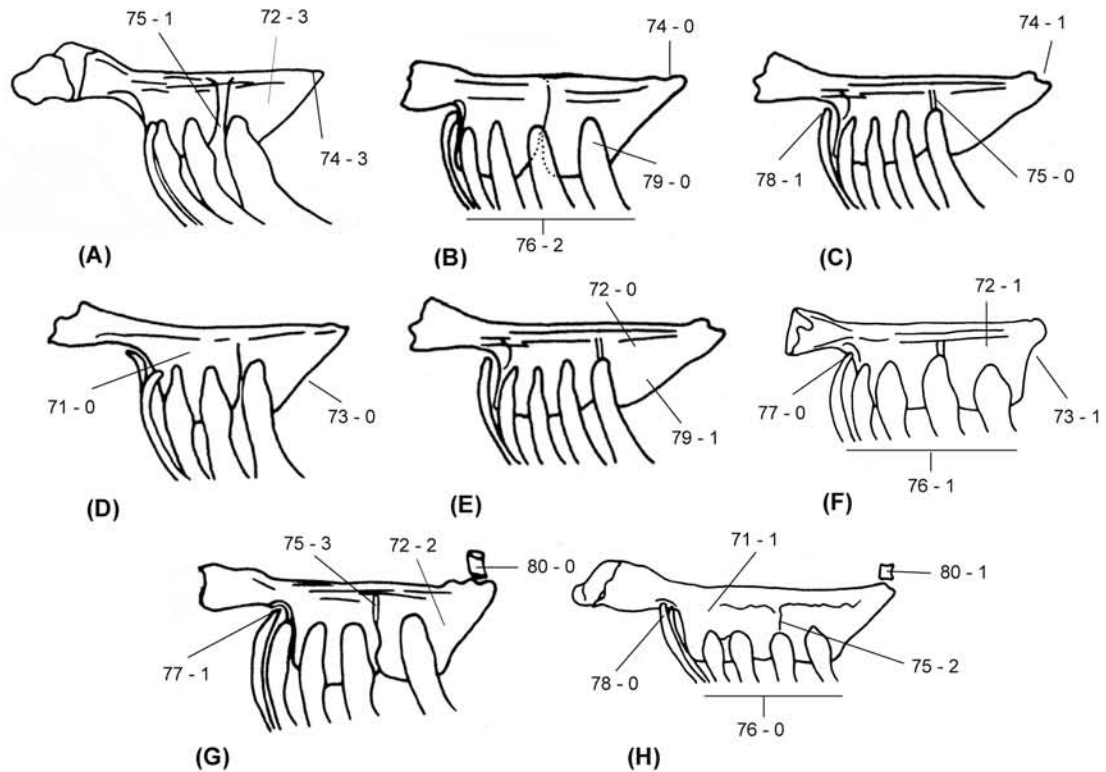


Figura 10. Arco hioideo en vista ventrolateral de A, *Poeciliopsis balsas* IBUNAM 6937; B, *P. lucida* ENCB-IPN 3914; C, *P. monacha* USON 0609; D, *P. occidentalis* ASU 12548; E, *P. prolifica* IBUNAM 10247; F, *P. retopinna* UCR 748; G, *P. turneri* IBUNAM 6066; H, *H. bimaculata* IBUNAM 10294. Las líneas indican el número y estado de la serie de transformación.

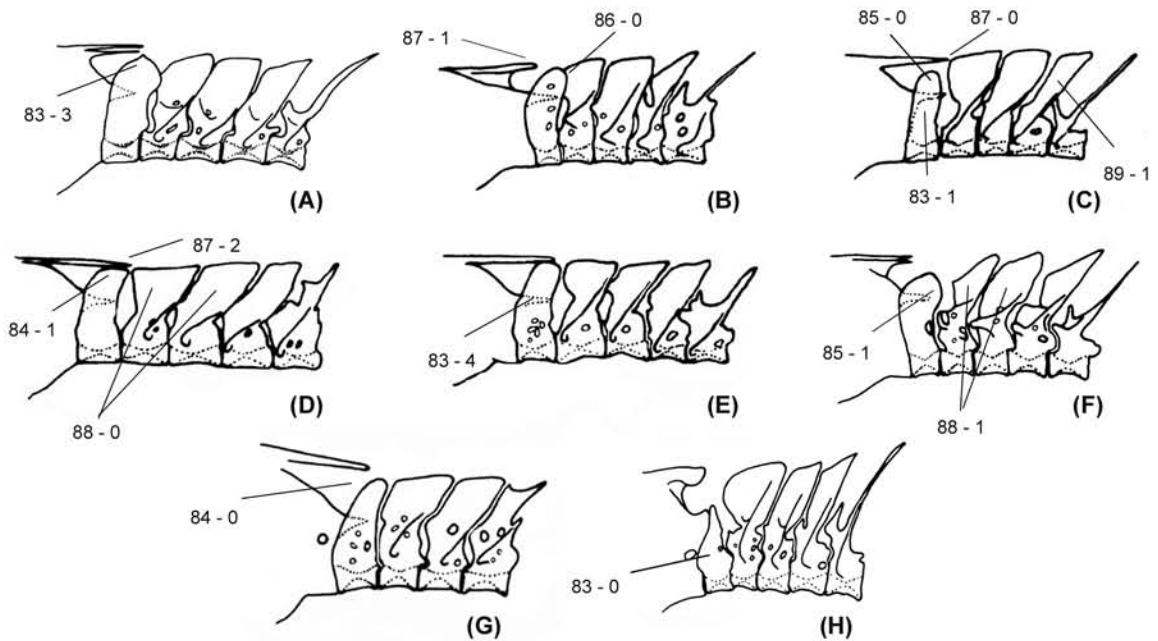


Figura 11. Vértabras anteriores en vista lateral de A, *Poeciliopsis balsas* IBUNAM 6937; B, *P. baenschi* IBUNAM 13206; C, *P. catemaco* IBUNAM 8930; D, *P. gracilis* IBUNAM 10282; E, *P. lutzi* IBUNAM 8928; F, *P. monacha* USON 0609; G, *P. turneri* IBUNAM 6066; H, *Priapella intermedia* IBUNAM 10603. Las líneas indican el número y estado de la serie de transformación.

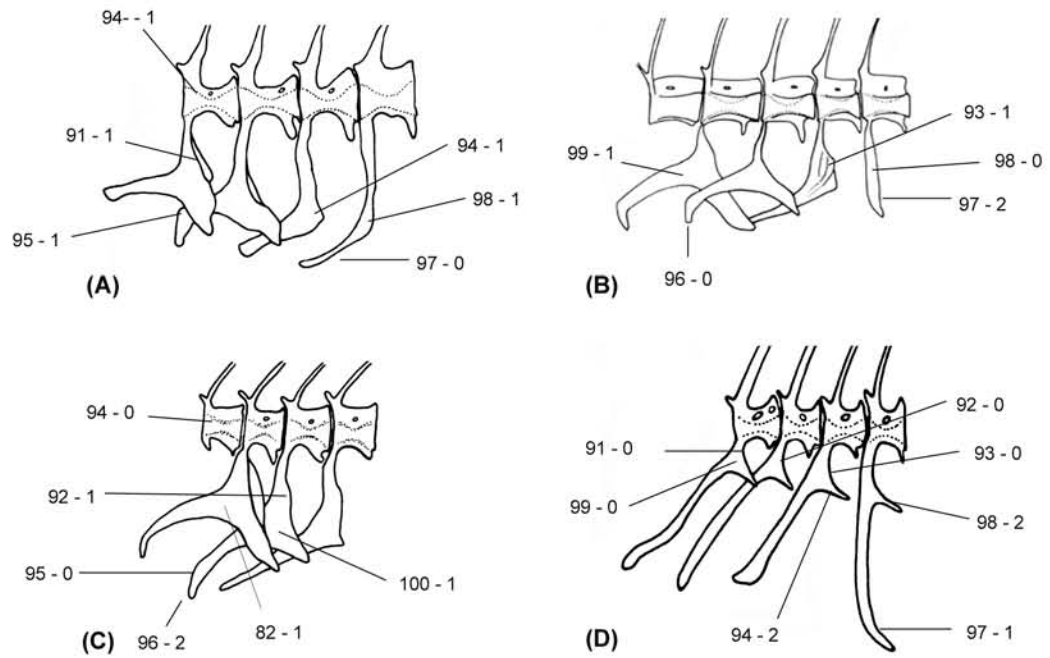


Figura 12. Suspensorio gonopodial en vista lateral de A, *Poeciliopsis balsas* IBUNAM 6937; B, *P. fasciata* IBUNAM 13903; C, *P. occidentalis* ASU 12548; D, *Priapella intermedia* IBUNAM 10603. Las líneas indican el número y estado de la serie de transformación.

ST (69). Proceso óseo lateral en quinto ceratobranquial: superior pequeño y redondeado, inferior ausente (0), superior e inferior, pequeños y puntiagudos (1), superior mayor que el inferior, el superior a la misma altura que el quinto ceratobranquial (2), superior mayor que el inferior, sobrepasa notablemente al quinto ceratobranquial (3), superior e inferior, pequeños, puntiagudos ubicados en la parte subdistal lateral del quinto ceratobranquial (4), ausencia (5). La forma amplia del quinto ceratobranquial en *Poeciliopsis*, presenta a su vez un proceso óseo lateral, en diferentes grados de desarrollo, mientras que en *Gambusia*, *Heterandria* y *Priapella* el borde lateral es liso, considerado en este análisis como no comparable, “?”. (0.62:0.66).

ST (70). Tejido óseo en basiial: menos de 50% (0), 50 % (1), de 60 a 75 % (2) de 90 a 100% (3). Parenti (1981) describe que una reducción de tejido óseo respecto a la proporción de cartílago es sinapomórfico para Aplocheiloidei. Lucinda y Reis (2005) mencionan que una mayor proporción de cartílago está presente en todos los atherinomorfos, por lo que sería una plesiomorfia. Y por lo tanto la reducción de cartílago en el basiial es considerado apomórfico entre los rivúlidos y ciprinodontoideos, entre los que se encuentran los Poeciliidae. Resumiendo, se esperaría que los pecílidos tuvieran menos cartílago y más tejido óseo. Sin embargo, en *Poeciliopsis* se pueden observar especies con proporciones diferentes tanto de cartílago como de tejido óseo. (0.37:0.16).

#### ARCO HIOIDEO (Fig. 10)

ST (71). Ceratohial anterior: cuadrado (0), rectangular (1). La forma del ceratohial anterior está dada por la extensión y forma de la porción anterior y la cantidad de cartílago entre ambos ceratohiales; cuando la porción anterior es muy larga, tiende a la forma rectangular del ceratohial, de igual manera cuando la cantidad de cartílago entre ambos ceratohiales es mayor, tiende a ser cuadrado el ceratohial anterior. (0.33:0.00).

ST (72). Ceratohial posterior: semitriangular (0), cuadrado (1), cuadrado con el borde posterior semitriangular (2), triangular (3). La forma usual del ceratohial posterior en *Poeciliopsis* es semitriangular, con modificaciones hacia la forma cuadrada, y en algunas especies como *P. lucida*, *P. prolifica*, *H. bimaculata* y *Priapella intermedia* la forma es cuadrada con el borde posterior semitriangular. En *Gambusia hispaniolae* es un triángulo invertido. (0.60:0.60).



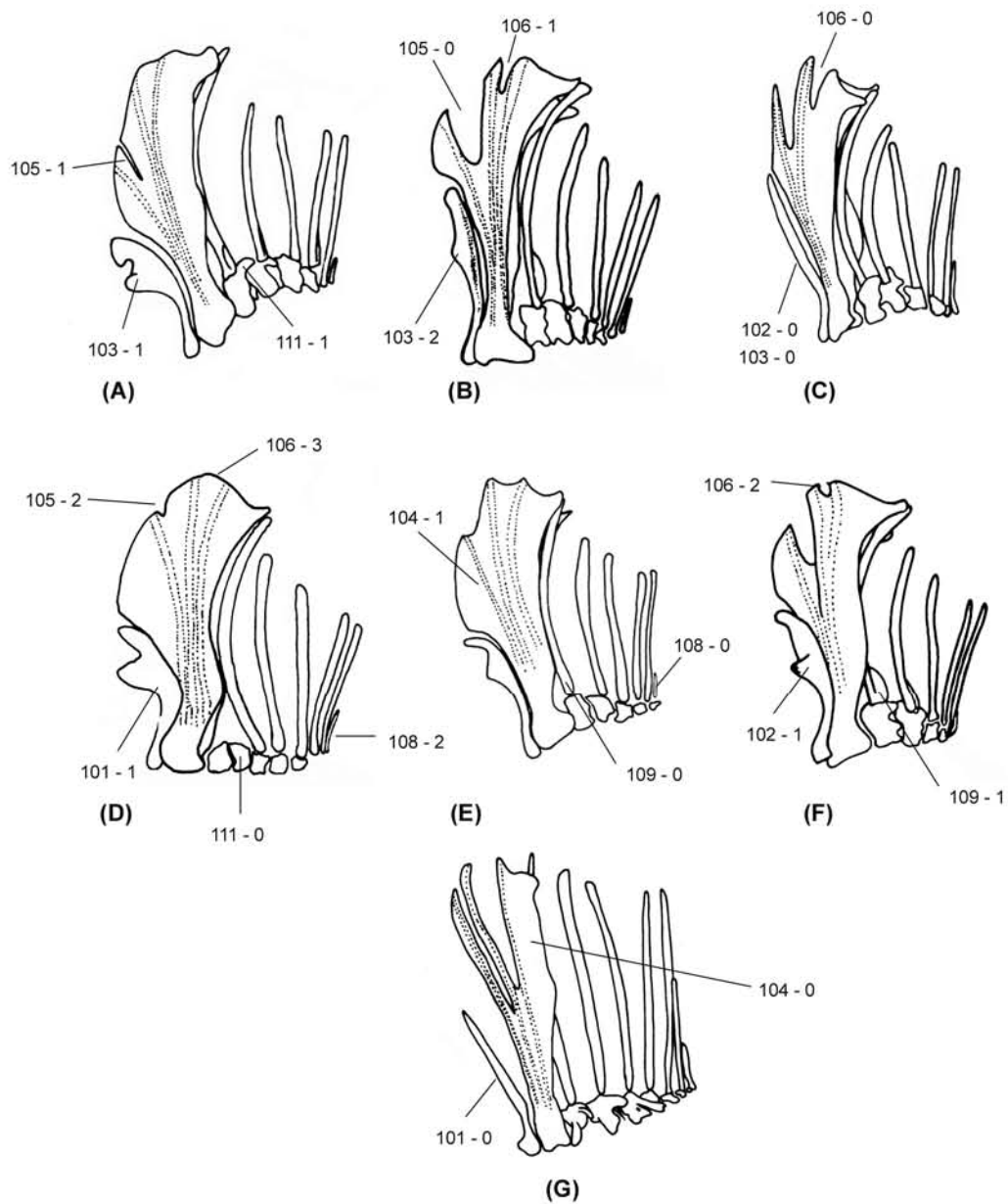


Figura 13. Complejo gonactinostal en vista lateral de A, *Poeciliopsis balsas* IBUNAM 6937; B, *P. monacha* USON 0609; C, *P. paucimaculata* UCR 809; D, *P. presidionis* ENCB-IPN-P 1481; E, *P. prolifica* IBUNAM 10247; F, *P. viriosa* IBUNAM 1816. Las líneas indican el número y estado de la serie de transformación.

ST (73). Borde posterior de ceratohial posterior: recto (0), cóncavo (1). En los pecílidos es común encontrar el borde posterior del ceratohial posterior de forma recta como en *Gambusia* (Rauchenberger, 1989a o *Alfaro* (Ghedotti, 2000). En algunos Aplocheiloidei el borde es ligeramente cóncavo (Parenti, 1981). En *Poeciliopsis* se confirma el borde posterior recto, excepto *P. paucimaculata* y *P. retropinna* con borde ligeramente convexo. (0.50:0.50).

ST (74). Concavidad en extremo posterior dorsal de ceratohial posterior: ligera (0), grande (1), sólo en el borde superior (2), ausencia (3). El interhial se inserta en el borde dorsal posterior del ceratohial posterior a través de cartílago, el cual une a su vez a la hiomandíbula y simpléctico. (0.33:0.33).

ST (75). Espacio libre entre ambos ceratohiales: pequeño (0), grande (1), nulo (2), sólo en la mitad superior, en la inferior se sobreponen los ceratohiales (3). Rauchenberger (1989a) menciona un ceratohial largo, dividido en dos partes: anterior y posterior, unidos por una especie de puente óseo dorsal, quedando un espacio ventral entre ambos ceratohiales, la dimensión del espacio varía de grande a nulo, mostrando evidente separación o casi unión de ceratohiales. En *Poeciliopsis* se puede encontrar cualquiera de las tres formas descritas. (0.30:0.41).

ST (76). Radios branquióstegos: 6 (0), 5 (1), 4 (2). Ghedotti (2000) y Lucinda y Reis (2005) mencionan seis radios como sinapomorfia para los pecilinos, con una reversión hacia la condición plesiomórfica (cinco radios) en los ancestros de la supertribu Poeciliini. Ghedotti (2000) describe cinco radios en *Alfaro cultratus*, *Priapella compressa*, *Gambusia affinis*, *Poecilia sphenops* y *Phallichthys amates*, y cuatro radios en *Micropanchax* y *Lamprichthys*. En este estudio se observó que *Poeciliopsis* tiene cinco radios branquióstegos, corroborando la sinapomorfia para los pecilinos, excepto *P. balsas* con cuatro radios. *Gambusia*, *Heterandria* y *Priapella* tienen seis radios branquióstegos. (1.00:1.00).

ST (77). Radio branquióstego 1: insertado en borde inferior de la proyección ósea anterior (0), no en contacto directo con la proyección ósea (1). Ghedotti (2000) reporta la relación entre el primer radio branquióstego y la porción delgada del ceratohial anterior. Esta relación no indica que tanto pueden estar unidos, sólo por cartílago o a través de un sobrelapamiento entre la base del radio y el borde inferior de la porción delgada del ceratohial anterior. En *Poeciliopsis* existe un ligero sobrelapamiento en seis especies del género, en tanto que hay una tendencia hacia permanecer ligeramente alejado de la porción delgada del ceratohial anterior. (0.20:0.20).

ST (78). Radios branquióstegos insertados en porción expandida de ceratohial anterior: 2 (0), 1(1). Ghedotti (2000) menciona dos radios branquióstegos en contacto con el ceratohial anterior, cuando el número de radios totales es seis; uno o ausente cuando son cinco o cuatro radios branquióstegos totales. También señala tres radios branquióstegos siempre en contacto con la porción expandida ventromedial del ceratohial anterior en todos los pecilinos. En *Poeciliopsis* se observó una variación en la disposición y número de radios en la porción expandida del ceratohial anterior; en algunas especies tres radios están evidentemente sobrepuestos en el ceratohial, en otras especies sólo dos y el tercero se desplaza hacia la unión entre ambos ceratohiales. En *Poeciliopsis* se confirma la relación de un radio branquióstego en la porción delgada del ceratohial anterior con cinco radios branquióstegos totales. En este estudio se anexa la relación ausencia de radios en el borde inferior de la porción delgada del ceratohial anterior con la presencia de cuatro radios branquióstegos totales en *P. balsas*, y la relación de dos a seis radios en los pecilinos con *Gambusia*, *Heterandria* y *Priapella*. (1.00:1.00).

ST (79). Radios branquióstegos sobrepuestos en mitad inferior del ceratohial posterior: 1 (0), 0 (1). Los pecilinos tienen el último radio branquióstego sobrepuesto en la parte expandida del ceratohial posterior (Ghedotti, 2000; Lucinda y Reis, 2005), *Poeciliopsis* corrobora esta aseveración, excepto *P. monacha*, en la que el último radio se encuentra sobre la unión de ambos ceratohiales. (0.50:0.00).

ST (80). Forma de Interhial: cilíndrico (0), cuadrangular (1), ausente (2). El interhial es la unión entre el arco hioideo y la serie opercular, esta unión se da a través de cartílago en los extremos del interhial, la forma de éste varía de cilíndrica a cuadrangular, e incluso estar ausente, como en *P. elongata*. (0.33:0.55).

#### VÉRTEBRAS Y COSTILLAS (Fig. 11)

ST (81). Segmentos subdistales de la mitad derecha del radio 5p desarrollados: ausencia (0), presencia (1). (1.00:1.00).

ST (83). Forma de neurapófisis: triángulo (0), lengua (1), lengua con borde pequeño dorsal (2), rectangular (3). La forma y posición de la neurapófisis es diferente entre los pecílidos, generalmente es expandida y forma un canal en el cual se sitúa la región supraoccipital del cráneo (Parenti, 1981). En *Poeciliopsis* la neurapófisis es de forma expandida en la base, con modificaciones en la parte superior a manera de rectángulo, cuadrado, semirredondo con o sin una pequeña protuberancia dorsal, a diferencia de *Heterandria* y *Priapella*, que tienen neurapófisis en forma de triángulo. (0.60:0.60).

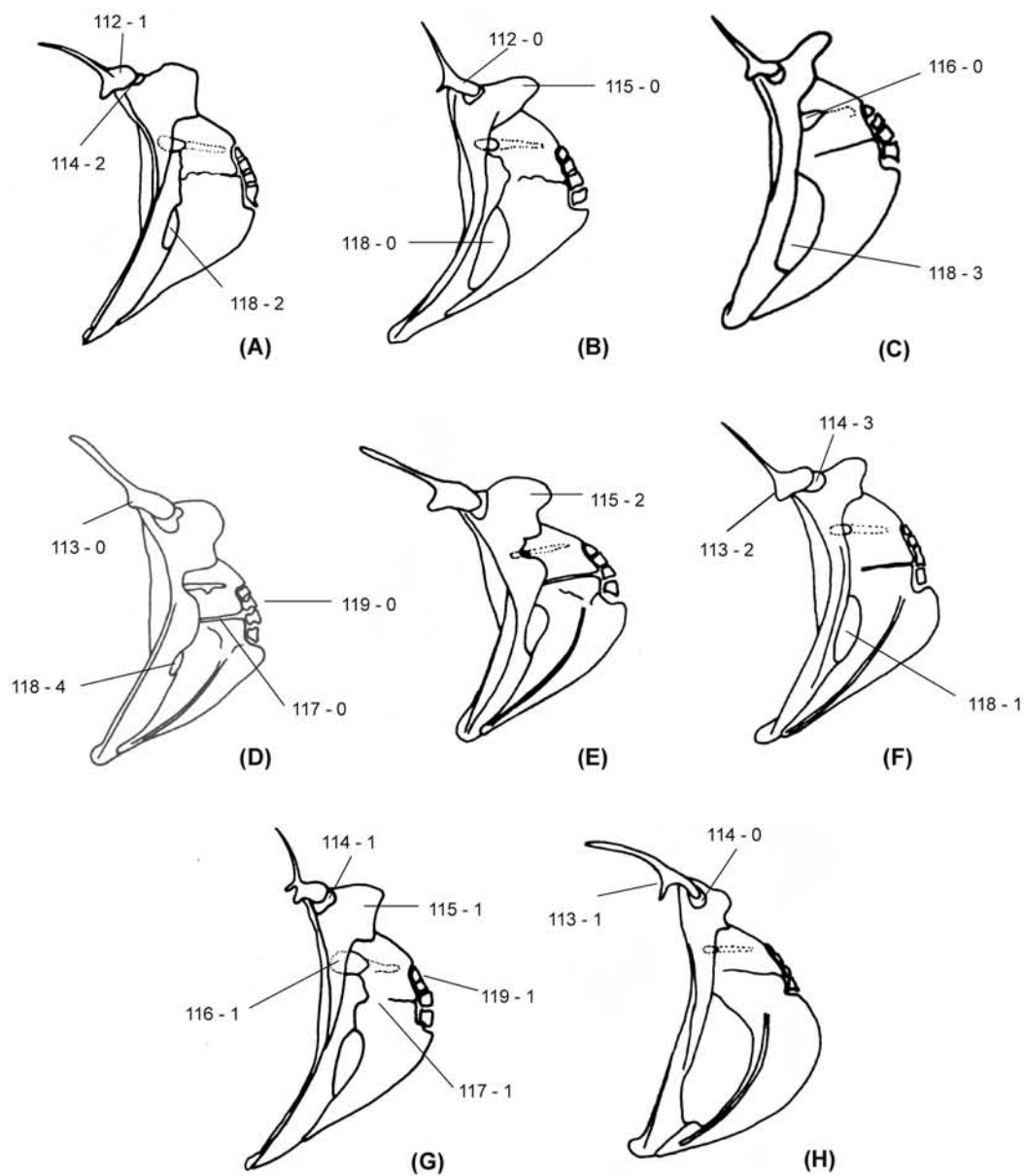


Figura 14. Cintura pectoral en vista lateral de A, *Poeciliopsis monacha* USON 0609; B, *P. occidentalis* ASU 12548; C, *P. paucimaculata* UCR 809; D, *P. prolifica* IBUNAM 10247; E, *P. retropinna* UCR 748; F, *P. turneri* IBUNAM 6066; G, *P. viriosa* ENCB-IPN 1542; H, *Priapella intermedia* IBUNAM 10603. Las líneas indican el número y estado de la serie de transformación.

ST (84). Altura de la neurapófisis con respecto al proceso supraoccipital: no lo toca (0), lo toca (1). Parenti (1981) describe una neurapófisis reducida en los ciprinodontinos del Nuevo Mundo. En *Poeciliopsis* la neurapófisis es reducida, de menor altura al borde inferior del proceso supraoccipital, excepto en *P. hnilickai* y *P. lutzii*, donde sí hay contacto entre la neurapófisis y el proceso supraoccipital. (0.50:0.00).

ST (85). Neurapófisis ligeramente expandida hacia atrás: ausencia (0), presencia (1). La neurapófisis tiende a presentar una expansión anterior que puede fusionarse con el cráneo vía el cóndilo basioccipital en algunos pecílidos más derivados como *Poecilia* (Parenti, 1981). En nueve especies de *Poeciliopsis* la neurapófisis se expande ligeramente hacia atrás; en las restantes especies no hay expansión posterior. (0.12:0.22).

ST (86). Expansión posterior de la neurapófisis sobrepuesta a la espina de la segunda vértebra: presencia (0), ausencia (1). La expansión posterior de la neurapófisis está desarrollada pero no alcanza la primera espina neural expandida, en casi la mitad de los *Poeciliopsis*. En el resto de las especies del género *Poeciliopsis* está muy desarrollada y se sobrepone al borde anterior de la espina de la segunda vértebra. (0.20:0.20).

ST (87). Longitud de proceso supraoccipital: mayor al borde dorsal de la neurapófisis (0), menor (1), igual (2). Lucinda y Reis (2005) mencionan la forma y longitud del proceso supraoccipital, la forma simple y corta es común en muchos ciprinodontiformes, mientras a la forma bífida y larga la proponen como derivada. El proceso supraoccipital es mayor a la neurapófisis en *P. catemaco*, *P. elongata*, *P. gracilis*, *P. infans*, *P. paucimaculata*, *P. retropinna* y *P. turneri*; mientras que el proceso supraoccipital es corto en el resto de los *Poeciliopsis*. Como mencionan Lucinda y Reis (2005), pueden presentarse ambas longitudes en pecílidos. (0.40:0.50).

ST (88). Expansión de espina neural 1 y 2: completa (0), incompleta (1). En los ciprinodontiformes las espinas neurales de las vértebras dos, tres y cuatro, están expandidas en un plano anterior-posterior, con diferentes grados de desarrollo. En *Poeciliopsis* se observó que la expansión en las espinas neurales 1 y 2 es completa cuando no hay espacio libre entre las espinas vecinas; es incompleta cuando se pueden observar espacios libres, como en *P. fasciata*, *P. lucida*, *P. catemaco*, *P. monacha*, *P. prolifica* y *P. scarllei*. (0.16:0.37).

ST (89). Expansión de espina neural 3: completa (0), incompleta (1). Conforme se alejan las espinas neurales del cráneo disminuye la expansión anterior-posterior en cada una. Puede ser completa, como en *P. balsas*, *P. lutzi*, *P. occidentalis*, *P. paucimaculata* y *P. retropinna*; en las especies restantes la tercera espina neural es sólo la mitad de la amplitud de la vértebra o sin expansión quedando como una espina. (0.25:0.25).

ST (90). Inserción de gonapófisis I en la vértebra: 14 (0), 14-15 (1), 13-14 (2). El suspensorio gonopodial involucra la modificación de los arcos hemales sujetos a las vértebras 14, 15 y 16, para dar forma a las gonapófisis en pecílidos (Rosen y Bailey, 1963). Lucinda y Reis (2005) mencionan estas tres gonapófisis funcionales como una sinapomorfia de los pecilinos. La inserción de la primera gonapófisis en *Poeciliopsis* se da generalmente entre la número 14, en pocas especies se da entre la 14 y 15, y sólo en *P. maldonadoi* se inserta entre la 13 y 14. (0.25:0.25).

#### SUSPENSORIO GONOPODIAL (Fig. 12)

ST (91). Extensiones óseas dorsales en forma de alas en gonapófisis I: presencia (1), ausencia (0). Álvarez y Aguilar (1957) identifican por primera vez en *Poeciliopsis*, la presencia de expansiones laterales en forma laminar, denominadas “alas”, una a la derecha y la otra a la izquierda, desde los arcos hemales, hasta las parapófisis o los procesos uncinados, mismas que se extienden paralelamente al borde posterior de la gonapófisis y a veces muy próximo al borde mismo. En *P. maldonadoi* no se pudo identificar con certeza la presencia de “alas” en la primera gonapófisis; Álvarez y Aguilar (1957) mencionan que no hay vestigios de alas, probablemente era muy pequeña, angosta o definitivamente no tenía. (1.00:1.00).

ST (92). Extensiones óseas dorsales en forma de alas en gonapófisis II: presencia (1), ausencia (0). En el caso de la segunda gonapófisis, las “alas” están presentes en *Poeciliopsis*, excepto en *P. balsas*, *P. occidentalis*, *P. turneri* y *P. viriosa*. (0.20:0.33).

ST (93). Extensiones óseas dorsales en forma de alas en gonapófisis III: ausencia (0), presencia (1). En *Poeciliopsis* la tercera gonapófisis es la menos modificada, suele tener alas pequeñas o carecer de ellas como en *P. balsas*, *P. catemaco*, *P. maldonadoi*, *P. occidentalis* y *P. viriosa*. (0.25:0.62).

ST (82). Inserción de procesos uncinados a la mitad de la gonapófisis: ausencia (0), presencia (1). La presencia de procesos uncinados es común en las tribus Gambusiini, Girardiini y Heterandriini (Rosen y Bailey, 1963). Éstos son proyecciones óseas

anteroventrales de las gonapófisis II y III, insertadas tanto cerca de la vértebra como en la mitad de la gonapófisis, siendo más común encontrar la inserción en la mitad del eje gonopofisial. (1.00:1.00).

ST (94). Proceso uncinado en gonapófisis III: ausencia (0), semidesarrollado (1), desarrollado (2). La presencia de procesos uncinados es común en las tribus Gambusiini, Girardiini y Heterandriini (Rosen y Bailey, 1963); sin embargo, en la gonapófisis III el desarrollo que alcanzan es diferente entre las especies de *Poeciliopsis*, puede estar bien desarrollado de forma triangular, ancho y grueso; semidesarrollado formando una leve proyección posterior laminar con borde recto o rombo; incluso puede estar ausente como en *P. baenschii*, *P. latidens*, *P. pacucimaculata*, *P. presidionis* y *P. turneri*. (0.20:0.33).

ST (95). Parte distal de gonapófisis II ligeramente engrosada: ausencia (0), presencia (1). Como mencionan Rosen y Kallman (1957), la segunda gonapófisis está menos desarrollada. En *Poeciliopsis* se observó que puede o no presentar engrosamiento distal, probablemente con la misma función que la gonapófisis I. (0.33:0.60).

ST (96). Dirección de parte distal en gonapófisis II: ventral (0), horizontal (1), inclinada (2). Lucinda y Reis (2005) describen la curvatura en grados de las gonapófisis I, II y III en relación a la columna vertebral: *Poeciliopsis* tiene un ángulo de 15 a 45° en la segunda gonapófisis, pero no mencionan un segundo ángulo distal observado en este estudio, con dirección ventral casi en todas las especies; dirección horizontal sólo en *P. balsas*, e inclinada en *P. hnlickai*, *P. lutzii*, *P. maldonadoi*, *P. occidentalis* y *P. paucimaculata*. (0.33:0.42).

ST (97). Dirección de eje en cuarta espina hemal: anterior (0), posterior (1), vertical (2). En algunos pecílidos la cuarta espina hemal está ligeramente modificada a manera de espina gruesa con dirección semejante a las primeras tres gonapófisis; con dirección posterior; o totalmente vertical. En *Poeciliopsis* predomina la espina hemal con posición posterior; sólo en *P. catemaco* y *P. fasciata* la espina es en posición vertical y en *P. balsas* anterior. (0.66:0.00).

ST (98). Procesos uncinados en cuarta espina hemal: ausencia (0), rudimentarios (1), bien desarrollados (2). Los procesos uncinados están asociados a las gonapófisis, por lo tanto en los géneros como *Heterandria* y *Priapella* que tienen cuatro gonapófisis es factible observar procesos uncinados, no obstante que tres gonapófisis son característica de *Poeciliopsis*; *P. balsas* tiene la cuarta espina ligeramente inclinada con dirección anterior y abultamiento que podría ser rudimento de procesos uncinados. (0.66:0.00).

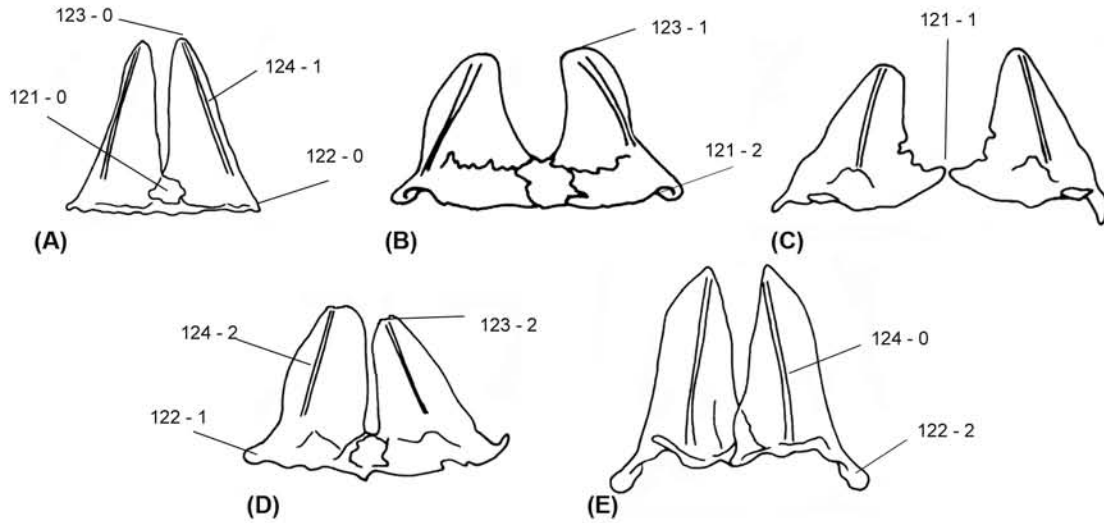


Figura 15. Cintura pélvica en vista ventral de A, *Poeciliopsis balsas* IBUNAM 6937; B, *P. monacha* USON 0609; C, *P. elongata* UCR 889; E, *P. turrubarensis* UCR 1224; E, *Heterandria bimaculata* IBUNAM 10294.

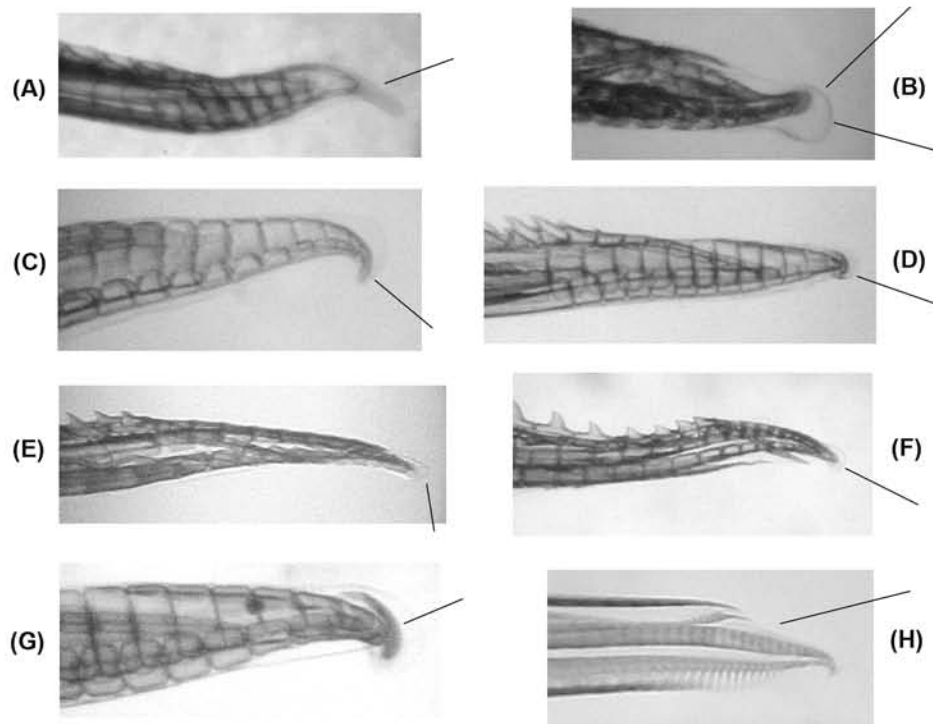


Figura 16. Gonopodio en vista lateral de A, *Poeciliopsis balsas* IBUNAM 6937; B, *P. elongata* UCR 889; C, *P. fasciata* IBUNAM 13903; D, *P. infans* IBUNAM 13619; E, *P. monacha* USON 0609; F, *P. paucimaculata* UCR 809; G, *P. turrubarensis* UCR 1224; H, *Priapella intermedia* IBUNAM 10603.



ST (99). Ubicación de procesos uncinados: cerca de la vértebra (0), media-distal (1). Una característica de los procesos uncinados en los Heterandriini, es su inserción en la parte media-distal del eje gonapofisial, mientras que en Priapellini hay una tendencia a insertarse hacia la base del eje, muy cerca de la vértebra. En *Poeciliopsis* la inserción es en la parte media del eje gonapofisial. (1.00:1.00).

ST (100). Dirección de tercer proceso uncinado respecto a la vértebra: horizontal (0), oblicua (1). En los pecilinos los procesos uncinados generalmente están dispuestos en posición paralela u horizontal respecto a la vértebra; en *Heterandria*, *Priapella* y *Poeciliopsis* se corrobora esta disposición, excepto en *P. monacha* y *P. viriosa*, con procesos uncinados notablemente dirigidos hacia arriba. (1.00:1.00).

#### COMPLEJO GONACTINOSTAL (Fig. 13)

ST (101). Forma de gonactino I: espina gruesa (0), huso curvo (1). El complejo gonactinostal consiste de una serie de modificaciones sexuales en machos de las espinas interhemales llamadas gonactinos, los cuales están internamente asociados con los basósteos y radios de la aleta anal. El primer gonactino en la mayoría de los pecílicos esta reducido y en forma espiniforme (Rosen y Bailey, 1963); en *Brachyrhaphis*, *Girardinus* y *Priapichthys* es de forma espiniforme y ligeramente gruesa, mientras que en *Poeciliopsis* es espiniforme solamente en *P. elongata*, *P. paucimaculata* y *P. retropinna*, y en forma de huso o maza en el resto de las especies. (0.50:0.80).

ST (102). Abultamiento en borde anterior de gonactino I: ausencia (0), presencia (1). El abultamiento en el borde anterior sólo está presente en *Poeciliopsis*, en tanto que la ausencia de éste es una característica de los Cyprinodontiformes. (0.50:0.80).

ST (103). Abultamiento en borde anterior de gonactino I: ausencia (0), muy desarrollado (1), poco desarrollado (2). Otra modificación en el gonactino I de *Poeciliopsis* es el desarrollo de un abultamiento en el borde anterior del gonactino, muy desarrollado en *P. baenschi*, *P. balsas*, *P. catemaco*, *P. fasciata*, *P. latidens* y *P. presidionis*, poco desarrollado en el resto de las especies, con la ausencia de abultamiento en *P. elongata*, *P. paucimaculata* y *P. retropinna*. (0.33:0.60).

ST (104). Forma de estructura laminar: de base angosta que se ensancha hacia la parte superior (1), casi rectangular (0). Los gonactinos 2, 3 y 4 están fusionados en una estructura laminar en todos los pecílicos, excepto en *Xenodexia* (Rosen y Gordon, 1953; Rosen y Bailey, 1963; Lucinda y Reis, 2005). Las diferencias en la forma de la estructura

entre los diferentes géneros se observan en la amplitud de la base y de la parte superior. Rauchenberger (1989a) y Lucinda y Reis (2005) proponen la forma de columna como sinapomórfica en *Belonesox* y *Gambusia*; en el presente estudio, *Priapella*, *Heterandria* y nueve géneros más tienen la forma rectangular. En *Poeciliopsis*, al igual que seis géneros más, la base es angosta y se ensancha hacia la parte superior, mientras que en *Priapella*, *Heterandria* y nueve géneros más es de forma rectangular. (1.00:1.00).

ST (105). Hendidura 1 en la porción distal de los gonactinos 2 y 3: pronunciada (0), moderada (1), leve (2), ausencia (3), no comparable (?). Lucinda y Reis (2005) mencionan la fusión o no del borde dorsal de los gonactinos 2 y 3 en pecílidos, siendo la fusión total la forma común entre pecílidos, entre los que se encuentra *Poeciliopsis*. En este estudio se observan comúnmente hendiduras de moderadas a leves; hendiduras pronunciadas sólo en *P. monacha* y *P. viriosa*; y ausencia de hendidura en *P. hnlickai*, *P. maldonadoi* y *P. prolifica*. En *Heterandria* y *Priapella* esta ST es no comparable por la forma cuadrangular de la estructura laminar gonactinostal. (0.44:0.44).

ST (106). Hendidura 2 en la porción distal de los gonactinos 3 y 4: pronunciada (0), moderada (1), leve (2), ausencia (3), no comparable (?). Lucinda y Reis (2005) reconocen cuatro estados para este carácter: separada (0), completamente fusionada (1), separada, excepto por una punta del gonactino 3 la cual está arqueda hacia el gonactino 4 (2), completamente fusionada, excepto por una pequeña muesca (3); y asignan el estado (1) a *Poeciliopsis*. En este estudio se observó que la porción distal de los gonactinos 3 y 4, está completamente sólo en *P. presidionis*, en las restantes especies la hendidura es de leve a moderada. En *Heterandria* y *Priapella* este carácter es no comparable por la forma cuadrangular de la estructura laminar gonactinostal. (0.50:0.20).

ST (107). Número de hendiduras en el borde dorsal de la estructura laminar: ninguna (0), una, (1), dos (2). Lucinda y Reis (2005) describen la fusión de los gonactinos 2, 3 y 4, y mencionan que este carácter presenta varias reversiones y adquisiciones independientes en el transcurso de la historia de los pecilinos. En *Poeciliopsis* el número de hendiduras permitió agrupar 3 especies con una, 16 con dos, y 3 con ninguna hendidura. Estos estados de carácter indican fusión parcial de los gonactinos, contrario a lo encontrado por Lucinda y Reis (2005). (0.33:0.00).

ST (108). Longitud de gonactino X: significativamente pequeño (0), mitad del IX (1), 1/3 (2). En el complejo gonactinostal, del gonactino II al IV forman la estructura laminar, del V al IX son libres de forma alargada y van disminuyendo en tamaño, el X es considerablemente pequeño en comparación a los anteriores. En *Poeciliopsis* el gonactino

X es menor a 1/3 en la longitud del IX. En *Heterandria* y *Priapella* alcanza la mitad de la longitud del IX. (0.33:0.42).

ST (109). Base del gonactino V al VII con pequeñas extensiones laminares: ausencia (0), presencia (1). Algunos *Poeciliopsis* tienen la parte ventral-posterior de los gonactinos V al VII con pequeñas extensiones laminares, en tanto que otros carecen de ellas. Ghedotti (2000) describe bordes o pestañas anteriores y posteriores en la porción ventral de los gonactinos VII, VIII y IX, no menciona la longitud de los bordes, pero los esquemas muestran que cubren al menos  $\frac{3}{4}$  partes del gonactino; por la posición que tienen podría considerarse que en *Poeciliopsis* estos bordes, cuando están presentes, han quedado reducidos a la parte ventral posterior del gonactino. (0.14:0.40).

ST (110). Número de radiales (= baseósteos) en gonopodio: 6-7 (0), 4 (1), 5(2). Los baseósteos son pequeños huesos entre los gonactinos y los radios anales. En *Poeciliopsis* es común encontrar cinco, excepto en *P. baenschi*, *P. lucida* y *P. viriosa* con cuatro baseósteos, y *P. infans*, *P. lutzi* y *P. turneri* con seis baseósteos. (0.28:0.00).

ST (111). Extensiones laminares superiores dirigidas hacia atrás en radiales: ausencia (0), presencia (1). Los huesos que sostienen a los radios anales denominados radiales presentan extensiones óseas de forma laminar que cubren parte del siguiente radial posterior. (0.25:0.00).

#### CINTURA Y ALETA PECTORAL (Fig. 14)

ST (112). Base de posttemporal: reducida (0), amplia sobresale del cleitro (1). En pecílidos el posttemporal es un hueso espiniforme con la base simple o bífida, Ghedotti (2000) describe el brazo ventral del posttemporal osificado cuando se forma en la base una delgada extensión ósea (= bífida), y no osificada cuando es un hueso espiniforme. Lucinda y Reis (2005) mencionan que la forma bífida es común entre los Cyprinodontiformes. En *Poeciliopsis* se corrobora la generalidad, con el detalle de la amplitud de la base, que puede ser reducida pero siempre mayor a la parte superior del posttemporal como se observa en *P. baenschi*, *P. occidentalis* y *P. paucimaculata*; o muy amplia cuando sobresale del cleitro en el resto de las especies aquí analizadas. (0.20:0.00).

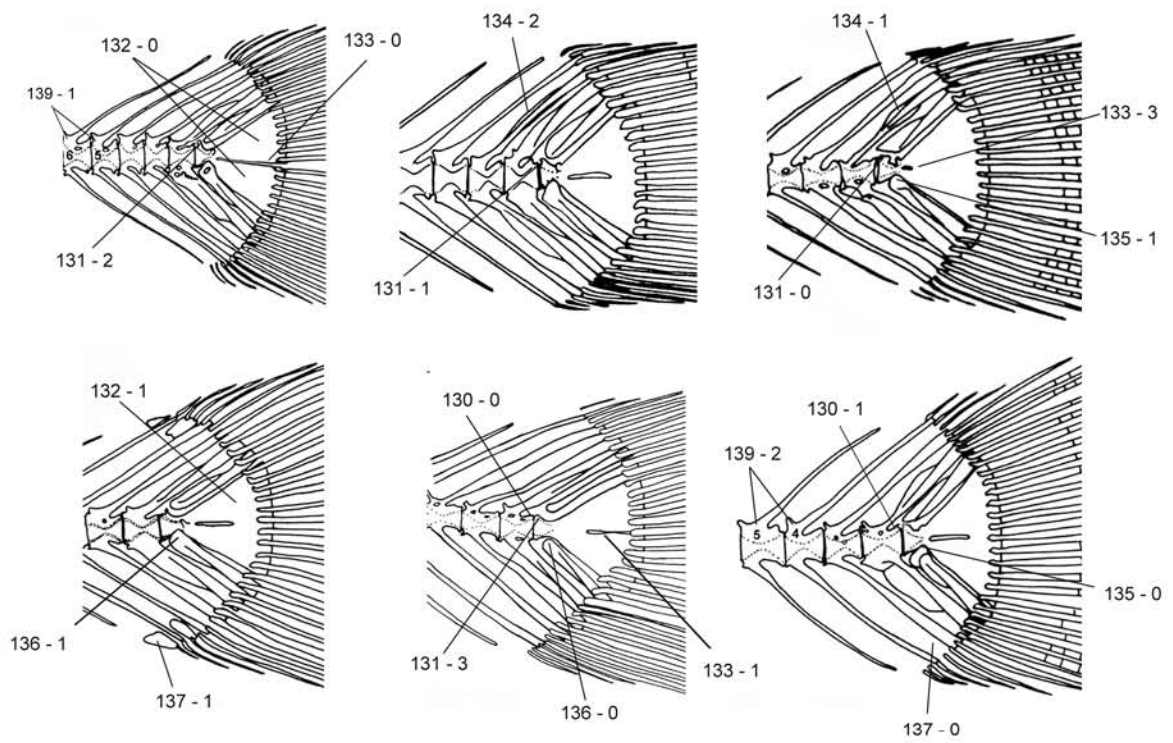


Figura 17. Complejo hipural y aleta caudal en vista lateral de A, *Poeciliopsis elongata* UCR 889; B, *P. lutzi* IBUNAM 8928; C, *P. monacha* USON 0609; D, *P. occidentalis* ASU 12548; E, *P. presidionis* ENCB-IPN 1481; F, *Heterandria bimaculata* IBUNAM 10294. Las líneas indican el número y estado de la serie de transformación.

ST (113). Brazo ventral del posttemporal: ausencia (0), delgado (1), redondo (2). La forma delgada está presente en casi la mitad de las especies de *Poeciliopsis*, la otra mitad corresponde a la forma redonda. La ausencia de brazo ventral en el posttemporal la tienen *P. baenschi* y *P. paucimaculata*. (0.16:0.00).

ST (114). Forma del supracleitro: redondo (0), triangular (1), ovalado (2), lágrima (3). Ghedotti (2000) discute la forma del supracleitro en pecílidos con respecto a la descripción que hace Stiassny (1993) del supracleitro reducido, y encuentra que el supracleitro redondo está presente en todos los pecílidos, excepto en *Micropanchax*, *Lamprichthys*, *Platypanchax* y *Pantanodon*, en quienes el supracleitro es elongado. En *Poeciliopsis* se identificaron cuatro formas diferentes de supracleitro, incluidas las descritas por Ghedotti (2000); 10 especies tienen supracleitro triangular, seis en forma de lágrima, cuatro supracleitro ovalado y sólo *P. baenschi* tiene supracleitro redondo. Para Costa (1998) el supracleitro expandido en la parte ventral es primitivo para los pecílidos, forma muy semejante a la descrita como triangular o de lágrima en *Poeciliopsis*. (0.25:0.18).

ST (115). Proceso cleitral: redondo (0), bilobulado 1 (1), bilobulado 2 (2). Costa (1998) y Ghedotti (2000) señalan una muesca ventral en la extensión posterior del cleitro (=proceso cleitral), exclusiva de godeidos y fundúlidos, mientras en los demás Cyprinodontiformes la extensión posterior del cleitro es redonda o con una ligera curvatura ventral. En *Poeciliopsis* el proceso cleitral es redondo en sólo cuatro especies; bilobulado con los lóbulos iguales en 10 especies; bilobulado con el lóbulo superior mayor que el inferior en 7 especies. El proceso cleitral bilobulado en *Poeciliopsis* podría compararse con la ligera curvatura ventral de Ghedotti (2000), aunque en los esquemas que muestra este autor los extremos de la curvatura son agudos y no redondos, excepto en *Micropanchax*, la cual es muy semejante a *Poeciliopsis*. (0.22:0.30).

ST (116). Forma y tamaño de foramen escapular: ovalado (0), redondo (1). Rauchenberger (1989a) describe para *Gambusia* un foramen escapular ovalado con eje longitudinal anterior-posterior. Parenti (1981) y Ghedotti (2000) no describen el foramen escapular, pero mediante los esquemas que muestran, se observa un foramen ovalado en pecílidos semejante al de Rauchenberger (1989a). Costa (1998) tampoco describe el foramen, pero sus dibujos muestran el foramen ovalado los Cyprinodontoidei *Fundulus* y *Cubanichthys*, y redondo en *Profundulus*. En *Poeciliopsis* el foramen escapular es generalmente ovalado. Únicamente *P. catemaco*, *P. elongata*, *P. presidionis* y *P. viriosa* tienen foramen escapular redondo. (0.25:0.00).

ST (117). Unión entre coracoides y escápula: bien definida (0), no bien definida (1). En la mayoría de los pecílidos existe una evidente y marcada separación entre el coracoides y la escápula. Éste es un carácter que no se trata en la literatura. Sin embargo, en los dibujos que presentan Parenti (1981), se observa una fusión total entre ambos huesos en el pecílido *Tomeurus gracilis*, una fusión parcial en el ciprinodóntido *Aplocheilus panchas* y en el aploquélido *Rivulus hartii*. En la mitad de las especies de *Poeciliopsis* el coracoides y la escápula están completamente separados, mientras que en la otra mitad hay una fusión parcial anterior. (0.20:0.60).

ST (118). Longitud de la fosa entre el cleitro y el coracoides en la extensión inferior del cleitro: una vez (0), dos veces (1), casi 3 (2), menos de 1 (3), más de 4 (4). El cleitro en los Cyprinodontiformes tiene la parte inferior más amplia que el centro; dicha amplitud está dada por la expansión del borde posteroventral del cleitro. Esta expansión tiene una longitud igual el espacio libre entre el cleitro y el coracoides en ocho especies de *Poeciliopsis*; es dos veces mayor en seis especies; casi tres veces mayor en sólo dos especies; cuatro veces mayor en únicamente una especie; y considerablemente menor a una vez en tres especies. En *Heterandria* y *Priapella* junto con otros pecílidos la expansión posteroventral del cleitro está poco desarrollada, lo que aumenta de forma notable el espacio libre. (0.50:0.55).

ST (119). Radiales en forma de cubo fusionados: ninguno (0), 1-2 (1), 3-4 semifusionados (2). Ghedotti (2000) señala tres o cuatro radiales libres en Cyprinodontiformes; cuando son tres el cuarto está fusionado a la escápula. En *Poeciliopsis* se observaron cuatro radiales; en la mayoría de las especies están libres, semifusionados el 3 y 4 en *P. balsas*, y fusionados el 1 y 2 en *P. baenschii*, *P. latidens* y *P. viriosa*. (0.50:0.00).

ST (120). Número de radios pectorales insertados en los radiales: 8-9 (0), 10-11 (1), 12-13 (2), 7 (3). Parenti (1981) contabiliza menos de 20 radios en la aleta pectoral en los Cyprinodontiformes. En este estudio *Poeciliopsis* tiene 8-19 radios pectorales, de los cuales 8 a 13 están insertados en los radiales: 12 especies tienen entre 8 y 9 radios insertados a los radiales, ocho especies tienen de 10 a 12, y tres especies de 12 a 13 radios. Sólo *Gambusia* tiene 7 radios pectorales insertados en los radiales. (0.30:0.30).

#### CINTURA Y ALETA PÉLVICA (Fig. 15)

ST (121). Procesos mediales en basipterigios en machos: sobrepuestos y semifusionados (0); libres (1), fusionados (2). Ghedotti (1998) describe solapamiento de los procesos mediales en todos los Anablepidae, con excepción de *Anableps* con procesos mediales

separados. Posteriormente, Ghedotti (2000) menciona sobrelapamiento de los procesos mediales en la mayoría de los Cyprinodontiformes; agregando que hay fusión de ambos huesos en *Pantanodon madagascariensis*, *Tomeurus gracilis*, *Poeciliopsis latidens* y *Phallichthys amates*; y corrobora la separación de procesos mediales en *Anableps dowi*. En este estudio se observa que *Poeciliopsis* tiene procesos mediales sobrepuestos y semifusionados; excepto en *P. fasciata*, *P. gracilis*, *P. infans*, *P. lucida*, *P. lutzi* y *P. monacha*, en las que si hay fusión completa de ambos huesos. Se consideraron semifusionados cuando están sobrepuestos con los bordes libres y el centro fusionado, y fusionados cuando es un solo hueso. (0.33:0.00).

ST (122). Procesos dorsolaterales de basipterigios en machos: ausentes (0), reducidos (1), amplios doblados hacia el centro del hueso (2). Rauchenberger (1989a) describe al basipterigio en *Gambusia* desde diferentes ángulos, denominando proceso dorsal al proceso ubicado en la porción posterodorsal del hueso, es de forma angulada anterior o posteriormente, plana o cuadrada; es fácil de observar cuando el basipterigio está en posición lateral. Lucinda y Reis (2005) describen tres formas diferentes de los procesos dorsolaterales en Cyprinodontiformes; lo común son procesos dorsolaterales apenas desarrollados o faltantes (0). En *Tomeurus*, *Heterandria*, *Neoheterandria*, *Belonesox*, *Poeciliopsis* y *Phalloceros* el proceso es grande (1). En *Phalloptychus* es enorme, casi tan largo como el basipterigio (2). Lucinda y Reis (2005) mencionan que el estado (1) se ha desarrollado independientemente en los diferentes grupos donde se presenta. Los resultados de este estudio corroboran parcialmente lo propuesto por Lucinda y Reis (2005) para *Poeciliopsis*. Se agrega el estado ausencia de procesos en *P. baenschi*, *P. occidentalis* y *P. retropinna*; y reducidos en *P. balsas*, *P. hnilickai*, *P. latidens*, *P. lutzi* y *P. presidionis*. (0.25:0.00).

ST (123). Ápice anterior del basipterigio: puntiagudo (0), achatado (1), sinuoso (2). Lucinda y Reis (2005) ilustran las diferentes formas de la punta anterior del basipterigio en Cyprinodontiformes; identificando cuatro formas principales: aproximadamente triangular y redondeada, claramente puntiaguda; sinuosa y, claramente redonda y aquillada. La forma común es claramente puntiaguda. *Poeciliopsis* y *Phalloptychus* tienen punta claramente redonda y aquillada. En casi un tercio de las especies analizadas en este estudio se corrobora esta descripción; en las especies restantes la mitad muestra la forma triangular y redondeada y la otra mitad tiene la punta anterior del basipterigio es sinuosa, como *P. baenschi*. (0.20:0.27).

ST (124). Quilla dorsal en el basipterigio: central (0), lateral (1), semilateral (2). Muchos ciprinodontiformes carecen de quilla en el basipterigio, otros la han adquirido independientemente, como *Scolichthys*, *Pamphorichthys* y el ancestro de *Poeciliopsis* y *Phalloptychus* (Lucinda y Reis, 2005). Estos mismos autores describen la quilla en posición lateral cuando esta presente. Por observaciones en las diferentes especies de *Poeciliopsis* se determinó que la posición de la quilla es al centro, lateral y semilateral en el basipterigio; esta última posición la tienen 12 especies de *Poeciliopsis*. (0.20:0.20).

#### GONOPODIO (Fig. 16)

ST (125). Gonopodio en forma de tubo: ausencia (0), presencia (1). Una de las características mediante la cual se identifica a algunos pecilinos es la modificación de los radios anales 3, 4 y 5 en un órgano reproductor llamado gonopodio (Rosen y Bailey, 1963; Parenti, 1981; Ghedotti, 2000). En algunos este órgano es asimétrico, en tanto que otros tienen la aleta anal simétrica (Ghedotti, 1998). La asimetría está relacionada con el doblamiento de los radios anales en forma de un tubo cerrado o semicerrado, presente sólo en *Phalloptychus*, *Carlhubbsia*, *Poeciliopsis* y variable en *Neoheterandria* y *Phallichthys* (Rosen y Bailey, 1963); la posición de la abertura del canal o tubo es característica en cada uno de ellos; por ejemplo, en *Phalloptychus*, *Poeciliopsis* y *Quintana* la abertura es en el lado izquierdo, mientras que en *Carlhubbsia* está en el lado derecho (Rosen y Bailey, 1959). (1.00:1.00).

ST (126). Segmentos subdistales de radio 3 fusionados en uno solo: ausencia (0), presencia (1). La generalidad en *Poeciliopsis* es la fusión de tres a seis segmentos en el radio 3 del gonopodio, no obstante, se observó que no hay fusión de ningún segmento en *P. elongata*, *P. paucimaculata* y *P. retropinna*. Al parecer sólo *Poeciliopsis* presenta fusión de segmentos subdistales en el radio 3, ya que los demás ciprinodontiformes tienen los segmentos separados. Lucinda y Reis (2005) en su detallado análisis osteológico de Cyprinodontiformes mencionan fusión de segmentos distales en los radios 6 y 7 solamente. (1.00:1.00).

ST (127). Estructura cartilaginosa en la parte distal del radio 3: ausencia (0), uña libre (1), uña pegada al último segmento (2), pico al final del último segmento (3). Algunos pecílidos como *Heterandria*, *Limia*, *Cnesterodon*, *Phallotorynus* y *Phalloceros*, presentan una estructura accesoria membranosa en la punta del gonopodio cubriendo los radios 4 y 5; en tanto que la mayoría de los Cyprinodontiformes carecen de esta estructura (Rosen y Bailey, 1963; Lucinda y Reis, 2005). Álvarez (1970) utiliza en la clave de identificación de *Poeciliopsis* un segmento terminal más largo en forma de media luna para *P. gracilis*, *P.*



*lucida*, *P. occidentalis* y *P. infans*. En este estudio se observó que el segmento terminal que menciona Álvarez (1970), es en realidad una estructura membranosa ligeramente sobrepuesta a los últimos segmentos, además también esta presente en *P. catemaco*, *P. hnilickai*, *P. prolifica*, *P. turneri* y *P. turrubarensis*; ligeramente pegada al último segmento en *P. lutzi* y *P. scarlli*; o en forma de pico al final del último segmento en *P. balsas*. (0.66:0.77).

ST (128). Últimos segmentos del gonopodio: rectos (0), formando un arco (1), ligera inclinación (2). El plano general de gonopodio en *Poeciliopsis* es relativamente simple y recto, con los últimos segmentos alineados formando un arco con dirección ventral en *P. baenschi*, *P. fasciata* y *P. presidionis*, o ligeramente inclinados en *P. elongata*, *P. occidentalis* y *P. retropinna*. (1.00:1.00).

ST (129). Segmento basal del radio 5 cubierto por el basal del radio 4, de tal manera que parecen uno solo: ausencia (0), presencia (1). Los radios anales son amplios en la parte basal, justo en su inserción con los radiales medios. En *Poeciliopsis* la parte basal posterior del radio 4 posee procesos laterales que cubren la parte basal del radio 5, pareciendo a simple vista que están fusionados. En *Heterandria*, *Priapella* y *Gambusia* las porciones basales de los radios 4 y 5 están separadas. (1.00:1.00).

#### COMPLEJO HIPURAL (Fig. 17)

ST (130). Prolongaciones óseas retrorsas en borde dorsal del centro pleural 2: ausencia (0), presencia (1). Algunos Cyprinodontiformes tienen prolongaciones óseas retrorsas en el borde dorsal del centro pleural 2, principalmente cuando la espina neural insertada en este centro pleural es amplia. *Poeciliopsis* tiene espina neural del centro pleural 2 amplia, pero puede o no tener prolongaciones óseas. *Heterandria*, *Priapella* y *Gambusia* no tienen prolongaciones óseas semejantes a las de *Poeciliopsis*, porque la base de la espina neural es amplia, principalmente en *Priapella*. (0.14:0.40).

ST (131). Altura de prolongaciones óseas: no alcanza el borde inferior de epural (0), alcanza el borde inferior de epural (1), sobrepasa el borde inferior (2), ausencia (3). Las prolongaciones óseas en el dorso del centro terminal están bien desarrolladas cuando su altura es mayor al borde inferior de la epural como el *P. elongata*, *P. fasciata*, *P. latidens* y *P. retropinna* (2); no alcanzan el borde inferior de la epural en *P. balsas*, *P. catemaco*, *P. gracilis*, *P. hnilickai*, *P. infans*, *P. lutzi*, *P. monacha*, *P. prolifica*, *P. scarlli*, y *P. turrubarensis* (0); están medianamente desarrolladas cuando su altura igual al borde

inferior de la epural, como en *P. baenschii*, *P. occidentalis*, *P. paucimaculata*, *P. turneri* y *P. viriosa*; finalmente, están ausentes en *P. presidionis*. (0.30:0.12).

ST (132). Fusión de placas hipurales: formando elementos hipurales simétricos ventral-dorsal (0), fusionadas formando una sola placa continua (1). Costa (1998) identifica la fusión de los elementos hipurales en una sola placa hipural en todos los Cyprinodontiformes, excepto en algunos anablépidos, menciona que algunos pecílidos tienen una fisura media horizontal restringida a la porción anterior. *Poeciliopsis* incluye uno y otro estados descritos por Costa (1998), las especies que tienen elementos hipurales simétricos son *P. elongata*, *P. infans*, *P. lucida*, *P. paucimaculata*, *P. presidionis*, *P. retropinna*, *P. scarlli* y *P. turrubarensis*; en el resto de las especies se observa la generalidad de elementos hipurales fusionados en una placa. (0.27:0.27).

ST (133). Longitud de fisura media horizontal en placa hipural: bipartita (0), abertura mas de  $\frac{1}{2}$  de la placa (1),  $\frac{1}{2}$  (2), menos de  $\frac{1}{2}$  (3). Ghedotti (2000) y Lucinda y Reis (2005) encuentran que existen formas intermedias entre la fusión total de la placa hipural y los elementos hipurales simétricos ventral-dorsal, de esta manera apoyan lo descrito por Costa (1998) de una fisura media horizontal en la placa hipural en algunos pecílidos. Ellos agregan que la placa puede ser parcialmente fusionada con una abertura elongada. En *Poeciliopsis* la abertura es de tres longitudes: más de la mitad en *P. latidens*; la mitad en longitud de la placa hipural en *P. luzzi* y *P. occidentalis*; menos de la mitad de la placa hipural en *P. baenschii*, *P. balsas*, *P. catemaco*, *fasciata*, *P. gracilis*, *P. hnilickai*, *P. monacha*, *P. prolifica*, *P. turneri* y *P. viriosa*. Cabe mencionar que la placa es totalmente bipartita en *P. presidionis* y *P. elongata*; con tendencia a fusionarse en la parte posterior por una disminución en la abertura entre ambos elementos hipurales en la parte posterior de la placa en *P. infans*, *P. lucida*, *P. retropinna*, *P. scarlli* y *P. turrubarensis*. (0.33:0.40).

ST (134). Extensiones laminares anteriores en: epural- espina hemal<sub>2</sub>, pariphural (0), espina neural<sub>2</sub>, epural-espina hemal<sub>2</sub>, epural (1), espina neural 2,3, epural-espina hemal<sub>2</sub>, 3, pariphural (2). Costa (1998) describe espinas neurales y hemales del centro pleural 2 más anchas que la espina anterior respectiva, en todos los Cyprinodontiformes, excepto en dos rivúlidos y algunos aploquélidos. En *Poeciliopsis* se observaron extensiones laminares anteriores en epural, y espinas neural y hemal 3, incluyendo la espina neural y hemal 2 de Costa (1998). Las extensiones laminares son las que le dan la anchura a las espinas. En las diferentes especies de *Poeciliopsis* se detectaron varias combinaciones de la presencia de extensiones laminares en las espinas. (0.22:0.12).

ST (135). Base de parahipural: angulada (0), redonda (1). En Cyprinodontiformes la base de la parahipural es robusta con procesos dorsales pares sobrepuestos al centro preural (Costa, 1998). La base robusta a su vez es angulada en la mitad de especies de *Poeciliopsis*, las especies restantes tienen la base de la parahipural redonda. (0.12:0.12).

ST (136). Parahipural sobrepuesta al centro pleural: ausencia (0), presencia (1). Costa (1998) describe la base de la parahipural sobrepuesta al centro preural en Cyprinodontiformes, excepto en ciprinodóntidos donde usualmente no hay contacto, o sólo un leve contacto. En este estudio, *Poeciliopsis* presenta sobrepuesta la parahipural en centro preural, excepto en *P. presidionis* y *P. viriosa*. (0.50:0.00).

#### ALETA CAUDAL (Fig. 17)

ST (137). Cartílago accesorio entre las espinas neurales y hemales: ausencia (0), presencia (1). Costa (1998) reconoce la presencia de cartílago accesorio en Cyprinodontiformes, excepto en Aplocheilidae. Ghedotti (2000) apoya lo propuesto por Costa (1998) y analiza la talla del cartílago accesorio distal entre las espinas neurales 3 y 4. En este estudio sólo se encontró cartílago en la parte distal en *Poeciliopsis baenschi*, *P. fasciata*, *P. infans*, *P. monacha*, *P. occidentalis*, *P. paucimaculata*, *P. retropinna* y *P. turneri*. (0.20:0.60).

ST (138). Cartílago accesorio entre las espinas neurales y hemales: ausencia (0), 3 y 4 (1), 3.4.5.6 (2). Cuando el cartílago está presente en *Poeciliopsis*, se encuentra distribuido entre las espinas neurales y hemales 3 y 4 en *P. baenschi* y *P. paucimaculata*; entre las espinas neurales y hemales 3, 4, 5 y 6 en *P. fasciata*, *P. infans*, *P. monacha*, *P. occidentalis*, *P. retropinna* y *P. turneri*. (0.25:0.25).

ST (139). Radios de la aleta caudal en relación con espinas neurales y hemales insertados en centros pleurales: 4 (0), 5-6 (1), 4-5 (2), 3-4 (3). *Poeciliopsis* tiene de 24 a 38 radios en la aleta caudal, de los cuales los ubicados en los extremos superior e inferior están insertados entre las espinas neurales y hemales. (0.30:0.12).

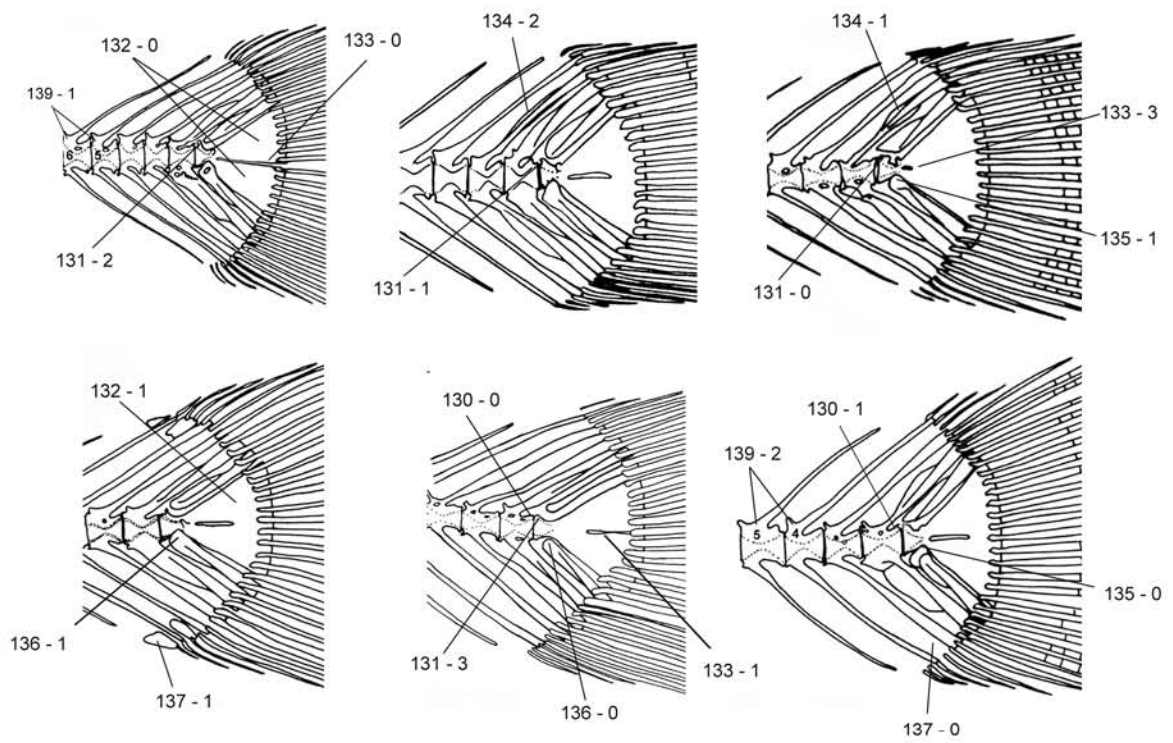


Figura 17. Complejo hipural y aleta caudal en vista lateral de A, *Poeciliopsis elongata* UCR 889; B, *P. lutzii* IBUNAM 8928; C, *P. monacha* USON 0609; D, *P. occidentalis* ASU 12548; E, *P. presidionis* ENCB-IPN 1481; F, *Heterandria bimaculata* IBUNAM 10294. Las líneas indican el número y estado de la serie de transformación.

## INTERPRETACIÓN DE LA FILOGENIA

**Análisis filogenético con caracteres morfológicos.** Se obtuvieron dos árboles igualmente parsimoniosos, con una longitud de 797 pasos, un índice de consistencia de 0.33 y un índice de retención de 0.40 (Figs. 18 y 19). El cladograma de consenso (Fig. 20), tiene una longitud de 799 pasos, un índice de consistencia de 0.33 y un índice de retención de 0.40. El cladograma de consenso muestra la monofilia del género *Poeciliopsis* apoyada en 22 caracteres sinapomórficos, de los cuales 8 son estrictas y 14 semiestrictas (Fig. 21).

Los dos cladogramas más parsimoniosos tienen dos áreas de incongruencia, entre los grupos (*P. scarlli*, *P. infans*, *P. turrubarensis*), (*P. turneri*, *P. elongata*, *P. paucimaculata*, *P. retropinna*) y (*P. catemaco*, *P. hnilickai*, *P. gracilis*, *P. lutzii*); los grupos se mantienen como tales pero cambian las relaciones entre ellos. Tal incongruencia se manifiesta en una tricotomía en el cladograma de consenso. La topología del cladograma de consenso (Fig. 20) difiere de la clasificación tradicional de Rosen y Bailey (1963), Rauchenberger (1989a) y de la más recientemente propuesta por Mateos *et al.* (2002). Cabe mencionar que a nivel de complejos algunos de los grupos se mantienen sin cambios. como (*P. monacha* y *P. viriosa*), (*P. catemaco*, *P. hnilickai*, *P. gracilis* y *P. lutzii*), así como (*P. elongata*, *P. paucimaculata* y *P. retropinna*), estas últimas asignadas al subgénero *Aulophallus* por Rosen y Bailey (1963), Rauchenberger (1989a) y Mateos *et al.* (2002). En este análisis de caracteres morfológicos el subgénero *Aulophallus* se encuentra colocado como grupo hermano de *P. turneri*.

**Análisis filogenético con caracteres moleculares.** Se obtuvo un solo cladograma, con una longitud de 4219 pasos, un índice de consistencia de 0.60 y un índice de retención de 0.59. En el cladograma con caracteres moleculares (Fig. 22A), el agrupamiento y la ordenación de las especies corrobora parte de lo propuesto en la clasificación de Rosen y Bailey (1963) así como por Rauchenberger (1989b). El árbol de consenso mostró que los representantes de las tribus Poeciliini, Gambusiini y Heterandriini forman clados diferentes. Dentro de los heterandriini, *Poeciliopsis* es un grupo monofilético que tiene dos nodos basales (**S**) *Aulophallus* y (**D**) *Poeciliopsis*. A su vez, *Poeciliopsis* está integrado por seis nodos: el nodo **F** representa a (*P. infans*, (*P. prolifica*, (*P. lucida* *P. occidentalis*))). El nodo **I** a (*P. monacha*, *P. viriosa*). El nodo **K** a (*P. baenschi*, (*P. fasciata*, *P. latidens*)). El nodo **N** integra a (*P. scarlli*, *P. turrubarensis*). En el nodo **P** se encuentran (*P. gracilis*, (*P. hnilickai*, *P. catemaco*)). Al nodo **R** lo componen (*P. turneri*, *P. presidionis*).

*Heterandria* se coloca como grupo hermano de *Poeciliopsis*, lo que confirma su inclusión en la tribu Heterandriini. De acuerdo a este estudio, *Gambusia* esta más cercanamente relacionada con los Heterandriini. *Poecilia butleri* representa el grupo basal de los taxones analizados en esta filogenia, a su vez, es el más alejado de *Poeciliopsis*.

### **Análisis filogenético de evidencia total**

*Prueba de homogeneidad.* El resultado de la prueba mostró un valor estadísticamente significativo ( $P = 0.01$ ;  $\alpha = 0.05$ ), lo cual indica que hay homogeneidad entre los datos morfológicos y moleculares.

Los caracteres morfológicos (139) y moleculares (Citb y ND2)(2213 pb) se incluyeron en un análisis de datos combinados o evidencia total, sin asignar peso diferencial a ningún carácter. Como resultado se obtuvieron cuatro árboles igualmente parsimoniosos con una longitud de 4107 pasos, un índice de consistencia de 0.46 y de retención de 0.56. Se obtuvo a su vez un cladograma de consenso estricto con una longitud de 5257 pasos, un IC = 0.36 y un IR = 0.33 (Fig. 23).

Dentro de los resultados de mayor relevancia están que la hipótesis filogenética de monofilia de *Poeciliopsis* como grupo natural se fortalece y se reafirma la categoría de los subgéneros *Poeciliopsis* y *Aulophallus*, con una robustez en los clados del 88 al 96 % de bootstrap; en coincidencia con la clasificación tradicional de Rosen y Bailey (1963), y apoyados con evidencia molecular por Mateos *et al.* (2002). Sin embargo, continúan sin resolverse totalmente las relaciones interespecíficas, aproximadamente el 60 % de las especies se integran a algún grupo o complejo y el resto se incluyen en un grupo no resuelto formado por *P. catemaco*, *P. hnilickai*, *P. occidentalis*, *P. lucida*, *P. infans* y *P. maldonadoi*.

En el subgénero *Poeciliopsis* se identifican cinco clados con valor de robustez del 50 al 96% de bootstrap: (*P. baenschi* (*P. latidens*, (*P. fasciata*, *P. balsas*))); (*P. turneri*, *P. presidionis*); (*P. gracilis*, *P. lutzii*); (*P. scarlli*, *P. turrubarensis*); (*P. monacha*, *P. viriosa*).

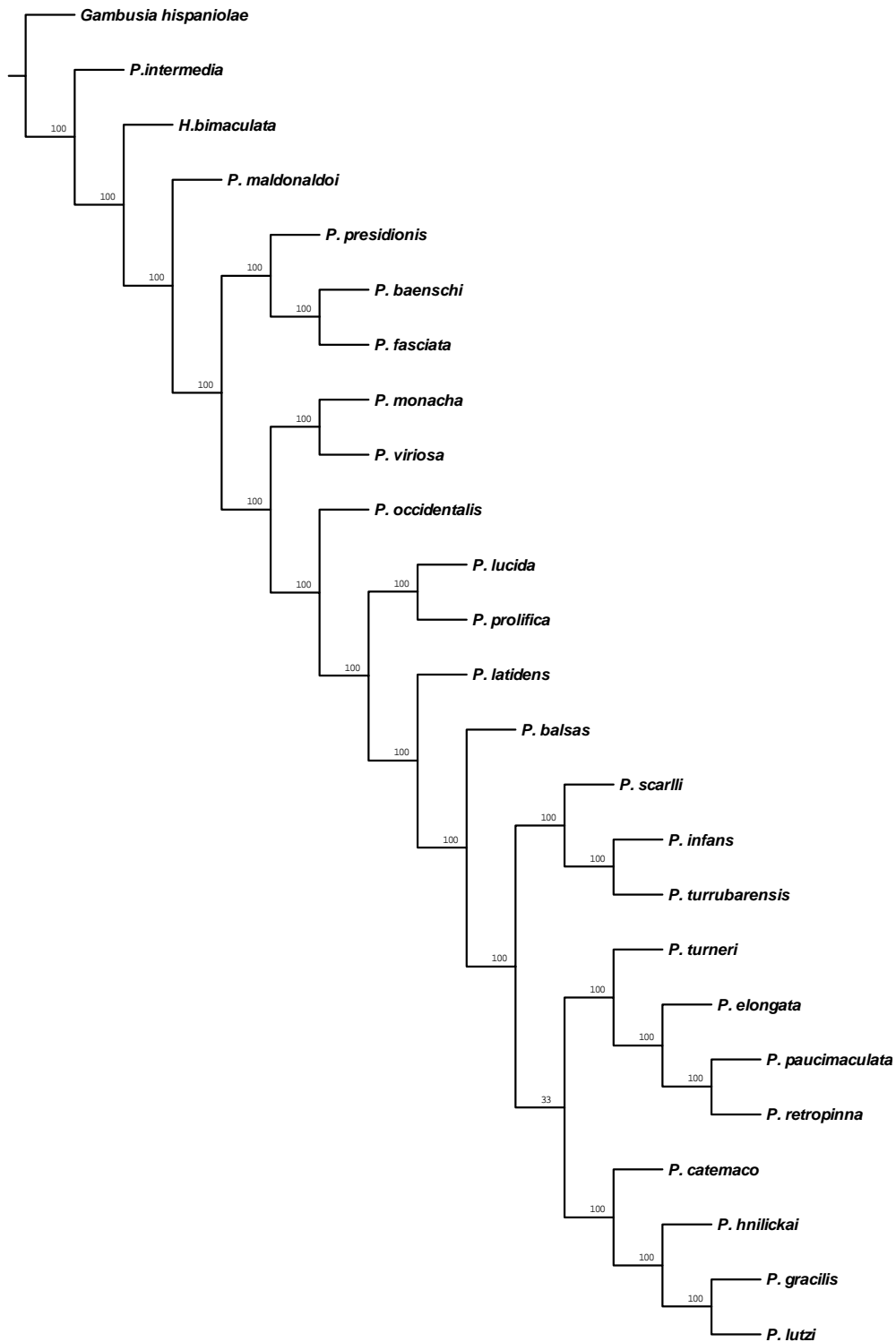


Figura 18. Resultado del análisis de parsimonia para 139 caracteres morfológicos, todos fueron analizados como no ordenados. El cladograma 1 tiene una longitud (L) de 797 pasos, IC = 33 y un IR = 40.

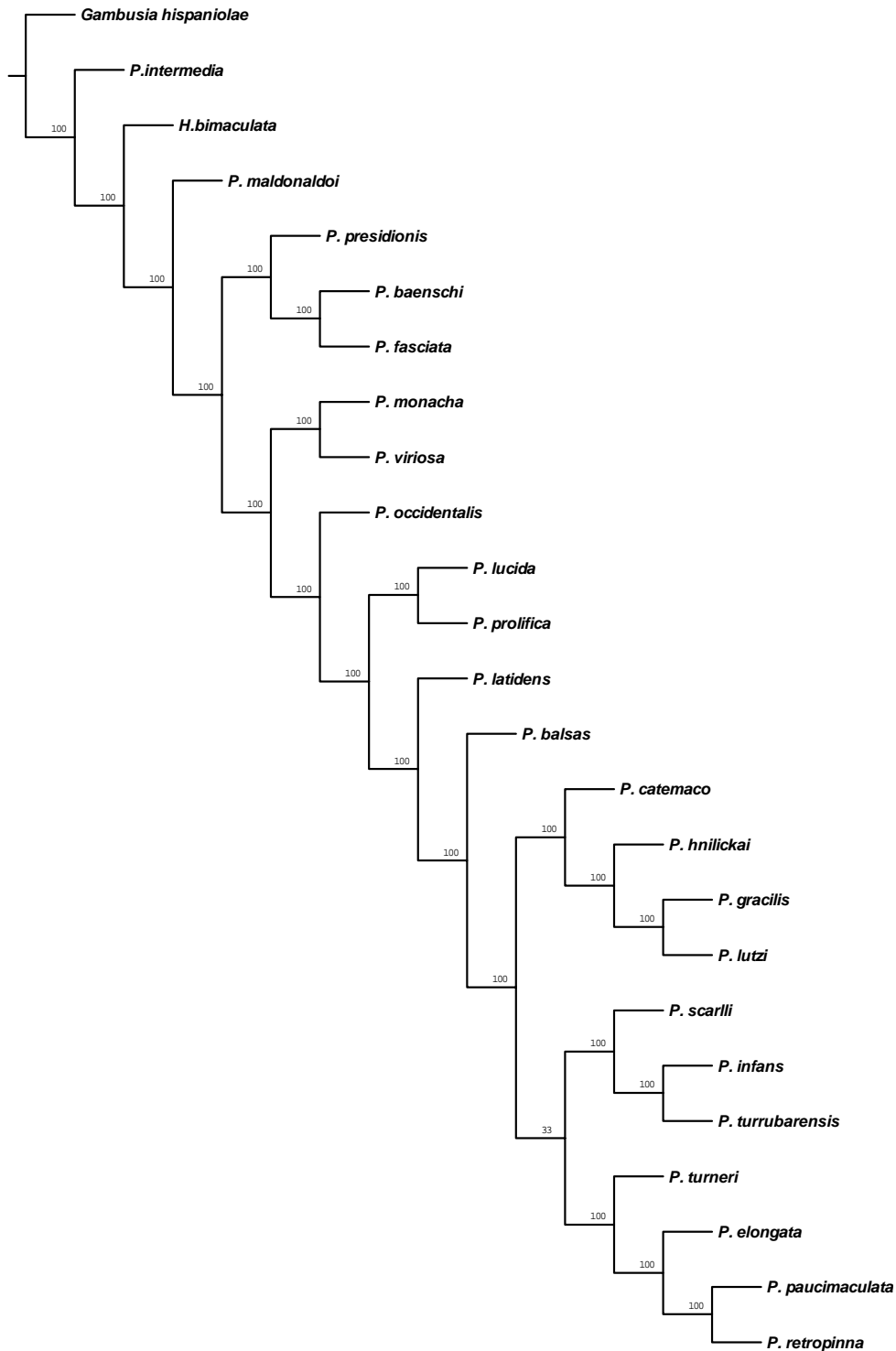


Figura 19. Resultado del análisis de parsimonia para 139 caracteres morfológicos, todos fueron analizados como no ordenados. El cladograma 2 tiene una longitud (L) de 797 pasos, IC = 33 y un IR = 40.



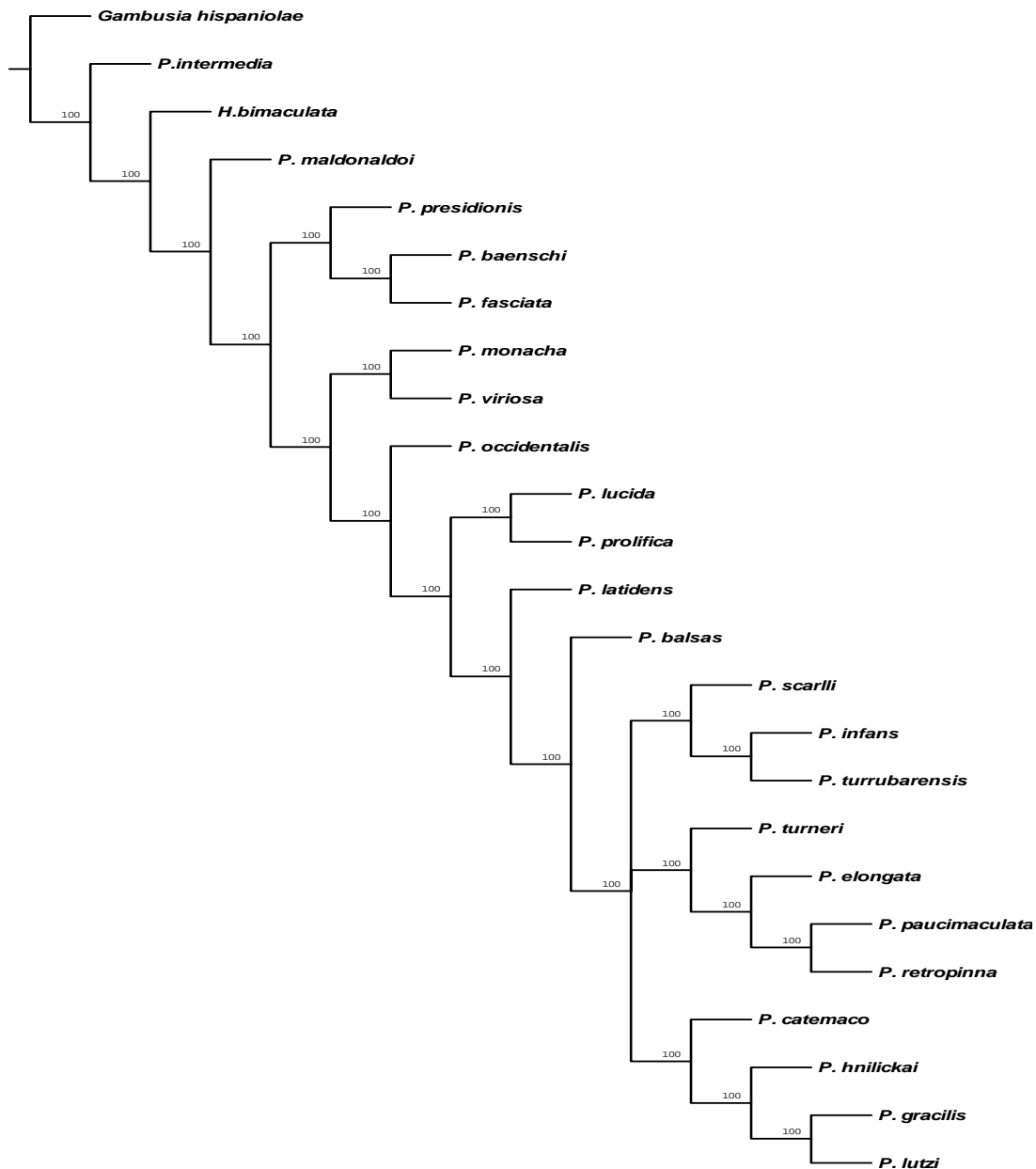


Figura 20. El cladograma de consenso del análisis de parsimonia de 139 caracteres morfológicos, todos fueron considerados como no ordenados, con una longitud de 799 pasos, un índice de consistencia de 0.33 y un índice de retención de 0.40. Los valores sobre las ramas corresponden a bootstrap.

Con respecto a los grupos externos se observa que la topología identificó a (*Priapella*, *Heterandria*) como grupo hermano de *Poeciliopsis*. Finalmente, *Gambusia* es el grupo hermano de (*Poeciliopsis* (*Priapella*, *Heterandria*)).

## DISCUSIÓN

Morfológicamente los pecílidos son un grupo homogéneo; por lo que pequeñas variaciones en algunos de los caracteres conducen a una gran cantidad de homoplasias mismas que fueron detectadas en el análisis de parsimonia. Tales estados de carácter suelen ser descritos erróneamente (diferentes estados confundidos como uno solo) o bien ser el resultado de una conjunción de eventos evolutivos independientes conducidos hacia una misma expresión morfológica, o una reexpresión de estados ancestrales, es decir, serían caracteres atávicos (Stiassny, 1992). Es evidente que en una gran cantidad de estudios filogenéticos (Campos-da-Paz y Albert, 1998; Kullander, 1998; Ghedotti, 2000), los estados de carácter homoplásicos forman una parte importante del total de caracteres analizados, mismos que pueden reducir la resolución potencial de los árboles. Cabe mencionar que cuando el índice de consistencia es bajo, como en el caso de *Poeciliopsis* (IC = 0.33), puede ser resultado entre otros factores del alto número de taxones (25) y caracteres (139), ya que el valor de IC es inversamente proporcional al número de taxones y caracteres (Morrone, 2000). Sin embargo, aún cuando el valor del índice de consistencia sea bajo o alto, los valores proporcionan información del comportamiento de los caracteres en una serie de transformación, aportando evidencia de la robustez del carácter, es decir, si los caracteres que definen ramas han tenido una sola dirección de cambio como en el caso en las sinapomorfias o son caracteres que han revertido más de una vez los cuales representan a las homoplasias.

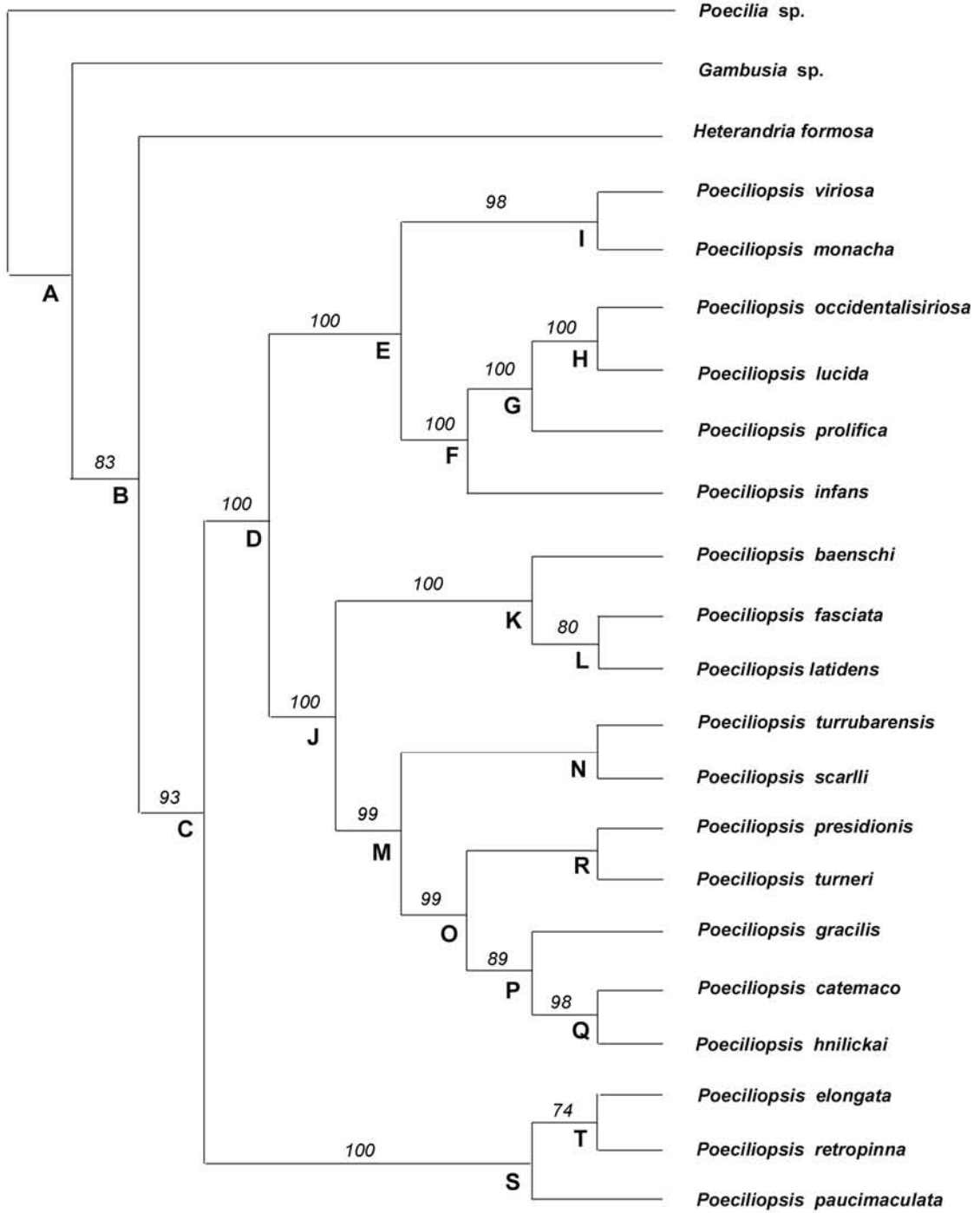
Los cladogramas obtenidos de manera independiente de datos morfológicos y moleculares difieren sustancialmente en varios puntos; el más sobresaliente es la ubicación del subgénero *Aulophallus* según la clasificación tradicional de Rosen y Bailey (1963), Meyer *et al.* (1986) y Rauchenberger (1989a). Con evidencia molecular se mantiene la categoría de subgénero, pero la morfología sugiere que es un grupo parafilético. Contrario a lo que algunos autores plantean de lo poco confiable que resulta usar un solo grupo externo para determinar la polaridad de los caracteres (Mayden y Wiley, 1992) y tomar decisiones sobre las relaciones entre los grupos, en este estudio con un solo grupo externo (*Gambusia*) se resuelven completamente las relaciones a nivel subgénero, en tanto que al incorporar tres grupos externos (*Gambusia*, *Priapella* y *Heterandria*), *Aulophallus* está en una tricotomía con los grupos *gracilis* y *turrubarensis*.

Figura 21. El cladograma de consenso donde se muestra la monofilia del género *Poeciliopsis* apoyada en 22 caracteres sinapomórficos, así como la distribución de caracteres morfológicos. ■ = sinapomorfias, □ = homoplasias. Los valores sobre y bajo las líneas corresponden al número de serie de transformación y al estado de cambio, respectivamente.

En este estudio se observó que entre más cercano filogenéticamente sea el grupo externo, como sería *Heterandria*, se pierde la separación de subgéneros en *Poeciliopsis*, en tanto que utilizando solamente *Gambusia* como grupo externo, se mantiene *Aulophallus* en la categoría de subgénero. Precisamente la cercanía filogenética favorece que se incremente el número de caracteres compartidos, lo que conduce a que *Heterandria* como grupo hermano de *Poeciliopsis* posea un mayor número de caracteres heredados de un ancestro común inmediato y que la integración de los grupos en *Poeciliopsis* se vea modificada. *Gambusia* al estar alejada filogenéticamente de *Poeciliopsis* tiene menos caracteres en común, lo que permite que las relaciones al interior de *Poeciliopsis* no se vean afectadas de manera sustancial.

Analizando cada cladograma por separado se observa que con datos morfológicos las relaciones de los grupos están resueltas, excepto en el cladograma de consenso estricto (Fig. 19) donde hay una tricotomía entre los grupos o complejos *gracilis*, *turrubarensis* y el subgénero *Aulophallus*. La monofilia de *Poeciliopsis* está apoyada por 22 sinapomorfias, lo que nos indica la importancia de la morfología y osteología en las relaciones filogenéticas de *Poeciliopsis*. Ocho de las 22 sinapomorfias tienen valor de  $ic = 1$ , representados por el dentario de base amplia al centro y semirredondo dorsalmente (ST 46); el centro anterior del dentario con una proyección posterior dirigida hacia el centro del hueso (ST 49); un ensanchamiento de la parte distal del quinto ceratobranquial (ST 68); cinco radios branquióstegos (ST 76); un radio branquióstego insertado en el ceratohial anterior (ST 78); estructura laminar gonactinostal de base angosta y se ensancha hacia la parte superior (ST 104); gonopodio en forma de tubo con abertura en el lado izquierdo (también compartida por *Phallotychus* y *Quintana*) (ST 125); y el segmento basal del quinto radio anal cubierto por el basal del cuarto radio (ST 129). De estos caracteres tres son descritos y analizados por primera vez en este estudio (series de transformación 46, 104, 129), los restantes cinco son mencionados parcialmente en diferentes análisis osteológicos y filogenéticos (Costa, 1991, 1998; Ghedotti, 1998, 2000; Lucinda y Reiss, 2005); sin embargo, la descripción de estos caracteres que por primera vez ha sido detallada en este estudio, ayuda a tener un mejor conocimiento de la osteología de los pecílidos.

Los 14 caracteres de *Poeciliopsis* con valor de  $ic$  menor a 1.0 (sinapomorfias que revierten) han tenido diferentes historias evolutivas (series de transformación 25, 28, 69, 72, 83, 88, 92, 101, 102, 105, 106, 108, 114, y 124), algunos con reversiones y paralelismos principalmente en las ramas terminales, pero siempre con una evidente transformación en la dirección de cambio de estado de carácter presente en los grupos externos hacia *Poeciliopsis* como grupo interno.



(I)

Figura 22. **(I)** Cladograma molecular (Citr+ND2)(2213 pb) sin asignar peso diferencial a ningún carácter, con una L = 4219 pasos, un IC =0.60 y un IR = 0.59. Los números sobre las ramas son valores de bootstrap (se muestran solo los valores mayores a 50) y las letras mayúsculas representan los nodos. **(II)** Cladograma propuesto por Mateos *et al.* (2002).

Los grupos obtenidos mediante el análisis morfológico conducen a modificaciones en la taxonomía del género. El cambio más importante es la desaparición de la categoría subgénero denominado *Aulophallus* y por ende del subgénero *Poeciliopsis*, quedando sólo el género *Poeciliopsis* con seis grupos. *Aulophallus* había sido designado como subgénero por Rosen y Bailey (1963), aceptado como tal por Meyer *et al.* (1986) y Rauchenberger (1989b), ratificado años más tarde con datos moleculares por Mateos *et al.* (2002). En este estudio las especies tradicionalmente consideradas dentro de *Aulophallus* se mantienen como grupo apoyado por cuatro sinapomorfias, pero a su vez es grupo hermano de *P. turneri*. Esta combinación *Aulophallus-P. turneri* está definida por tres homoplasias, por lo que no se considera en este estudio como grupo o complejo. El grupo *Aulophallus-P. turneri* no puede considerarse subgénero porque no forma un clado hermano de las especies comúnmente asignadas a *Poeciliopsis*; ya que está incluido dentro de una politomía y por su posición casi terminal dentro del cladograma.

Resulta necesario señalar que los caracteres que definen clados o grupos en *Poeciliopsis* no forman parte de las estructuras osteológicas tradicionales usadas en los pecílidos, como es la forma y disposición del sistema gonopodial y gonopodio (Rosen y Bailey, 1963) aunque algunos caracteres como el suspensorio mandibular, los arcos branquiales y la cintura pectoral ya habían sido revisados de manera general como caracteres derivados en pecílidos por Parenti (1981) lo que indica que aún en especies tan cercanas se sigue observando modificación en estos caracteres. Las sinapomorfias del género recaen principalmente en el complejo gonactinostal (seis series de transformación), en orden de importancia decreciente en el aparato mandibular, arco hioideo, esqueleto branquial, vertebras y costillas, gonopodio, suspensorio gonopodial, cintura pectoral y finalmente, la cintura pélvica. El neurocráneo había recibido poca atención, probablemente por lo delicado y complejo que resulta desarticular cada uno de los huesos, además de que son extremadamente pequeños. En este estudio se puso especial énfasis en el análisis del neurocráneo, con el objeto de encontrar huesos que indicaran relaciones filogenéticas en *Poeciliopsis*, obteniéndose 28 caracteres (ST), de los cuales sólo uno es sinapomórfico para el género.

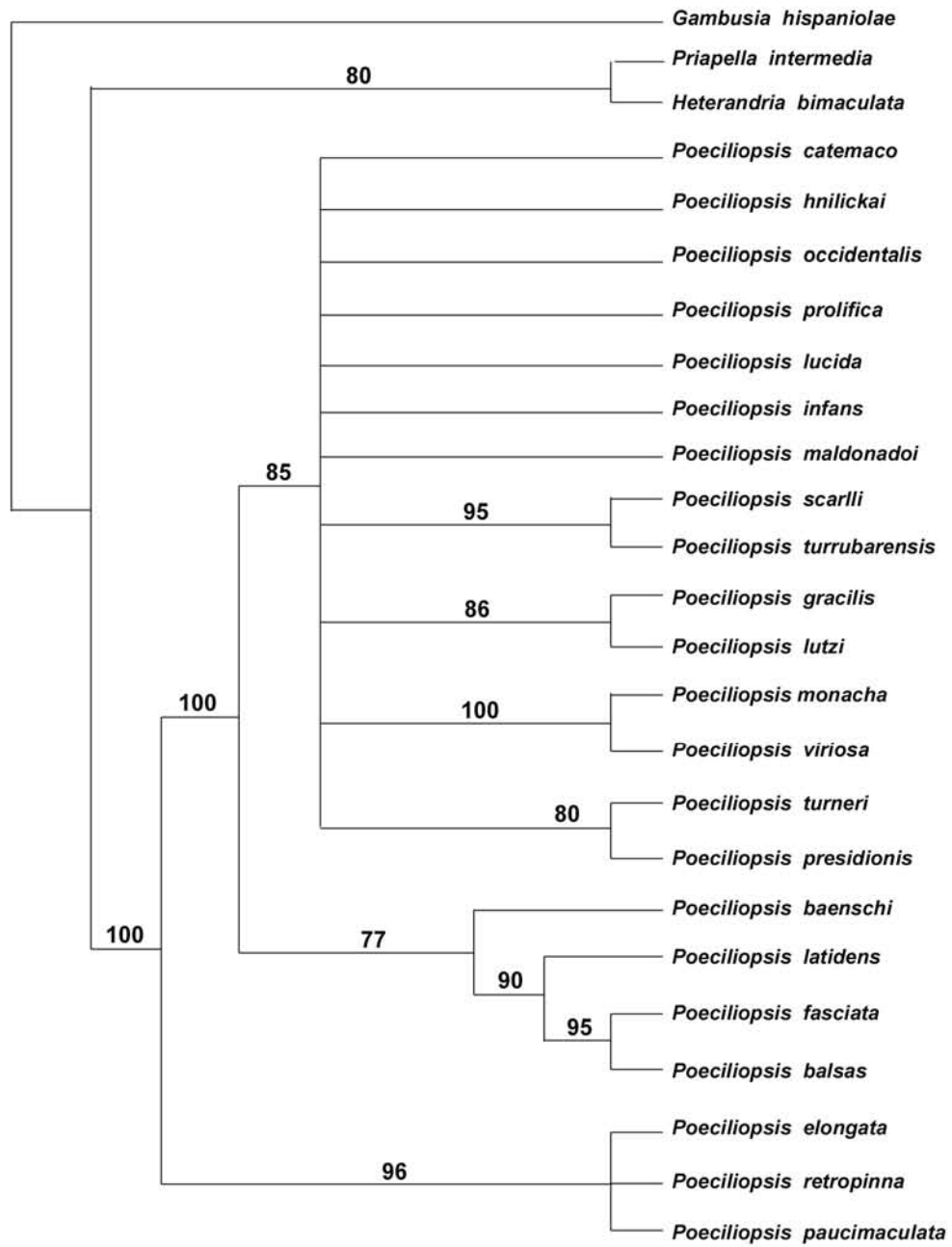


Figura 23. Cladograma de consenso estricto de dos series de datos (particiones) morfológica (139 caracteres) y molecular (Citb+ND2)(2213 pb) por evidencia total, sin asignar peso diferencial a ningún carácter, con una L = 5257 pasos, un IC = 0.36 y un IR = 0.33. Los números sobre las ramas son valores de bootstrap (se muestran sólo valores mayores a 50).



En este estudio se manifiesta la extrema semejanza entre la osteología de las especies de *Poeciliopsis*, misma que es compartida con otros pecílidos, como *Gambusia* (Rauchenberger, 1989a), *Cnesterodon* (Lucinda, 2005), *Cnesterontodini* (Lucinda y Reis, 2005), *Poeciliinae* (Parenti, 1981) y *Poeciliini* (Rodríguez, 1997). En numerosos casos, particularmente en pecílidos, la morfología ha llevado a la conclusión de que los caracteres son útiles taxonómicamente para identificar especies o grupos; sin embargo, pocos son completamente consistentes a lo largo de la historia evolutiva de los pecílidos, y su participación es reducida en la resolución de relaciones filogenéticas.

*Análisis molecular.* Los resultados obtenidos del análisis realizado a las secuencias obtenidas del Genbank son parcialmente similares en cuanto a la topología del árbol obtenido en Mateos *et al.* (2002) (Fig. 21B); se mantienen como hermanos los grupos *Aulophallus* y *Poeciliopsis*. Las politomias se resuelven y permanecen unidos seis grupos o complejos, lo que permite suponer que son grupos naturales. La diferencia metodológica está en que estos autores incluyen secuencias de localidades diferentes para una misma especie, mientras que en este estudio sólo se utilizó una secuencia por especie. Mateos *et al.* (2002) dividen al complejo *occidentalis* en dos complejos; *leptorhaphis*, que incluye a *P. occidentalis*, *P. lucida*, *P. infans* e incorporan a *P. prolifica*, y por otro lado *P. monacha* y *P. viriosa* en el complejo *monacha-viriosa*. En el complejo *turrubarensis* reubican a *P. presidionis* en un nuevo complejo denominado *presidionis-turneri*, de éste *P. turneri* no había sido asignada a complejo alguno por Meyer *et al.* (1986) y Rauchenberger (1989b).

Miller (1960) describe a *P. lucida* como nueva especie del grupo *Poeciliopsis*, y encuentra que existen dos especies muy semejantes morfológicamente a ella: *P. occidentalis* y *P. infans*, y decide integrar la nueva especie al grupo *leptorhaphis*. Mateos *et al.* (2002) al encontrar que molecularmente estas especies se mantienen como grupo, deciden que *leptorhaphis* es el nombre más adecuado para el complejo *occidentalis* previamente propuesto por Mayer *et al.* (1986).

Mateos *et al.* (2002) identifican dos grandes grupos de especies en *Poeciliopsis*: un grupo con distribución al norte del Eje Neovolcánico en México y otro con distribución al sur, a partir de esta cadena montañosa hasta el norte de Colombia.

A pesar de que las secuencias de genes codificadores mitocondriales representan una herramienta muy atractiva para resolver filogenias, en el caso de *Poeciliopsis* la

topología molecular resultante está en desacuerdo con la topología morfológica. Resuelve las relaciones a nivel subgénero, pero deja sin resolver las relaciones entre los complejos; una de las explicaciones que plantean Mateos *et al.* (2002), es el poco tiempo de aparición como linaje de *Poeciliopsis*: mencionan que el origen del género se dio hace 8 a 16 ma durante el Plioceno. Por otro lado, si consideramos que la tasa de evolución de los caracteres moleculares es mucho más rápida que los morfológicos (Moritz *et al.*, 1987), es posible que sea un argumento a favor por el que no coincidan ambas topologías, es decir, la tasa de fijación de las mutaciones se da a mayor velocidad que la expresión de éstas en la morfología.

Dado que existen incongruencias entre las estimaciones filogenéticas basadas en caracteres morfológicos y moleculares, resulta difícil determinar cuál de las dos es la que mejor representa la historia del género, ya que cada una por su lado resuelve relaciones a determinado nivel, y son pocos los clados que quedan sin resolver (tres tanto en el análisis morfológico como en el molecular).

El análisis de evidencia total proporcionó un enfoque global de cómo es el comportamiento de ambas filogenias. En éste se fortalece la hipótesis de monofilia de *Poeciliopsis* con valor de bootstrap = 100, se apoya la subdivisión en los subgéneros *Poeciliopsis* y *Aulophallus*, con valor de bootstrap de 100 y 96 respectivamente; seis clados representan grupos fuertes los cuales están presentes tanto en la filogenia morfológica como molecular, siguen quedando sin resolver las relaciones entre tres grupos y nueve especies. Esta politomía resulta difícil de interpretar dado que involucra más del 50 % de las especies de *Poeciliopsis*.

En el análisis de evidencia total hay más coincidencia con la topología del cladograma molecular, ya que se mantienen los subgéneros *Poeciliopsis* y *Aulophallus*, pero se incrementa el número de taxones involucrados en una politomía.

La incongruencia entre las topologías morfológica y molecular radica en la posición de ciertos linajes dentro del cladograma. Esto sugiere que han tenido diferentes historias evolutivas; sin embargo, pequeños grupos se mantienen unidos con la inclusión o exclusión de una o dos especies. Las diferencias en las historias evolutivas puede ser el resultado de paralogía o transferencia lateral de genes (o partes de genes) entre las especies (Doyle, 1992; Bull *et al.*, 1993; de Queiroz, 1993). No obstante, los clados compartidos tanto en el cladograma molecular como morfológico, representan fragmentos de historias compartidas (Wiens, 1998), como se observan los grupos *Aulophallus*,

*Poeciliopsis*, (*P. monacha*, *P. viriosa*), (*P. gracilis*, *P. lutzii*), tienen soporte de bootstrap mayor a 86 % en el cladograma de evidencia total.

Mucho se ha publicado sobre el análisis conjunto de bases de datos diferentes, sin llegar a un acuerdo generalizado. No obstante, no en todos los casos el conjunto de ellos aporta resultados congruentes con la información generada por otras vías, como los grupos relacionados al grupo bajo estudio, el análisis de algunas estructuras osteológicas homólogas entre los pecílidos en las que se conoce la evolución del carácter; o con el conocimiento del grupo a lo largo de mucho tiempo de estudio. Habría que considerar que el objetivo de este estudio fue definir la monofilia de *Poeciliopsis*, y esclarecer las relaciones filogenéticas entre las especies del género, mismas que fueron sustentada parcialmente por caracteres morfológicos y moleculares por separado, y en conjunto a través de la evidencia total.

En este análisis se exploraron las relaciones filogenéticas de *Poeciliopsis* a través de dos metodologías: análisis por separado mediante evidencia morfológica y molecular y análisis de particiones combinadas para obtener la evidencia total. El resultado por separado ofrece explicaciones parciales, que el análisis de evidencia total no resuelve. Sin embargo, tanto la evidencia morfológica y molecular por separado como la evidencia total sustentan la monofilia de *Poeciliopsis*; identifican a su vez clados o grupos fuertemente soportados o en conflicto, mismos que deben ser tratados y explicados particularmente.

En algunos grupos taxonómicos la causa de la discrepancia entre las particiones tanto molecular-molecular, como molecular-morfología, ha sido atribuida entre otros factores a hibridación temprana (Mason-Gramer y Kellogg, 1996). Como se mencionó en la introducción de este estudio, el género *Poeciliopsis* presenta hibridogénesis en algunas especies del norte de México y considerando la incongruencia entre las filogenias molecular y morfológica, podría suponerse que la hibridogénesis tuviera cierta participación en esta inconsistencia si las especies involucradas en este proceso reproductivo estuvieran incluidas en politomias en alguno de los cladogramas. Sin embargo, en ninguno de los cladogramas aparece *P. monacha* como hermana de *P. lucida*, especie con quien hibridiza principalmente. El híbrido monacha-lucida a su vez puede hibridar con *P. occidentalis* o *P. latidens*; especies que en los cladogramas tampoco aparecen como hermanas de *P. monacha*.

Cabe resaltar que la hibridogénesis es un mecanismo de reproducción singular, pero no se observa en condiciones naturales en el resto de la especies del género, esto

se ha comprobado también en el laboratorio, al intentar obtener híbridos. No se sabe con exactitud qué factores ocasionan la hibridogénesis, pero aparentemente están asociados con la producción conjunta de material hereditario sustancialmente diferente de *P. monacha* (Schultz, 1989).

Desde el punto de vista sistemático, las formas híbridas de *Poeciliopsis*, aparentemente no representan serios problemas dentro la clasificación, ya que la formación de formas unisexuales no involucra grandes procesos de selección o mutación, puesto que no hay recombinación genética después de la F1 donde todas son hembras consistentemente perpetuadas de forma hemiclinal. Estas formas unisexuales tampoco interfieren en el estatus de especies de las progenitoras. En estudios moleculares se ha determinado que el origen de las formas se ha dado dentro de una escala de tiempo muy reciente de la diversificación del linaje matriarcal de *P. monacha* (Quattro *et al.*, 1991), probablemente después de muchas generaciones se manifiesten cambios en la constitución genética como resultado de mutaciones y que den origen a especies nuevas.

El papel más importante que se les puede atribuir a las formas unisexuales dentro de la evolución del grupo es que representan un paso intermedio en la conformación de los poliploides reproducidos sexualmente (Schultz, 1989). Desde una perspectiva ecológica, los híbridos unisexuales conforman poblaciones muy abundantes, lo que les da cierta ventaja sobre las poblaciones sexuales en condiciones ambientales extremas, como las que se presentan en el norte de México, donde las temporadas de sequía son largas y la temperatura es extrema. Otra característica importante en los morfos unisexuales es la gran diversidad hemiclinal que tienen, lo que les permite ocupar una mayor diversidad de hábitats. En estos hábitats se ha observado que poblaciones de *P. monacha* son considerablemente reducidas y la competencia por el macho es muy fuerte (Vrijenhoek, 1989). Sin embargo, aún en condiciones extremas, se sigue conservando el linaje de *P. monacha*, aunque en mucho menor proporción a los morfos unisexuales. Asimismo, éstos no pueden desplazar completamente al macho sexual “donador de esperma”, porque estarían conduciendo a sus poblaciones hacia la extinción.

En sistemática filogenética el proceso de hibridación no cumple con el concepto básico de patrón de ramificación o jerarquía, porque los cladogramas obtenidos de taxones donde hay híbridos son de tipo reticulado, siendo por ello la hibridización una causa de incongruencia, considerando que los híbridos no siempre son producto de especies cercanas filogenéticamente (Funk, 1985), ni deben ser tratados como especies cercanas de las parentales. De acuerdo con Wagner (1983), los híbridos deben ser tratados de manera distinta, en el caso de *Poeciliopsis* los morfos unisexuales

representan poblaciones con una adecuación alta y probablemente representan un paso intermedio en la evolución de las especies parentales y posibles nuevas especies.

## CAPÍTULO II

### SISTEMÁTICA DE *Poeciliopsis*



*Poeciliopsis fasciata*

## CAPÍTULO II.

### SISTEMÁTICA DEL GÉNERO *Poeciliopsis*

#### HISTORIA Y ARREGLO SISTEMÁTICO DE *Poeciliopsis*

La historia de *Poeciliopsis* inició en 1848 con la descripción de *Xiphophorus gracilis* Heckel, 1848, como una especie nueva, que posteriormente se transfirió a *Gambusia* por varios autores, entre ellos Garman (1895) y a un subgénero de *Gambusia* por Jordan y Evermann (1930). *Xiphophorus* también se consideró por Hubbs (1926) como un género dudoso. Günther (1866) y Regan (1913) omiten mencionar a la especie dentro de *Xiphophorus* y asignan la especie *X. gracilis* de Heckel a *Gambusia*. El material que se encuentra en el Naturhistorisches Museum de Viena corresponde a dos machos adultos, de 30 y 31 mm de LT, etiquetados como *Gambusia gracilis*; y presumiblemente son parte de la serie tipo de Heckel. En una revisión posterior de la descripción original y figuras de *Xiphophorus gracilis* (Heckel, 1848) así como del análisis detallado de los sintipos, resulta evidente que pertenecen a *Poeciliopsis*. La única especie con gancho en el gonopodio y con distribución cercana a Orizaba, Veracruz, México (localidad tipo de *gracilis*) era *Poeciliopsis pleurospilus* (en ésta se incluye a *Heterandria lutzii*, ahora *Poeciliopsis lutzii*). Entre las características que colocan a *gracilis* como parte de *Poeciliopsis* está la gran longitud del gonopodio, la cual es razón suficiente para rechazar su inclusión en *Gambusia*, ya que el gonopodio en este género es corto. Por otro lado, la serie de puntos en forma de banda longitudinal en los costados del cuerpo no es característica de las gambusias, pero sí de "*lutzii*", con distribución en Veracruz. Los sintipos tienen grandes puntos en los costados, como en *P. pleurospilus* (= *gracilis*). Otra característica que Rosen y Bailey (1963) consideran a favor de colocar los sintipos en *Poeciliopsis* es la forma del cuerpo, la cual es alargada. Estos mismos autores mencionan que *Hemixiphophorus* es un sinónimo anterior de *Poeciliopsis*; pero no admiten la validez del nombre porque *Poeciliopsis* ya estaba asignado al número 901 en la lista oficial de nombres de la Comisión Internacional sobre Nomenclatura Zoológica. Finalmente, *Xiphophorus gracilis* Heckel, 1848 tiene prioridad sobre *Girardinus pleurospilus* Günther, 1866, por lo que es aceptada como especie tipo (Opinión 375; Melville y Smith, 1987).

El género *Poeciliopsis* queda así clasificado (Nelson, 2006; Parenti, 1981; Lucinda y Reis, 2005) como:

Orden Cyprinodontiformes

Familia Poeciliidae Bonaparte, 1831

Subfamilia Poeciliinae Bonaparte, 1831

Tribu Heterandriini Hubbs, 1924

Género *Poeciliopsis* Regan, 1913

Subgénero *Poeciliopsis* Regan, 1913

Subgénero *Aulophallus* Hubbs, 1926

### ***Poeciliopsis* Regan, 1913**

*Hemixiphophorus* Bleeker 1860:440. Masc. Especie tipo: *Xiphophorus gracilis* Heckel 1848, por monotipia subsecuente. Aparece primero en claves, sin incluir especies. Una especie adicionada por Bleeker 1860:485. Es sinónimo anterior de *Poeciliopsis* Regan 1913 (ver Rosen y Bailey 1963:131; Melville y Smith, 1987. *Poeciliopsis* está en la Lista Oficial (Opinión 375).

*Poeciliopsis* Regan 1913:996. Fem. Especie tipo: *Poecilia presidionis* Jordan & Culver 1895, por designación subsecuente. Tipo designado por Henn 1916:119. Mal escrito *Poecilopsis* por Jordan 1920:550. En la Lista Oficial (Opinión 375). Válido como *Poeciliopsis* Regan 1913 (Rosen & Bailey 1963:131; Parenti & Rauchenberger 1989:9; Ghedotti 2000:11; Mateos *et al.* 2002:972; Lucinda, 2003:569).

*Leptorhaphis* Regan 1913:998. Fem. Especie tipo: *Gambusia infans* Woolman 1894, por monotipia. Sinónimo de *Poeciliopsis* Regan 1913 (Rosen & Bailey 1963:131; Lucinda, 2003:569).

*Aulophallus* Hubbs 1926:64,69. Masc. Especie tipo: *Gambusia elongata* Günther 1866, por designación original. Sinónimo de *Poeciliopsis* Regan 1913, pero como un subgénero válido (Rosen & Bailey 1963:131, 139; Parenti & Rauchenberger 1989:9; Lucinda 2003:569).



*Poecilistes* Hubbs 1926:63, 68. Masc. Especie tipo: *Heterandria lutzi* Meek 1902, por designación original. Tratado como un género monotípico. Sinónimo de *Poeciliopsis* Regan 1913 (Rosen & Bailey 1963:131; Lucinda, 2003:569).

**Diagnosis.** Un puente entre el pteroesfenoides y el proótico. Borde anterior de la premaxila forma un ligero arco. Dentario dorsalmente semirredondo de base amplia al centro. Centro anterior del dentario con una proyección posterior desarrollada, dirigida hacia el centro del hueso. Parte distal de quinto ceratobranquial ensanchada o amplia (forma triangular). Proceso óseo lateral-superior en quinto ceratobranquial mayor que el lateral-inferior, sobrepasa notablemente al quinto ceratobranquial. Ceratohial posterior semitriangular. Cinco radios branquióstegos. Un radio branquióstego insertado en la porción delgada del ceratohial anterior. Neurapófisis de forma expandida desde la base a manera de alas. Expansión completa de las espinas neurales 1 y 2. Extensiones óseas dorsales en forma de alas en la gonapófisis I. Gonactino I en forma de huso curvo o mazo. Abultamiento en el borde anterior de gonactino I. Gonactinos 2, 3 y 4 fusionados en una estructura laminar de base angosta y ensanchada la parte superior. Leve hendidura en la porción distal de los gonactinos 2 y 3, y 3 y 4. Longitud de gonactino X significativamente pequeño, menor a un tercio en la longitud del gonactino IX. Supracleitro de forma triangular a redondo. Basipterigio con quilla en posición lateral acentral. Gonopodio en forma de tubo o canal semicerrado con abertura en el lado izquierdo. Segmento basal del radio 5 cubierto por el basal del radio 4, de tal manera que parecen uno solo.

La familia Poeciliidae está integrada por tres subfamilias: Aplocheilinae (1 sp.), Protocatopodinae (78 spp.) y Poeciliinae (220 spp.) (Ghedotti, 2000). Poeciliinae a su vez está compuesta por nueve tribus: Alfarini, Priapellini, Gambusini, Heterandriini, Girardini, Poeciliini, Cnesterodontini, Scolichthyini y Xenodexini. Heterandriini es una de las tres tribus, con cinco géneros cada una; y en ella está incluido *Poeciliopsis* con dos subgéneros: *Aulophallus* y *Poeciliopsis*.

El número de especies válidas para *Poeciliopsis* ha variado en los últimos años de un autor a otro (Tabla 1). Meyer *et al.* (1986) y Parenti y Rauchenberger (1989) reconocen 22 especies: 21 actuales y una extinta (*P. maldonadoi*). Lucinda (2003) reconoce 21 especies actuales. Mateos *et al.* (2002) proponen un arreglo sistemático para *Poeciliopsis* con 20 especies; siguiendo el criterio de Rosen y Bailey (1963) de considerar a *P. lutzi* como sinónimo de *P. gracilis*.

Nelson *et al.* (2004) enumeraron 19 especies válidas para América del Norte y México, que corresponden al subgénero *Poeciliopsis*, resaltando que *P. lutzii* puede ser un sinónimo de *P. gracilis*, siguiendo el criterio de Rosen y Bailey (1963) y Miller *et al.* (2005). Aunque existe evidencia molecular de la validez de la subespecie *P. occidentalis sonoriensis* (Girard, 1859) (Hedrick *et al.*, 2001), no puede ser elevada a especie porque no existe un análisis taxonómico que respalde la categoría de especie. Por otro lado, *P. scarllii*, de acuerdo con Miller *et al.* (2005), podría ser un sinónimo de *P. turrubarensis*.

Miller *et al.* (2005), en su lista de especies dulceacuícolas para México, enumeran sólo a 17 especies válidas, dejando como posiblemente válida a *P. sonoriensis*. Estos autores reconocen la validez de *P. pleurospilus*, pero desconocen a *P. lutzii* y *P. scarllii*.

En el subgénero *Aulophallus* no hay problemas taxonómicos: las tres especies centroamericanas, *P. elongata*, *P. paucimaculata* y *P. retropinna*, son válidas (Bussing, 1998; Lucinda, 2003).

DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES DE *Poeciliopsis*

La descripción de cada una de las especies se basa en observaciones y conteos de ejemplares preservados y recién colectados durante este estudio, incluyendo información relevante obtenida de la descripción original. La osteología fue observada en ejemplares transparentados y teñidos siguiendo la técnica de Potthoff (1985). En la descripción osteológica de *P. baenschi*, como primera especie en orden alfabético, se detalla cada una de las estructuras y huesos observados al nivel de género; en las siguientes especies sólo se mencionan las particularidades óseas propias de cada una de ellas. La lista de abreviaturas óseas se encuentra al final del presente capítulo.

***Poeciliopsis baenschi*** Meyer, Radda, Riehl y Feichtinger, 1986  
Guatopote dorado

*Poeciliopsis baenschi* Meyer, Radda, Riehl y Feichtinger 1986:p. 80, Figs. 1-8. Localidad tipo: Arroyo cerca de El Tuito, Jalisco, México. Holotipo: SMF 19988. Paratipos: SMF 19989-93 (5), 19994-20000 (7), 20001-07 (7); Espinosa Pérez *et al.*, 1993:50 (lista comentada); Lucinda, 2003:569 (lista comentada); Nelson *et al.*, 2004:104 (lista); Miller *et al.*, 2005 (claves, descripción y distribución).

**Diagnosis.** El patrón de coloración de esta especie se compone por seis a 15 barras oscuras verticales en los costados del cuerpo; el número de barras es variado entre hembras y machos, habiendo en las hembras significativamente menos barras que en los machos. Las barras son regularmente verticales y uniformes. En algunos ejemplares pueden formarse grandes puntos oscuros muy cercanos dando la apariencia de barra. El color del cuerpo es también variado en hembras y machos, las primeras son de tonos dorados y los machos oscuros. Existen dos puentes del pteroesfenoides hacia el proótico. Parte distal en gonapófisis II con dirección horizontal. Brazo distal de maxila recto. Dientes externos en premaxila de forma pedunculada y distalmente aplanada, con borde recto sesgado hacia fuera.

**Descripción:** D. 8; A. 10; P. 13; Pélv. 6; C. 24-27; Vért. 31-32.

**Neurocráneo:** Nasaes grandes, libres, semicuadrados con una esquina alargada. Frontales alargados, dorsalmente cubren  $\frac{3}{4}$  de la cabeza; bordes anteriores rectos, ambos huesos se unen ligeramente en el centro, bordes notablemente ondulados; en la parte posterior donde se sobreponen al supraoccipital se separan y terminan en punta; bordes internos rectos en esta parte de los frontales. Sin parietales. Dermoesfenóticos en

forma de canal alargado, perpendiculares al borde lateral del frontal, localizados sobre el esfenótico. Pteróticos casi planos, con una gran fosa central o pterótica en el borde interno, cubierta por una ligera capa ósea dorsal llamada membrana pterótica, delimitados en el borde interno por los frontales y el epiótico; en el borde externo superior se inserta la hiomandíbula, en el borde externo posterior una delgada extensión ósea plana semitriangular. El supraoccipital cubre de manera amplia la mitad posterior dorsal del cráneo; sobre el supraoccipital descansan parte de los frontales, y se une lateralmente a los epióticos y exoccipitales; procesos supraoccipitales poco desarrollados. Epióticos en forma de bulbos, ubicados entre los frontales, supraoccipital, pterótico y epioccipital; sobre el dorso hay un canal donde se inserta el posttemporal, ligeramente dorsal a esta inserción surge un proceso epiótico delgado, con longitud y dirección semejante a los procesos supraoccipitales. Neurocráneo ventral. Sin mesetmoides. Vómer en forma de triángulo, con margen anterior ligeramente cóncavo. Etmoides laterales grandes, en forma de roseta, adheridos al margen anterior del frontal por cartílago, éste se extiende y cubre parcialmente al vómer, frontales y paraesfenoides; la roseta tiene contacto con el paraesfenoides. Paraesfenoides con brazos anterior y posterior largos, procesos ascendentes muy desarrollados, unidos apenas con los pteroesfenoides. Proóticos anchos con puente pequeño sobre el canal lateral y las cámaras trigeminofaciales, ubicado en el extremo superior-lateral del proótico. Pteroesfenoides bien desarrollados en forma de hoja, con extensión anterior desarrollada unida ventralmente a la mitad de los frontales; posteriormente se forman dos puentes hacia el proótico. Esfenóticos alargados verticalmente, con extensión lateral, misma que sobresale del borde lateral, sobre la cual se sujeta la hiomandíbula y el dermoesfenótico, localizado entre el proótico, pterótico y frontal. Basioccipital ubicado en la parte posterior-ventral del neurocráneo, al que se articula la primera vértebra; sirve de base para sujetar al paraesfenoides, proóticos y exoccipitales, de forma pentagonal con la cara posterior notablemente más angosta. Exoccipitales en forma de domo, unidos lateralmente al pterótico y basioccipital, y anteriormente al proótico; foramen yugular bastante evidente. Espacio libre entre los proóticos, pteróticos y exoccipitales ocupado por cartílago (Fig. 24).

**Aparato mandibular.** Huesos de la premaxila con borde anterior redondo en el que se insertan 17 dientes externos ligeramente curvos de tipo incisivo (en forma de cuchara). Varias series de dientes internos unicúspides con un pequeño pico al centro. Ligera separación entre las series de dientes externa e interna. Proceso alveolar con 4-5 dientes del mismo tamaño que los internos, dispuestos inmediatamente después de los externos, cubriendo la mitad del arco alveolar. Borde posterior del proceso ascendente de la premaxila ligeramente elevado, con terminación redondeada, con ligera separación entre

las terminaciones de ambos huesos del proceso ascendente. Brazo alveolar de la premaxila semicuadrado, con ligera muesca posterior y proceso óseo delgado sobre la esquina inferior derecha. La maxila cubre parcialmente la premaxila de forma lateral; larga y ligeramente curvada, la parte superior-dorsal abierta anteriormente a manera de tenaza, con un proceso dorsal cuadrado y uno ventral mucho más delgado que el dorsal en forma de espina gruesa; ambos componentes están sujetos al brazo distal, que es una extensión ósea laminar alargada, ligeramente más ancha en el centro. Dentario dorsalmente semiredondo, de base amplia al centro y extensiones lateroposteriores anchas donde se articula el brazo anterior del anguloarticular mediante el cartílago de Meckel; inferior a esta articulación un proceso medial pequeño de base angosta; centro anterior del dentario con una proyección posterior dirigida hacia el centro del hueso; sobre el borde dorsal dentario se insertan 17 dientes grandes curvos y laminares dispuestos en una hilera externa, en tanto que los internos son de menor tamaño, dispuestos en 2 o 3 hileras; 5-6 pequeños dientes alveolares en el borde dorso-lateral del dentario. Anguloarticular triangular con bordes redondeados, el brazo anterior delgado y de mayor tamaño, se sobrepone parcialmente con el dentario; retroarticular ovalado cubierto en la base por el anguloarticular localizado en la parte posterior-ventral del anguloarticular; coronomeckeliano ovalado y pequeño, casi en el centro del anguloarticular, a un lado del cartílago de Meckel. Cartílago de Meckel alargado, se extiende de la parte posterior del dentario recorriendo el brazo anterior del anguloarticular, hasta el borde posterior del anguloarticular donde parte del cartílago se osifica; junto con el retroarticular y anguloarticular se articulan con el cuadrado en el extremo inferior izquierdo (Fig. 25).

**Suspensorio mandibular:** Serie de pequeños huesos dispuestos de manera semicircular: autopalatino, endopterigoides, ectopterigoides, cuadrado, simpléctico e hiomandibular. Autopalatino conectado con la maxila en la parte anterior superior mediante una proyección anterior ósea pequeña rodeada de cartílago. Cuadrado embebido en cartílago, mismo que sostiene al endopterigoides internamente, éste es un hueso alargado que cubre la parte ventral del autopalatino y lateral del cuadrado. Simpléctico largo con extensión laminar dorsal, que se interrumpe donde termina la parte inferior del endopterigoides; localizado entre el interopérculo y preopérculo, sostiene ventralmente al cuadrado y endopterigoides. En la parte anterior del cuadrado hay una formación ósea pequeña casi fusionada a éste, misma que puede ser el ectopterigoides reducido. Hiomandibular en forma de Y, con cartílago en los extremos dorsales donde se articulan el pterótico y esfenótico, en tanto que el brazo ventral articula al simpléctico e interhial (Fig. 26).

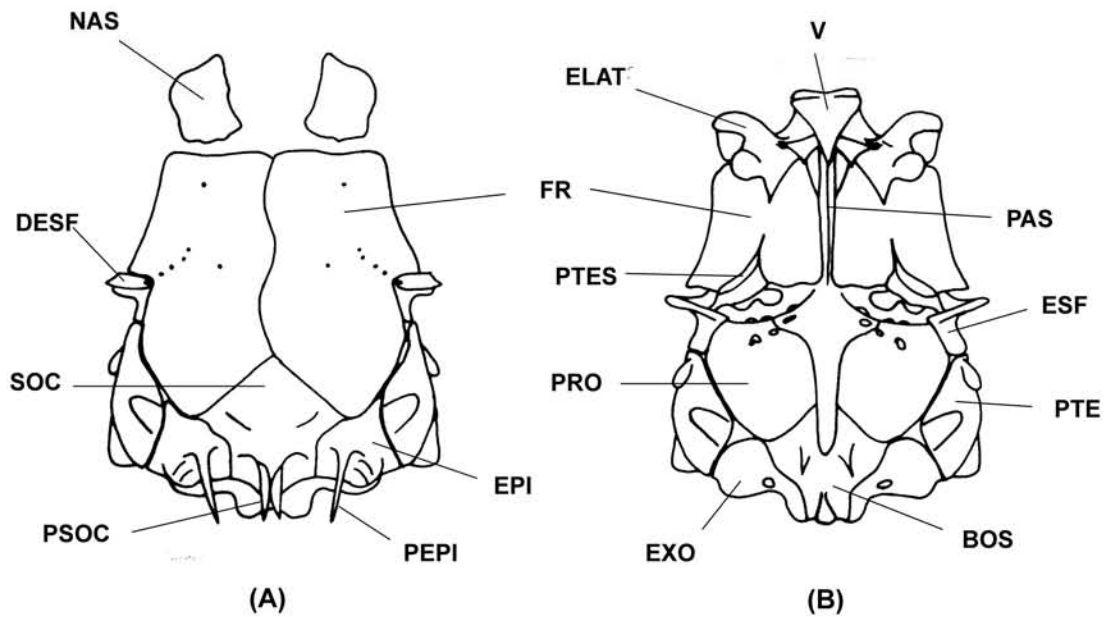


Figura 24. Neurocráneo de *Poeciliopsis baenschii* IBUNAM 13206; A, vista dorsal, B, vista ventral.

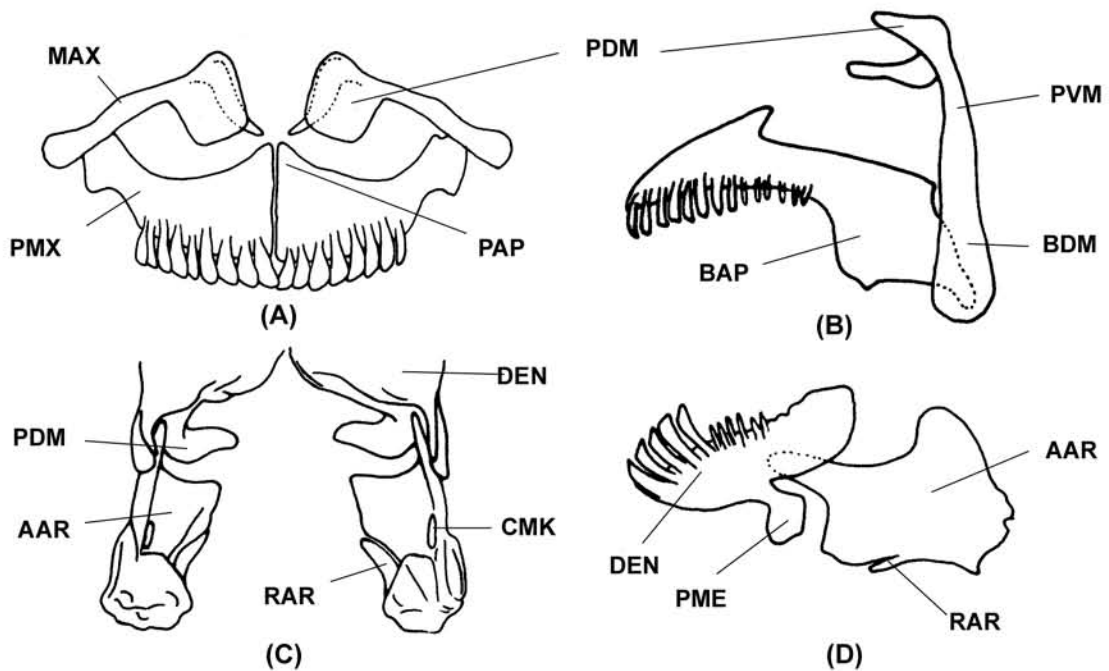


Figura 25. Aparato mandibular de *Poeciliopsis baenschii* IBUNAM 13206; A, vista dorsal de mandíbula superior, B, vista lateral de mandíbula superior, C, vista ventral de mandíbula inferior, D, vista lateral de mandíbula inferior.

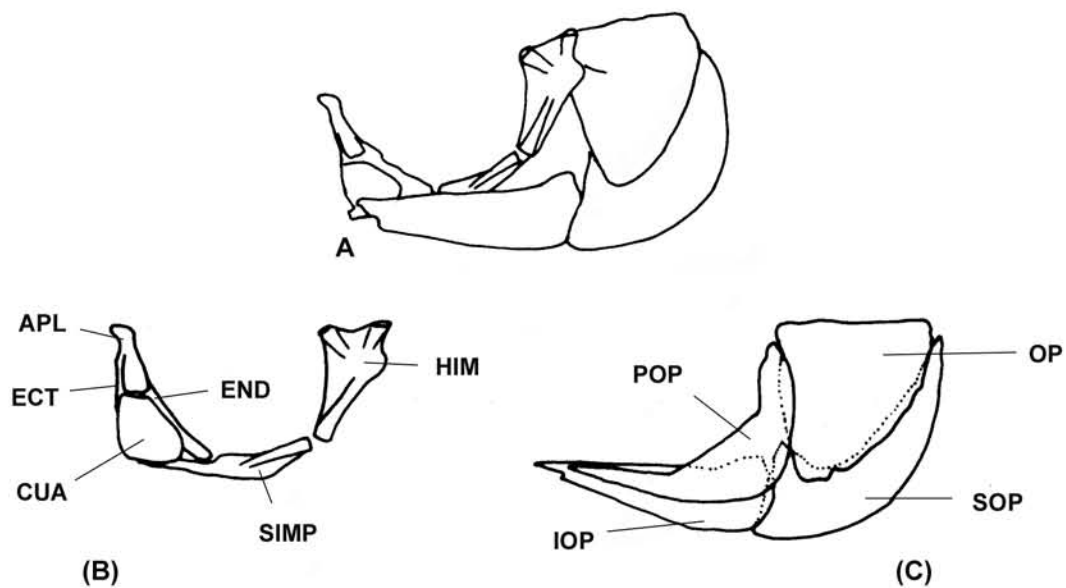


Figura 26. A, Suspensorio mandibular y serie opercular en vista lateral de *Poeciliopsis baenschii* IBUNAM 13206; B, suspensorio mandibular y C, serie opercular de *P. monacha* USON 0609.

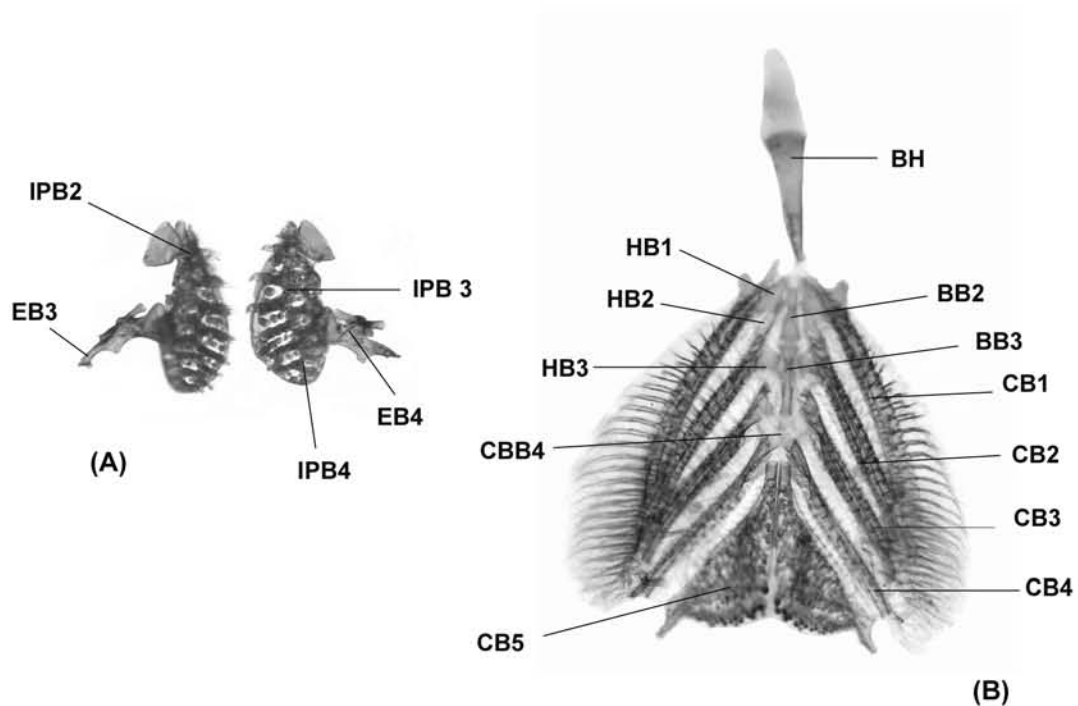


Figura 27. Esquelto branquial de *Poeciliopsis baenschii* IBUNAM 13206; A, sección dorsal, B, sección ventral

**Serie opercular:** Compuesta por preopérculo, opérculo, interopérculo y subopérculo. Preopérculo triangular con dos extensiones, anterior y posterior en forma de aguja. Opérculo triangular con bordes anterior recto, dorsal ligeramente curvo, posterior convexo. Interopérculo alargado con extremo anterior truncado, extremo posterior mucho más ancho y redondeado; este hueso está casi totalmente cubierto por el preopérculo. Subopérculo en forma de media luna truncada, sobreponiéndose ligeramente al opérculo e interopérculo (Fig. 26).

**Esqueleto branquial:** Compuesto por dos secciones: la dorsal integrada por tres elementos infrafaríngeobranquiales con dientes pequeños, y en los costados cuatro epibránquiales. La sección ventral tiene cinco ceratobranquiales unidos por pequeños huesos hipobranquiales, dos basibránquiales y un basihial. Basihial alargado con más de la mitad de tejido óseo y el resto de cartílago. Tres elementos infrafaríngeobranquiales juntos (2, 3 y 4) formando una placa ovalada (=placa de dientes faríngeobranquiales, Ghedotti, 2000); en la parte ventral de la placa se insertan dientes cónicos ligeramente curvos con una pequeña cúspide de base negra al centro, dispuestos en hileras de 5 a 6, los del borde interno de mayor tamaño que los demás. Elementos infrafaríngeobranquiales 3 y 4 unidos, pero no fusionados. Epibránquiales 1, 2 y 3 delgados y curvos, el 4 de mayor tamaño, unidos por cartílago a los costados de los infrafaríngeobranquiales. Sección ventral del esqueleto branquial formada por una serie de pequeños huesos dispuestos de manera que dos basibránquiales sujetan a través de los hipobranquiales y cartílago a cinco pares de huesos llamados ceratobranquiales: los primeros cuatro delgados y alargados, el quinto de base delgada y la parte distal ensanchada, ésta con un proceso óseo lateral grande. Tres a cuatro hileras bien definidas de dientes cónicos curvos en la parte superior del ceratobranquial 5, en la inferior los dientes dispuestos de manera discreta e irregular. Basihial alargado con más de la mitad de tejido óseo y el resto de cartílago (Fig. 27).

**Arco hioideo:** Compuesto por dos ceratohiales (anterior y posterior), cinco radios branquióstegos, un hipohial y un interhial. Ceratohial anterior cuadrado, con una proyección ósea anterior, misma que se conecta mediante cartílago al hipohial; ceratohial posterior semitriangular con el borde posterior recto, extremo posterior-dorsal con ligera concavidad, donde se inserta el cartílago que une al interhial, sin espacio libre entre ambos ceratohiales. Cinco radios branquióstegos, el primero insertado en el borde inferior de la proyección ósea, los tres siguientes sobrepuestos a la mitad inferior del ceratohial anterior, el cuarto se sobrepone a la mitad inferior del ceratohial posterior. Hipohial pequeño de forma variable unido mediante cartílago a la proyección ósea del ceratohial



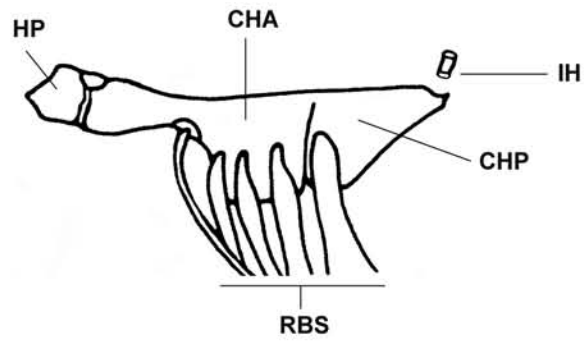


Figura 28. Arco hioideo en vista ventrolateral de *Poeciliopsis baenschi* IBUNAM 13206.

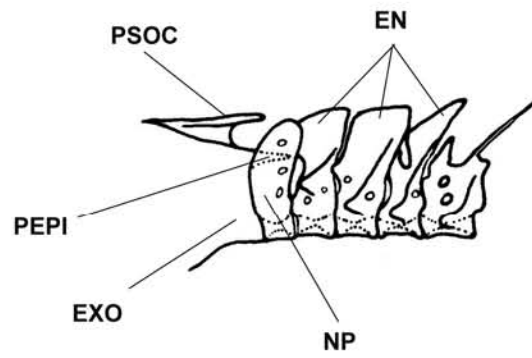


Figura 29. Parte posterior de neurocráneo y primeras vértebras en vista lateral de *Poeciliopsis baenschi* IBUNAM 13206.

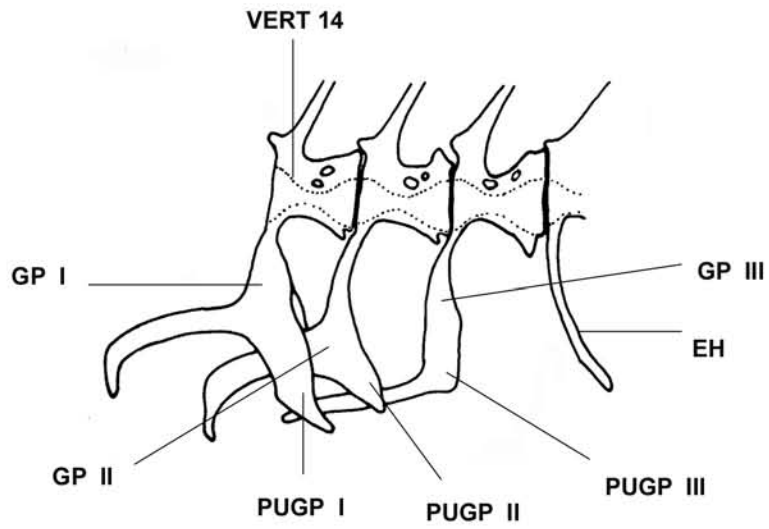


Figura 30. Vista lateral del suspensorio gonopodial de *Poeciliopsis baenschii* IBUNAM 13206.

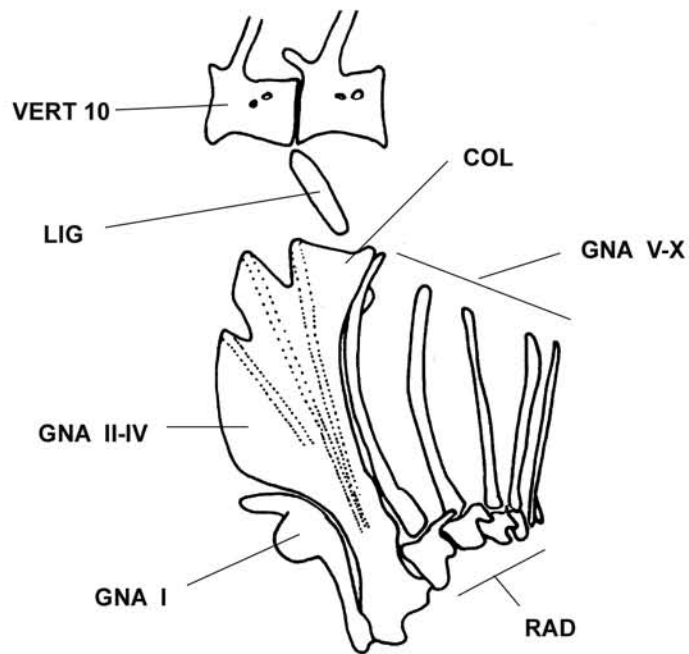


Figura 31. Vista lateral del complejo gonactinostal de *Poeciliopsis baenschii* IBUNAM 13206.

anterior. Interhial pequeño y cilíndrico en el extremo posterior del ceratohial posterior, que une mediante cartílago al simpléctico, hiomandibular y ceratohial posterior (Fig. 27).

**Vértebras y costillas:** 31-32 vértebras: 13-14 precaudales y 18 caudales. Dentro de las precaudales, la neurapófisis o primer arco neural está modificado en forma de dos extensiones laminares redondas laterales a manera de alas; no tocan el proceso supraoccipital, están ligeramente inclinadas hacia atrás y se sobreponen con la primera espina neural. Borde anterior de la neurapófisis no unido al exoccipital. Proceso supraoccipital no alcanza el borde dorsal de la neurapófisis. Espina neural 1 y 2 completamente expandidas, 3 expandida sólo la mitad. Ligastilo grande, rectangular-alargado, sujeto por un ligamento que va de las vértebras 10 y 11 al collar de la estructura laminar de los gonactinos II-IV. Inserción de gonapófisis I en la vértebra 14 o 15. Costillas pleurales sostenidas de los arcos hemales, algunas con costillas epipleurales. Las primeras tres caudales sostienen a las espinas hemales modificadas en el suspensorio gonopodial en machos y las últimas dan soporte al complejo hipural (Fig. 28).

**Suspensorio gonopodial:** Compuesto de tres espinas hemales modificadas en gonapófisis; la primera y segunda con procesos uncinados desarrollados, con extensiones óseas dorsales en forma de alas, la tercera con proceso uncinado semidesarrollado. Parte distal de gonapófisis I ligeramente engrosada, termina entre los gonactinos V y VI. Parte distal de gonapófisis II dirigida ventralmente y termina entre los gonactinos VII y VIII. Gonapófisis I, II y III con ángulos de 250°, 225° y 250° respectivamente. Cuarta espina hemal con dirección anterior y procesos uncinados rudimentarios (Fig. 29).

**Complejo gonactinostal:** Compuesto por diez radios anales proximales denominados gonactinos, los primeros cuatro modificados, el I en forma de huso curvo con abultamiento en la mitad superior del eje. Del II al IV están fusionados en una estructura laminar de base angosta que se ensancha hacia la parte superior. Dos hendiduras en el borde dorsal de la estructura laminar entre los gonactinos II-III y III-IV. Parte posterior-superior de la estructura laminar abierta en forma de collar o herradura que alberga al gonactino V, libre y curvo, del mismo tamaño que el IV. Restantes cinco gonactinos libres, de forma alargada, del VI al IX disminuyendo en tamaño, el X significativamente pequeño. Base del gonactino V al VII con pequeñas extensiones laminares. El ligamento que sujeta al ligastilo, une a su vez al extremo izquierdo del collar con la parte distal del gonactino V y de la gonapófisis I. 6-7 pequeños radiales de formas diversas, los tres anteriores con extensiones laminares superiores dirigidas hacia atrás, mismas que cubren parcialmente el siguiente radial (Fig. 30).

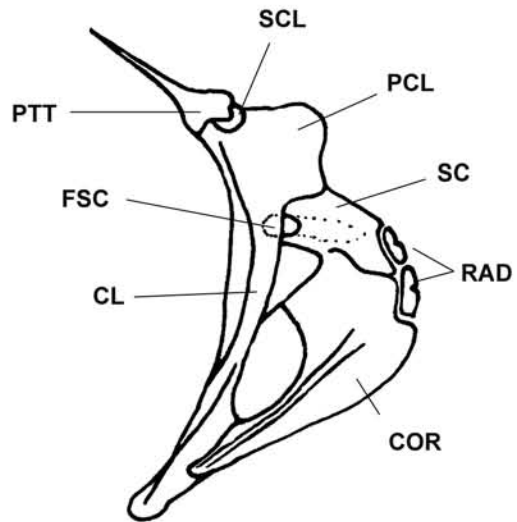


Figura 32. Cintura pectoral en vista lateral de *Poeciliopsis baenschi* IBUNAM 13206.

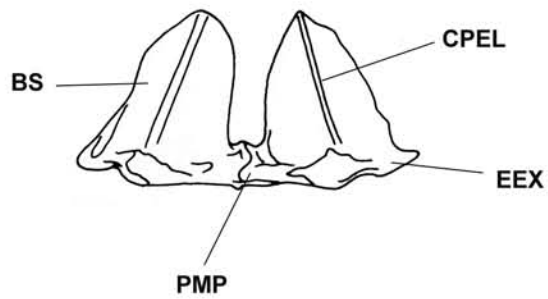


Figura 33. Cintura pélvica en vista ventral de *Poeciliopsis baenschi* IBUNAM 13206.

**Cintura y aleta pectoral:** Posttemporal espiniforme sujeto al epioccipital, de base amplia sin extensión anterior, la base se sobrepone al cleitro y cubre parte del supracleitro; éste es un pequeño hueso redondo ubicado entre el posttemporal y el cleitro. Cleitro alargado, ligeramente curvo, con proceso cleitral bilobulado; hacia el centro con extensiones laterales que cubren parte de la escápula y del coracoides. Escápula ovalada, con gran foramen escapular ovalado, perpendicular al cleitro. Coracoides en forma de huso, con el extremo superior notablemente ensanchado; su amplitud mayor que la base de la escápula; unión entre ambos huesos no bien definida. Longitud de la fosa entre el cleitro y el coracoides igual a la extensión inferior del cleitro. En la parte posterior tanto de la escápula como del coracoides se abre un espacio para ubicarse cuatro radiales libres en forma de cubo, 1-2 y 3-4 semifusionados. Insertados a los radiales se encuentran 10 de los 13 radios pectorales (Fig. 31).

**Cintura y aleta pélvica:** Cintura pélvica compuesta por dos huesos paralelos en forma de triángulo, en cuyas bases se observan pequeñas extensiones laterales internas (=procesos mediales: Ghedotti, 2000) y externas; las internas sobrepuestas y semifusionadas. Extensiones externas amplias dobladas hacia el centro del hueso. Ápice anterior del hueso pélvico achatado y un borde longitudinal en forma de costilla al centro del hueso. Sobre la base de la cintura se insertan seis radios pélvicos, el radio externo con un ligero proceso o proyección en la base dirigida hacia los radios internos (Fig. 32).

**Gonopodio:** Es la modificación de los radios 3, 4 y 5 de la aleta anal en machos; constituye un alargamiento de estos radios, a su vez doblados hacia el interior formando un tubo cerrado o casi cerrado. Primeros dos radios de la aleta reducidos. Radio 3 con 34-40 segmentos, tres a cuatro segmentos subdistales fusionados en uno solo; segmento distal simple, con una pequeña estructura membranosa en forma de media luna que cubre los últimos tres segmentos. Radio 4 ramificado en dos subramas, 4a y 4p; parte distal del radio 4a reducida y doblada hacia un lado, el 4p con 11 a 13 espinas retrorsas subdistales. Segmentos de los radios 5, 6, 7, y 8 sin espinas. Segmento basal del radio 5 cubierto por el basal del radio 4, de tal manera que parecen uno solo (Fig. 33).

**Complejo hipural:** Esqueleto hipúrico formado por las últimas vértebras caudales y por las hipurales, éstas fusionadas en una sola placa llamada hipural, que a su vez se une con la fusión del centro ural I más el centro pleural 1; ambos representan la primera vértebra fusionada con la placa hipural sobre el borde dorsal del centro pleural 2, con pequeñas prolongaciones óseas retrorsas y en el centro terminal prolongaciones antrorsas, cuya altura no alcanza el borde inferior de la epural. Urostilo en los adultos completamente fusionado a

Figura 34. Vista lateral del gonopodio de *Poeciliopsis baenschi* IBUNAM 13206.

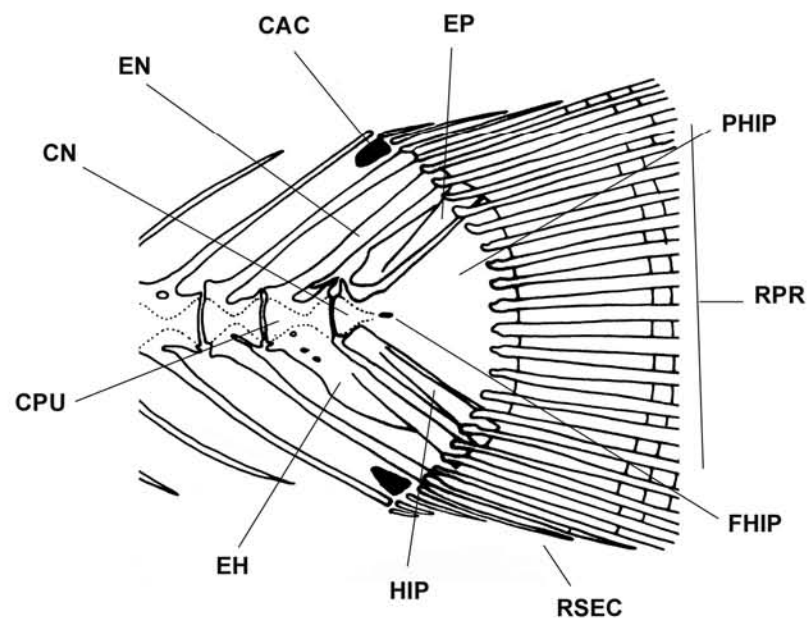


Figura 35. Vista lateral del complejo hipural y aleta caudal de *Poeciliopsis baenschi* IBUNAM 13206.

la placa hipural; pequeños ganchos laterales en la base superior de la placa. Parte superior del centro terminal con pequeñas proyecciones óseas a cada lado. Las 5 hipurales están fusionadas en dos placas: superior e inferior, ambas están semifusionadas entre sí, foramen hipural menor a 1/8 de la placa hipúrica (Fig. 34).

**Aleta caudal.** 24-27 radios caudales, diferenciados en 11-12 principales o ramificados (9-11 insertados en placa hipural) y 13-15 procurrentes o secundarios. La epural, al igual que la placa hipural y la parahipural, presentan cartílago en la parte distal, el cual la separa del centro neural. Cartílago accesorio entre las espinas neurales y hemales 3 y 4. Radios de la aleta caudal en relación con espinas neurales y hemales insertados en centros pleurales 4 (Fig. 34).

**Talla máxima:** 2.5 cm LT (macho); 3.0 cm (hembra).

**Distribución:** Jalisco y Colima, México. Endémico de las cuencas hidrológicas: San Nicolás, Cuitzmala, Tomatlán, Purificación, Marabasco, Cihuatlán, Ayuquila, Armería y Coahuayana.

**Hábitat:** Bentopelágico; agua dulce; pH 6.5. Vive en arroyos y ríos con corriente rápida; es más abundante en aguas claras cerca de las orillas, rodeadas de vegetación.

**Clima:** Tropical; 22 - 25°C.

**Material examinado: México. Colima,** IBUNAM13205 Río Ayuquila, a 500 m de San Pedro del Rincón. IBUNAM 13206 Río Armería, a un lado del camino rural Santa María-Colima. **Jalisco,** IBUNAM 13203 Río Purificación. IBUNAM 13204 Río Cihuatlán, abajo del puente y a un lado de Cihuatlán. IBUNAM 14428 Arroyo El Conejo, Tecomate 19° 32.57" 'N - 104° 27.32" 'W. IBUNAM 14429 Río Amborín, Sierra del Cuale 19° 40.25" 'N - 104° 34.39" 'W. IBUNAM 14430 Río Higuierilla, El Chico 19° 33.24" 'N - 104° 47.10" 'W. IBUNAM 14431 Río La Eca, Espinos de Carrión 19° 47' 45" 'N - 104° 43' 47" 'W.

***Poeciliopsis balsas* Hubbs, 1926**

Guatopote del Balsas

*Poeciliopsis balsas* Hubbs, 1926:66. Localidad tipo: Río Balsas, Guerrero, México. Holotipo: FMNH 3702. Paratipos: FMNH 3697 (29), 4540 (1), 4546 (10), 4553 (27), 4563 (7), 14074-96 (ahora 17); UMMZ 164097 [ex FMNH] (6).

*Poeciliopsis anonas* De Buen, 1943:263-270, 281-283. Figs. 1-7. Localidad tipo: Arroyo Anonas en la cuenca del Río Marqués, México. Holotipo: Estación Limnol. Pátzcuaro. Paratipos: Estación Limnol. Pátzcuaro (66). Sinónimo de *Poeciliopsis balsas* Hubbs 1926 (Rosen & Bailey 1963:138).

*Poeciliopsis balsas* Hubbs 1926; Rosen & Bailey 1963:138 (sistemática, distribución); Espinosa Pérez *et al.*, 1993:51 (lista comentada); Lucinda, 2003:570 (lista comentada); Nelson *et al.*, 2004:104 (lista); Miller *et al.*, 2005 (claves, descripción y distribución).

**Diagnosis.** Peces de cuerpo alargado, cabeza ligeramente puntiaguda, mandíbula inferior poco proyectada. Aleta dorsal generalmente insertada más cerca de la caudal que de la cabeza. Proceso supraoccipital bífido, la rama externa es más corta que la interna, la cual es significativamente más grande que el borde posterior del foramen mágnum. Parte terminal del gonopodio en forma de espiral. 4 radios branquióstegos. Eje en cuarta espina hemal con dirección anterior. Radiales 3-4 en forma de cubo y semifusionados. Estructura cartilaginosa en la parte distal del radio 3 en forma de pico al final del último segmento.

**Descripción:** D. 7-8 (machos), 8 (hembras); A. 10; P. 13; Pélv. 6; C. 26-30; Vért. 30-32.

**Neurocráneo:** Nasaes grandes, en forma de gota. Frontales alargados, con bordes anteriores rectos, ambos huesos unidos ligeramente en el centro, en la parte posterior separados, con borde redondos. Parietales alargados. Dermoesfenóticos pequeños, casi perpendiculares al borde lateral del frontal. Procesos supraoccipitales bien desarrollados. Procesos epióticos paralelos y mas cortos que los procesos supraoccipitales. Mesetmoides redondo y ligeramente osificado. Vómer con margen anterior recto y ligeramente cubierto por cartílago. Etmoides laterales en forma de roseta, adheridos al margen anterior del frontal por cartílago, éste se extiende y cubre el vómer, parte de los frontales y del paraesfenoides; la roseta no tiene contacto con el paraesfenoides. Brazo anterior del paraesfenoides más largo y angosto que el posterior; procesos ascendentes muy desarrollados, unidos ampliamente con los pteroesfenoides. Proóticos anchos con diminuto puente que conecta con el pteroesfenoides. Pteroesfenoides bien desarrollados, con ligera extensión anterior que se une al frontal. Orificio del foramen yugular evidente.

**Aparato mandibular.** Dientes externos premaxilares ligeramente curvos, de tipo incisivo (en forma de cuchara); 18-19. Una serie de dientes internos unicúspides, de tipo setiforme. Ligera separación entre la serie de dientes externa e interna. Proceso alveolar con 6-7 dientes pequeños cubriendo la mitad del arco. Borde posterior del proceso ascendente de la premaxila ligeramente elevado, con terminación redondeada, con ligera separación entre las terminaciones de ambos huesos, proceso interno-dorsal mediano. Muesca posterior profunda en el brazo alveolar de la premaxila y un marcado proceso



óseo delgado sobre la esquina inferior derecha. Proceso dorsal de la maxila cuadrado, el ventral más delgado. 18 dientes curvos de tipo incisivo en mandíbula; dientes alveolares pequeños en el borde dorso-lateral del dentario. Anguloarticular triangular con bordes redondeados. **Suspensorio mandibular:** Autopalatino sin proyección anterior ósea. Pequeño hueso ovalado anterior al cuadrado, que puede ser el ectopterigoides reducido. Simpléctico largo sin extensión laminar dorsal, sostiene ventralmente al cuadrado y endopterigoides. **Serie opercular:** Opérculo triangular con bordes anterior recto y dorsal ligeramente curvo, el posterior convexo. Interopérculo alargado con extremo anterior truncado. Subopérculo con borde truncado ondulado. **Esqueleto branquial:** Placa infraringobranquial 2, 3 y 4, ovalada. Quinto ceratobranquial con pequeño proceso óseo lateral-posterior. Basihial alargado con más de la mitad de tejido óseo y el resto de cartílago. **Arco hioideo:** Ceratohial anterior cuadrado. Ceratohial posterior semitriangular, con el borde posterior recto; espacio libre amplio entre ceratohiales ocupado por cartílago. **Vértebra y costillas:** 30-32 vértebras: 13-14 precaudales, 17-18 caudales. Neurapófisis con “alas” redondas, no alcanzan el proceso supraoccipital, ligeramente inclinadas hacia atrás y se superponen con la primera espina neural. Borde anterior de la neurapófisis no unido al exoccipital. Proceso supraoccipital no alcanza el borde dorsal de la neurapófisis. Espinas neural 1 y 2 completamente expandidas, 3 expandida sólo la mitad. Ligastilo grande rectangular-largo. Inserción de gonapófisis I en la vértebra 14 o 15. **Suspensorio gonopodial:** gonapófisis I y II con procesos uncinados desarrollados, “alas” en el dorso de éstos; gonapófisis III con proceso uncinado semidesarrollado. Parte distal de gonapófisis I ligeramente engrosada. Parte distal de gonapófisis II con dirección ventral. Gonapófisis I, II, III y IV con ángulo aproximado de 250° la primera y 225° las demás. Cuarta espina hemal con dirección anterior y proceso uncinado rudimentario. **Complejo gonactinostal:** gonactino I con abultamiento en la mitad superior del eje. Hendidura pequeña en el borde dorsal de la estructura laminar entre los gonactinos II y III. Extensiones laminares grandes en la base de gonactinos V-VII y pequeñas en el VIII. 6-7 radiales pequeños de formas diversas, los tres anteriores con extensiones laminares superiores dirigidas hacia atrás, mismas que cubren parcialmente el siguiente radial. **Cintura y aleta pectoral:** base del posttemporal con extensión anterior pequeña. Supracleitro pequeño y redondo. Proceso cleitral bilobulado. Escápula ovalada, con gran foramen escapular ovalado. Unión entre coracoides y escapula no bien definida. Longitud de la fosa entre el cleitro y el coracoides igual a la extensión inferior del cleitro. 9 de los 12 radios pectorales insertados en los radiales. **Cintura y aleta pélvica:** procesos mediales y externos pequeños; los mediales sobrepuestos y semifusionados. Ápice anterior del hueso pélvico agudo, costilla en los costados. Procesos externos dirigidos posteriormente. **Gonopodio:** radio 3 del gonopodio con 38-44 segmentos; 4-5 segmentos subdistales fusionados en uno solo y 4-5 segmentos

terminales; segmento distal simple, con estructura membranosa pequeña en forma de pico. Parte distal del radio 4p con 10-11 espinas retrorsas subdistales. Últimos 10 segmentos del gonopodio en forma de espiral. **Complejo hipural:** prolongaciones óseas pequeñas sobre el dorso del centro terminal, sin alcanzar el borde inferior de la epural. Longitud de foramen hipural menor a 1/4 en la placa hipural. Espinas neural y hemal 1 divididas en dos desde la base. **Aleta caudal:** 26-30 radios caudales diferenciados en 13-14 principales (10 insertados en placa hipural) y 13-16 secundarios. Sin cartílago accesorio. Radios de la aleta caudal en relación con espinas neurales y hemales insertados en centros pleurales 2 y 3.

**Talla máxima:** 3.5 cm LT (macho); 6.5 cm (hembra).

**Distribución:** Michoacán, Morelos, Guerrero, México. Endémica de las cuencas hidrológicas: Balsas, Lerma, Papagayo, Ometepec. Río Arteaga y Río Aguililla.

**Hábitat:** bentopelágico; agua dulce; pH 7.0 - 7.5.

**Clima:** tropical; 24 - 27°C.

**Material examinado:** México. Guerrero, IBUNAM 2237, Río Balsas (bajo la cortina de la Presa "La Villita"), 18°2.56 'N -102°11.2 'W; IBUNAM 6937, Presa la Venta, 17°7 'N - 99°35 'W. Michoacán, IBUNAM 2253, Río Popoyuta, 18°3.8 'N-102°30.8 'W. CIUASNH 0463, Cortina de la Presa de Infiernillo, municipio de Arteaga, Cuenca Balsas-Tepalcatepec, 18°16.20 'N - 101°53.31 'W. CIUASNH 0934, arroyo en La Garita 42.8 km SE de Turicato, camino a Cuitzian Grandel, municipio de Turicato, cuenca Balsas-Tepalcatepec.

### ***Poeciliopsis catemaco* Miller, 1975**

Guatopote blanco

*Poeciliopsis catemaco* Miller 1975:35, Fig. 11. Localidad tipo: Lado oeste de la Laguna de Catemaco, Veracruz, México, 18°25'N, 95°07'W, elev. ca. 340 m. Holotipo: UMMZ 176977. Paratipos: UF 7340 (89 o 88); UMMZ 173760-61 (52, 33), 173765 (35, ahora 30, 3 a&t, 5 descartados), 176978 (3), 178554 (294, ahora 291), 181677 (7), 181806 (1, alotipo), 183908 (9), 184540 (280 o 279), ?197599 (37). Meyer *et al.*, 1985b:315 (diagnosis; distr.); Miller, 1986:145 (lista); Rauchenberger, 1989b:367 (lista); Espinosa Pérez *et al.*, 1993:51 (lista comentada); Fuentes & Espinosa, 1997:459 (lista); Miller &

Van Conner, 1997:453 (descripción, distr.); Lucinda, 2003:570 (lista comentada); Nelson *et al.*, 2004:105 (lista); Miller *et al.*, 2005 (claves, descripción y distribución).

**Diagnosis:** Peces de cuerpo delgado y cabeza puntiaguda. Cuerpo amarillo-plateado con un ligero brillo metálico. Tiene de 8 a 17 (11-13 en promedio) pequeñas manchas en forma de puntos oscuros a lo largo del cuerpo, de tamaño menor a la pupila del ojo, que se extienden justo sobre y detrás de la base de la aleta pectoral, hasta la base de la aleta caudal, estas manchas están dispuestas sobre una fina línea axial que va desde la parte posterior de la cabeza hasta la base de la caudal. No presenta coloración alrededor del ano. Los melanóforos que dan color al gonopodio son de menor tamaño que los del cuerpo, están muy juntos y se concentran de manera marcada sobre el dorso y en la base del gonopodio. Todas las aletas, excepto la caudal, tienen ligeros puntos negros. En las hembras la coloración de la aleta anal se localiza en la parte distal. 19 - 25 branquiespinas. Sin gancho retrorso, en su lugar una estructura membranosa fuertemente recurvada. Sierra del radio gonopodial 4 más fuerte que en las demás especies del género. Quinto ceratobranquial con proceso óseo lateral superior pequeño y redondeado, y el inferior está ausente.

**Descripción:** D. 8-9; A. 9-10; P. 13-15; Pélv. 6; C. 33; Esc. 28-30, Vért. 30-32.

**Neurocráneo:** Nasaes pequeños en forma de gota. Bordes anteriores de los frontales con ligera concavidad al centro, donde se inicia la serie de poros cefálicos, ambos huesos se unen ligeramente en el centro, bordes laterales externos con muesca notable en la parte media, parte posterior con bordes redondos. Parietales pequeños y ovalados, ubicados exactamente en la punta posterior de los frontales, cubriendo ligeramente los epióticos. Dermoesfenóticos perpendiculares, al borde lateral del frontal. Supraoccipital amplio, procesos supraoccipitales muy desarrollados. Procesos epióticos delgados de menor longitud y paralelos a los procesos supraoccipitales. Mesetmoides redondo y ligeramente osificado. Vómer con margen anterior ligeramente cóncavo. Etmoides laterales pequeños, en forma de roseta, notablemente alejados del paraesfenoides; cartílago cubre lateralmente al vómer, parte de los frontales y más de la mitad del brazo anterior del paraesfenoides. Brazo anterior de paraesfenoides más delgado que el posterior; procesos ascendentes muy desarrollados, unidos ampliamente con los pteroesfenoides. Proóticos anchos con puente pequeño sobre el canal lateral y las cámaras trigeminofaciales. Pteroesfenoides bien desarrollados, con ligera extensión anterior unida ventralmente a los frontales, con un pequeño puente hacia el proótico. Foramen yugular muy evidente.

**Aparato mandibular:** 38-40 dientes externos premaxilares curvos, de tipo setiformes (muy

delgados como espinas gruesas). Una serie de dientes internos unicúspides tipo setiforme. Dientes alveolares del mismo tamaño que los internos cubriendo la mitad del arco alveolar. Ligera separación entre la serie de dientes externos e internos. Borde posterior del proceso ascendente de la premaxila ligeramente elevado con terminación en punta y separación amplia, proceso interno-dorsal grande. Muesca posterior profunda y marcado proceso óseo delgado sobre la esquina inferior derecha. Proceso dorsal de la maxila semicuadrado. 38-40 dientes mandibulares, los internos dispuestos en una hilera; 5-6 dientes alveolares en el borde dorso-lateral del dentario. **Suspensorio mandibular:** autopalatino con ligera proyección anterior ósea. Endopterigoides no mantiene contacto con el simpléctico. Simpléctico largo con extensión laminar evidente que se interrumpe donde termina la parte inferior del endopterigoides. Pequeño hueso ovalado anterior al cuadrado que puede ser el ectopterigoides reducido. **Serie opercular:** opérculo triangular con bordes anterior recto y dorsal ondulado, borde posterior convexo. Interopérculo con extremo anterior truncado. Subopérculo en forma de media luna truncada, con borde anterior-superior cóncavo. **Esqueleto branquial:** placa infrafaringobranquial 2, 3 y 4 ovalada-alargada. Quinto ceratobranquial con un pequeño proceso óseo lateral-superior. Basihial alargado con la mitad de tejido óseo y el resto de cartílago. **Arco hioideo:** ceratohial anterior cuadrado. Ceratohial posterior semitriangular con el borde posterior recto, extremo posterior con marcada concavidad donde se inserta el cartílago que une al interhial, con espacio libre amplio entre ceratohiales ocupado por cartílago. Cinco radios branquióstegos, el primero ubicado en el borde inferior de la proyección ósea del ceratohial anterior, no está en contacto en él. Los tres siguientes están sobrepuestos a la mitad inferior del ceratohial anterior, el quinto se sobrepone a la mitad inferior del ceratohial posterior. Hipohial pequeño de forma variable. Interhial en forma de cilindro corto. **Vértebras y costillas:** 30-31 vértebras; 13-14 precaudales, 17-18 caudales. Neurapofisis no alcanzan el proceso supraoccipital, no inclinada hacia atrás. Borde anterior de la neurapofisis no unido al exoccipital. Proceso supraoccipital rebasa el borde dorsal de la neurapofisis. Espinas neural 1 y 2 completamente expandidas, 3 expandida sólo la mitad. Ligastilo pequeño ovalado-alargado. Inserción de gonapofisis I en vértebra 14-15. **Suspensorio gonopodial:** gonapofisis I, II y III con procesos uncinados desarrollados, "alas" en el dorso en la primera y segunda. Parte distal de gonapofisis I con un ángulo ventral de 90°. Parte distal de gonapofisis II con un engrosamiento en el dorso. Gonapofisis I, II y III con ángulos aproximados de 240°, 240° y 225° respectivamente. Cuarta espina hemal delgada, vertical y sin modificación. **Complejo gonactinostal:** gonactino I con abultamiento en la mitad superior del eje. Hendidura pequeña en el borde dorsal de la estructura laminar entre los gonactinos II y III. Gonactino V libre del mismo tamaño que el IV; extensiones laminares grandes en la base del gonactino V-VII y, pequeñas en el VIII. 6-7 radiales pequeños de

formas diversas. **Cintura y aleta pectoral:** base del posttemporal con pequeña extensión anterior; supracleitro redondo y mediano. Proceso cleitral ligeramente bilobulado, con el lóbulo superior más grande que el inferior. Escápula semitriangular con foramen escapular ovalado y pequeño. Unión entre escápula y coracoides bien definida. Longitud de la fosa entre el cleitro y el coracoides dos veces en la extensión inferior del cleitro. 10 de los 14 radios pectorales insertados a los radiales. **Cintura y aleta pélvica:** procesos mediales y externos grandes; mediales sobrepuestos y semifusionados. Procesos externos delgados dirigidos hacia los radios pélvicos. Área semifusionada entre ambos huesos con hendidura posterior. Ápice anterior del hueso pélvico ligeramente achatado, costilla al centro del hueso. **Gonopodio:** radio gonopodial 3 con 44-61 segmentos; 3-6 segmentos subdistales fusionados en uno solo; 10-15 segmentos distales simples con delgada estructura membranosa en forma de uña sobrepuesta en los últimos tres y medio segmentos. Radio 4p con 17 espinas retrorsas subdistales. **Complejo hipural:** prolongación ósea antrorsa pequeña sobre el dorso del centro terminal, y retrorsa en la parte posterior dorsal del centro pleural 2, ambas sin alcanzar el borde inferior de la epural. Base de parahipural aguda. Foramen hipural con 1/3 en longitud de la placa hipural. **Aleta caudal:** 33-34 radios caudales diferenciados en 16 principales (12 insertados en la placa hipural) y 17-18 procurrentes. Extensiones laminares en epural, parahipural, espina neural 2 y espina hemal 2. Sin cartílago accesorio. Radios de la aleta caudal en relación con espinas neurales y hemales insertados en centros pleurales 4-5.

**Talla máxima:** 4.0 cm LT (macho); 9.0 cm (hembra) (Miller y Van Conner, 1997).

**Distribución:** Veracruz, México. Endémica de la cuenca hidrológica del Papaloapan y en la Laguna de Catemaco.

**Hábitat:** bentopelágico; agua dulce; pH 7.0 - 7.8. Es una especie semipelágica, los adultos se encuentran en ambientes lénticos en el Lago de Catemaco, y los juveniles e inmaduros en pozas de los ríos adyacentes al lago, formando cardúmenes en la superficie de las orillas (Miller y Van Conner, 1997).

**Clima:** tropical; 24 - 28°C.

**Biología:** Miller y Van Conner (1997) mencionaron que la presencia de numerosas y grandes branquiespinas, así como su vida lacustre, puede favorecer el tipo de alimentación a base de microcrustáceos.

**Material examinado:** México. Veracruz, IBUNAM 6812, 6843, 7565, 8929, 8930, 9121, 10173, 10180, 10184, 10188, 10197, Lago de Catemaco, 18°9 'N -95°40 'W.

***Poeciliopsis elongata*** (Günther, 1866)

Olomina gigante

*Poecilia elongata* Günther 1866:342. Localidad tipo: Panama. Holotipo: BMNH 1866.1.14.23.

*Poeciliopsis elongata* (Günther 1866); Rosen & Bailey 1963:139 (sistemática, distribución); Bussing 1987:148 (diagnosis, distribución); Allen & Robertson 1994:91 (descripción, distribución); Bussing 1998:223 (diagnosis, distribución); Lucinda, 2003:570 (lista comentada).

**Diagnosis:** Cuerpo grande, alargado. Perfil predorsal ligeramente curvo. Boca ancha. Hocico comprimido. Radios dorsales anteriores alargados en machos. Patrón de coloración oliva en el dorso, plateado en los costados y amarillento en el vientre, 8 a 10 barras verticales, delgadas, difusas en los costados. Aletas sin coloración. Sin interhial.

**Descripción:** D. 9; A. 8; P. 17; Pélv. 6; C. 35-38; Esc. 30-32; Br. 29-32; Vért. 33-34.

**Neurocráneo:** Nasales grandes, libres, semicuadrados. Frontales con bordes anteriores rectos, ambos huesos se unen ampliamente en el centro; parte posterior con puntas redondas; bordes laterales externos con muesca notable. Parietales alargados y pequeños. Dermoestenóticos presentes. Procesos supraoccipitales desarrollados. En el costado interno de la inserción del epiótico con el posttemporal surge el proceso epiótico delgado con terminación bifida, con longitud mayor y dirección semejante a los procesos supraoccipitales. Neurocráneo ventral. Mesetmoides redondo. Vómer con margen anterior ligeramente cóncavo. Cartílago de etmoides laterales sin contacto con paraesfenoides. Brazo anterior del paraesfenoides más largo que el posterior, procesos ascendentes muy desarrollados, unidos ampliamente con los pteroesfenoides. Proóticos anchos. Pteroesfenoides bien desarrollados con extensión anterior unida ventralmente a la mitad de los frontales, posteriormente se forma un puente hacia el proótico. Esfenóticos anchos y alargados verticalmente con extensión lateral misma que sobresale del borde lateral. Exoccipitales en forma de domo, foramen yugular evidente. **Aparato mandibular:** premaxila con borde anterior redondo en el que se insertan 49-55 dientes externos largos ligeramente curvos de tipo incisivo. Una serie de dientes internos unicúspides muy cercanos a los externos. Separación ligera entre ambas series de dientes. Proceso alveolar con 3 dientes, cubriendo 1/4 del arco alveolar. Proceso ascendente de la

premaxila elevado con terminación recta, con separación amplia entre las terminaciones de ambos procesos ascendentes. Brazo alveolar de la premaxila rectangular, con notable muesca posterior y proceso óseo delgado y largo sobre la esquina inferior derecha. Proceso dorsal de la maxila cuadrado, el ventral mucho más delgado que el dorsal en forma de espina gruesa muy larga; brazo distal alargado, ligeramente más ancho en el centro y terminado en "V". Dentario dorsalmente semirredondo, proceso medial pequeño de base angosta; en el borde dorsal dentario se insertan 50-62 dientes grandes curvos y laminares dispuestos en una hilera externa, en tanto que los internos son de menor tamaño dispuestos en una hilera de pocos dientes; 5-6 pequeños dientes alveolares. Anguloarticular triangular con redondeados, el brazo anterior delgado y de mayor tamaño; retroarticular ovalado grande; coronomeckeliano ovalado y pequeño. Cartílago de Meckel alargado. **Suspensorio mandibular:** autopalatino largo sin proyección anterior ósea. Endopterigoides alargado con el borde posterior ondulado. Simpléctico largo con extensión laminar dorsal que se interrumpe donde termina la parte inferior del endopterigoides. Ectopterigoides ausente. Hiomandibular con extensión laminar anterior que cubre  $\frac{3}{4}$  de la longitud total entre el brazo superior-anterior y el ventral. **Serie opercular:** opérculo con bordes anterior y dorsal rectos, posterior convexo con pequeña muesca en el extremo superior. Interopérculo alargado con extremo anterior terminado en punta, extremo posterior mucho más ancho y redondeado, con muescas superior y posterior. **Esqueleto branquial:** placa infrafaringobranquial ovalada-alargada; en la parte ventral de la placa se insertan numerosos dientes cónicos ligeramente curvos, pequeños, dispuestos en hileras bien definidas. Parte distal del quinto ceratobranquial ensanchada con proceso óseo lateral reducido. Cuatro hileras bien definidas de dientes cónicos curvos en la parte superior del ceratobranquial 5, en la inferior los dientes están dispuestos de manera discreta e irregular. Basihial alargado con más de la mitad de tejido óseo y el resto de cartílago. **Arco hioideo:** ceratohial anterior cuadrado, ceratohial posterior semitriangular con el borde posterior recto, espacio libre entre ambos ceratohiales cubierto por cartílago. Cinco radios branquióstegos; el primero insertado en el borde inferior de la proyección ósea, los dos siguientes sobrepuestos a la mitad inferior del ceratohial anterior, el tercero entre la unión de ambos ceratohiales, el cuarto sobrepuesto a la mitad inferior del ceratohial posterior. Hipohial pequeño de forma variable. Interhial pequeño y cilíndrico. **Vértebras y costillas:** 33-34 vértebras: 13 precaudales y 20-21 caudales. La neurapófisis no toca el proceso supraoccipital, ligeramente inclinada hacia atrás y se sobrepone con la primera espina neural. Borde anterior de la neurapófisis no unido al exoccipital. Proceso supraoccipital sobrepasa el borde dorsal de la neurapófisis. Espina neural 1 y 2 completamente expandida, 3 expandida sólo la mitad, la 4 con indicios de expansión anterior. Ligastilo grande en forma de espina gruesa alargada. Gonapófisis I

insertada en la vértebra 14. **Suspensorio gonopodial:** gonapófisis I, II y III con procesos uncinados desarrollados, con extensiones óseas dorsales en forma de alas, en gonapófisis I muy desarrolladas. Parte distal de gonapófisis I dirigida ventralmente. Parte distal dorsal de gonapófisis II notablemente engrosada. Parte distal de gonapófisis III dirigida horizontalmente. Cuarta espina hemal con dirección posterior y parte distal ensanchada. **Complejo gonactinostal:** gonactino I en forma de huso curvo con ligero abultamiento en la mitad superior del eje. Estructura laminar de base angosta que se ensancha hacia la parte superior. Dos hendiduras en el borde dorsal de la estructura laminar entre los gonactinos II-III y III-IV, la primera mayor que la segunda. Gonactino V libre y curvo del mismo tamaño que el IV. Los gonactinos VI al IX van disminuyendo en tamaño, el X es notablemente pequeño. Sin extensiones laminares en la base del gonactino V al VII. 5-6 pequeños radiales de formas diversas, los tres anteriores con extensiones laminares superiores dirigidas hacia atrás, mismas que cubren parcialmente el siguiente radial. **Cintura y aleta pectoral:** proceso cleitral semicuadrado. Escápula triangular con foramen escapular grande y ovalado. Unión entre coracoides y escápula bien definida. Longitud de la fosa entre el cleitro y el coracoides 1.5 veces en la extensión inferior del cleitro. Cuatro radiales libres en forma de cubo. Insertados a los radiales se encuentran 13 de los 17 radios pectorales. **Cintura y aleta pélvica:** procesos mediales presentes en cintura pélvica; los procesos internos están sobrepuestos y semifusionados. Ápice anterior del hueso pélvico achatado y costilla al centro del hueso. **Gonopodio:** radio 3 del gonopodio con 48-54 segmentos; segmento distal simple, con una pequeña estructura membranosa en forma de media luna que cubre los últimos tres segmentos. Radio 4p con 13 espinas retrorsas subdistales. Los segmentos de los radios 5, 6, 7, y 8 sin espinas. Segmento basal del radio 5 cubierto por el basal del radio 4, de tal manera que parecen uno solo. **Complejo hipural:** en el centro Terminal se desarrollan prolongaciones antrorsas, cuya altura sobrepasa el borde inferior de la epural, sin tocarlo. Pequeños ganchos laterales en la base superior de la placa. Placas hipurales semifusionadas entre sí, la fusión es en la base, el foramen hipural cubre la totalidad de la placa hipúrica. Extensiones laminares anteriores en espina pleural 2, epural, espina neural 2 y parahipural. **Aleta caudal:** 35-38 radios caudales diferenciados en 20-21 principales (13 insertados en placa hipural) y 15-17 procurrentes. Sin cartílago accesorio entre las espinas neurales y hemales. Radios de la aleta caudal mantienen relación con espinas neurales y hemales insertados en centros pleurales 5 y 6.

**Talla máxima:** 13.0 cm LT (macho), 9.4 cm (hembra).



**Distribución:** América Central: Costa Rica y Panamá. En las cuencas hidrológicas de la vertiente Pacífica: Nicoya, Tonosi.

**Hábitat:** bentopelágico; dulceacuícola; salobre; pH 7.2 - 8.0. Forma grandes cardúmenes entre los manglares de los estuarios y en las bocas de los ríos, es abundante en las salinas de aguas salobres. En aguas turbias, sobre la superficie (Allen y Robertson, 1998).

**Clima:** Tropical; 24 - 34°C.

**Biología:** Se alimenta de cieno y detrito (Allen y Robertson, 1994).

**Material examinado:** **Costa Rica**, UCR 889.002, estuario próximo al muelle de Chomes, Puntarenas, 10°2.10 'N - 82°56 'W. UCR 1576.001 Estero Pochote, Bahía Ballena, Puntarenas, 9°44.55 'N – 84°59.30 'W. **Panamá**, UCR 2124.001, Playa La Galeta, cerca de Las Tablas, en una salina, Los Santos, 7°45 'N – 80°12 'W.

### ***Poeciliopsis fasciata*** Meek, 1904

Guatopote de San Jerónimo

*Gambusia fasciata* Meek 1904:129, Fig. 37. Localidad tipo: Ríos costeros del Pacífico en el Istmo de Tehuantepec, San Jerónimo, Oaxaca, México. Holotipo: FMNH 4715. Paratipos: FMNH 4716 (17), 4722 (3), 72582 (2); UMMZ 164096 [ex FMNH 4716] (6); USNM 55774 (2). Catálogo de tipos: Ibarra & Stewart 1987:37; Parenti *et al.*, 1999:7.

*Poeciliopsis fasciata* (Meek 1904); Hubbs, 1926:67; Rosen & Bailey 1963:138 (sistemática, distribución); Espinosa Pérez *et al.*, 1993:51 (lista comentada); Parenti *et al.*, 1999:7; Lucinda, 2003:570 (lista comentada); Nelson *et al.*, 2004:105 (lista); Miller *et al.*, 2005 (claves, descripción y distribución).

**Diagnosis:** cuerpo alargado, no muy comprimido; cabeza pequeña aplanada dorsalmente, cabe 4.25 veces en LP, espacio interorbital cabe 2 veces en LC, boca pequeña, mandíbulas iguales, dientes en mandíbulas en una banda, la serie externa alargada; todos los dientes conicos; hocico cabe 3.5 veces en cabeza; ojo cabe 3 veces en cabeza; origen de la dorsal a la base de la caudal 1 1/3 en la distancia de la punta del hocico; casi la mitad entre la base de la caudal y la mitad de la pectoral; anal en hembras adelante de la dorsal; pectoral 1 ¼ en cefálica; ventral 2 ¼; caudal subtruncada; parte menos alta del pendúnculo caudal 1 ½ en

cefálica; peritoneo negro. Brazo posterior del paraesfenoides ligeramente más ancho que el anterior

Coloración café brillante; costados con 3 a 5 barras verticales angostas que se extienden desde la región de la dorsal hasta la mitad del cuerpo, ocasionalmente una o dos barras alcanzan la región ventral; un punto negro sobre la mitad de los dos primeros radios dorsales casi en la base; iris negro; una línea negra en el dorso y parte ventral del pedúnculo caudal.

**Descripción:** D. 7-8; A. 9-10; P. 11-13; Pélv. 6; C. 27; Esc. 30-32; Vért. 31-32.

**Neurocráneo:** Nasaes grandes, semicuadrados. Frontales con bordes anteriores-internos más largos que los exteriores; ambos frontales se unen ligeramente en el centro, parte posterior de ambos huesos separados con bordes redondos. Parietales medianos y alargados, en la parte posterior de los frontales, cubriendo ligeramente los epióticos. Dermoefenóticos semiperpendiculares al borde lateral del frontal. Supraoccipital angosto, procesos supraoccipitales desarrollados. Procesos epióticos de menor longitud y paralelos a los procesos supraoccipitales. Margen anterior del vómer con dos ligeras concavidades, extensión posterior más larga que los laterales. Etmoides laterales pequeños en forma de roseta misma que mantiene contacto con el paraesfenoides, cartílago cubre lateralmente al vómer, parte de los frontales y menos de la mitad del brazo anterior del paraesfenoides. Brazo posterior del paraesfenoides ligeramente más ancho que el anterior; procesos ascendentes muy desarrollados. Proóticos con puente pequeño sobre el canal lateral y las cámaras trigeminofaciales, uniendo a su vez con los procesos ascendentes del paraesfenoides. Pteroefenoides largos unidos ventralmente a los frontales. Esfenótico no forma parte de la muesca del frontal. Basioccipital angosto. Foramen yugular evidente, ubicado cerca del pterótico. **Aparato mandibular.** 20-21 dientes premaxilares externos ligeramente curvos de tipo incisivo (en forma de cuchara). Varias series de dientes internos tipo unicúspides. Separación pequeña entre ambas series de dientes externa e internas. 7-8 dientes alveolares cubriendo la mitad anterior del arco alveolar. Borde posterior del proceso ascendente de la premaxila elevado con terminación puntiaguda, con ligera separación entre las terminaciones, proceso interno-dorsal mediano. Muesca posterior profunda de longitud pequeña ubicada en margen superior y dos marcados procesos óseos delgados sobre la esquina inferior izquierda y derecha, ambos paralelos. Proceso dorsal de la maxila cuadrado; ventral en forma de espina gruesa. Porción inferior del brazo distal de la maxila con un ligero abultamiento en el borde centro-posterior. 20-21 dientes en mandíbula de tipo laminar, grandes y curvos, dispuestos en una hilera externa, los internos de menor

tamaño dispuestos en 3-4 hileras; 4-5 dientes alveolares en la mitad anterior del borde dorso-lateral del dentario. Anguloarticular semicuadrado, brazo anterior ligeramente de mayor tamaño. **Suspensorio mandibular:** autopalatino con proyección anterior ósea pequeña. Parte inferior de endopterigoides descansa sobre el simpléctico. Simpléctico largo con extensión laminar leve que se interrumpe donde termina la parte inferior del endopterigoides. Formación ósea pequeña anterior al cuadrado, casi fusionada a éste, misma que puede ser el ectopterigoides reducido. **Serie opercular:** opérculo con bordes anterior y dorsal rectos, posterior cóncavo. Interopérculo con extremo anterior truncado. Subopérculo en forma de media luna truncada, con el borde anterior ondulado. **Esqueleto branquial:** placa infrafaríngeobranquial 2, 3 y 4 ovalada como *P. baenschii* y *P. balsas*. Quinto ceratobranquial con proceso óseo lateral-superior muy desarrollado. Basihial alargado con más de la mitad de tejido óseo y el resto de cartílago. **Arco hioideo:** ceratohial anterior cuadrado. Ceratohial posterior semitriangular con borde posterior recto, extremo posterior sin concavidad donde se inserta el cartílago que une al interhial, sin espacio libre entre ambos ceratohiales. Cinco radios branquiostegos, el primero ubicado en el borde inferior de la proyección ósea del ceratohial anterior, los tres siguientes están sobrepuestos a la mitad inferior del ceratohial anterior, el quinto se sobrepone a la mitad inferior del ceratohial posterior. Interhial de forma cilíndrica. **Vértebras y costillas:** 31-32 vértebras: 13-14 precaudales y 17-18 caudales. Neurapófisis no alcanza el proceso supraoccipital, ligeramente inclinada hacia atrás y se sobrepone con la primera espina neural. Borde anterior de la neurapófisis no unido al exoccipital. Proceso supraoccipital llega a la mitad de la neurapófisis. Espina neural 1 y 2 medianamente expandida, 3 expandida sólo la mitad. Ligastilo pequeño ovalado-alargado. Inserción de gonapófisis I en la vértebra 14-15. **Suspensorio gonopodial:** gonapófisis I y II con procesos uncinados desarrollados y alas pequeñas; gonapófisis III con rudimentos de proceso uncinado y alas. Parte distal de gonapófisis I ligeramente engrosada con dirección ventral. Parte distal de gonapófisis II engrosada y con dirección ventral. Gonapófisis I, II y III con ángulo de 225°, 225° y 215° respectivamente. Cuarta espina hemal delgada, ventral y sin modificación. **Complejo gonactinostal:** gonactino I en forma de huso curvo con marcado abultamiento en la mitad superior del eje. Dos hendiduras en el borde dorsal de la estructura laminar, la primera de mayor tamaño entre los gonactinos II y III y, la segunda más pequeña entre los gonactinos III-IV. Extensión laminar grande en la base del gonactino V, y pequeñas en gonactinos VI-VII. 5-6 radiales anales de formas diversas, los tres anteriores con extensiones laminares superiores dirigidas hacia atrás, mismas que cubren parcialmente el siguiente radial. **Cintura y aleta pectoral:** base del posttemporal con extensión anterior pequeña. Supracleitro pequeño en forma de gota. Proceso cleitral lobulado. Escápula semitriangular. Foramen escapular ovalado. Unión entre coracoides y escápula no bien definida. Longitud

de la fosa entre el cleitro y el coracoides una vez en la extensión inferior del cleitro. 9 de los 13 radios pectorales insertados en los radiales. **Cintura y aleta pélvica:** procesos mediales pequeños sobrepuestos y fusionados, borde posterior del área fusionada con extensión pequeña. Procesos externos amplios y dirigidos posteriormente. Ápice anterior del hueso pélvico achatado, el derecho más que el izquierdo, costilla en los costados del hueso. **Gonopodio:** 43-58 segmentos en radio 3 del gonopodio; 3-5 segmentos subdistales fusionados en uno solo; 10-13 segmentos distales simples sin estructura membranosa. 4p con 11-12 espinas retrorsas subdistales. **Complejo hipural:** prolongaciones óseas antrorsas dorsales en centro terminal, alcanzan y sobrepasan el borde inferior de la epural. Parahipural de base aguda. Longitud de foramen hipural 1/4 en la placa hipural. **Aleta caudal:** 27 radios caudales diferenciados en 11-12 principales (9 insertados en la placa hipural) y 15-16 secundarios. Cartílago accesorio entre espinas neurales 4-6, y hemales 3-6. Radios de la aleta caudal en relación con espinas neurales y hemales insertados en centro pleural 5.

**Talla máxima:** 3.0 cm LT (macho); 5.0 cm (hembra).

**Notas comparativas:** Los dientes internos son unicúspides, aunque pueden confundirse con tricúspides, por un pequeño abultamiento al centro que asemeja un esbozo de diente tricúspide; estos dientes se localizan principalmente en los costados del parche de dientes internos. Schultz y Miller (1971) describieron formas híbridas de *Poecilia butleri* y *P. sphenops* con dientes semejantes a los observados en *Poeciliopsis fasciata*; el diente con un pequeño abultamiento central se encuentra en el híbrido *P. butleri*-*P. sphenops*, localizado en la parte central de la placa de dientes internos, mientras que los dientes tricúspides (en *P. sphenops*) y unicúspides (en *P. butleri*) están en los costados. En *P. fasciata*, los dientes con el abultamiento están dispersos entre los verdaderos unicúspides.

**Distribución:** México y Guatemala, en las cuencas hidrológicas de la vertiente del Pacífico sur, en los ríos Balsas, Papagayo, Ometepec, Verde, Tehuantepec, Juchitlán, Suchiate, Pijijiapan, Coatzacoalcos, Papaloapan, Grijalva, Usumacinta.

**Hábitat:** bentopelágico; dulceacuícola; salobre; pH 7.0 - 8.0. Es una especie eurihalina, con mayor afinidad por ambientes dulceacuícolas, prefiere ambientes donde el agua fluye rápidamente. Es común en ambientes lóticos y lénticos (Martínez, 1999).

**Clima:** tropical; 24 - 30°C.

**Material examinado: México. Chiapas**, IBUNAM 1864, Río Lagartero, 16°16.8 'N - 93°58.35 'W; IBUNAM 1869, El Paredón, 16°2.57 'N -93°51.51 'W; IBUNAM 1932, 1945, Laguna de Mar Muerto, entrada del río, 16°4.55 'N -93°54.24 'W; IBUNAM 1959, Río el Naranjo, Pijijiapan, 15°42.2 'N -93°18.18 'W; IBUNAM 8516, Puente de Ostuta, Carretera Ventosa-Tuxtla Gutiérrez, 16°46 'N -93°8 'W. **Guerrero**, IBUNAM 13903, La Hacienda, Río Papagayo, 16°44.3.53 N99°37.7.2 'W; IBUNAM 13932, Rinconada del río, Laguna de Tres Palos, 16°42.1.8 'N 99°38.9.4 'W. **Oaxaca**, IBUNAM 1851, Laguna Superior, 16°14.24 'N -94°56.28 'W; IBUNAM 1860, Río Ostuta, 16°30.32 'N -94°26.49 'W; IBUNAM 1862, Río Juchitán, 16°22.41 'N -95°0.56 'W; IBUNAM 8878, 10 Km al norte de Asunción de Ixtatepec, Río Los Perros, 16°30 'N -95°3 'W; IBUNAM 8894, 8910, 9009, Río Ayuta, carretera Salina Cruz-Huatulco, 15°50 'N -95°59 'W; IBUNAM 8909, Río Atoyac, desviación a Tehuacán, 17°48.0 'N -96°54.36 'W; IBUNAM 8911, Río entre los km 60-63, carretera Puerto Escondido-Pinotepa Nacional, 16°15.0 'N -97°45.30 'W; IBUNAM 8912, Tres ríos, 16°26.48 'N -98°6.11 'W; IBUNAM 8913, Arroyo San Miguel, 16°42.2 'N - 98°4.48 'W; IBUNAM 8914, Río Santa María Zacatepec, 16°46.5 'N-97°57.27 'W; IBUNAM 8927, Río Verde, 16°0.0 'N-97°46.36 'W; IBUNAM 8993, 10 Km al norte de Asunción de Ixtatepec, río Los Perros, 16°30.99 'N -95°3.99 'W; IBUNAM 9001, a 10 Km en la carretera Salina Cruz-San Mateo del Mar, 16°14.24 'N -94°56.28 'W; IBUNAM 9170, 9177, 10088, Río Chacalapa, carr Salina Cruz-Huatulco, 15°56.52 'N -95°56.30 'W; IBUNAM 9183, 10058, Laguna de Chacahua, 15°58 'N -97°44 'W; IBUNAM 10084, Río Grande, Colonia el Mirador, 16°43.47 'N -96°33.18 'W; IBUNAM 10272, La ventosa, 16°33.31 'N-94°56.39 'W; IBUNAM 10281, Río Zacatepec (abajo del puente), 16°52.13 'N-97°53.12 'W.

***Poeciliopsis gracilis* (Heckel, 1848)**

Guatopote jarocho

*Xiphophorus gracilis* Heckel 1848:300, Pl. 9 (figs. 3-4). Localidad tipo: Orizaba, México. Sintipos: (13) NMW 59600 (3), 76512 (6), 76514 (2, secos), 81118 (4).

*Gambusia heckeli* Bleeker 1860:485. Localidad tipo: Orizaba, México. Sintipos: (13) NMW 59600 (3), 76512 (6), 76514 (2, secos), 81118 (4). (Rosen & Bailey 1963:136, Lucinda, 2003:570)

*Girardinus pleurospilus* Gunther, 1866:353-354. Localidad tipo: Lago de Dueñas, Guatemala. Sintipos BMNH 1864.1.26.180, ZMB 6078. (Rosen & Bailey 1963: 136).

*Priapichthys letonai* Hildebrand 1925:258, Figs. 12-13. Localidad tipo: Río San Miguel, San Miguel, El Salvador. Holotipo: USNM 87251. Paratipos: FMNH 12055-60 (6), 12061-66 (5), 12067-72 (6), 120373-82 (10), 12083-92 (10), 12093 (6); UMMZ (3+8); USNM 87252-57 (18, 15, 28, 26, 32, 15), 87259-62 (30, 11, 22, 15), 339268 (1, alotipo). (Ibarra & Stewart 1987:69; Parenti *et al.* 1999:17).

*Poeciliopsis gracilis* (Heckel, 1848); Rosen & Bailey, 1963:136 (sistemática, distrib.); Miller, 1966:790 (lista); Álvarez, 1970:116 (claves); Lee *et al.*, 1980:552 (descripción, distrib.); Miller, 1986:144 (lista, distrib.); Meyer *et al.*, 1985b:320 (lista); Rauchenberger, 1989b:367 (Lista); Page & Burr, 1991:240 (descripción, distrib.); Espinosa *et al.*, 1993:51 (lista comentada); Fuller *et al.*, 1999:314; Moyle, 2002:324; Lucinda, 2003:570 (lista comentada); Nelson *et al.*, 2004:105 (lista); Miller *et al.*, 2005 (claves, descripción, distribución).

**Diagnosis:** Cuerpo esbelto con cabeza picuda. Tonalidades del cuerpo del color oliva a café, cuando reciben luz directa se reflejan en tonos metálicos plateados. Patrón de coloración de 8 a 10 manchas o puntos oscuros localizados en la parte media lateral del cuerpo, generalmente son puntos grandes de forma irregular, cuyo diámetro casi tan grande como la órbita del ojo. Aletas ligeramente amarillas; anal con borde oscuro; área alrededor del ano casi inmaculada. Los melanóforos que dan la coloración oscura al gonopodio son de menor tamaño que los del cuerpo, encontrándose más separados entre sí, lo que le da una coloración transparente, por la distancia y el menor número de ellos.

**Descripción:** D. 8 machos, 8-9 (8) hembras; A. 9-10; P. 14; Pélv. 6; C.30-33; Esc. 31-32; Vért. 32.

**Neurocráneo:** Nasaes grandes, en forma de gota. Frontales con bordes anteriores-internos más largos que los externos, con concavidad pequeña al centro donde se inicia la serie de poros cefálicos; ambos frontales se unen ligeramente en el centro, bordes internos con ondulaciones pequeñas; parte posterior de ambos huesos separados con bordes terminados en punta. Parietales grandes y largos. Dermoesfenóticos perpendiculares al borde lateral del frontal, localizados en la muesca de los frontales y sobre el esfenótico. No hay contacto entre pteróticos y frontales, la sutura o espacio entre ambos está ocupado por cartílago. Supraoccipital angosto con procesos supraoccipitales desarrollados. Procesos epióticos similares en forma y longitud a los procesos supraoccipitales. Mesetmoides redondo y pequeño. Vómer con margen anterior ligeramente cóncavo, extensión posterior notablemente más larga que los laterales. Etmoides laterales medianos en forma de roseta; cartílago cubre lateralmente al vómer, parte de los frontales y la mitad del brazo anterior del paraesfenoides, la roseta no tiene contacto con el paraesfenoides. Brazo posterior del paraesfenoides ligeramente más ancho que el anterior; procesos ascendentes muy desarrollados, unidos ampliamente con los pteroesfenoides. Proóticos con puente amplio sobre el canal lateral y las cámaras trigeminofaciales, el puente se une al pteroesfenoides. Pteroesfenoides largos, unidos

ventralmente a los frontales, formando el extremo anterior del puente del proótico. Esfenótico no forma parte de la muesca del frontal. Basioccipital angosto. Foramen yugular evidente, ubicado al centro del exoccipital. **Aparato mandibular:** 34-36 dientes externos premaxilares ligeramente curvos de tipo incisivo. Dos series de dientes internos unicúspides tipo setiforme. Separación pequeña entre la serie de dientes externa e interna. 3-4 dientes alveolares del mismo tamaño que los internos cubriendo un 1/4 del proceso alveolar. Borde posterior del proceso ascendente de la premaxila poco elevado con terminación en punta; separación amplia entre las terminaciones de ambos huesos del proceso ascendente, proceso interno-dorsal mediano. Muesca posterior moderada y marcado proceso óseo delgado sobre la esquina inferior derecha. Proceso dorsal de la maxila semicuadrado, brazo distal de la maxila con el borde medio-posterior ligeramente más ancho. 30-32 dientes externos mandibulares. Dientes internos en dos hileras; 4-5 dientes alveolares en 1/4 del borde dorso-lateral del dentario. **Suspensorio mandibular:** autopalatino sin proyección anterior ósea. Porción inferior del endopterigoides descansa sobre el simpléctico. Simpléctico largo, con extensión laminar que se interrumpe donde termina la parte inferior del endopterigoide. Pequeña formación ósea anterior al cuadrado semifusionada a éste, misma que puede ser el ectopterigoides reducido. **Serie opercular:** opérculo triangular, con bordes anterior recto y dorsal ligeramente curvo, posterior convexo. Interopérculo con extremo anterior terminado en punta. Subopérculo en forma de media luna truncada con el borde anterior cóncavo y una ligera concavidad en la parte anterior-superior. **Esqueleto branquial:** placa infrafaringobranquial 2, 3 y 4 ovalada-alargada. Quinto ceratobranquial con proceso óseo lateral-superior pequeño. Basihial alargado con 3/4 de tejido óseo y el resto de cartílago considerablemente más ancho. **Arco hioideo:** ceratohial anterior cuadrado. Ceratohial posterior semitriangular con el borde posterior recto, extremo posterior con concavidad donde se inserta el cartílago que une al interhial, sin espacio libre entre ceratohiales. **Vértebras y costillas:** 32 vértebras: 14 precaudales, 18 caudales. Neurapófisis no alcanza el borde inferior del proceso supraoccipital, ligeramente inclinada hacia atrás sin sobreponerse con la primera espina neural. Borde anterior de la neurapófisis no unido al exoccipital. Proceso supraoccipital alcanza el borde posterior de la neurapófisis. Espinas neurales 1-3 completamente expandidas, 4 expandida sólo la mitad. Ligastilo pequeño en forma de gota. Inserción de gonapófisis I en vértebra 15. **Suspensorio gonopodial:** gonapófisis I, II y III con procesos uncinados desarrollados, con el dorso de éstas en forma de alas. Parte distal de gonapófisis I y II con dirección ventral. Parte distal de gonapofisis III horizontal. Gonapófisis I, II y III con ángulos de 250°, 225° y 215°, respectivamente. Cuarta espina hemal delgada, ligeramente inclinada hacia atrás, sin modificaciones. **Complejo gonactinostal:** gonactino I en forma de huso curvo con pequeño abultamiento en la mitad del eje. Hendidura pequeña en el borde dorsal de la estructura

laminar entre los gonactinos II-III, y II-IV. Extensiones laminares grandes en la base de gonactinos V-VII. 5-6 radiales pequeños de formas diversas, el primero con extensión laminar superior dirigida hacia atrás, misma que cubre parcialmente el siguiente radial. **Cintura y aleta pectoral:** base del posttemporal con extensión anterior pequeña. Supracleitro triangular de amplitud igual a la base del posttemporal. Proceso cleitral ligeramente bilobulado. Escápula semitriangular, foramen escapular ovalado y pequeño. Unión entre coracoides y escápula bien definida y evidente. Longitud de la fosa entre el cleitro y el coracoides dos veces en la extensión inferior del cleitro. 9 de los 14-15 radios pectorales insertados en los radiales. **Cintura y aleta pélvica:** procesos mediales pequeños sobrepuestos y semifusionados. Hendidura posterior al área semifusionada. Ápice anterior agudo del hueso pélvico, costilla en los costados del hueso. Procesos externos amplios y dirigidos posteriormente. **Gonopodio:** radio 3 con 54-60 segmentos; 4-5 segmentos subdistales fusionados en uno solo; 12-14 segmentos distales simples, con estructura membranosa pequeña en forma de media luna, cubriendo los últimos tres segmentos. Radio 4p con 12-14 espinas retrorsas subdistales. **Complejo hipural:** prolongaciones óseas antrorsas dorsales del centro terminal. Longitud de foramen hipural 1/3 a 1/5 de la placa hipural. Base de parahipural redonda, sobrepuesta al centro terminal. **Aleta caudal:** 29 radios caudales diferenciados en 16 principales (11 insertados en la placa hipural) y 13 secundarios. Sin cartílago accesorio. Radios de la aleta caudal en relación con espinas neurales y hemales insertados en centros pleurales 4.

**Talla máxima:** 5.1 cm LT (macho); 5 a 6 cm (hembras).

**Notas comparativas:** *P. gracilis* es la única especie del género con distribución amplia; además, es la introducida con mayor frecuencia en una gran cantidad de cuerpos de agua. Constantemente ha sido cuestionada la validez de algunas de sus poblaciones, principalmente en el sur de México. Recientemente Nelson *et al.* (2004) y Miller *et al.* (2005) revalidaron a *P. pleurospilus*, antes considerada como sinónimo de *P. gracilis*; entre los sinónimos asignados a aquella están: *Poeciliopsis pleurospilus* (Regan, 1913:997); *Poecilistes pleurospilus* (Hubbs, 1926:68) y *Poecilistes pleurospilus pleurospilus* (Hubbs, 1950: pl.4). Miller *et al.* (2005) separan ambas especies por el tamaño de los puntos oscuros en los costados; en *P. gracilis* son menores al diámetro de la pupila, en ocasiones pueden fusionarse y formar pequeñas manchas más bien horizontales. Estos autores consideran como su distribución la vertiente del Atlántico, en el norte de Veracruz, en las cuencas de los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos. En cambio, *P. pleurospilus* tiene las manchas en los costados de mayor tamaño que el diámetro de la pupila, y de 1 a 3 barras de forma de media luna; su distribución abarca tanto la vertiente del Atlántico en la parte superior del río



Grijalva, como la del Pacífico, en los ríos del Istmo de Tehuantepec hasta el Suchiate. Lucinda (2003:570) y Nelson *et al.* (2004:105) corroboraron la validez de *P. lutzi*, sin ponerla en sinonimia con *P. gracilis* o *P. pleurospilus*. Según el presente estudio, las características que describen Miller *et al.* (2005) para *P. pleurospilus*, como el tamaño de los puntos y el número de barras verticales en los costados, corresponden a *P. lutzi*. En el análisis filogenético basado en morfología aparecen *P. gracilis* y *P. lutzi* como especies hermanas, con caracteres excluyentes para cada una (ver lista de caracteres en Apéndice B).

**Distribución:** México a Honduras: El Salvador, Guatemala, Honduras, México (introducido en casi todas las cuencas del centro y sur de México hasta Honduras, y en Venezuela y los Estados Unidos). Cuencas hidrológicas: Lerma, Balsas, Coyuca, Ometepec, Verde, Papaloapan, Tehuantepec, Juchitán, Suchiate, Grijalva, Usumacinta, Jalcomulco, Actopan. Coatzacoalcos, Chixoy, Samala, Coyulate, La Paz, Polochic, Motagua, Sulaco, San Juan, Ulúa, Lempa, Choluteca, Coco, Tamarindo. Minckley (2002) documentó la presencia de *P. gracilis* en el delta del río Colorado, indudablemente introducida; se sabía de la introducción de *P. gracilis* en muchos cuerpos de agua, principalmente en el centro y sur de México, pero no en el norte del país.

**Hábitat:** bentopelágico; no migratorio; agua dulce; pH 6.5 - 7.8. En arroyos, en las orillas de ríos y lagos. En áreas con vegetación circundante y sumergida, con fondos de arena y lodo, en aguas cuya turbiedad va en aumento, e incluso en aguas residuales; es una especie con tolerancia alta a gran variedad de condiciones ambientales (Huidobro, 2000a).

**Clima:** tropical; 24 - 28°C.

**Biología:** Por el tipo de alimentación basado principalmente en larvas y adultos de insectos, se incluye en el grupo de los insectívoros.

**Bioindicador:** es una especie altamente tolerante a contaminantes de origen urbano e industrial (Huidobro 2000a).

**Material examinado:** México. Chiapas, IBUNAM 1960, Río el Naranjo, Pijijiapan, 15°42.2 'N, 93°18.18 'W; IBUNAM 1865, Río Lagartero, 16°16.8 'N- 93°58.35 'W; IBUNAM 3618, Arroyo que pasa por el Km 12 de la carretera Trinitaria-Montebello, 16°7.27 'N, 91°54.28 'W; IBUNAM 3623, Lago Azul, Lagos de Montebello, La Trinitaria, 16°6.10 'N- 91°41.17 'W; IBUNAM 10569, Arroyo Km 15, Carretera La Venta-Tuxtla Gutiérrez, 16°46 'N- 93°8

'W. **Guerrero**, IBUNAM 13878, Río Omitlal, 17°8.3.2 'N - 99°32.8.6 'W. **Oaxaca**, IBUNAM 1813, Río Tequesistlán, 16°26.10 'N- 95°33.52 'W; IBUNAM 1814, Río Totolapa, carretera a Salina Cruz, 16°40.8'N- 96°19.17 'W; IBUNAM 1859, Río Ostuta, 16°30.32 'N- 94°26.49 'W; IBUNAM 8870, Puente Malatengo carretera Tuxtepec-Matías Romero, 17°8"N- 95°3 'W; IBUNAM 8876, Río Grande, Colonia el Mirador, 16°43.47"N-96°33.18 'W; IBUNAM 8879, 8994, 10 Km al norte de Asunción de Ixtatepec, río Los Perros, 16°30 'N-95°3 'W; IBUNAM 8901, Salina Cruz, 16°10.2 'N- 95°10.49 'W; IBUNAM 8915, 10021, Río Mixteco, San Francisco Telixtlahuaca, 17°17.18 'N-97°46.41 'W; IBUNAM 8916, Río Atoyac, desviación a Tehuacán, 17°48.0 'N-96°54.36 'W; IBUNAM 8917, Desviación a Santa Cecilia Jalieza, 16°53.3 'N-96°38.2 'W; IBUNAM 8918, Río Ocotlán, desviación a los Vazquez, 16°47.2 'N-96°40.18 'W; IBUNAM 8919, Río Coapa, Carr Oaxaca-Puerto Angel, 16°37.15 'N-96°43.1 'W; IBUNAM 8920, 8921, Río de la Anona, 16°27.2 'N- 96°43.28 'W; IBUNAM 8922, Río Putla, 16°59.15 'N-97°53.17 'W; IBUNAM 8923, Río Mixteco, junto a la presa Yosocuta, 17°59.5 'N-97°49.6 'W; IBUNAM 8924, Río a 10 Km de Huajuapán de León, 17°49. 'N- 97 °45.45 'W; IBUNAM 8925, Río Zacatepec (abajo del puente), 16°52.13 'N-97°53.12 'W. IBUNAM 8926, Río el Platanar (a 10 Km de Zacatepec), 17°10.45 'N-96°0.0 'W; IBUNAM 8942, 9060, Río en el poblado Sola de Vega, carretera Puerto Escondido, 16°31.99 'N-96°56.99 'W; IBUNAM 8970, 10608, Río de la Lana, (sobre la carretera Tuxtepec-Matías Romero), 7°, 32.99 'N- 95°34.99 'W; IBUNAM 8985, Puente Malatengo carretera Tuxtepec-Matías Romero, 17°8 'N-95°3 'W; IBUNAM 8991, Río Grande, carretera Transistmica a 10 Km al sur de Matías Romero, 16°, 48.99 'N- 95°1.99 'W; IBUNAM 9015, Río Zimatán, 15°50 'N-95°59 'W; IBUNAM 9056, Cascada en paradero turístico, carretera Puerto Escondido, 15°51 'N-97°6 'W; IBUNAM 9107, Río Sto. Domingo, Salida de la Presa Miguel Alemán "Cerro de Oro", 18°8.99 'N- 96°22.99 'W; IBUNAM 9115, 10826, Río Usila, 17°52.99 'N- 96°30.99 'W; IBUNAM 10032, Río a 1 Km del hotel en Putla, 16°59.15 'N-97°53.17 'W; IBUNAM 10093, Río Verde, 16°0.0 'N-97°46.36 'W; IBUNAM 10282, Río Santa María Zacatepec, 16°46.5 'N -97°57.27 'W; IBUNAM 10284, Río Santa María Zacatepec, 16°46.5 'N -97°57.27 'W. IBUNAM 10592, Arroyo en San Bartolo Albarradas, 16°51.30 'N -96°13.18 'W; IBUNAM 10623 Río Valle Nacional, San José Chiltepec, 17°56.4 'N- 96°8.28 'W.

***Poeciliopsis hnilickai* Meyer y Vogel, 1981**  
Guatopote de Ixtapa

*Poeciliopsis hnilickai* Meyer & Vogel 1981:358, Figs. 1-3. Localidad tipo: Río montañoso a 1 km al este de Ixtapa, Chiapas, México. Holotipo: SMF 15526. Paratipos: SMF 15527-34 (8). (Meyer *et al.*, 1985b:320 (lista); Miller, 1986:144 (lista); Rauchenberger, 1989b:367 (lista); Espinosa *et al.*, 1993:51 (lista comentada); Lucinda, 2003:570 (lista comentada); Nelson *et al.*, 2004:105 (lista); Miller *et al.*, 2005 (claves, descripción y distribución).

**Diagnosis:** Los ejemplares de esta especie tienen el cuerpo alargado, esbelto y con la cabeza redondeada. El color del cuerpo es apenas perceptible en el dorso y en el vientre; éste es gris y al incidir la luz sobre él se vuelve verde plateado, tiene una franja horizontal azul oscuro casi tan ancha como el ojo a ambos lados del cuerpo, que va de la parte posterior de la cabeza a la base de la caudal. Las aletas son incoloras, a excepción de la dorsal, que tiene pequeños melanóforos. Sólo en hembras hay pigmentación alrededor de la abertura genital.

**Descripción:** D. 8; A. 10; P. 13 – 15; Pélv. 6; C. 30; Esc. 31-32; Vért. 30-31.

**Neurocráneo:** Nasales grandes en forma de gota. Frontales con bordes anteriores semirectos; parte posterior de ambos huesos separados con bordes terminados en punta redondeada. Parietales pequeños y ovalados, pueden estar divididos en dos pequeñas formas redondas, ubicados en la parte posterior por abajo de los frontales. Dermoesfenóticos perpendiculares al borde lateral del frontal. No hay contacto entre pteróticos y frontales, la sutura o espacio entre ambos está ocupado por cartílago. Supraoccipital amplio. Procesos supraoccipitales delgados y separados. Procesos epióticos de base amplia, paralelos y de menor longitud a los procesos supraoccipitales. Mesetmoides redondo y pequeño, apenas visible. Vómer con margen anterior recto, extensión posterior notablemente más larga que los laterales. Etmoides laterales pequeños en forma de roseta, adheridos al margen anterior del frontal por cartílago, éste se extiende y cubre lateralmente al vómer, parte de los frontales y la mitad del brazo anterior del paraesfenoides; la roseta no tiene contacto con el paraesfenoides. Brazo anterior del paraesfenoides más delgado y largo que el posterior; procesos ascendentes desarrollados, unidos ampliamente con los pteroesfenoides. Proóticos anchos con puente grande sobre el canal lateral y las cámaras trigeminofaciales, el puente se une con los procesos ascendentes del paraesfenoides. Área expuesta del basioccipital angosta. Foramen yugular evidente, ubicado cerca del basioccipital. **Aparato mandibular:** dientes

externos ligeramente curvos, de tipo incisivo; 32-33 en la premaxila y 30-36 en mandíbula. Amplia separación entre la serie de dientes externa e interna. Una serie de dientes internos tipo unicúspides. Proceso alveolar con 4-5 pequeños dientes, cubriendo un 1/3 del arco. Proceso ascendente de la premaxila marcadamente elevado con terminación en punta, con amplia separación entre las terminaciones de ambos huesos, proceso interno-dorsal grande. Muesca posterior moderada y proceso óseo delgado sobre la esquina inferior derecha. Proceso dorsal de la maxila semicuadrado, el ventral es más delgado que el dorsal en forma de espina gruesa. Brazo distal de la maxila con ligero abultamiento en la parte media posterior y la porción inferior del eje es más ancha de la base. Dientes internos mandibulares en una hilera; 4-5 dientes alveolares en el borde dorso-lateral del dentario.

**Suspensorio mandibular:** autopalatino sin proyección anterior ósea. Endopterigoides descansa sobre el simpléctico. Simpléctico largo con extensión laminar amplia que se interrumpe donde termina la parte inferior del endopterigoides. Formación ósea pequeña anterior al cuadrado casi fusionada a éste, misma que puede ser el ectopterigoides reducido.

**Serie opercular:** opérculo triangular con bordes anterior recto y dorsal ligeramente ondulado, el posterior semirecto, con el extremo superior-posterior notablemente redondeado. Extremo anterior de interopérculo terminado en punta. Subopérculo en forma de media luna truncada, con el borde anterior ligeramente cóncavo.

**Esqueleto branquial:** placa infraringobranquial 2, 3 y 4 ovalada-alargada. Quinto ceratobranquial con proceso óseo lateral-superior pequeño. Basihial alargado con la mitad de tejido óseo y el resto de cartílago y mayor amplitud en la punta.

**Arco hioideo:** ceratohial anterior cuadrado. Ceratohial posterior semitriangular con borde posterior recto, extremo posterior con concavidad donde se inserta el cartílago que une al interhial. Espacio libre amplio entre ceratohiales ocupado por cartílago. Hipohial pequeño de forma variable. Interhial cilíndrico y pequeño.

**Vértebra y costillas:** 30-31 vértebras: 13 precaudales, 17-18 caudales. Neurapófisis ligeramente inclinadas hacia atrás sin sobreponerse con la primera espina neural. Borde anterior de neurapófisis no unido al exoccipital. Proceso supraoccipital alcanza el borde dorsal de la neurapófisis. Espinas neural 1 y 2 completamente expandidas, 3 expandida sólo la mitad. Ligastilo grande ovalado-alargado. Inserción de gonapófisis I en vértebra 14.

**Suspensorio gonopodial:** gonapófisis I y II con procesos uncinados desarrollados, alas en el dorso de éstos; gonapófisis III con proceso uncinado semidesarrollado y alas en el dorso del eje. Parte distal de gonapófisis I ligeramente engrosada con dirección ventral. Parte distal de gonapófisis II con engrosamiento dorsal y dirección ventral. Gonapófisis I, II y III con ángulo de 240°, 215° y 215° respectivamente. Cuarta espina hemal delgada, con dirección posterior y sin modificaciones.

**Complejo gonactinostal:** gonactino I en forma de huso curvo con ligero abultamiento en la mitad superior del eje. Hendidura grande en el borde dorsal de la

estructura laminar entre los gonactinos III y IV. Extensiones laminares grandes en la base de los gonactinos V-VII. 5-6 radiales pequeños de formas diversas, los tres anteriores con extensiones laminares superiores dirigidas hacia atrás, mismas que cubren parcialmente el siguiente radial. **Cintura y aleta pectoral:** base del posttemporal con dos pequeñas extensiones una anterior delgada y la posterior amplia. Supracleitro semitriangular. Proceso cleitral bilobulado, el lóbulo superior más grande que el inferior. Escápula semitriangular. Foramen escapular pequeño y ovalado. Unión entre coracoides y escápula no bien definida. Longitud de la fosa entre el cleitro y el coracoides casi tres veces en la extensión inferior del cleitro. 9 de los 13 radios pectorales insertados en los radiales. **Cintura y aleta pélvica:** procesos mediales pequeños sobrepuestos y semifusionados, formando un borde anterior pequeño. Ápice anterior del hueso pélvico notablemente achatado, el derecho más pequeño que el izquierdo, costilla en el centro del hueso. Procesos externos amplios ligeramente dirigidos hacia el interior de la cintura. **Gonopodio:** radio 3 con 57-61 segmentos; 3-5 segmentos subdistales fusionados en uno solo; 16 segmentos distales simples, con pequeña estructura membranosa alargada en forma de pico. Radio 4p con 13-14 espinas retrorsas subdistales. **Complejo hipural:** prolongaciones óseas dorsales antrorsa en el centro terminal y retrorsas en centro pleural 2, sin alcanzar el borde inferior de la epural. Base de parahipural con muesca anterior. Longitud de foramen hipural 1/3 a 1/5 en placa hipural. **Aleta caudal:** 31 radios caudales diferenciados en 15 principales (11 insertados a la placa hipural) y 16 secundarios. Sin cartílago accesorio. Radios de la aleta caudal en relación con espinas neurales y hemales insertados en centros pleurales 4-5.

**Talla máxima:** 3.5 cm LT (macho); 5.0 cm (hembra).

**Distribución:** México. Endémico de las cuencas hidrológicas: Suchiate y partes altas del Grijalva, Usumacinta, Tehuantepec, Grijalva, Usumacinta. Guatemala.

**Hábitat:** bentopelágico; dulceacuícola; pH 6.8 - 7.2.

**Clima:** tropical; 24 - 27°C.

**Material examinado:** México. Chiapas, IBUNAM 3581, Río Salinas a 1 km de Ixtapa, 16°49.4 'N -92°54.27 'W; IBUNAM 8524, 8525, Lago Azul, Lagos de Montebello, La Trinitaria, 16°6.10 'N -91° 41.17 'W; IBUNAM 8530, Arroyo Salado a 5 km. de Ixtapa, 16°49 'N - 92°55 'W; IBUNAM 8532, Ixtapa carr. Tuxtla Gtz- Sn. Cristóbal, 16°49 'N - 92°55 'W; IBUNAM 8540, 10570, Lago Tzisco, Montebello, 16°4.40 'N - 91°21.51 'W; IBUNAM 10289, Río cercano a Pichucalco, 17°30.5 'N - 93°5.23 'W.

***Poeciliopsis infans*** (Woolman, 1894)

Guatopote del Lerma

*Gambusia infans* Woolman 1894:62, Pl. 2. Localidad tipo: Río Lerma en Salamanca, México. Lectotipo: USNM 45570. Paralectotipos: BMNH 1894.1.27.14-18 (5); FMNH 6756 (8); SU 859 (8); USNM 47508 (2), 125036 (2). Tipo catalogado: Parenti *et al.*, 1999:7; Böhlke, 1953:55; Ibarra y Stewart, 1987:37; Lectotipo designado por Jordan & Evermann 1896:680.

*Poeciliopsis porosus* De Buen, 1943:268. Localidad tipo: Lago de Camécuaro, Mich. Holotipo: estación Limnológica de Pátzcuaro. Rosen & Bailey 1963:137; Lucinda, 2003:570 (lista).

*Poeciliopsis infans* (Woolman 1894); Rosen & Bailey 1963:137 (sistemática, distribución); Espinosa Pérez *et al.*, 1993:51 (lista comentada); Parenti *et al.*, 1999:7; Galindo-Villegas & Sosa-Lima, 2002:1152 (descripción); Lucinda, 2003:570 (lista comentada); Nelson *et al.*, 2004:105 (lista); Miller *et al.*, 2005 (claves, descripción y distribución).

**Diagnosis:** Cuerpo elongado, cabeza pequeña, boca terminal; labio inferior con abundantes papilas, suavemente cóncavo en el centro. Gonopodio extremadamente largo aprox. 38 % en LS. Pedúnculo caudal alargado y no muy alto. Aleta anal falciforme. Aleta caudal truncada. Cuerpo y aletas sin marchas oscuras, únicamente algunos melanóforos pequeños en el borde de las escamas, dando apariencia de red difusa. Vómer totalmente cubierto por el cartílago de los etmoides laterales.

**Descripción:** D. 8; A.10 hembras, 9-10 machos; A. 10; P. 13; Pélv. 6; C. 27-30; Esc. 29; Vért. 27-29.

**Neurocráneo:** Nasales pequeños en forma de gota. Bordes anteriores de frontales con concavidad pronunciada al centro; ambos huesos se sobreponen ampliamente en el centro con bordes ondulados; bordes posteriores terminados en punta. Sin parietales. Dermoesfenóticos perpendiculares al borde lateral del frontal, localizados en la muesca del frontal. Área expuesta del supraoccipital amplia. Procesos supraoccipitales desarrollados, con la punta bífida. Procesos epióticos pequeños, paralelos y de menor longitud a los procesos supraoccipitales, con las puntas ramificadas. Mesetmoides redondo, de la misma amplitud que el vómer. Vómer con margen anterior recto, el extremo posterior más largo que los laterales. Etmoides laterales grandes en forma de roseta, adheridos al margen anterior del frontal por cartílago, éste se extiende y cubre totalmente al vómer, borde anterior de los frontales y menos de un cuarto del brazo anterior del paraesfenoides; los etmoides laterales no mantienen contacto con el paraesfenoides. Brazo anterior del paraesfenoides más largo y ancho que el posterior; procesos ascendentes desarrollados, unidos con los pteroesfenoides a través de un pequeño puente óseo. Pteroesfenoides muy desarrollados con una larga extensión que se

fusiona en la parte interna del frontal, forma el puente que conecta con el proótico. Basioccipital angosto. Foramen yugular muy evidente al centro del exoccipital. **Aparato mandibular:** 32-26 dientes externos premaxilares ligeramente curvos de tipo incisivo (en forma de cuchara). Varias series de dientes internos unicúspides. Ligera separación entre las series de dientes externa e internas. 6-8 dientes alveolares cubriendo la mitad del arco alveolar. Borde posterior del proceso ascendente de la premaxila ligeramente elevado con terminación en punta, amplia separación entre las terminaciones de ambos huesos, proceso interno-dorsal pequeño. Muesca posterior ligera y mediano proceso óseo delgado sobre la esquina inferior derecha. Proceso dorsal de maxila semicuadrado, ventral mucho más delgado que el dorsal en forma de espina gruesa. Brazo distal de la maxila más ancha de la base. 32-34 dientes mandibulares. Dientes internos de menor tamaño dispuestos en varias hileras; 6-8 dientes alveolares en la mitad el borde dorso-lateral del dentario. Anguloarticular semicuadrado con bordes redondeados, el extremo anterosuperior de mayor tamaño. **Suspensorio mandibular:** autopalatino con ligera proyección anterior ósea. Endopterigoides con un borde posterior redondo que sobresale del autopalatino. Simplético largo con extensión laminar reducida a lo largo del hueso. Formación ósea pequeña anterior al cuadrado casi fusionada a éste, misma que puede ser el ectopterigoides reducido. **Serie opercular:** opérculo triangular con bordes anterior y dorsal rectos, el posterior convexo. Extremo anterior de interopérculo terminado en punta. Subopérculo en forma de media luna truncada con el borde anterior ligeramente cóncavo. **Esqueleto branquial:** placa infrafaringobranquial 2, 3 y 4 ovalada-alargada. Quinto ceratobranquial con proceso óseo lateral-superior pequeño. Basihial alargado con menos de la mitad de tejido óseo y el resto de cartílago. **Arco hioideo:** ceratohial anterior cuadrado. Ceratohial posterior semicuadrado con borde posterior recto y extremo posterior con ligera concavidad donde se inserta el cartílago que une al interhial. Espacio libre pequeño entre ceratohiales ocupado por cartílago. Cinco radios branquióstegos; el primero sobrepuesto al margen inferior de la proyección ósea del ceratohial anterior, los dos siguientes sobrepuestos a la mitad inferior del ceratohial anterior, el cuarto sobrepuesto en la unión de ambos ceratohiales y el quinto a la mitad inferior del ceratohial posterior. Hipohial pequeño de forma variable. Interhial pequeño y cilíndrico. **Vértebras y costillas:** 27-29 vértebras: 13-14 precaudal, 16-19 caudales. Neurapófisis considerablemente más corta que las espina neurales, ligeramente inclinada hacia atrás y se sobrepone con la primera espina neural. Borde anterior de la neurapófisis no unido al exoccipital. Longitud del proceso supraoccipital alcanza el borde posterior de la neurapófisis. Espinas neural 1 y 2 completamente expandidas, 3 expandida más de 3/4. Ligastilo grande rectangular. Inserción de gonapófisis I en vértebra 14 o 15. **Suspensorio gonopodial:** gonapófisis I y II con procesos uncinados desarrollados, con el dorso de

éstos en forma de alas, gonapófisis III con proceso uncinado semidesarrollado y alas en el dorso del eje. Parte distal de gonapófisis I formando un medio arco. Parte distal de gonapófisis II con engrosamiento dorsal dirigida ventralmente. Gonapófisis III en forma de L invertida. Gonapófisis I, II y III con ángulos de 225°, 215° y 225° respectivamente. Cuarta espina hemal delgada, vertical con la punta más delgada y ligeramente inclinada hacia atrás. **Complejo gonactinostal:** gonactino I en forma de huso curvo con abultamiento en la mitad superior del eje. Hendidura grande en el borde dorsal de la estructura laminar entre los gonactinos II y III, una segunda hendidura más pequeña que la primera entre los gonactinos II y IV. Extensiones laminares pequeñas en la base de los gonactinos V-VII. 6 radiales pequeños de formas diversas, los cuatro anteriores con extensiones laminares superiores dirigidas hacia atrás, mismas que cubren parcialmente el siguiente radial. **Cintura y aleta pectoral:** base del posttemporal con pequeña y delgada extensión anterior. Supracleitro semitriangular. Proceso cleitral lobulado. Escápula semitriangular con foramen escapular pequeño y ovalado. Unión entre coracoides y escápula no bien definida. Longitud de la fosa entre el cleitro y el coracoides mayor a la extensión inferior del cleitro. 9 de los 13 radios pectorales insertados en los radiales. **Cintura y aleta pélvica:** procesos mediales grandes sobrepuestos y semifusionados, área semifusionada con borde anterior. Ápice anterior del hueso pélvico notablemente achatado, costilla en el centro del hueso. Procesos externos amplios, dirigidos hacia el interior de la cintura pélvica. **Gonopodio:** radio 3 con 49-64: 4-5 segmentos subdistales fusionados en uno solo; 11-13 segmentos distales simples, con pequeña estructura membranosa en forma de media luna, de consistencia cartilaginosa. Radio 4p con 13 espinas retrorsas subdistales. **Complejo hipural:** prolongaciones óseas pequeñas dorsales antrorsas en el centro terminal, sin alcanzar el borde inferior de la epural. Espina neural 2 sin extensión laminar ósea. Base de parahipural aguda insertada en la mitad del centro terminal. Longitud de foramen hipural más de 3/4 en la placa hipural. **Aleta caudal:** 27-30 radios caudales diferenciados en 13-16 principales (9-10 insertados en placa hipural) y 14-15 secundarios. Cartílago accesorio entre espinas neurales 2, 3 y 4, espinas hemales 3,4 y 5. Radios de la aleta en relación con espinas neurales y hemales insertados en centros pleurales 5.

**Talla máxima:** 3.5 cm LT (macho); 5.0 cm (hembra).

**Distribución:** Jalisco y Michoacán, México. Endémico de las cuencas de los ríos Grande de Santiago, Lerma, Ameca, San Nicolás, Purificación, Armería, Coahuayana, Magdalena y Balsas (Huidobro, 2000a).



**Hábitat:** bentopelágico; dulceacuícola; presente en sistemas lénticos y lóticos, abundante en áreas de remansos, en sitios con vegetación sumergida, flotante y arraigada, con fondos lodosos, cenagosos y pedregosos, tanto en aguas profundas como someras (Huidobro, 2000a). Prefiere altitudes mayores a 1000 m.

**Clima:** tropical; 22 - 25°C.

**Biología:** Insectívoro.

**Bioindicador:** es una especie tolerante a altas concentraciones de nitritos y fosfatos (Huidobro, 2000a).

**Material examinado:** México. Jalisco, IBUNAM 2449, Isla "Los Alacranes", Lago de Chapala, 20°15.58 'N -103°5.32 'W; IBUNAM 5590, 6107, Río San Nicolás, en La Huerta, 19°39.99 'N -105°10.99 'W; IBUNAM 5634, Arroyo Escobedo, Sierra de Manantlán, 19°34.99 'N -104°10.99 'W; IBUNAM 5643, Km. 14 de la desviación Cuautitlán, 19°30 'N -104°32 'W; IBUNAM 6071, Río Cuitzmala, 19°23.18 'N -104°58.9 'W; IBUNAM 6100, Estero de Chamela, Bahía de Chamela, 19°31.50 'N -105°4.49 'W. Michoacán, IBUNAM 2715, Petatan y Cojumatlán, Lago de Chapala, 20°8.11 'N -102°50.6 'W; IBUNAM 10319, Ixtlán de los Hervores, 20°8.31 'N -102°23.49 'W. IBUNAM 10329, La Estancia, 19°57.43 'N -102°18.18 'W. IBUNAM 10327, Nacimiento del Río Celio, 19°50.30 'N -102°18.14 'W; IBUNAM 10334, 10335, Las Adjuntas y Camécuaro, 19°54.99 'N -102°12.99 'W; IBUNAM 10349, 10408, 10460, Río Duero, 20°15.13 'N -102°35.20 'W; IBUNAM 10364, 10428, 10477, 10513, La Estanzuela, 20°6.40 'N -102°22.21 'W; IBUNAM 10399, 10447, 10471, El Capulín, 20°13.13 'N -102°29.3W; IBUNAM 13619, Orandino, 19°57.21.8 'N -102°19.30 'W.

***Poeciliopsis latidens* (Garman, 1895)**

Guatopote del Fuerte

*Glaridodon latidens* Garman 1895:42, pl. 5 (fig. 11). Localidad tipo: Chihuahua, México. Sintipos: MCZ 1307 (4).

*Poeciliopsis latidens* (Garman 1895); Hubbs, 1926:66; Hubbs & Miller, 1954: 1-12; Rosen & Bailey, 1963: 138 (sistemática, distribución); Espinosa Pérez *et al.*, 1993: 51 (lista comentada); Ghedotti, 2000: 38 (descripción); Lucinda, 2003: 570 (lista comentada); Nelson *et al.* 2004:104 (lista); Miller *et al.*, 2005 (claves, descripción y distribución).

**Diagnosis:** cuerpo alargado o ligeramente curvo en hembras; en machos, el perfil dorsal casi horizontal. Boca moderadamente curva. Hocico corto. Ojo grande, mayor que el hocico, 1/3 de la longitud cefálica. Costado del cuerpo con 6 a 12 barras oscuras verticales, en adultos pueden convertirse en lunares oscuros.

**Descripción:** D. 7-8; A. 9-10; P. 12-16; Pélv. 6; C. 32-33; Esc. 30-32; Vért. 31-32; Br. 10-11.

**Neurocráneo:** vómer en forma de copa con borde anterior cóncavo y extremo posterior largo. **Mandíbula:** 48 dientes externos en premaxila, 52-54 en mandíbula. Dientes de la serie externa fuertemente implantados formando un arco amplio. Dientes internos cónicos unicúspides en una serie irregular muy próxima y paralela a la externa. Separación reducida entre las series de dientes externos e internos. **Serie opercular:** borde dorsal del opérculo convexo y a la misma altura que el hiomandibular, amplía unión entre éste y el subopérculo. **Arco hioideo:** radio branquiostego anterior toca al ceratohial anterior. **Esqueleto branquial:** sin proceso óseo en el costado del quinto ceratobranquial, cuatro hileras de dientes bien definidos en la parte posterior de éste. Dientes cónicos ligeramente curvos dispuestos en discretas hileras de 5 a 6 dientes con una pequeña cúspide de base negra al centro en el faringobranquial 2 y 3, en el 4 los dientes son numerosos dispuestos irregularmente. **Vértebras y costillas:** borde anterior de neurapófisis no unido al exoccipital. Proceso supraoccipital alcanza la mitad de la neurapófisis. Espina neural 1 y 2 expandida, la 3 expandida sólo la mitad. Ligastilo pequeño en forma de cubo. Inserción de primera gonapófisis en la vértebra 14. 31-32 vértebras: 13 precaudales y 18 caudales. "Alas" de las gonapófisis se extienden ligeramente abajo de la vértebra; gonapófisis III con proceso uncinado rudimentario. Parte distal de gonapófisis I arqueada dirigida ventralmente. Parte distal con engrosamiento dorsal en gonapófisis II. Gonapófisis I, II y III con ángulo aproximado de 270°, 225° y 240° respectivamente. **Complejo gonactinostal:** gonactino I en forma de huso con el centro extremadamente desarrollado en la mitad superior del eje. Ligera hendidura dorsal entre los gonactinos II y III, III y IV. Gonactino V de mayor tamaño que el IV. **Cintura y aleta pectoral:** supracleitro y proceso cleitral redondos. Escápula ovalada, foramen escapular pequeño y alargado. Radiales 1 y 2 fusionados a la escápula, el 3 y 4 se ubican en un "escalón" del coracoides. En los radiales se insertan 10 a 11 de los 12 a 16 radios pectorales; 15 bien desarrollados y el 16 rudimentario. **Cintura y aleta pélvica:** borde longitudinal al centro del hueso pélvico. **Gonopodio:** 63 a 64 segmentos en el radio 3; 4 de ellos fusionados en uno solo. 16 sierras en la parte subdistal del radio 4a y 4b; 5 a 6 segmentos del radio 4a con dos sierras opuestas. **Aleta caudal:** 11 radios principales y 21 a 22 secundarios.

**Talla máxima:** 5.0 cm LT (machos y hembras).

**Distribución:** Sonora, Sinaloa y Nayarit, México. Endémico de las cuencas de los ríos Mayo, Fuerte, Sinaloa, Mocerito, Culiacán, San Lorenzo, Piaxtla, Presidio, Baluarte, Acaponeta, San Pedro y Río Grande de Santiago.

**Hábitat:** pelágico; dulceacuícola; salobre; marino; pH 8. Es la única especie de *Poeciliopsis* que puede encontrarse tanto en aguas salobres y marinas, como dulceacuícolas (Wischnath, 1993).

**Clima:** tropical; 24 - 30°C.

**Material examinado: México. Nayarit,** IBUNAM 9957, IBUNAM 9983, IBUNAM 9989, IBUNAM 9996, IBUNAM 10148, IBUNAM 10546, IBUNAM 10547 Arroyo 1 km. arriba de Playa Golondrinas, 21°46.0 'N - 104°41.0 'W. IBUNAM 9728 Playa de Golondrinas, Río Grande de Santiago, 21°46.0 'N - 104°41.0 'W. IBUNAM 9783, IBUNAM 9791, IBUNAM 9977, IBUNAM 10159, IBUNAM 10215, IBUNAM 10218, IBUNAM 10200 Las Adjuntas, Aguamilpa, 21°50.0 'N - 104°42.0 'W. IBUNAM 10252 Agua estancada a 3 Km de Gpe. Victoria, cerca de la desembocadura de Río Grande, 21°46.0 'N - 104°41.0 'W. IBUNAM 10167, IBUNAM 10246 Desembocadura del Río Grande Santiago, 21°46.0 'N - 104°41.0 'W. IBUNAM 10544 Arroyo de Bueyes, Aguamilpa, 21°50.0 'N - 104°42.0 'W. IBUNAM 9960 Entrada al Río Santiago a 10 km. de la cortina río abajo, 21°46.0 'N - 104°41.0 'W. IBUNAM 9951, IBUNAM 10006, IBUNAM 10228 Arroyo Bogadero al poniente de Colorado de la Mora. 21°46.0 'N - 104°41.0 'W. IBUNAM 9714, IBUNAM 9720, IBUNAM 9736, IBUNAM 9741, IBUNAM 9935, IBUNAM 10233 Colorado de la Mora, arroyo San Pobleño, sobre Río Grande, 21°46.0 'N - 104°41.0 'W. IBUNAM 9972 Unión Río Chapalanga (Huichol) y Río Jesús María (Cora) a 3 km. de Los Sabinos, 21°56.0 'N - 104°33.0 'W. IBUNAM 9719, IBUNAM 9757, IBUNAM 9909, IBUNAM 9918 Río Huaynamota, Los Sabinos, 21°56.0 'N - 104°33.0 'W. ENCB-IPN4643, ENCB-IPN4647, ENCB-IPN4652, ENCB-IPN4659, ENCB-IPN4690, ENCB-IPN4691, ENCB-IPN4692, ENCB-IPN4693, ENCB-IPN4695, ENCB-IPN4696, ENCB-IPN4698, ENCB-IPN4699, ENCB-IPN4643, ENCB-IPN4700, ENCB-IPN4718, ENCB-IPN4719, ENCB-IPN4721, ENCB-IPN4724, ENCB-IPN4652 21°46.34 'N -104°55.37 'W Río Santiago 2 km por debajo de la Presa San Rafael, Xalisco. ENCB-IPN2832 Río Santiago, Poncitlán, 21°4.35 'N - 105°9.54 'W, Santiago Ixcuintla. **Sinaloa,** ENCB-IPN318 Río Pánuco, 23°21.10 'N - 105°57.59 'W,

Concordia. ENCB-IPN1728 Río Concordia, 23°21.10 'N - 105°57.59 'W, Concordia.  
ENCB-IPN1781 Río Presidio, 23°12.0 'N - 106°15.52 'W, Mazatlán.

***Poeciliopsis lucida* Miller, 1960**

Guatopote del Mocerito

*Poeciliopsis lucida* Miller, 1960: 2-3, pl. 1 (fig. A). Localidad tipo: Pequeño tributario del río Mocerito, 0.9 millas al norte de San Benito, Sinaloa. 107° 46' 'W- 25° 32' 'N. Holotipo UMMZ 177266. (Rosen & Bailey, 1963: 137 (sistemática, distribución); Espinosa Pérez *et al.*, 1993: 52 (lista comentada); Lucinda, 2003: 570 (lista comentada); Nelson *et al.* 2004:104 (lista); Miller *et al.*, 2005 (claves, descripción y distribución).

**Diagnosis:** cuerpo largo, con aletas dorsal y anal pálidas. Lados del cuerpo sin barras verticales oscuras, una fina línea oscura longitudinal sobre los costados, desde la cabeza hasta la parte media del pedúnculo caudal. Poros preoperculares sólo en el canal cefálico.

**Descripción:** D. 7-8; A. 9-10; P. 14-16; Pélv. 6; C. 28-30; Esc. 27-29; Vért. 29-30; Br. 14-18.

**Neurocráneo:** mesetmoides redondo. Frontales alargados y angostos en el centro; margen anterior del frontal con pequeña concavidad en la parte central. Vómer en forma de copa, con borde anterior casi recto y posterior largo. Nasal grande, en forma de gota con el costado externo más amplio. **Mandíbula:** 25 a 26 dientes externos en la premaxila y 26 a 27 en la mandíbula. Separación reducida entre las series de dientes externa e interna. Una serie interna de dientes cónicos unicúspides. **Serie opercular:** borde dorsal del opérculo ligeramente inferior al hiomandibular. Unión amplia entre el opérculo y el subopérculo. **Arco hioideo:** radio branquióstego anterior toca al ceratohial anterior; los dos siguientes sobrepuestos en la mitad inferior del ceratohial anterior, y los dos últimos radios en la parte baja del ceratohial posterior. **Esqueleto branquial:** quinto ceratobranquial con pequeño proceso óseo en los costados, y parte posterior cóncava; varias hileras anteriores de dientes pequeños dispuestos irregularmente y dos hileras posteriores bien definidas de dientes grandes. **Vértebras y costillas:** borde anterior de neurapófisis no unido al exoccipital. Proceso supraoccipital no alcanza el borde posterior de la neurapófisis. Espina neural 1, 2 y 3 expandida. Ligastilo alargado. Inserción de gonapófisis I en la vértebra 14. **Suspensorio gonapofisial:** gonapófisis III con proceso uncinado rudimentario. Parte distal en gonapófisis II curva con engrosamiento en el dorso. Gonapófisis I, II y III con ángulos de 270°, 225° y 210° respectivamente. **Complejo gonactinostal:** gonactino I en forma de huso con el centro muy desarrollado en la mitad superior del eje. Ligera hendidura dorsal entre

los gonactinos II y III y III y IV. **Cintura y aleta pectoral:** supracleitro triangular. Proceso cleitral redondo. Escápula y foramen escapular ovalados. Insertados a los radiales se encuentran 10 de los 14-16 radios pectorales. **Cintura y aleta pélvica:** borde longitudinal al centro del hueso pélvico. **Gonopodio:** 48 segmentos en radio 3, tres a cuatro segmentos subdistales fusionados, segmentos distales con pequeña estructura membranosa en forma de media luna pero no forma parte de ellos. Segmentos subdistales del radio 4 con cuatro a seis sierras simétricas unicúspides. **Complejo hipural:** 5 hipurales fusionadas en dos placas semiseparadas, unidas entre sí únicamente en la base. **Aleta caudal:** 9 a 10 radios principales y 19 a 20 secundarios.

**Talla máxima:** 3.0 cm LT (macho); 5.0 cm (hembra).

**Distribución:** Sonora y Sinaloa, México. Endémica de las cuencas hidrológicas de los ríos Mayo, Fuerte, Sinaloa y Mocorito.

**Hábitat:** bentopelágico; dulceacuícola (Wischnath, 1993). Generalmente encontrada en corrientes de baja velocidad y está asociada con abundantes algas filamentosas (Hendrickson y Varela, 2002), mismas que forman grandes manchones de algas.

**Clima:** subtropical.

**Biología:** *P. lucida* se alimenta básicamente de detrito y arena, y de algunas algas e invertebrados que viven en ellas (Schenk y Vrijenhoek, 1989).

**Material examinado:** México. Sinaloa, ENCB-IPN1150 Río Presidio, 23°11.21 'N - 106°12.56 'W, Escuinapa. ENCB-IPN1481 Río del Presidio en Siqueiros, 23°20.32 'N - 106°14.7 'W, Mazatlán. ENCB-IPN1838 Estero Teacapán, 22°31.54 'N - 105°41.16 'W, Escuinapa. ENCB-IPN3247 Río Baluarte, 23°0.0 'N - 105°51.16 'W, Rosario. ENCB-IPN3914 Río Concordia, 23°21.20 'N - 105°57.42 'W, Concordia.

***Poeciliopsis lutzi* (Meek, 1902)**

## Guatopote oaxaqueño

*Heterandria lutzi* Meek 1902:106, Pl. 20 lower. Localidad tipo: Río Quiotepec en Cuicatlán, Oaxaca, México. Holotipo: FMNH 3718. Paratipo: CAS 22767 [ex IU 10991] (13); FMNH 3710 (53), 3719 (104), 72567 (14), 3723 (200); UMMZ 162463 (9); USNM 126184 [ex USBF 1613] (ahora 3). Tipo catalogado: Parenti *et al.*, 1999:11.

*Heterandria lutzi* Meek, 1904:148. Localidad tipo: ríos Motzorongo, Otopa, El Hule, Pérez y Tehuantepec.

*Poeciliopsis gracilis* (Heckel, 1848) mal identificada; Rosen & Bailey, 1963:136 (sistemática, distribución); Parenti *et al.*, 1999:11.

*Poeciliopsis lutzi* (Meek, 1902); Espinosa Pérez *et al.*, 1993:52 (lista comentada); Lucinda, 2003:570 (lista comentada); Nelson *et al.*, 2004:105 (lista).

**Diagnosis:** peces de forma esbelta. 10 a 12 puntos oscuros de forma difusa en los costados del cuerpo, con diámetro semejante al de la pupila. Color negro a café oscuro en el dorso y vientre del cuerpo. Pequeña mancha oscura alrededor del ano, tanto en machos como en hembras. Ojo con una banda oscura en posición vertical, de amplitud igual al diámetro del ojo. Gran cantidad de melanóforos grandes en el gonopodio dando apariencia oscura. Retroarticular espiniforme. Coronomeckeliano redondo.

**Descripción:** D. 8; A. 10; P. 13-14; Pélv. 6; C. 29; Esc. 30-32 (30); Vért. 30-31 (30).

**Neurocráneo:** Nasaes grandes en forma de gota. Frontales largos con bordes anteriores semirectos; bordes internos semirectos ligeramente sobrepuestos; extremos posteriores redondos. Parietales extremadamente pequeños en forma de gota, apenas sobresalen de los frontales. Dermoesfenóticos perpendiculares al borde lateral del frontal. Área expuesta del supraoccipital reducida. Procesos supraoccipitales delgados y poco desarrollados, se ramifican sólo en la parte distal. Procesos epióticos amplios y largos, paralelos y de mayor longitud que los procesos supraoccipitales. Mesetmoides redondo de menor amplitud que el vómer, extremadamente delgado. Vómer con margen anterior ligeramente cóncavo, el extremo posterior más largo que los laterales. Etmoides laterales medianos en forma de roseta no en contacto con el paraesfenoides, se adhiere al margen anterior del frontal por cartílago, éste se extiende y cubre lateralmente al vómer y frontales, y menos de la mitad del brazo anterior del paraesfenoides. Brazo anterior del paraesfenoides más largo y delgado que el posterior; procesos ascendentes desarrollados, unidos con los pteroesfenoides a través de un puente óseo lateral. Pteroesfenoides muy desarrollados. Esfenótico amplio con extensión lateral misma que sobresale del borde lateral del frontal. Basioccipital amplio. Foramen yugular evidente al centro del exoccipital. **Aparato**

**mandibular:** 40-42 dientes externos premaxilares ligeramente curvos de tipo incisivo. Dos series de dientes internos unicúspides. Ligera separación entre la serie de dientes externa e interna. 4 dientes alveolares cubriendo 1/3 del arco alveolar. Borde posterior del proceso ascendente de la premaxila con terminación en punta, con amplia separación entre las terminaciones, proceso interno-dorsal pequeño. Muesca posterior profunda y proceso óseo ancho sobre la esquina inferior derecha. Proceso dorsal de la maxila semicuadrado, ventral mucho más delgado y largo que el dorsal, en forma de espina; brazo distal de la maxila delgado con dos abuntamientos en el borde posterior, uno al centro y el otro en la parte interior de éste. 34-36 dientes mandibulares curvos y laminares dispuestos en una hilera externa, internos pequeños en 2 hileras; 4-5 dientes alveolares en el borde dorso-lateral del dentario. Anguloarticular semicuadrada con bordes redondeados, extremo anterosuperior de mayor tamaño. Coronomeckeliano redondo. **Suspensorio mandibular:** autopalatino sin proyección anterior ósea. Endopterigoides sin borde óseo posterior. Simpléctico largo con extensión laminar continua. **Serie opercular:** opérculo triangular con bordes anterior recto y dorsal ligeramente curvo, posterior convexo. Interopérculo alargado con extremo anterior terminado en punta. Subopérculo en forma de media luna truncada con el borde anterior convexo y ligera muesca en el margen superior. **Esqueleto branquial:** placa infraringobranquial 2, 3 y 4 ovalada-alargada. Quinto ceratobranquial con proceso óseo lateral-superior pequeño. Basihial alargado con más de la mitad de tejido óseo y el resto de cartílago. **Arco hioideo:** ceratohial anterior cuadrado. Ceratohial posterior semicuadrado, borde posterior curvo, extremo posterior con ligera concavidad donde se inserta el cartílago que une al interhial; espacio libre pequeño entre ceratohiales ocupado por cartílago. Primer radio branquióstego libre, segundo y tercero sobrepuestos a la mitad inferior del ceratohial anterior, cuarto se sobrepone entre la unión de ambos ceratohiales, y quinto a la mitad inferior del ceratohial posterior. Interhial pequeño, cilíndrico y corto. **Vértebras y costillas:** 30-31 vértebras: 13 precaudales, 17-18 caudales. Neurapófisis toca ventralmente al proceso supraoccipital, inclinada hacia atrás sin sobreponerse con la primera espina neural. Borde anterior de la neurapófisis no unido al exoccipital. Longitud del proceso supraoccipital no alcanza el borde posterior de la neurapófisis. Espinas neurales 1, 2 y 3 completamente expandidas, la 4 expandida sólo la mitad. Ligastilo pequeño en forma de gota. Inserción de gonapófisis I en vértebra 14. **Suspensorio gonopodial:** gonapofisis I y II con procesos uncinados desarrollados, la III con proceso medianamente desarrollado, las tres con alas, la tercera con ligera extensión laminar en el borde posterior del eje. Parte distal de gonapófisis I y II curvada y dirigida ventralmente, la tercera horizontal. Gonapófisis I, II y III con ángulos de 240°, 215° y 250° respectivamente. Cuarta espina hemal con dirección anterior y ligero engrosamiento laminar en el dorso anterior, sin modificaciones. **Complejo gonactinostal:** gonactino I con

pequeño abultamiento en la mitad superior del eje, base de éste cubierto parcialmente por la base de la estructura laminar. Dos hendiduras en el borde dorsal de la estructura laminar entre los gonactinos II-III, y III-IV, la primera más grande que la segunda. Margen dorsal del collar cóncavo. Gonactinos V-VII con grandes extensiones laminares en la base. 5-6 pequeños radiales de formas diversas, los dos primeros con extensiones laminares superiores i hacia atrás, mismas que cubren parcialmente el siguiente radial. **Cintura y aleta pectoral:** base del posttemporal con pequeña y delgada extensión anterior. Supracleitro redondo. Proceso cleitral bilobulado, el lóbulo superior de mayor tamaño que el inferior. Escápula semitriangular con foramen escapular pequeño y ovalado. Unión entre coracoides y escápula bien definida, pero incompleta. Longitud de la fosa entre el cleitro y el coracoides dos veces en la extensión inferior del cleitro. Insertados a los radiales se encuentran 9 de los 13 radios pectorales. **Cintura y aleta pélvica:** procesos mediales amplios, sobrepuestos y fusionados, borde anterior en el área fusionada. Ápice anterior del hueso pélvico agudo y costilla en los costados del hueso. **Gonopodio:** radio 3 con 60-69 segmentos; 5-6 segmentos subdistales fusionados en uno solo; 15 segmentos distales simples, con pequeña estructura membranosa en forma de uña que cubre los 2.5 segmentos terminales, ligeramente curvada. Radio 4p con 13-14 espinas retrorsa subdistales. **Complejo hipural:** prolongaciones óseas pequeñas dorsales antrorsas en el centro terminal, sin alcanzar el borde inferior de la epural. Base de parahipural redonda, sobrepuesta al centro terminal. Longitud de foramen hipural 1/2 en la placa hipural. Extensiones laminares en espinas neurales y hemales 2 y 3. **Aleta caudal:** 29 radios caudales diferenciados en 14-15 principales (11 insertados en la placa hipural) y 14-15 secundarios. Sin cartílago accesorio. Radios de la aleta caudal en relación con espinas neurales y hemales insertados en centros pleurales 5.

**Talla máxima:** 3.5 cm LT (macho); 6.0 cm LT (hembra).

**Notas comparativas:** *P. lutzi* ha sido colocada en sinonimia con *P. gracilis* por Miller *et al.* (2005); sin embargo, previamente Lucinda (2003) y Nelson *et al.* (2004), reconocieron la validez de *P. lutzi*. Huidobro (2000b) obtuvo la filogenia del complejo *P. gracilis* y encontró que ambas especies son hermanas y no una sola. Probablemente *P. lutzi* sea la tercera especie en el triángulo *P. gracilis*, *P. pleurospilus* y *P. lutzi*, especies que por su gran parecido morfológico y por la simpatria de algunas poblaciones en el sureste mexicano, han sido consideradas como una sola especie (ver notas comparativas de *P. gracilis*).



**Distribución:** Oaxaca y Veracruz, México. Endémico de las cuencas hidrológicas Tehuantepec, Tesistlán, Verde, parte alta del Papaloapan hacia la vertiente del Pacífico. Ometepec, Jalcomulco.

**Hábitat:** bentopelágico; dulceacuícola; pH 7.0 - 7.7. Esta especie habita en las tierras bajas y altas, en ambientes lóticos (Martínez, 1999).

**Clima:** tropical; 24 - 28°C.

**Material examinado:** México. Oaxaca, IBUNAM 8928, Río Grande, carretera Transístmica a 10 km al sur de Matías Romero, 16°48.99 'N. IBUNAM 8931, Río Manialtepec-Hidalgo (abajo del puente), Tuxtepec, 18°5.18 'N - 96°8.18 'W; IBUNAM 8932, Río Atoyac, desviación a Tehuacán, 17°48.0 'N - 96°54.36 'W; 95°1.99 'W; IBUNAM 10575, Brazo del Río Salado km. 89, Desv. a Sta. Ma. Tecomouaca, 16°51.30 'N - 96°22.21 'W; IBUNAM 10577, Río Salado a 100 m del Puente, 16°51.30 'N - 96°22.21 'W; IBUNAM 10581, Ramal del Río Sto. Domingo km. 104, 16°51.30 'N - 96°22.21 'W; IBUNAM 10590, Arroyo (Río Chiquito), km 117, 16°51.30 'N - 96°13.18 'W; IBUNAM 10626, Río Valle Nacional, San José Chiltepec, 17°56.4 'N - 96°8.28 'W.

***Poeciliopsis monacha*** Miller, 1960

Guatopote del Mayo

*Poeciliopsis monacha* Miller, 1960: 3-4, pl. 1 (figs. C-D). Localidad tipo: Arroyo San Benito, 1.5 millas al suroeste del Rancho Guirocoba, Sonora. 108° 40'W- 26° 56'N, elev. 1300 ft. Holotipo UMMZ 177268). (Rosen & Bailey, 1963: 138 (sistemática, distribución); Espinosa Pérez *et al.*, 1993: 52 (lista comentada); Parenti *et al.*, 1999: 16; Lucinda, 2003: 570 (lista comentada); Nelson *et al.* 2004:104 (lista); Miller *et al.*, 2005 (claves, descripción y distribución).

**Diagnosis:** cuerpo corto, cabeza corta y rectangular en vista lateral; dorso fuertemente arqueado y canales cefálicos reducidos o ausentes. Aletas dorsales y anales pequeñas y redondeadas; tres escamas entre la serie axial y la serie dorsal. Costados del cuerpo sin barras oscuras verticales. Una mancha oscura alrededor de la base del gonopodio; periprocto negro en hembras adultas. Machos en época de reproducción de color negro. Proceso ascendente de la premaxila ligeramente elevado con terminación truncada. Borde anterior en opérculo ligeramente convexo. Ningún radio branquiostego sobrepuesto en mitad inferior del ceratohial posterior.

**Descripción:** D 7-9; A 9-10; P 14-17; Pélv. 6; C. 29; Esc 26-30, Br 12-14, Vért. 29.

**Neurocráneo:** margen anterior del frontal cóncavo en el centro. Vómer en forma de marro con borde anterior recto y el extremo posterior largo. Nasal grande, en forma de gota con ligero sesgo anterolateral. **Mandíbula:** 18 dientes externos en premaxila y mandíbula. Separación reducida entre las series de dientes externos e internos. Varias series de dientes internos tricúspides. **Serie opercular:** opérculo con borde posterior cóncavo, dorsal recto y ligeramente inferior al hiomandibular, hiomandibular con borde superior ondulado. Ligera unión entre hiomandibular, opérculo y subopérculo. **Arco hioideo:** inserción del quinto radio branquiostego en la unión cartilaginosa de ceratohial anterior y posterior. **Esqueleto branquial:** parte osificada del basihial menos de la mitad que la cartilaginosa. Quinto ceratobranquial con proceso óseo mediano, de seis a siete dientes notablemente mayores en el borde interno de ambos ceratobranquiales. **Vértebras y costillas:** borde anterior de neurapófisis sobrepuesto al exoccipital. Proceso supraoccipital pequeño alcanza el centro de la neurapófisis. Espina neural 1, 2 y 3 expandida. Ligastilo alargado. Inserción de gonapófisis I en la vértebra 14. **Suspensorio gonopodial:** gonapófisis III con proceso uncinado bien desarrollado pero mucho más delgado que la I y II. Gonapófisis I, II y III con ángulos de 200°, 190° y 190° respectivamente. **Complejo gonactinostal:** gonactino I en forma de huso casi recto con el centro ligeramente desarrollado en la mitad superior del eje, la inferior muy delgada. Hendidura dorsal bastante desarrollada entre el gonactino II y III, y una hendidura menor entre el gonactino III y IV; gonactino V más alto que el IV. **Cintura y aleta pectoral:** proceso cleitral bilobulado; tres radiales libres, el 1 casi fusionado a la escápula, el 3 y 4 sobrepuestos en una especie de escalón del coracoides, insertados a los radiales se encuentran 9 de los 13 radios pectorales. **Cintura y aleta pélvica:** borde longitudinal ubicado en los costados del hueso pélvico. **Gonopodio:** radio 3 con 38 segmentos, tres a cuatro segmentos fusionados en la parte subdistal, sin estructura membranosa en la parte distal. Segmentos subdistales del radio 4 de ocho a nueve sierras pareadas simétricas unicúspides. **Complejo hipural:** abertura entre la placa hipúrica aproximadamente  $\frac{1}{5}$  de ésta. **Aleta caudal:** 11 radios principales y 18 secundarios.

**Talla máxima:** 4.5 cm.

**Notas comparativas:** *P. monacha* está muy relacionada con *P. viriosa*, ya que ambas tienen dientes internos tricúspides. Sin embargo, existen otros caracteres que las diferencian, como el vómer en forma de mazo, los dientes externos de la premaxila de tipo pedunculado y distalmente aplanados con borde redondo amplio en *P. monacha*, además

es la única especie del género que durante el periodo reproductivo adquiere una coloración del cuerpo totalmente negra. En comparación, *P. viriosa* no tiene parietales, los dientes externos de la premaxila son pedunculados y distalmente aplanados con borde recto sesgado hacia adentro, y no hay cambio de coloración en el cuerpo durante la época reproductiva.

**Distribución:** Sonora, México. Endémico de la parte alta del río Mayo, en el extremo sur de Sonora.

**Hábitat:** bentopelágico; no migratorio; dulceacuícola. Presente únicamente en las partes medias y bajas del río Mayo, en pequeñas charcas con poca corriente, algunas veces intermitente, predominantemente en áreas rocosas, que le sirven como protección; los arroyos ubicados en pequeños cañones son su hábitat preferido (Hendrickson y Varela, 2002). Dada la ubicación geográfica y altitudinal de la distribución de *P. monacha*, las condiciones ambientales son extremas; por ejemplo, en verano las charcas quedan aisladas y con concentraciones mínimas de oxígeno (Vrijenhoek, 1979; Vrijenhoek *et al.*, 1992) y el alimento es muy escaso (Hendrickson y Varela, 2002).

**Clima:** tropical.

**Estado de conservación:** en la IUCN se encuentra en categoría DD (Datos insuficientes), al 1 de agosto de 1996 (Baillie y Groombridge, 1996). Esta categoría indica que es necesaria más información sobre estos aspectos de abundancia y distribución, ya que está restringida a un área muy pequeña y son pocos los ejemplares que se sabe habitan ahí. Hendrickson y Varela (2002) consideran que debe quedar como especie en protección especial.

**Biología:** Su dieta esta compuesta por arena, detrito, algas e invertebrados (Schenck y Vrijenhoek, 1989).

**Material examinado:** México. Sonora, USON 0469, 0609, arroyo Grande (El Tábelo) en El Tábelo, 27°10 'N – 108°57 'W, río Mayo, Sonora, México.

***Poeciliopsis occidentalis*** (Baird y Girard, 1853)

Guatopote de Sonora

*Heterandria occidentalis* Baird y Girard, 1853: 390. Localidad tipo: Río Santa Cruz en el Río Gila, México [no Río Santa Cruz, Tucson, Arizona, E.U.A.]. Sintipos ANSP 6972).

*Girardinus sonoriensis* Girard, 1859: 120. Localidad tipo: Arroyo San Bernadino, trib. del Río Yaqui, Sonora, México. Sintipos: MCZ 1310 (1), 1461 (1). Rosen & Bailey 1963:137 (sistemática, distribución); Lucinda, 2003:570 (lista comentada).

*Poeciliopsis occidentalis* (Baird y Girard, 1853); Hubbs, 1926: 65; Rosen & Bailey, 1963: 137 (sistemática, distribución); Minckley, 1980: 553; Page & Burr, 1991: 239 (descripción, distribución); Espinosa Pérez *et al.*, 1993: 52 (lista comentada); Swift *et al.*, 1993: 123; Fuller *et al.*, 1999: 315; Lucinda, 2003: 570 (lista comentada); Nelson *et al.* 2004:104 (lista); Miller *et al.*, 2005 (claves, descripción y distribución).

**Diagnosis:** peces pequeños, de cuerpo ligeramente alto, elevado al frente de la aleta dorsal; origen de la dorsal más cerca de la base de la caudal que de la punta del hocico, ligeramente más adelante (en hembras) de la anal. Ojo pequeño. Distancia interorbital igual a la distancia del ápice del hocico al borde posterior de la orbita. Cuarta espina hemal con una ligera proyección ósea posterior. Aleta caudal redondeada o casi recta. Cuerpo de color amarillo pálido con áreas oscuras principalmente en el dorso. Grandes escamas dorsales. Melanóforos en los últimos tres o cuatro radios de la aleta dorsal formando una macha negra en la base. Vientre plateado; con una banda lateral tal amplia como el ojo desde las pectorales hasta la caudal, una angosta línea negra en margen inferior del pedúnculo caudal; aletas pálidas. Dientes infrafaringobranchiales del borde interno de mayor tamaño que el resto.

**Descripción:** D. 7-8; A. 9-11; P. 14; Pélv. 6; C. 31; Esc. 27-30; Vért. 32.

**Neurocráneo:** margen frontal anterior con ligera concavidad en la parte central. Borde anterior del vómer ligeramente cóncavo al centro y el extremo posterior del mismo tamaño que los laterales. Nasal pentagonal con lados no simétricos. **Mandíbula:** 28 a 29 dientes externos en premaxila, 26 en mandíbula. Separación amplia entre la serie de dientes externa e interna. Una serie interna de dientes cónicos unicúspides. Pequeños dientes alveolares del mismo tamaño que los internos. **Serie opercular:** opérculo con bordes anterior y dorsal rectos, hiomandibular y opérculo a la misma altura. **Arco hioideo:** radio branquióstego anterior reducido cuya longitud es igual a la altura del ceratohial, no se une al ceratohial anterior, y el último radio sobrepuesto en la unión de los ceratohiales. **Esqueleto branquial:** quinto ceratobranquial con pequeño proceso óseo. **Vértebras y costillas:** neurapófisis redondeada ligeramente inclinada hacia atrás sin alcanzar el

proceso supraoccipital, pero se sobrepone con la primera espina neural. Proceso supraoccipital no alcanza el borde posterior de la neurapófisis. Espinas neurales 1, 2 y 3 expandidas. Ligastilo muy alargado. Inserción de gonapófisis I en la vértebra 15. **Suspensorio gonopodial:** gonapófisis III con proceso uncinado rudimentario. Gonapófisis I, II y III con ángulos de 235°, 225° y 240° respectivamente. Cuarta espina hemal con ligera proyección posterior. **Complejo gonactinostal:** gonactino I en forma de huso curvo con el centro muy desarrollado en la mitad superior del eje. Parte anterior de la estructura laminar con una pequeña proyección ósea, a la altura del gonactino I. Pequeña hendidura dorsal entre el gonactino II y III, entre el III y IV la hendidura se cierra en el dorso superior. **Cintura y aleta pectoral:** supracleitro en forma de lágrima, proceso cleitral redondo, tejido cartilaginoso en borde anterior de la escápula, cuatro radiales libres en forma de cubo, insertados a los radiales se encuentran 10 a 11 de los 14 radios pectorales. **Cintura y aleta pélvica:** borde longitudinal en costados del hueso pélvico. **Gonopodio:** 50 segmentos en el radio 3, subdistalmente de tres a cuatro fusionados en uno solo; con una pequeña estructura membranosa en la parte distal en forma de gancho ventral. Segmentos subdistales del radio 4 con 13 espinas pares simétricas unicúspides. **Complejo hipural:** longitud de abertura en placa hipúrica menos de la mitad de la propia placa. **Aleta caudal:** 9 radios principales y 22 secundarios.

**Talla máxima:** 6.0 cm LT (macho).

**Notas comparativas:** *P. occidentalis* y *P. prolifica* poseen el vómer en forma de triángulo invertido, con una ligera concavidad al frente.

**Distribución:** Suroeste de Arizona, Estados Unidos y norte de México. Endémico de las cuencas de los ríos Gila, Altar, Sonora, Yaquí y Mayo.

**Hábitat:** bentopelágico; dulceacuícola. Vive generalmente en altitudes que van del nivel del mar hasta 1500 m. La mayor preferencia se presenta en altas altitudes entre 900 y 1500 m, y más comúnmente asociado con arroyos y ríos pequeños. Habita en cuerpos de agua cubiertos de vegetación, de poca profundidad y en aguas cálidas (Page y Burr, 1991). Recientemente, Minckley (2002) documenta un registro de *P. occidentalis* en el delta del río Colorado, casi en su unión con el río Gila, este sería una localidad cercana al nivel del mar.

**Clima:** subtropical; 25 - 28°C.

**Estado de conservación:** la subespecie *P. occidentalis sonoriensis* se considera por la IUCN como VULNERABLE (VU) al 1 de agosto de 1996 (Baillie y Groombridge, 1996), esta categoría es asignada a las especies con alta probabilidad de extinción a mediano plazo.

**Material examinado:** E.U.A. Arizona, ASU 12458 Az: Pinal Co., Boyce-Thompson Arboretum Pond. México. Sonora, IBUNAM 5701 Stream near tributary Altar river, near of Ranch La Cholla, hidrological basin La Concepción, 31°12.0 'N - 111°21.0 'W. ENCB-IPN623 Agua Caliente, 31°18.23 'N - 109°34.25 'W, Agua Prieta. Sinaloa, ENCB-IPN1809 Río Pánuco, 23°21.10 'N - 105°57.59 'W, Concordia. ENCB-IPN1828 Río Concordia, 23°21.10 'N - 105°57.59 'W, Concordia. ENCB-IPN323 Río Piaxtla, 23°25.51 'N - 106°37.17 'W, San Ignacio. Nayarit, ENCB-IPN1823 Río San Pedro Mezquital, 21°56.13 'N - 105°18.3 'W, Tuxpan.

***Poeciliopsis paucimaculata* Bussing, 1967**

Olomina

*Poeciliopsis paucimaculata* Bussing 1967:227, Fig. 5. Río General, 15 km al sur de San Isidro del General en la Carretera Interamericana, San José, Costa Rica, elev. 500 m. Holotipo: LACM 9236-1. Paratipos: LACM 2897 (5), 2920 (3); UCR 45-1 (1); Bussing 1987:149 (descripción, distribución); Bussing 1998:225 (descripción, distribución); Lucinda, 2003:570 (lista comentada).

**Diagnosis:** cuerpo largo. Perfil predorsal muy convexo. 19 a 20 branquiespinas. Costados del cuerpo con 2 (1-3) manchas negras semiovaladas (más alargadas) verticales. Escamas dorsales de color pardo. Borde anterior del vómer convexo. La longitud de la fosa entre el cleitro y el coracoides cabe más de 4 veces en la extensión inferior del cleitro.

**Descripción:** D. 10; A. 10; P. 16-17; Pélv. 6; C. 32-33; Br. 19-20; Vért. 30.

**Neurocráneo:** Nasaes grandes, semicuadrados. Frontales con bordes anteriores rectos, bordes internos ligeramente ondulados; parte posterior terminandos en punta redonda. Parietales ovalados y alargados. Dermoesfenóticos perpendiculares. Procesos supraoccipitales muy desarrollados. Procesos epióticos delgados, con longitud menor y dirección semejante a los procesos supraoccipitales. Mesetmoides redondo. Vómer con margen anterior ligeramente convexo. Cartílago de etmoides laterales cubre parcialmente

al vómer, frontales y paraesfenoides; los etmoides laterales no tienen contacto con el paraesfenoides. Paraesfenoides con brazo anterior mayor que el posterior; procesos ascendentes muy desarrollados, unidos ampliamente con los pteroesfenoides, ventralmente forma un puente con el proótico. Proóticos con puente pequeño sobre el canal lateral y las cámaras trigeminofaciales. Pteroesfenoides cuadrangulares bien desarrollados, con extensión anterior unida ventralmente a la mitad de los frontales, posteriormente unida al proótico. Espacio libre entre los proóticos, pteróticos y exoccipitales ocupado por cartílago. **Aparato mandibular:** premaxila con 65-90 dientes externos ligeramente curvos de tipo incisivo (en forma de cuchara). Sin dientes internos. Proceso ascendente de la premaxila ligeramente elevado con terminación en punta, con ligera separación entre las terminaciones de ambos huesos. Brazo alveolar de la premaxila semitriangular, con notable muesca posterior y proceso óseo delgado en forma de espina sobre la esquina inferior derecha. Maxila larga y semirecta; proceso dorsal cuadrado y ventral en forma de espina gruesa; brazo distal ligeramente más ancho en la parte distal. Dentario dorsalmente semiredondo de base amplia al centro; proceso medial pequeño de base angosta; dentario con 65-90 dientes grandes muy curvos y laminares; sin dientes internos. Retroarticular ovalado. Coronomeckeliano ovalado y pequeño. **Suspensorio mandibular:** autopalatino sin proyección anterior superior ósea. Endopterigoides con el borde posterior ligeramente ondulado. Simplético largo con extensión laminar dorsal. Formación ósea pequeña casi fusionada a éste, misma que puede ser el ectopterigoides reducido. Hiomandibular con extensión laminar anterior grande, extensión posterior pequeña. **Serie opercular:** opérculo triangular con bordes anterior cóncavo, dorsal y posterior convexo. Interopérculo con extremo anterior terminado en punta, extremo posterior con pequeña muesca superior. Sección truncada del subopérculo con borde superior festonado. **Esqueleto branquial:** placa infrafaringobranquial ovalada-alargada, con dientes cónicos ligeramente curvos con una pequeña cúspide de base negra al centro, dispuestos en hileras de 5 a 6. Quinto ceratobranquial con proceso óseo lateral mediano. Tres hileras bien definidas de dientes cónicos curvos en la parte superior del ceratobranquial 5, en la inferior los dientes están dispuestos de manera discreta e irregular. Basihial alargado con más de la mitad de tejido óseo y el resto de cartílago, la parte cartilaginosa notablemente ancha. **Arco hioideo:** ceratohial anterior semicuadrado, ligero abultamiento en el borde dorsal del proceso anterior; ceratohial posterior semicuadrado con el borde posterior ligeramente cóncavo, espacio libre entre ambos ceratohiales ocupado por cartílago. Borde dorsal de ambos ceratohiales ligeramente convexo. Primer radio branquióstego no toca el borde inferior de la proyección ósea, los dos siguientes sobrepuestos a la mitad inferior del ceratohial anterior, el tercero en la unión de ambos ceratohiales, el cuarto se sobrepone a la mitad

inferior del ceratohial posterior. Interhial pequeño y cilíndrico. **Vértebras y costillas:** 30 vértebras: 13 precaudales y 17 caudales. Neurapófisis no tocan el proceso supraoccipital, ligeramente inclinadas hacia atrás y se sobreponen con la primera espina neural. Borde anterior de la neurapófisis no unido al exoccipital. Proceso supraoccipital sobrepasa el borde dorsal de la neurapófisis. Espina neural 1, 2 y 3 completamente expandidas, semifusionadas en la base. Ligastilo grande, espiniforme-alargado. Inserción de gonapófisis I en la vértebra 14. **Suspensorio gonopodial:** gonapófisis I y II con procesos uncinados desarrollados, con extensiones óseas dorsales en forma de alas; III con proceso uncinado semidesarrollado y alas en borde posterior del eje. Parte distal de gonapófisis II dirigida ventralmente. Gonapófisis III semihorizontal. Gonapófisis I, II y III con ángulos de 250°, 225° y 250° respectivamente. Cuarta espina hemal con dirección posterior, con ligero engrosamiento distal anterior. **Complejo gonactinostal:** gonactino I en forma de espina gruesa larga con longitud un poco más de la mitad de la estructura laminar, semejante al gonactino VIII. Dos hendiduras en el borde dorsal de la estructura laminar entre los gonactinos II-III y III-IV, la primera notablemente mayor que la segunda. Gonactino X pequeño 1/3 de la longitud del IX. Sin extensiones laminares en la base del gonactino V al VII. 6 pequeños radiales de formas diversas, los dos anteriores con extensiones laminares superiores con dirección posterior, mismas que cubren parcialmente el siguiente radial. **Cintura y aleta pectoral:** posttemporal de base ligeramente amplia sin extensión anterior, cubre parte del supracleitro. Supracleitro en forma de lágrima. Proceso cleitral bilobulado, el lóbulo superior mayor que el inferior. Escápula triangular con foramen escapular alargado. Unión entre coracoides y escápula bien definida. Longitud de la fosa entre el cleitro y el coracoides 3.5 veces en la extensión inferior del cleitro. Cuatro radiales libres en forma de cubo. Insertados a los radiales se encuentran 12 de los 16-17 radios pectorales. **Cintura y aleta pélvica:** procesos mediales sobrepuestos. Sin extensiones externas. Ápice anterior del hueso pélvico puntiagudo y costilla al centro del hueso. **Gonopodio:** radio gonopodial 3 con 51-52 segmentos; a partir del segmentos 7-8 se fusionan en uno solo largo entre 5 y 7 segmentos; segmento distal simple, con una pequeña estructura membranosa en forma de media luna que cubre los últimos tres segmentos. Radio 4 ramificado en dos subramas: 4a y 4p, parte distal del radio 4a reducida y doblada hacia un lado, el 4p con 13 espinas retrorsas subdistales; y 7-9 segmentos distales. Los segmentos de los radios 5, 6, 7, y 8 sin espinas. Segmento basal del radio 5 cubierto por el basal del radio 4, de tal manera que parecen uno solo. **Complejo hipural:** borde dorsal del centro pleural 2 con pequeñas prolongaciones óseas retrorsas y en el centro terminal grandes prolongaciones antrorsas, cuya altura no alcanza el borde inferior de la epural. Ganchos laterales pequeños en la base superior de la placa. Fusión de placas hipurales sólo en la base, el foramen hipural cubre casi la totalidad de la



placa hipúrica. Extensiones laminares anteriores en espina pleural 2, 3, epural, espina neural 2, 3 y parahipural. **Aleta caudal:** 32-33 radios caudales diferenciados en 16-18 principales (13 insertados en placa hipural) y 14-17 secundarios. Cartílago accesorio entre las espinas neurales y hemales 3 y 4. Radios de la aleta caudal en relación con espinas neurales y hemales insertados en centros pleurales 4.

**Talla máxima:** 3.5 cm LT (macho); 4.5 cm (hembra).

**Distribución:** América Central: Río General en Costa Rica. En las cuencas hidrológicas: río General, Esquinas, Coto Brus, Coto, Nicoya y Tonosi.

**Hábitat:** bentopelágico; dulceacuícola. Habita las corrientes de todas las velocidades, con una preferencia por aguas de moderado a la corriente rápida, entre elevaciones de 20 y 940 m de altura.

**Clima:** tropical; 21 - 28°C.

**Biología:** Suele formar cardúmenes pequeños en fondos rocosos o arenosos. Se alimenta de cieno y detrito (Wischnath, 1993; Bussing, 1998).

**Material examinado:** **Costa Rica**, UCR 809.003, Quebrada Norte, 3 Km al S de Sabalito, cerca de San Vito, Puntarenas, 8°47.40 'N - 82° 'W. UCR 111.001, Quebrada 36, 12 Km 'W de Pueblo Río Claro en la Carretera Interamericana, Puntarenas, 8°42.50 'N - 83°9.10 'W. UCR 757.012, Quebrada Angelina 0.5 Km NO de Villa Briceño en la Carretera Interamericana, Puntarenas, 8°43.30 'N - 83°45.0 'W. IBUNAM 675, Río General, cerca del puente en la carretera internacional no. 2. Pérez Zeledón, sur de Costa Rica, 9°24.0 'N - 83°46.0 'W. IBUNAM 6988 Río San Isidro, 9°26.0 'N - 83°46.0 'W.

***Poeciliopsis presidionis*** (Jordan y Culver, 1895)

## Guatopote de Sinaloa

*Poecilia presidionis* Jordan y Culver, en Jordan 1895: 413, pl 29. Localidad tipo: en aguas claras del Río Presidio, Sinaloa, México. Lectotipos SU 2687. Regan, 1913: 996; Rosen & Bailey, 1963: 136 (sistemática, distribución); Espinosa Pérez *et al.*, 1993: 52 (lista comentada); Parenti *et al.*, 1999: 16; Lucinda, 2003: 571 (lista comentada); Nelson *et al.*, 2004:104 (lista).

*Poeciliopsis presidionis* (Jordan & Culver, 1895); Rosen & Bailey 1963:136 (sistemática, distribución); Espinosa Pérez *et al.* 1993:52 (lista comentada); Parenti *et al.* 1999:16; Lucinda, 2003:571 (lista comentada); Nelson *et al.*, 2004:105 (lista); Miller *et al.*, 2005 (claves, descripción y distribución).

**Diagnosis:** cuerpo ligeramente elongado, el perfil escasamente saliente en el frente de la aleta dorsal; espacio interorbital amplio, dos veces en la longitud cefálica; diámetro del ojo igual a la longitud del hocico, cabe  $3\frac{1}{2}$  veces en la cabeza. Boca grande, casi completamente transversa; Origen de la dorsal mas cerca de la punta de la caudal que de la punta del hocico; mitad de la dorsal sobre el origen de la anal (hembras); aletas inferiores cortas; radios dorsales más largos cabe  $1\frac{1}{3}$  en la cabeza; pectoral  $1\frac{1}{3}$  en la cabeza; aleta caudal truncada. Costados del cuerpo con barras oscuras verticales. Color (hembras) verde en el dorso: costados con brillo violeta: 3 o 4 barras oscuras de tamaño diferente, a veces en adultos se pierden o forman uno o dos puntos oblondos en el lugar de las barras anteriores; los últimos radios de la aleta dorsal con ocelos en forma de red; aletas algunas veces pálidas; machos sin barras oscuras y con la parte inferior de las aletas de color rojizo. Borde liso en la porción distal de los gonactinos 3 y 4.

**Descripción:** D. 7-8; A. 7-10; P. 14-15; Pélv. 6; C. 34; Esc. 27-30; Vért. 32.

**Neurocráneo:** mesetmoides pequeño y ovalado, ubicado en el extremo posterior del vómer. Margen frontal anterior con ligera concavidad al centro. Vómer en forma de ancla, borde anterior con ligera hendidura central. Nasal grande, en forma de gota con ligero sesgo anterolateral. **Mandíbula:** 20 a 22 dientes externos en premaxila y mandíbula. Separación reducida entre las series de dientes externos e internos. Una serie interna de dientes cónicos unicúspides, con el centro ligeramente más puntiagudo. Pequeños dientes alveolares. **Serie opercular:** opérculo con borde dorsal recto y ligeramente inferior al hiomandibular, ligera unión entre éste y el subopérculo. **Arco hioideo:** radio branquióstego anterior no unido al ceratohial anterior. **Esqueleto branquial:** quinto ceratobranquial con pequeño proceso óseo. **Vértebras y costillas:** borde anterior de neurapófisis unido al exoccipital. Proceso supraoccipital alcanza el borde posterior de la neurapófisis. Espina

neural 1, 2 y 3 expandida. Ligastilo redondo. Inserción de gonapófisis I en la vértebra 14. **Suspensorio gonopodial:** gonapófisis III sin proceso uncinado. Gonapófisis I, II y III con ángulos de 235, 235 y 200° respectivamente. **Complejo gonactinosta:** gonactino I en forma de huso con el centro muy desarrollado en la mitad superior del eje. Pequeña hendidura dorsal entre el gonactino II y III. **Cintura y aleta pectoral:** supracleitro y proceso cleitral redondos. Insertados a los radiales se encuentran ocho a nueve de los 14 a 16 radios pectorales. **Cintura y aleta pélvica:** borde longitudinal al centro del hueso pélvico. **Gonopodio:** 45 a 47 segmentos en el radio 3, tres a cuatro subdistales fusionados en uno solo, último segmento con estructura membranosa en forma de media luna. Parte subdistal del radio 4 con nueve pares de sierras simétricas unicúspides. **Complejo hipural:** abertura hipural menos de un  $\frac{1}{5}$  de la longitud de la placa hipúrica. **Aleta caudal:** 11 radios principales y 23 secundarios.

**Talla máxima:** 3.5 cm LT (macho); 5.0 cm (hembra).

**Distribución:** Sonora, Sinaloa y Nayarit, México. Endémico de las cuencas de los ríos Sinaloa, Culiacán, San Lorenzo, Piaxtla, Presidio, Baluarte, Acaponeta, San Pedro y Grande de Santiago.

**Hábitat:** bentopelágico; dulceacuícola. *P. presidionis* tiene la capacidad de tolerar elevadas salinidades, ya que se han encontrado ejemplares en lagunas costeras (Rosen y Bailey, 1963).

**Clima:** subtropical (Wischnath, 1993).

**Material examinado:** México. Sinaloa, ENCB-IPN1481 Río del Presidio en Siqueiros, 23°20.32 'N - 106°14.7 'W, Mazatlán. ENCB-IPN1725 Palmito del Verde, 22°38.55 'N - 105°48.14 'W, Palmito del Verde. ENCB-IPN1726 Laguna Grande, 22°47.34 'N - 105°50.35 'W, Escuinapa. ENCB-IPN1809 Río Pánuco, 23°21.10 'N - 105°57.59 'W, Concordia. ENCB-IPN1816 Río Presidio, 23°12.0 'N - 106°15.52 'W, Mazatlán. ENCB-IPN2773 19°1.37 'N - 104°16.0 'W. ENCB-IPN2792 Río Presidio, en Villa Unión, 23°12.5 'N - 106°14.50 'W, Mazatlán. ENCB-IPN318 Río Pánuco, 23°21.10 'N - 105°57.59 'W, Concordia. ENCB-IPN320 Concordia. 23°33.49 'N - 106°27.2 'W, Mazatlán. ENCB-IPN321 Río Tamazula, 24°48.2 'N - 107°25.4 'W, Culiacán. ENCB-IPN3220 23°21.10 'N - 105°57.59 'W. ENCB-IPN323 Río Piaxtla, 23°25.51 'N - 106°37.17 'W, San Ignacio. ENCB-IPN1150, Río Presidio, Escuinapa. Nayarit, ENCB-IPN1757 Río Acaponeta, 22°29.44 'N - 105°21.11 'W, Acaponeta.

***Poeciliopsis prolifica* Miller, 1960**

Guatopote culiche

*Poeciliopsis prolifica* Miller, 1960: 5-6, pl 2. Localidad tipo: Arroyo Sonolana, trib. del Río Culiacán, 18.5 millas sobre la carretera al este de Culiacán, Sinaloa, 24° 48'N – 107° 08'W. Holotipo UMMZ 177272; Rosen & Bailey, 1963: 138 (sistemática, distribución); Espinosa Pérez *et al.*, 1993: 52 (lista comentada); Parenti *et al.*, 1999: 16; Lucinda, 2003: 571 (lista comentada); Nelson *et al.*, 2004:104 (lista); Miller *et al.*, 2005 (claves, descripción y distribución).

**Diagnosis:** cuerpo largo y delgado. Machos notablemente más pequeños que las hembras. Cuerpo y aletas sin barras oscuras, costados del cuerpo con una banda longitudinal ancha y oscura, con áreas luminosas arriba y abajo de ella. Machos con dos prominentes manchas oscuras sobre la superficie ventral de la cabeza en la región preorbital. Puente del proótico ubicado al centro.

**Descripción:** D. 7-8; A. 9; P. 13; Pélv. 6; C. 13-16; Esc. 26-30; Vért. 31-32; Br. 11-14.

**Neurocráneo:** margen frontal anterior recto. Vómer en forma de triángulo invertido con borde anterior casi recto. Nasal grande en forma pentagonal con lados no simétricos. **Mandíbula:** 35 a 36 dientes externos en premaxila, 21 a 22 en mandíbula. Separación reducida entre las series de dientes externos e internos. De dos a tres series internas de dientes cónicos unicúspides. **Serie opercular:** opérculo con borde dorsal recto a la misma altura que el hiomandibular. **Esqueleto branquial:** quinto ceratobranquial con proceso óseo desarrollado, tres hileras de dientes bien diferenciadas en la parte superior, en la inferior discretas hileras de pequeños dientes. **Vértebras y costillas:** proceso supraoccipital alcanza la mitad de la neurapófisis. Espina neural 1, 2 y 3 expandida. Ligastilo alargado. Inserción de gonapófisis I en la vértebra 14. **Suspensorio gonopodial:** gonapófisis I, II y III con procesos uncinados bien desarrollados, dorso de éstos en forma de alas que se extienden desde la vértebra. Gonapófisis II con engrosamiento dorsal en la punta. Gonapófisis I, II y III con ángulos de 225°, 215° y 215° respectivamente. **Complejo gonactinostal:** gonactino I en forma de huso curvo con el centro medianamente desarrollado en la mitad superior del eje. Pequeña proyección ósea en el borde anterior de la placa laminar frente al gonactino I. Ligera hendidura dorsal entre los gonactinos II y III, III y IV. **Cintura y aleta pectoral:** Supracleitro en forma de lágrima. Proceso cleitral bilobulado. Insertados a los radiales libres se encuentran 8 a 9 de los 13 radios pectorales. **Cintura y aleta pélvica:** borde longitudinal en los costados del hueso pélvico. **Gonopodio:** 52 a 53 segmentos en el radio 3, de tres a cuatro segmentos subdistales

fusionados en uno solo; con una pequeña estructura membranosa en la parte distal en forma de pico ventral. Segmentos subdistales en el radio 4 de 10 a 12 espinas pares simétricas unicúspides. **Complejo hipural:** abertura en placa hipúrica menos de la mitad de la propia placa. **Aleta caudal:** 9 a 10 radios principales y 19 a 20 secundarios.

**Talla máxima:** 2.0 cm LT (macho); 3.5 cm (hembra).

**Notas comparativas:** *P. prolifica*, *P. lucida*, *P. monacha*, *P. viriosa* y *P. occidentalis* tienen estructuras externas dobladas hacia dentro del hueso, las cuales cubren los últimos radios pélvicos en machos; en las hembras los huesos pélvicos son planos, también con estructuras externas, probablemente debido al tipo de reproducción vivípara, proceso durante el cual se expande el estómago en el periodo de gestación.

**Distribución:** Sonora, Sinaloa y Nayarit, México. Endémica de las cuencas de los ríos Yaquí, Mayo, Fuerte, Sinaloa, Mocorito, Culiacán, San Lorenzo, Piaxtla, Presidio, Baluarte, San Pedro y Grande de Santiago.

**Hábitat:** bentopelágico; dulceacuícola; salobre; pH 8. Vive en arroyos con muy poca velocidad de corriente y con fondos principalmente de arena. Esta especie tiene la capacidad de entrar ocasionalmente a aguas salobres, en áreas cercanas a estuarios y deltas de ríos (Hendrickson y Varela, 2002).

**Clima:** subtropical; 24 - 28°C. (Wischnath, 1993).

**Material examinado:** **México. Jalisco**, IBUNAM 3016 Río Cuitzmala, 19°23.18 'N - 104°58.9 'W. IBUNAM 3650 Arroyo Agua Brava, La Primavera. **Nayarit**, IBUNAM 10247 desembocadura del Río Grande Santiago, 21°46.0 'N - 104°41.0 'W. IBUNAM 10253, agua estancada a 3 km. de Gpe. Victoria, cerca de la desembocadura de Río Grande, 21°46.0 'N - 104°41.0 'W. ENCB-IPN3848 Río Ameca, San Juan de Abajo, 20°50.49 'N - 105°13.51 'W, Bahía de Banderas. **Sonora**, ENCB-IPN103 Arroyo al SO de la población de Tula, 28°9.44 'N - 109°37.2 'W, Sahuaripa. **Sinaloa**, ENCB-IPN1696 Río Macorito (Evora), 25°30.16 'N - 107°46.48 'W, Mocorito. ENCB-IPN3247 Río Baluarte, 23°0.0 'N - 105°51.16 'W, Rosario. ENCB-IPN3278 Arroyo Agua Caliente, 25°51.25 'N - 108°19.12 'W. ENCB-IPN3989 Río Baluarte, 14 Km E Rosario, 23°3.12 'N - 105°44.42 'W, Rosario, Sinaloa. ENCB-IPN1809, Río Pánuco, Concordia.

***Poeciliopsis retropinna*** (Regan, 1908)

Olomina de Boruca

*Poecilia retropinna* Regan 1908:458. Localidad tipo: Boruca, Costa Rica. Holotipo BMNH 1909.3.13.69.  
*Poeciliopsis retropinna* (Regan 1908); Rosen & Bailey, 1963:139 (sistemática, distribución); Bussing, 1987:150 (descripción, distribución); Bussing, 1998:227 (descripción, distribución); Lucinda, 2003:571 (lista comentada).

**Diagnosis:** perfil predorsal convexo. Cuerpo con escamas bordeadas de color pardo, abdomen gris claro. De 27 a 34 branquiespinas. Canal lateral en el proótico con cuatro conexiones en forma de cruz.

**Descripción:** D. 9-10; A. 10; P. 16-17; Pélv. 6; C. 33-35; Br. 27-34.

**Neurocráneo:** Nasales grandes. Frontales con bordes anteriores rectos, con bordes internos notablemente ondulados; extremos posteriores terminados en punta. Parietales ovalados y alargados. Dermoesfenóticos perpendiculares al borde lateral del frontal. Procesos supraoccipitales muy desarrollados. Ligeramente abajo de la inserción del posttemporal surge el proceso epiótico delgado, con longitud y dirección semejante a los procesos supraoccipitales. Mesetmoides redondo y pequeño. Vómer con margen anterior recto. Cartílago de etmoides laterales cubre parcialmente al vómer, frontales y paraesfenoides; el etmoides tiene contacto con el paraesfenoides. Paraesfenoides con brazos anterior mayor que el posterior, procesos ascendentes desarrollados, unidos ampliamente con los pteroesfenoides. Proóticos con un orificio en el que se desarrollan varios puentes pequeños sobre el canal lateral y las cámaras trigeminofaciales, ubicado casi en el centro del proótico. Pteroesfenoides muy desarrollados con extensión anterior unida ventralmente a la mitad de los frontales, posteriormente se une ampliamente con el proótico. **Aparato mandibular:** premaxila con borde anterior ligeramente redondo en el que se insertan 66-80 dientes externos largos ligeramente curvos de tipo incisivo, con la parte distal en forma de cuchara. Dientes internos muy pequeños, pocos, separados entre sí y fácil de caer. Ligera separación entre ambas series. Sin dientes alveolares. Proceso ascendente de la premaxila ligeramente elevado con terminación en punta, con amplia separación entre las terminaciones de ambos proceso ascendente. Brazo alveolar de la premaxila semicuadrado, con notable muesca posterior y proceso óseo delgado y largo en forma de espina sobre la esquina inferior derecha. Maxila larga y ligeramente curvada, proceso dorsal cuadrado y ventral mucho más delgado que el dorsal en forma de espina gruesa; brazo distal con dos abultamientos en el borde anterior, uno pequeño al centro y

otro distal mucho mas grande. Dentario dorsalmente semirecto de base amplia al centro. Proceso medial muy pequeño de base angosta; dentario con 64-80 dientes externos, grandes curvos y laminares dispuestos en una hilera. Dientes internos muy pequeños, pocos, separados entre si y fácil de caer. Anguloarticular triangular con bordes redondos, el brazo anterior delgado y de mayor tamaño, se sobrepone parcialmente con el dentario; retroarticular ovalado cubierto en la base por el anguloarticular; coronomeckeliano ovalado y pequeño. **Suspensorio mandibular:** autopalatino sin proyección anterior superior ósea, pero con una pequeña ligeramente inferior en la parte terminal. Endopterigoides con extensión laminar pequeña el borde posterior, borde inferior bifido. Simplético largo con extensión laminar dorsal que se interrumpe donde termina la parte inferior del endopterigoides. Formación ósea pequeña casi fusionada al cuadrado, misma que puede ser el ectopterigoides reducido. Hiomandibular con extensión laminar recta cubriendo totalmente los brazos superior-anterior y ventral, extensión laminar posterior pequeña. **Serie opercular:** opérculo triangular con bordes anterior y dorsal ligeramente ondulados, posterior convexo. Interopérculo con extremo anterior terminado en punta, extremo posterior con pequeña muesca superior. Con dos muescas pequeñas en el ángulo superior del borde truncado del subopérculo. **Esqueleto branquial:** placa infraringobranquial ovalada-alargada, con dientes cónicos ligeramente curvos con una pequeña cúspide de base negra al centro, dispuestos en hileras de 5 a 6, los del borde interno de mayor tamaño que los demás. Quinto ceratobranquial con proceso óseo lateral reducido. Tres hileras bien definidas de dientes cónicos curvos en la parte superior del ceratobranquial 5, en la inferior los dientes están dispuestos de manera discreta e irregular. Basihial alargado con la mitad de tejido óseo y el resto de cartílago. **Arco hioideo:** ceratohial anterior cuadrado, ceratohial posterior cuadrado con el borde posterior ligeramente cóncavo, espacio libre entre ambos ceratohiales ocupado por cartílago. Primer radio branquióstego insertado en el borde inferior de la proyección ósea, los dos siguientes sobrepuestos a la mitad inferior del ceratohial anterior, el tercero en la unión de ambos ceratohiales, el cuarto se sobrepone a la mitad inferior del ceratohial posterior. Hipohial pequeño de forma variable. Interhial pequeño y cilíndrico. **Vértebras y costillas:** 29-30 vértebras: 13 precaudales y 16-17 caudales. La neurapófisis no toca el proceso supraoccipital, ligeramente inclinadas hacia atrás, y se sobreponen con la primera espina neural. Borde anterior de neurapófisis no unido al exoccipital. Proceso supraoccipital sobrepasa el borde dorsal de neurapófisis. Espina neural 1, 2 y 3 completamente expandidas, la 4 con indicios de expansión anterior. Ligastilo grande, rectangular-alargado. Inserción de gonapófisis I en la vértebra 14. **Suspensorio gonopodial:** gonapófisis I y II con procesos uncinados desarrollados, con extensiones óseas dorsales en forma de alas, gonapófisis III con proceso uncinado redondo semidesarrollado, alas

semidesarrolladas. Parte distal de gonapófisis I ligeramente engrosada. Parte distal de gonapófisis II con engrosamiento dorsal, dirigida ventralmente. Parte distal de gonapófisis III semihorizontal. Gonapófisis I, II y III con ángulos de 250°, 225° y 250° respectivamente. Cuarta espina hemal con dirección posterior. **Complejo gonactinostal:** gonactino I en forma de espina gruesa. Dos hendiduras en el borde dorsal de la estructura laminar entre los gonactinos II-III y III-IV, la primera más larga y amplia que la segunda. Extensión laminar en la base posterior de la estructura laminar. Gonactino V curvo de mayor tamaño que el IV. Gonactino X notablemente pequeño. Sin extensiones laminares en la base del gonactino V al VII. 5-6 pequeños radiales de formas diversas, los cuatro anteriores con extensiones laminares superiores dirigidas hacia atrás, mismas que cubren parcialmente el siguiente radial. **Cintura y aleta pectoral:** posttemporal de base amplia con extensión anterior, la base se sobrepone al cleitro y cubre parte del supracleitro. Supracleitro pequeño y triangular. Proceso cleitral bilobulado, el lóbulo superior notablemente mayor que el inferior. Escápula triangular, foramen escapular ovalado pequeño. Unión entre coracoides y escápula bien definida. Longitud de la fosa entre cleitro y coracoides 2.5 veces en la extensión inferior del cleitro. Cuatro radiales libres en forma de cubo. Insertados a los radiales se encuentran 11 de los 16-17 radios pectorales. **Cintura y aleta pélvica:** procesos mediales pequeños sobrepuestos y semifusionados. Procesos externos amplios doblados hacia el centro del hueso. Ápice anterior del hueso pélvico achatado, costilla al centro del hueso. **Gonopodio:** radio gonopodial 3 con 58-72 segmentos; segmento distal simple, con una pequeña estructura membranosa en forma de media luna que cubre los últimos tres segmentos. Parte distal del radio 4a reducida y doblada hacia un lado, el 4p con 19-20 espinas retrorsas subdistales. Los segmentos de los radios 5, 6, 7, y 8 sin espinas. Segmento basal del radio 5 cubierto por el basal del radio 4, de tal manera que parecen uno solo. **Complejo hipural:** borde dorsal del centro pleural 2 con pequeñas prolongaciones óseas retrorsas y en el centro terminal grandes prolongaciones antrorsas, cuya altura sobrepasa el borde inferior de la epural, sin tocarlo. Pequeños ganchos laterales en la base superior de la placa hipural. Foramen hipural mayor a 3/4 de la placa hipúrica. Extensiones laminares anteriores en espina pleural 2, epural, espina neural 2 y parahipural. **Aleta caudal:** 33-35 radios caudales diferenciados en 16-17 principales (12-13 insertados en placa hipural) y 16-17 secundarios. Cartílago accesorio entre las espinas neurales y hemales 3, 4, 5 y 6, el de mayor tamaño entre el 5 y 6. Radios de la aleta caudal en relación con espinas neurales y hemales insertados en centros pleurales 5 y 6.

**Talla máxima:** 5.0 cm LT (macho); 8.0 cm (hembra).



**Distribución:** América Central: Costa Rica y Panamá. En las cuencas hidrológicas: río General, Térraba, Chiriquí, Nicoya, Tonosi.

**Hábitat:** bentopelágico; dulceacuícola; pH 7 - 7.5. Vive en corrientes de todas las velocidades, pero se encuentra con más frecuencia en arroyos y ríos de baja a moderada velocidad. En ambientes al del nivel del mar hasta elevaciones de 940 m de altura. Nada cerca de las rocas, de la grava o de la arena.

**Clima:** tropical; 21 - 29°C.

**Biología:** Se alimenta de diatomeas, detrito flocculento y cieno (Wischnath, 1993; Bussing, 1998).

**Material examinado:** Costa Rica, UCR 748.002, 9°15.0 'N - 83°38.0 'W. UCR 593003, 9°33.0 'N - 83°40.0 'W. UCR 809.004, 8°50.0 'N - 82°57.0 'W. UCR 380.007, 9°22.0 'N - 83°42.0 'W. UCR 166.009, 8°39.0 'N - 83°26.0 'W. UCR 756.010, 8°40.0 'N - 83°4.0 'W. UCR 757013, 8°43.0 'N - 83°10.0 'W. UCR 173.004, 8°24.0 'N - 83°23.0 'W. UCR 163.004, 8°39.0 'N - 83°29.0 'W. UCR 103.005, Quebrada La Palma, 3 Km 'W de Paso Canoas en la Carretera Interamericana, Puntarenas, 8°32.55 'N - 82°51.30 'W. UCR 112.009, 47002, 101007, 164004, 40002, 72002, 111.002, Quebrada 33, 12 Km 'W de Pueblo Río Claro en la Carretera Interamericana, Puntarenas, 8°42.50 'N - 83°9.10 'W. 450013, 107007, 178.009, Río Caracol, 100-200 m E de carretera en la intersección con el camino de terracería, 8°41.5 'N - 82°59.20 'W. 69004. IBUNAM 677 Río Camaronal a 5 Km al oeste de Palmar, al norte de Puntarenas, 8° 57.0 'N - 83° 30.0 'W.

***Poeciliopsis scarlli*** Meyer, Riehl, Dawes y Dibble, 1985  
Guatopote michoacano

*Poeciliopsis scarlli* Meyer, Riehl, Dawes & Dibble 1985:26, Figs. 102. Localidad tipo: Canal El Bordqueral, 40 km al norte sobre la carretera 200 en los límites estatales de Guerrero/Michoacán, Michoacán, México. Holotipo: SMF 19715. Paratipos: SMF 19716-19 (4), 19720-23 (4); Espinosa Pérez *et al.*, 1993:52 (lista comentada); Lucinda, 2003:571 (lista comentada); Nelson *et al.*, 2004:105 (lista).

**Diagnosis:** cuerpo moderadamente elongado con cabeza pequeña, redondeada y hocico corto. Amplitud de la boca ligeramente menos que el diámetro del ojo. Gancho del gonopodio curvado 270° a la derecha, punta del gancho rectangular, doblado hacia la

mitad, aplanado y en forma de pico. Cuerpo de color verdusco a amarillo con 3 a 5 barras verticales delgadas, ubicadas desde la cabeza a la región dorsal; anillos del ojo azules. Aletas claras, primer radio de la aleta dorsal negro.

**Descripción:** D. 7; A 9; C. 28-29; P. 14; Pélv. 7; Esc. 29-31; Vért. 29-30.

**Neurocráneo:** Nasaes grandes en forma de gota. Bordes anteriores de los frontales semirectos; bordes internos ondulados de ambos huesos sobrepuestos ligeramente en el centro, borde interno posterior izquierdo con pequeña muesca interna, extremos posteriores redondos. Parietales pequeños y ovalados, apenas sobresalen de los frontales. Dermoesfenóticos perpendiculares al borde lateral del frontal. Área expuesta del supraoccipital amplia; procesos supraoccipitales delgados y muy desarrollados. Procesos epióticos delgados, paralelos y de mayor longitud que los procesos supraoccipitales. Mesetmoides redondo de menor amplitud que el vómer. Vómer con margen anterior ligeramente cóncavo. Etmoides laterales medianos en forma de roseta no en contacto con el paraesfenoides, adheridos al margen anterior del frontal por cartílago, éste se extiende y cubre lateralmente al vómer, frontales y menos de la mitad del brazo anterior del paraesfenoides. Brazo anterior del paraesfenoides más largo y delgado que el posterior; procesos ascendentes muy desarrollados, unidos con los pteroesfenoides a través de un puente óseo lateral. Proóticos anchos con dos orificios grandes donde dan inicio dos puentes que se conectan con el pteroesfenoides, ubicados en el extremo superior del proótico. Pteroesfenoides muy desarrollados con una pequeña extensión que se fusiona con la parte interna del frontal, cerca un pequeño orificio superior casi en contacto con el frontal. Esfenótico corto. Basioccipital angosto. Foramen yugular bastante evidente al centro del exoccipital. **Aparato mandibular:** 32-33 dientes externos premaxilares incisivos ligeramente curvos (en forma de cuchara). 2-3 series de dientes internos cónicos-unicúspides. Separación pequeña entre series de dientes externa e interna. 6-7 dientes alveolares cubriendo mitad del arco alveolar. Borde posterior del proceso ascendente de la premaxila muy elevado con terminación en punta, separación amplia entre terminaciones, sin proceso interno-dorsal. Muesca posterior pequeña y proceso óseo delgado marcado sobre la esquina inferior derecha. Proceso dorsal de la maxila semicuadrado, y ventral, mucho más delgado que el dorsal, en forma de espina gruesa, brazo distal de la maxila delgado con dos abultamientos, uno al centro y el otro en la base, una cavidad en el borde anterior de la base. 34-36 dientes mandibulares, dentario con extensiones lateroposteriores semicuadradas. 5-6 dientes alveolares en la mitad el borde dorso-lateral del dentario. Anguloarticular semicuadrado con bordes redondos, el extremo anterosuperior de mayor tamaño. **Suspensorio mandibular:** autopalatino con

pequeña proyección anterior ósea. Endopterigoides con proyección ósea en el borde posterior. Simpléctico largo con extensión laminar que se interrumpe donde termina la parte inferior del endopterigoides. Pequeña formación ósea anterior al cuadrado casi fusionada a éste, misma que puede ser el ectopterigoides reducido. **Serie opercular:** opérculo con borde anterior curvo y dorsal recto, el posterior convexo. Interopérculo alargado con extremo anterior terminado en punta. Subopérculo en forma de media luna truncada con el borde ondulado. Borde posterior-superior del subopérculo ligeramente más grande que el del opérculo. **Esqueleto branquial:** placa infrafaríngeobranquial 2, 3 y 4 ovalada. Quinto ceratobranquial con proceso óseo lateral-superior pequeño. Basihial alargado con menos de la mitad de tejido óseo y el resto de cartílago. **Arco hioideo:** ceratohiales anterior y posterior cuadrado. Espacio amplio entre ceratohiales ocupado por cartílago. Cartílago indentado con la proyección ósea. Extremo posterior del ceratohial posterior con concavidad ligera donde se inserta el cartílago que une al interhial. Cinco radios branquióstegos, el primero no en contacto con el borde inferior de la proyección ósea del ceratohial anterior, los dos siguientes sobrepuestos a la mitad inferior del ceratohial anterior, el cuarto sobrepuesto en la unión de ambos ceratohiales, quinto en mitad inferior del ceratohial posterior. Hipohial pequeño, de forma variable unido mediante cartílago al ceratohial anterior. **Vértebras y costillas:** 29-30 vértebras: 13 precaudales, 16-17 caudales. Neurapófisis considerablemente de menor tamaño que la espina neural 1, sin inclinación hacia atrás, pero borde anterior de la primera espina neural cubre parcialmente el borde posterior de la neurapofisis. Borde anterior de neurapófisis no unido al exoccipital. Longitud del proceso supraoccipital alcanza el borde posterior de la neurapófisis. Espinas neurales 1 y 2 completamente expandidas, 3 expandida sólo la mitad. Ligastilo grande alargado y ligeramente curvado. Inserción de gonapófisis I en vértebra 14. **Suspensorio gonopodial:** gonapófisis I y II con procesos uncinados desarrollados, gonapófisis III con proceso uncinado medianamente desarrollado, con alas pequeñas. Parte distal de gonapófisis I formando un medio arco con dirección ventral. Parte distal de gonapófisis II con engrosamiento dorsal, con dirección ventral. Porción distal de gonapófisis II recta. Gonapófisis I, II y III con ángulos de 225°, 215° y 240° respectivamente. Cuarta espina hemal delgada con dirección posterior sin modificaciones. **Complejo gonactinostal:** gonactino I con abultamiento notable en la mitad superior del eje. Hendidura pequeña en el borde dorsal de la estructura laminar entre los gonactinos II y III. En margen posterior de la estructura laminar, gran extensión laminar ósea que cubre parcialmente al gonactino VI. Extensiones laminares grandes en la base de gonactinos V-VII, pequeñas en gonactino VIII. 5-6 radiales pequeños, de formas diversas, los tres anteriores con extensiones laminares superiores dirigidas hacia atrás, mismas que cubren parcialmente el siguiente radial. **Cintura y aleta pectoral:** base del posttemporal con

pequeña y delgada extensión anterior. Supracleitro pequeño y semitriangular. Proceso cleitral lobulado. Escápula semitriangular con foramen escapular ovalado. Unión entre coracoides y escápula bien definida, pero incompleta. Longitud de la fosa entre el cleitro y el coracoides una vez en la extensión inferior del cleitro. 10 de los 14 radios pectorales insertados en los radiales. **Cintura y aleta pélvica:** procesos mediales amplios sobrepuestos y semifusionados, con un borde anterior en la unión de ambos procesos. Ápice anterior del hueso pélvico achatado y costilla en los costados. Procesos externos delgados y dirigidos posteriormente. **Gonopodio:** radio 3 con 51-61 segmentos; 5-6 segmentos subdistales fusionados en uno solo; 13-15 segmentos distales simples, con pequeña estructura membranosa en forma de media luna. Radio 4p con 13-15 espinas retrorsas subdistales. **Complejo hipura:** prolongaciones óseas dorsales medianas antrorsas en el centro terminal. Base de parahipural redonda sobrepuesta al centro terminal. Extensiones laminares en epural, parhipura y espina hemal 2. No hay foramen hipural sino abertura entre ambas placas hipurales casi completa, sólo están fusionadas en la base. **Aleta caudal:** 28-29 radios caudales diferenciados en 14 principales (10 insertados en la placa hipural) y 14-15 secundarios. Sin cartílago accesorio. Radios de la aleta caudal en relación con espinas neurales y hemales insertados en centros pleurales 5.

**Talla máxima:** 3.0 cm LT (macho); 4.5 cm (hembra).

**Notas comparativas.** Miller *et al.* (2005) consideran que *P. scarlli* es sinónimo de *P. turrubarensis*, pero no dan razones para ello; probablemente opinan así porque ambas son simpátridas en las cuencas hidrológicas de Michoacán y por algún parecido morfológico. En este estudio se encontraron caracteres que permiten diferenciarlas ampliamente (cabe mencionar que en el análisis filogenético son especies hermanas): *P. scarlli* tiene 7 radios dorsales, 9 radios anales y 12 a 14 branquiespinas; *P. turrubarensis* tiene 8 radios dorsales, 10 anales y 15 a 22 branquiespinas. Se observa una pequeña pigmentación en la base de los primeros radios dorsales de *P. scarlli*, en tanto que *P. turrubarensis* carece de tal pigmentación. La estructura cartilaginosa de la parte distal del gonopodio tiene curvatura menor en *P. turrubarensis*; mientras que en *P. scarlli* la curvatura es mayor. Las hendiduras en la estructura gonactinostal son mas grandes en *P. scarlli* que en *P. turrubarensis*.

**Distribución:** Michoacán y Guerrero, México. Endémica de las cuencas hidrológicas Tomatlán, San Nicolás, Purificación, Armería, Cihuatlán, Balsas y en la Laguna de Coyuca, Gro.

**Hábitat:** bentopelágico; dulceacuícola. Vive en ríos cercanos a la costa, en las orillas donde la corriente es lenta, entre la vegetación, troncos caídos y rocas.

**Clima:** tropical; 23 - 30°C.

**Biología:** Su alimentación es de tipo omnívora, principalmente de insectos.

**Material examinado:** México. Jalisco, IBUNAM. Colima, ENCB-IPN1003 Río Armería. Michoacán, CIUASNH 0801, 0829, 0859, 0880 Estero Pichi, entre Playa Azul y Lázaro Cárdenas, Lázaro Cárdenas, 17°58.31 'N – 102°19.28 'W. CIUASNH 0784, 0805, 0836, 0865, 0877 Estero Mexcala, entre boca de Apiza y el Ticuiz, Coahuayana. 18°40.42 'N – 103°43.07 'W. CIUASNH 0766 Estero Mexcalhuacán, más o menos 41 Km del entronque Uruapan-Playa Azul, a Coahuayana, Lázaro Cárdenas. 18°03.17 'N – 102°39.24 'W. CIUASNH 0733 Río Acalpican, en el puente más o menos 1.5 Km del entronque Uruapan-Playa Azul a Coahuayana, Lázaro Cárdenas.

***Poeciliopsis turneri* Miller, 1975**

Guatopote de La Huerta

*Poeciliopsis turneri* Miller, 1975:27. Figs. 8, 10. Localidad tipo: Río Apamila, 4.5 km oeste noroeste de La Huerta, Jalisco, Mexico, 19°29'N, 104°39'W, elev. ca. 280 m. Holotipo: UMMZ 183942. Paratipos: KU 15496 (45); UMMZ 183941 (374), 183943 (1, alotipo), 160926 (1), 167859 (2), 172137 (32), 172212 (56), 173582 (133, 3 a&t), 173796 (2), 178373 (152, ahora 149), 192215 (236), 192219 (19); USNM 214087 [ex UMMZ 192215] (30); Espinosa Pérez *et al.*, 1993:52 (lista comentada); Parenti *et al.*, 1999:16; Lucinda, 2003:571 (lista comentada); Nelson *et al.*, 2004:105 (lista); Miller *et al.*, 2005 (claves, descripción y distribución).

**Diagnosis:** dientes externos cónicos, movibles, delgados, muy juntos entre sí, dispuestos en una sola hilera de 30 a 50 dientes, sin dientes internos. 19 a 24 branquiespinas. Proceso óseo delgado sobre la esquina inferior derecha del brazo alveolar notablemente alargado en forma de espina. Borde inferior del brazo distal de la maxila de forma triangular. Espacio libre entre ambos ceratohiales sólo en la mitad superior, en la inferior se superponen los ceratohiales. De 12 a 20 barras verticales oscuras y gruesas en los costados del cuerpo, de 13 a 18 en hembras y de 12 a 20 en machos. Una mancha muy oscura en la base de la aleta caudal en forma de media luna.

**Descripción:** D. 8-9; A. 9-10; P. 11-14; Pélv. 6; C. 31-32; Br. 19-24; Vért. 29-30.

**Neurocráneo:** Nasales pequeños en forma de gota. Frontales anchos y largos, bordes anteriores con dos concavidades, la interna mayor que la externa; ambos huesos se sobreponen ligeramente en el centro interno con bordes ondulados; extremos posteriores redondos. Sin parietales. Dermoestenocitos perpendiculares al borde lateral del frontal. Área expuesta del supraoccipital amplia; procesos supraoccipitales medianamente desarrollados. Procesos epióticos paralelos y de menor longitud que los procesos supraoccipitales, ubicados cerca del exoccipital. Mesetmoides redondo, de la misma amplitud que el vómer. Vómer con margen anterior ligeramente cóncavo. Etmoides laterales grandes en forma de roseta no en contacto con el paraesfenoides, adheridos al margen anterior del frontal por cartílago, éste se extiende y cubre lateralmente al vómer, frontales y menos de la mitad del brazo anterior del paraesfenoides. Paraesfenoides con brazo posterior más largo y ancho que el anterior; procesos ascendentes muy desarrollados, unidos con los pteroesfenoides a través de un puente óseo, un segundo puente se conecta internamente con el proótico. Proóticos anchos con puente que conecta con los procesos ascendentes del paraesfenoides. Pteroesfenoides muy desarrollados con una pequeña extensión que se fusiona con la parte interna del frontal. Basioccipital angosto. Foramen yugular bastante evidente al centro del exoccipital. Espacio libre entre proóticos, pteróticos y exoccipitales ocupado por cartílago. **Aparato mandibular:** 49-50 dientes premaxilares incisivos. Sin dientes internos y alveolares. Borde posterior del proceso ascendente de la premaxila ligeramente elevado con terminación redondeada, separación pequeña entre las terminaciones, proceso interno-dorsal grande. Muesca posterior pequeña y proceso óseo delgado y muy largo sobre la esquina inferior derecha. Proceso dorsal de la maxila cuadrado y amplio, el ventral mucho más delgado que el dorsal, brazo distal de la maxila ligeramente curvo, con dos abultamientos, uno al centro y el otro en el borde anterior de la base. 52-53 dientes incisivos en mandíbula. Anguloarticular semitriangular con bordes redondeados, el brazo anterior de mayor tamaño y se sobrepone parcialmente con el dentario; coronomeckeliano triangular. **Suspensorio mandibular:** autopalatino con proyección anterior ósea grande. Proyección ósea pequeña en el borde posterior del endopterigoides. Simpléctico largo con extensión laminar apenas visible en el dorso-central del hueso. Formación ósea pequeña anterior al cuadrado casi fusionada a éste, misma que puede ser el ectopterigoides reducido. **Serie opercular:** opérculo con bordes anterior y dorsal rectos, posterior convexo con una pequeña muesca en el ángulo superior. Interopérculo alargado con extremo anterior terminado en punta. Subopérculo en forma de media luna truncada, borde ondulado. Margen supero-posterior del subopérculo

cuadrado. **Esqueleto branquial:** placa Infracaringobranquial ovalada-alargada. Quinto ceratobranquial con proceso óseo lateral-superior apenas visible. Basihial alargado más de la mitad de tejido óseo y el resto de cartílago. **Arco hioideo:** ceratohial anterior y posterior cuadrados; extremo posterior del ceratohial posterior con concavidad pequeña donde se inserta el cartílago que une al interhial, ambos huesos se sobrelapan parcialmente en la parte interna inferior dejando un ligero espacio libre entre ambos ceratohiales ocupado por cartílago. Cinco radios branquióstegos; el primero se inserta en el borde inferior de la proyección ósea del ceratohial anterior, los dos siguientes sobrepuestos a la mitad inferior del ceratohial anterior, el cuarto sobrepuesto en la unión entre ambos ceratohiales, el quinto en la mitad inferior del ceratohial posterior. Hipohial pequeño. Cartílago indentado con la proyección ósea del ceratohial anterior. Interhial pequeño cilíndrico. **Vértebra y costillas:** 29-30 vértebras: 13-14 precaudales y 16 caudales. La neurapófisis no alcanza al proceso supraoccipital, ligeramente inclinada hacia atrás sin sobreponerse con la primera espina neural. Borde anterior de la neurapófisis no unido al exoccipital. Longitud de proceso supraoccipital no alcanza el borde posterior de la neurapófisis. Espinas neurales 1 y 2 completamente expandidas la 3 casi totalmente expandida. Ligastilo grande semirectangular. Inserción de gonapófisis I en vértebra 14-15. **Suspensorio gonopodial:** gonapófisis I y II con procesos uncinados desarrollados, alas pequeñas, gonapófisis III con proceso uncinado rudimentario y extensión laminar pequeña en forma de alas en borde posterior del eje. Parte distal de gonapófisis I y II en forma de medio arco con dirección ventral, parte distal de gonapófisis III recta. Gonapófisis I, II y III con ángulos de 250°, 225° y 215° respectivamente. Cuarta espina hemal delgada con marcada dirección posterior, parte distal casi horizontal. **Complejo gonactinostal:** gonactino I con abultamiento en la mitad superior del eje. Dos hendiduras en el borde dorsal de la estructura laminar, la primera más pequeña que la segunda entre los gonactinos II y III y III y IV, respectivamente. Borde posterior de la estructura laminar con una extensión ósea delgada que cubre parcialmente al gonactino V. Extensiones laminares grandes en la base de los gonactinos V-VI, pequeñas en gonactinos VII-VIII. 5-6 radiales pequeños de formas diversas, sólo los dos primeros con extensiones laminares superiores dirigidas hacia atrás, mismas que cubren parcialmente el siguiente radial. **Cintura y aleta pectoral:** base del posttemporal con extensión anterior pequeña, supracleitro en forma de gota. Proceso cleitral bilobulado; lóbulo superior mayor que el inferior. Escápula semitriangular con foramen escapular ovalado pequeño. Unión entre coracoides y escápula bien definida, pero incompleta. Longitud de la fosa entre el cleitro y el coracoides 1.5 veces en la extensión inferior del cleitro. 9 de los 13-14 radios pectorales insertados en los radiales. **Cintura y aleta pélvica:** procesos mediales y externos amplios; los mediales sobrepuestos y semifusionados. Ápice anterior del hueso

pélvico ligeramente achatado y costilla en los costados. Procesos externos dirigidas posteriormente. **Gonopodio:** radio 3 con 59-65 segmentos; 4-5 segmentos subdistales fusionados en uno solo; 13-14 segmentos distales simples, con pequeña estructura membranosa en forma de uña que cubre los últimos tres segmentos. Radio 4p con 8 espinas retrorsas subdistales. **Complejo hipural:** prolongaciones óseas antrorsas reducidas. Base de parahipural aguda sobrepuesta al centro terminal. Extensiones laminares en epural, parahipural, espina neural y hemal 2. Longitud de foramen hipural 1/10 en placa hipural. **Aleta caudal:** 31-32 radios caudales diferenciados en 16 principales (11-12 insertados en la placa hipural) y 15-16 secundarios. Sin cartílago accesorio. Radios de la aleta caudal en relación con espinas neurales y hemales insertados en centros pleurales 5.

**Talla máxima:** 3.0 cm LT (macho); 4.0 cm (hembra).

**Notas comparativas:** esta especie tiene el neurocráneo muy ancho, dando la apariencia de ser casi cuadrado, por ende la mayor parte de sus huesos son más anchos que largos.

**Distribución:** Jalisco, México (Lyons y Navarro, 1990). Endémico de las cuencas hidrológicas: Purificación, Marabasco, Resolana, Cihuatlán, San Nicolás, Armería, Apamila, Grande de Santiago y Coahuayana.

**Hábitat:** bentopelágico; dulceacuícola; pH 7.2 - 7.6. Son abundantes en arroyos pequeños de aguas claras, con poca corriente y profundidad de 0.5 a 1 m. Viven cerca de la vegetación, abajo de troncos caídos, con frecuencia en áreas sobreadas.

**Clima:** tropical; 24 - 28°C.

**Biología:** Insectívoro.

**Bioindicador:** *P. turneri* es una especie tolerante a la alta turbidez causada por erosión y a fertilizantes agrícolas (Huidobro, 2000a).

**Material examinado:** México. Jalisco, IBUNAM 6066, Río bajo el puente, Tequequistlán, La Huerta, 19°24.0 'N - 104°40.0 'W. ENCB-IPN 3892 Río Purificación, 2.2 millas al oeste de La Huerta. IBUNAM 14432 Arroyo El Conejo, Tecomate 19°32.57" 'N - 104°27.32" 'W. IBUNAM 14433 Río Amborín, Sierra del Cuale 19°40.25" 'N - 104°34.39" 'W.



***Poeciliopsis turrubarensis* (Meek, 1912)**

## Guatopote del Pacífico

*Gambusia turrubarensis* Meek 1912:71. Localidad tipo: Turrubares, San José (vertiente del Pacífico) Costa Rica. Holotipo: FMNH 7676 [no 7576]. Paratipos: FMNH 7829 (94), 11351 (1, alotipo); USNM 74242 (8). Tipo catalogado: Ibarra & Stewart 1987:37, Parenti *et al.* 1999:9.

*Heterandria colombianus* Eigenmann & Henn en Eigenmann 1912:27. Localidad tipo: Aguas salobres, boca del Río Dagua, Colombia. Holotipo: FMNH 56047 [ex CM 4837]. Paratipos: CAS 22766 (2), FMNH 56048 (2). (Henn, 1928:87; Ibarra & Stewart, 1987:46).

*Priapichthys fosteri* Hildebrand 1925:260, Figs. 14-15. Localidad tipo: Río Lempa, San Marcos, El Salvador. Holotipo: USNM 87263. Paratipos: FMNH 12094-99 [ex USNM 87264] (6), 12100-11 [ex USNM 87265] (12); UMMZ (9); USNM 87264 (orig. 52, ahora 29), 87265 (ahora 27), 87266 (2), 338683 (1); to El Salvador organización (6 + 6). (Ibarra & Stewart, 1987:69; Parenti *et al.* 1999:16-17).

*Poeciliopsis turrubarensis* (Meek 1912); Rosen & Bailey 1963:136 (sistemática, distribución); Bussing 1987:151 (descripción, distribución); Espinosa Pérez *et al.*, 1993:53 (lista comentada); Bussing, 1998:228 (descripción, distribución); Parenti *et al.*, 1999:9; Lucinda, 2003:571 (lista comentada); Nelson *et al.*, 2004:105 (lista); Miller *et al.*, 2005 (claves, descripción y distribución).

**Diagnosis:** perfil predorsal recto. Cuerpo de color pardo claro con aletas ligeramente amarillas. Costados del cuerpo con 6 a 8 barras oscuras verticales bien definidas.

**Descripción:** D. 8; A. 10; P. 13-14; Pélv. 6; C. 27-30. Br. 15-22; Vért. 30.

**Neurocráneo:** Nasaes grandes con punta anterior. Frontales con bordes anteriores rectos; parte posterior terminada en punta redonda; bordes internos casi rectos. Parietales ovalados muy pequeños. Dermoestenocitos pequeños perpendiculares al borde lateral del frontal. Procesos supraoccipitales muy desarrollados, unidos al centro. Proceso epiótico de base ancha y terminaciones ramificadas, con longitud mayor y dirección semejante a los procesos supraoccipitales. Mesetmoides ovalado y grande, de mayor amplitud que el vómer, cubre ligeramente los bordes internos de los nasaes. Vómer con margen anterior recto. Etmoides laterales sin contacto con el paraesfenoides. Delgada capa ósea que une a los etmoides laterales con el vómer y paraesfenoides. El cartílago sólo une al vómer con la capa ósea. Paraesfenoides con brazo anterior más delgado y mayor que el posterior, procesos ascendentes medianamente desarrollados, unidos con los pteroesfenoides. Proóticos con puente pequeño sobre el canal lateral y las cámaras trigeminofaciales. Pteroesfenoides bien desarrollados con extensión anterior desarrollada unida ventralmente a la mitad de los frontales, posteriormente se forman dos puentes hacia el proótico. Espacio libre entre los proóticos, pteróticos y exoccipitales ocupado por cartílago. **Aparato mandibular:** premaxila con borde anterior semiredondo, 31-32 dientes

externos largos ligeramente curvos de tipo incisivo con terminación en forma de cuchara. Dos series de dientes internos unicúspides muy cercanos a los externos. Separación mínima entre las series de dientes externa e interna. Proceso alveolar con 6-8 dientes internos, cubriendo un cuarto del arco alveolar. Borde posterior del proceso ascendente de la premaxila notablemente elevado con terminación en triángulo, con notable separación entre las terminaciones de ambos huesos del proceso ascendente. Brazo alveolar de la premaxila semicuadrado, con ligera muesca posterior y proceso óseo delgado sobre la esquina inferior derecha. Maxila con proceso dorsal cuadrado y espiniforme; brazo distal con dos abultamientos en el borde anterior, uno al centro y otro distal de mayor tamaño. Dentario dorsalmente semirecto de base amplia al centro, y extensiones lateroposteriores anchas. Sin Proceso medial; centro anterior del dentario con una proyección posterior dirigida hacia el centro del hueso; 32-43 dientes grandes curvos y laminares dispuestos en una hilera externa, dos hileras de dientes internos; 2-3 dientes alveolares en el borde dorso-lateral del dentario. Retroarticular triangular. Coronomeckeliano ovalado y pequeño. **Suspensorio mandibular:** autopalatino con proyección anterior ósea pequeña rodeada de cartílago. Endopterigoides alargado con borde laminar óseo posterior. Simpléctico largo con extensión laminar dorsal pequeña continua a lo lato del hueso. En la parte anterior del cuadrado hay una formación ósea pequeña casi fusionada a éste, misma que puede ser el ectopterigoides reducido. Hiomandibular con extensión laminar ósea cubriendo sólo la mitad del brazo ventral. **Serie opercular:** opérculo triangular con bordes anterior recto y dorsal ligeramente curvo, posterior convexo. Interopérculo con extremo anterior terminado en punta, extremo posterior con ligera muesca superior y dorsal. Subopérculo con ligera muesca superior en el borde truncado. **Esqueleto branquial:** placa infrafaríngeobranquial ovalada-alargada; dientes cónicos ligeramente curvos con una pequeña cúspide de base negra al centro, dispuestos en hileras de 5 a 6, los del borde interno de mayor tamaño que los demás. Quinto ceratobranquial con proceso óseo lateral mediano. Tres hileras bien definidas de dientes cónicos curvos en la parte superior del ceratobranquial 5. Basihial alargado con la mitad de tejido óseo y el resto de cartílago. **Arco hioideo:** ceratohial anterior cuadrado, ceratohial posterior semitriangular con el borde posterior recto, extremo posterior-dorsal con concavidad ligera donde se inserta el cartílago que une al interhial, sin espacio libre entre ambos ceratohiales. Primer radio branquióstego insertado en el borde inferior de la proyección ósea, los dos siguientes sobrepuestos a la mitad inferior del ceratohial anterior, tercero en la unión de ambos ceratohiales, el cuarto se sobrepone a la mitad inferior del ceratohial posterior. Hipohial pequeño de forma. Interhial pequeño y cilíndrico. **Vértebras y costillas:** 30 vértebras: 13 precaudales y 17 caudales. Neurapófisis no toca el proceso supraoccipital, sin inclinación hacia atrás y no se sobrepone con la primera

espinas neurales. Borde anterior de la neurapófisis no unido al exoccipital. Proceso supraoccipital sobrepasa el borde dorsal de la neurapófisis. Espina neural 1 y 2 completamente expandida, 3 expandida sólo la mitad. Ligastilo grande, rectangular-alargado. Inserción de gonapófisis I en la vértebra 14. **Suspensorio gonopodial:** gonapófisis I y II con procesos uncinados desarrollados y extensiones óseas dorsales en forma de alas, gonapófisis III con proceso uncinado semidesarrollado. Parte distal de gonapófisis II delgada con engrosamiento dorsal, dirigida ventralmente y termina entre los gonactinos VII y VIII. Parte distal de gonapófisis III semihorizontal. Gonapófisis I, II y III con un ángulos de 250°, 225° y 250° respectivamente. Cuarta espina hemal con dirección posterior. **Complejo gonactinostal:** gonactino I en forma de huso curvo con notable abultamiento en la mitad superior del eje. Dos hendiduras en el borde dorsal de la estructura laminar entre los gonactinos II-III y III-IV, la primera mayor que la segunda. Gonactino V del mismo tamaño que el IV. Gonactino X significativamente pequeño. Borde posterior subinferior de la estructura laminar con extensión laminar pequeña. Base de gonactino V y VI con pequeñas extensiones laminares posteriores. 5-6 pequeños radiales de formas diversas, los cuatro anteriores con extensiones laminares superiores dirigidas hacia atrás, mismas que cubren parcialmente el siguiente radial. **Cintura y aleta pectoral:** posttemporal de base amplia con extensión anterior, y cubre parte del supracleitro. Supracleitro pequeño en forma de lágrima. Proceso cleitral bilobulado, el lóbulo superior notablemente mayor que el inferior. Escápula ovalada, foramen escapular ovalado pequeño. Unión entre coracoides y escápula no bien definida. Longitud de la fosa entre el cleitro y el coracoides ligeramente mayor a la extensión inferior del cleitro. Cuatro radiales libres en forma de cubo. Insertados a los radiales se encuentran 10 de los 13-14 radios pectorales. **Cintura y aleta pélvica:** procesos mediales sobrepuestos y semifusionados. Procesos externos amplios doblados hacia el centro del hueso. Ápice anterior del hueso pélvico achatado y costilla al centro del hueso. **Gonopodio:** radio gonopodial 3 con 54-58 segmentos; 4-5 segmentos subdistales fusionados; 12 segmentos distales; segmento distal simple, con una pequeña estructura membranosa en forma de media luna que cubre los últimos tres segmentos. Parte distal del radio 4a reducida y doblada hacia un lado, el 4p con 13 espinas retrorsas subdistales; 8 segmentos distales. Los segmentos de los radios 5, 6, 7, y 8 sin espinas. Segmento basal del radio 5 cubierto por el basal del radio 4, de tal manera que parecen uno solo. **Complejo hipural:** borde dorsal del centro pleural 2 con grandes y delgadas prolongaciones óseas retrorsas y en el centro terminal pequeñas prolongaciones antrorsas, cuya altura no alcanza el borde inferior de la epural. Sin pequeños ganchos laterales en la base superior de la placa hipural. Hipurales semifusionadas entre sí, unidas sólo en la base, longitud del foramen hipural casi la mitad de la placa hipural, con reducción de la abertura sin ser total. Extensiones laminares

anteriores en espina pleural 2, epural, espina neural 2 y parahipural. **Aleta caudal:** 27-30 radios caudales diferenciados en 14-15 principales (9-11 insertados en placa hipural) y 13-15 secundarios. Cartílago accesorio entre las espinas neurales y hemales 3, 4, 5 y 6, de mayor tamaño entre las espinas 4 y 5. Radios de la aleta caudal en relación con espinas neurales y hemales insertados en centros pleurales 5 y 6.

**Talla máxima:** 4.0 cm LT (macho); 8 cm (hembra).

**Distribución:** Sur de México hasta el Río Dagua en Colombia, en el norte de América del Sur. En las cuencas hidrológicas: Tehuantepec, Guatemala, Lempa, San Juan, Nicoya, Tonosi.

**Hábitat:** bentopelágico; dulceacuícola; salobre. Vive en los estuarios a lo largo de la costa, en arroyos, y en ríos rápidos, hasta una elevación de 120 m. Nada en la superficie del cuerpo de agua y, sobre el sustrato arenoso o fangoso. Es abundante en la boca de los ríos.

**Clima:** tropical; 23 - 37°C.

**Biología:** se alimenta de algas filamentosas, diatomeas, detrito y cieno (Bussing, 1998).

**Material examinado:** **Costa Rica**, UCR 1368.006, Río Tusubres 300 m aguas arriba de la carretera Jacó-Esterillos, Puntarenas, 9°34.40 'N - 84°31.55 'W. UCR 1484.016, Estero Pochote, en la boca del Río Zelaya, Puntarenas, 9°44.55 'N – 84°59.30 'W. IBUNAM 6987 Jesús María. **Panamá**, UCR 2124.001, Playa La Galeta, cerca de Las Tablas, en una salina, Los Santos, 7°45 'N – 80° 'W.

### ***Poeciliopsis viriosa* Miller, 1960**

#### Guatopote gordito

*Poeciliopsis viriosa* Miller, 1960: 4-5, pl 2 (fig. A). Localidad tipo: Arroyo 4-5 millas al suroeste de Las Palmas, sobre la carretera a Ixtapita, Jalisco, 20 48 'N - 105 10 'W; holotipo UMMZ 177270); Rosen & Bailey, 1963: 138 (sistemática, distribución); Espinosa Pérez *et al.*, 1993: 53 (lista comentada); Parenti *et al.*, 1999: 16; Lucinda, 2003: 571 (lista comentada); Nelson *et al.*, 2004:104 (lista); Miller *et al.*, 2005 (claves, descripción y distribución).

**Diagnosis:** cuerpo pequeño y alargado. Escamas ctenoides sobre la cabeza y nuca en machos nupciales; dos escamas entre la serie axial y la serie dorsal. Punta del gonopodio no modificada. Canales de la línea lateral en la cabeza relativamente bien desarrollados. Cuerpo sin lunares o barras verticales oscuras. Una delgada y difusa línea longitudinal en los costados. Aletas dorsales con densos melanóforos en las membranas entre el primero y segundo radio. Hembras con pigmentación oscura del primero al tercero de los radios anales y alrededor del periprocto. De 6 a 7 poros preoperculares y de 2 a 3 poros preorbitales. Nasales semicuadrados, con una esquina alargada.

**Descripción:** D 7-8; A 9; P 11-13; Pélv. 6; C. 27-28; Esc. 26-30; Br 12-16; Vért. 29-30.

**Neurocráneo:** mesetmoides ovalado. Margen frontal anterior con pronunciada concavidad central. Vómer en forma de copa con borde anterior casi recto y extremo posterior alargado. Nasal grande y pentagonal, de lados no simétricos. **Mandíbula:** 20 a 21 dientes externos en premaxila, 19 a 20 mandibulares. Separación reducida entre las series de dientes externos e internos. Varias series internas de dientes tricúspides. **Esqueleto branquial:** quinto ceratobranquial con pequeño proceso óseo en los costados, y parte posterior convexa con tres hileras de dientes, los anteriores dispuestos irregularmente, los internos grandes y fuertes. **Vértebras y costillas:** neurapófisis redondeada ligeramente inclinada hacia atrás, se sobrepone con la primera espina neural. Proceso supraoccipital no alcanza el borde posterior de la neurapófisis. Espina neural 1, 2 y 3 expandida, la 4 expandida sólo la mitad. Ligastilo alargado. Inserción de gonapófisis I en la vértebra 14. Centro preural 2 con dos espinas neurales y dos hemales bien diferenciadas. **Suspensorio gonopodial:** gonapófisis III con proceso uncinado rudimentario. Gonapófisis I, II y III con ángulos de 160°, 225° y 200° respectivamente. **Complejo gonactinostal:** Gonactino I en forma de huso con el centro medianamente desarrollado en la mitad superior del eje. Marcada hendidura dorsal entre gonactino II y III. **Cintura y aleta pectoral:** supracleitro en forma de lagrima. Proceso cleitral ligeramente bilobulado. Radiales 1 y 2 fusionados, junto con el 3 se sostienen a la escápula, el 4 descansa sobre el coracoides. Insertados a los radiales se encuentran 8 a 9 de los 11 a 13 radios pectorales. **Cintura y aleta pélvica:** borde longitudinal en costados del hueso pélvico. **Gonopodio:** radio 3 con 46 segmentos. Sierra en la parte distal del radio 4a y 4p. Parte distal del radio 3, 4 y 5 dispuesta en forma helicoidal. **Complejo hipural:** abertura de placa hipúrica aproximadamente  $\frac{1}{5}$  de la longitud de la propia placa. **Aleta caudal:** 9 radios principales y 18 - 19 secundarios.

**Talla máxima:** 3.5 cm LT (macho); 6.5 cm (hembra).

**Notas comparativas:** Cuatro radiales de la cintura pectoral permanecen libres en *P. latidens*, *P. lucida*, *P. monacha*, *P. occidentalis*, *P. presidionis* y *P. prolifica*, mas no en *P. viriosa*, en la cual los primeros dos están unidos en uno solo. Rauchenberger (1989a) describió los cuatro radiales libres en *Gambusia*; mientras que en los Cyprinodontiformes Ghedotti (2000) mencionó la unión de los primeros tres en la escápula.

**Distribución:** Sinaloa, Nayarit y Jalisco, México. Endémico de las cuencas de los ríos Sinaloa, Mocorito, Culiacán, San Lorenzo, Baluarte, Presidio, Acaponeta, San Pedro, Grande de Santiago y Ameca.

**Hábitat:** bentopelágico; dulceacuícola; pH 6.5 - 7.2.

**Clima:** tropical; 24 - 28°C (Wischnath, 1993).

**Material examinado:** **México. Sinaloa**, ENCB-IPN1405 Copala, al NE de Concordia, 23°24.19 'N - 105°57.56 'W, Concordia. ENCB-IPN1816 Río Presidio, 23°12.0 'N - 106°15.52 'W, Mazatlán. **Nayarit**, ENCB-IPN1543 Laguna al SE de Tepic, 21°11.54 'N - 104°43.16 'W, San Pedro Lagunillas. **Jalisco**, ENCB-IPN1759 Lago de Chapala, 20°17.11 'N - 103°10.58 'W, Chapala.

## ABREVIATURAS DE LAS ESTRUCTURAS OSTEOLÓGICAS

AAR	anguloarticular	HIP	hipural
APL	autopalatino	IH	interhial
BAP	brazo alveolar de premaxila	IOP	interopérculo
BB2,3	basibranquial 2,3	IPB2,3	infraringobranquiales 2,3
BDM	brazo distal de la maxila	IPB4	cuarta placa infraringobranquial
BH	basihial	IPR	proceso interno
BOC	basioccipital	LIG	ligastilo
CAC	cartílago accesorio	MAX	maxila
CB1-5	ceratobranquial 1-5	MES	mesetmoides
CBB4	basibranquial 4cartilaginoso	NAS	nasal
CHA	ceratohial anterior	NP	neurapófisis
CHP	ceratohial posterior	OP	opérculo
CL	cleitro	PAL	proceso alveolar
CMK	coronomeckeliano	PAP	proceso ascendente de premaxila
CN	centro neural	PAR	parietal
COL	collar	PAS	paraesfenoides
COR	coracoides	PCL	proceso cleitral
CPEL	costilla pélvica	PDM	proceso dorsal de la maxila
CPU	centros pleurales	PEPI	proceso epiótico
CUA	cuadrado	PH	parahipural
DEN	dentario	PHIP	placa hipural
DESF	desmoesfenótico	PMX	premaxila
EB1-4	epibranquiales 1-4	POP	preopérculo
ECT	ectopterigoides	PRO	proótico
EEX	extensiones externas	PSOC	proceso supraoccipital
EH	espina hemal	PTE	pterótico
EN	espina neural	PTES	pteroesfenoides
ELAT	etmoides lateral	PTT	postemporal
END	endopterigoides	PUGP	procesos uncinados de gonapófisis
EP	epural	PVM	proceso ventral de la maxila
EPOC	epioccipital	RAD	radial
EPI	epiótico	RAR	retroarticular
ESF	esfenótico	RBS	rarios branquióstegos
EXO	exoccipital	RG	radios gonopodiales
FHIP	foramen hipural	RPR	radios principales
FR	frontal	RSEC	radios secundarios
FSC	foramen escapular	SC	escápula
GNA	gonactino	SCL	supracleitro
GP1-3	gonapófisis 1-3	SER	sierra
HB1-3	hipobranquiales 1-3	SIMP	simpléctico
HIM	hiomandíbula	SOC	supraoccipital
HP	hipohial	SOP	subopérculo
		V	vomer

## CAPÍTULO III

### BIOGEOGRAFÍA DE *Poeciliopsis*



*Poeciliopsis hnilickai*



## CAPÍTULO III.

### BIOGEOGRAFÍA DE *Poeciliopsis*

En la biogeografía uno de los debates principales en las últimas décadas se refiere a la historia espacial de las biotas y de las relaciones que hay entre diferentes áreas o regiones. Sus objetivos centrales son: 1) descubrir patrones generales en la distribución espacial de los distintos grupos de organismos, tanto actuales como extintos y 2) investigar las causas que los han producido (Simberloff, 1983).

Existen varias propuestas teóricas y metodológicas que tratan de explicar tales patrones biogeográficos, las cuales han surgido en diferentes momentos de la historia de la biogeografía. Algunas de ellas son tan antiguas como la biogeografía regional de De Candolle (1820) y Sclater (1858); otras más recientes, como la biogeografía cladística de Platnick y Nelson (1978), Nelson y Platnick (1981) y Humphries y Parenti, (1999). Sin embargo, son tres las propuestas que han tenido mayor repercusión en los estudios biogeográficos: el dispersalismo, la panbiogeografía y la biogeografía cladística (Craw y Weston, 1984).

El *dispersalismo* supone básicamente que cada taxón se origina en un centro de origen, con una historia propia de dispersión al azar (Bueno y Llorente, 2000) a través de una geografía estable. Las premisas básicas del dispersalismo son: 1) Cada taxón se origina en un área limitada (centro de origen) desde donde se produce especiación subsecuente. 2) Los taxones nuevos evolucionan y se dispersan, desplazando a los más primitivos hacia la periferia, quedando los más modernos en el centro. 3) La dispersión de cada taxón es al azar y depende además de su capacidad de dispersión, por lo que no se generan patrones generales de dispersión (Wiley, 1981; Morrone *et al.*, 1996).

La *panbiogeografía* es un método que supone que las barreras geográficas evolucionan junto con las biotas, es decir, existe una estrecha relación entre la historia de la tierra y la historia de la biota (Llorente *et al.*, 2000). El objetivo principal del método es reconocer homologías geográficas, es decir, estimar biotas ancestrales (Morrone, 2000). El método consiste de dos etapas en la historia de cualquier área biogeográfica: 1) "Movilidad", que permite la expansión de las distribuciones de los organismos generación tras generación en ausencia de barreras y bajo condiciones idóneas, aunado a los medios de supervivencia y dispersión característicos de cada taxón. 2) "Inmovilidad", responsable de la vicarianza; cuando el área de distribución es delimitada por barreras infranqueables,

puede ocurrir fragmentación por barreras intermedias, dando origen a nuevos taxones (Espinosa *et al.*, 2002). Resumiendo; la panbiogeografía busca la Homología Biogeográfica Primaria, mediante un método analítico, en el que busca y compara trazos individuales para obtener trazos generalizados (Morrone, 2004).

La *biogeografía cladística* o de la vicarianza asume que hay una correspondencia entre los miembros de dos o más grupos monofiléticos y las áreas que habitan (Nelson y Platnick, 1981); por lo tanto, pueden generarse patrones de distribución (Llorente *et al.*, 2001). Se sugiere que los patrones de covariación, tanto filogenéticos como biogeográficos, son frecuentes en taxones que comparten una historia común. El objetivo principal es la reconstrucción de las interrelaciones históricas (genealógicas) entre biotas o áreas de endemismo (Espinosa *et al.*, 2002). Paralelamente se busca reconstruir la secuencia de fragmentación de las áreas de endemismo involucradas (Morrone, 2000). Recientemente, Morrone (2004) identificó como objetivo primordial de la biogeografía cladística buscar Homología Biogeográfica Secundaria, siguiendo un método analítico en el que se construyen cladogramas de áreas como resultado de filogenias.

De manera general, las tres escuelas biogeográficas tratan de explicar la distribución de las biotas. La diferencia fundamental entre ellas es que los dispersalistas postulan que la geografía es estática y que la distribución de las especies es resultado de la dispersión (Bueno y Llorente, 2000). Los panbiogeógrafos y vicariancistas sostienen que la historia geológica y la de los organismos es una sola (Humphries y Parenti, 1999), y que la vicarianza es el medio más factible de explicar la distribución actual de las biotas.

### **Influencia de cada una de las escuelas biogeográficas sobre la biogeografía de *Poeciliopsis***

La panbiogeografía resultó útil en la interpretación de la distribución de los *Poeciliopsis*, ya que fueron evidentes patrones generales de distribución; mediante trazos individuales se obtuvieron dos trazos generales compartidos con otros grupos taxonómicos y se pudo plantear una hipótesis biogeográfica del género y de otros grupos. Cabe mencionar que con el método panbiogeográfico quedan sin resolver las relaciones interespecíficas, ya que no se auxilia de análisis cladísticos, por lo que su influencia en la biogeografía de *Poeciliopsis* se limita a obtener homología espacial indicada por trazos generales (homología biogeográfica para Craw, 1988).

Diferencias entre las tres escuelas biogeográficas (modificado de Savage, 1982 y Flores-Villela y Goyenechea, 2001).

Dispersalismo	Panbiogeografía	Biogeografía cladística
Explica la distribución de taxones individuales.	Explica la distribución de biotas en espacio y tiempo.	Explica la distribución de biotas en espacio y tiempo.
Busca centros de origen.	Busca trazos generalizados (= biotas ancestrales).	Busca áreas de endemismo.
No requiere monofilia de los grupos estudiados.	No requiere monofilia, es decir, no exige el análisis cladístico.	Requiere monofilia obtenida de análisis cladísticos.
La dispersión es fundamental en los patrones de distribución.	La vicarianza antecede a la dispersión.	La dispersión no es relevante en los patrones de distribución, estos se deben a vicarianza.
Los fósiles son útiles para ubicar centros de origen, dirección de la dispersión y edad del grupo. Son ancestros de las especies actuales.	Sólo utiliza taxones recientes.	Los fósiles sólo pueden indicar edades mínimas de los grupos y no necesariamente son los ancestros.
La dispersión es posterior al surgimiento de barreras (geografía estable)	Las poblaciones son fragmentadas por las barreras (deriva continental, etc.).	Las poblaciones son fragmentadas por las barreras (deriva continental, etc.).
Los cambios en la geografía no explican la distribución actual de los grupos.	La geografía, geología y tectónica de placas explican la distribución actual de las biotas.	La geografía, geología y tectónica de placas explican la distribución actual de las biotas.
Acepta la especiación filética.	No es válida la especiación filética.	No es válida la especiación filética.
Son ambiguas las relaciones simpátridas, alopátridas y parapátridas.	Resalta la importancia de relaciones simpátridas, alopátridas y parapátridas.	Resalta la importancia de relaciones simpátridas, alopátridas y parapátridas.
Se requiere de nociones iniciales de la edad de los grupos, eventos geológicos y climáticos, así como centros de origen.	No requiere juicios a priori, estas nociones son aplicadas posterior al análisis	No requiere juicios a priori, estas nociones son aplicadas posterior al análisis.
No trabaja con homología biogeográfica.	Homología biogeográfica primaria.	Homología biogeográfica secundaria.
Aplica un método ecléctico; incluye patrones históricos, dispersión, efectos climáticos, etc.	Sigue un método analítico, busca y compara trazos individuales para obtener trazos generalizados.	Sigue un método analítico; construye cladogramas de áreas como resultado de filogenias.

En el caso de la biogeografía cladística, al asumir que hay una correspondencia entre las relaciones taxonómicas de *Poeciliopsis* y las áreas de distribución de cada una

de ellas, se puede plantear una hipótesis de entre filogenia y biogeografía, probablemente como resultado de eventos vicariantes comunes y /o de eventos de dispersión.

No obstante, considero que pueden emplearse ambos métodos en diferentes etapas del estudio, como postulan Morrone y Crisci (1995) y Morrone (2001a). Con la panbiogeografía se ordenarían las especies del género que compartan áreas geográficas comunes (áreas de endemismo), las cuales representarían homólogos biogeográficos primarios. Posteriormente, mediante la biogeografía cladística se podría determinar la relación entre las áreas de endemismos o trazos generalizados, obtenidos en la etapa inicial, para obtener un cladograma general de áreas, y a partir de éste deducir la secuencia de la fragmentación de las áreas analizadas.

En cuanto al dispersalismo, con éste únicamente se podrían explicar patrones individuales de distribución (Ball, 1976; Bueno y Llorente, 2000) y no patrones generales de áreas que es lo que finalmente se busca en la reconstrucción de la historia biogeográfica del género.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

El análisis biogeográfico se realizó aplicando el método panbiogeográfico.

Como primer paso se definieron las respectivas áreas de distribución geográfica, mediante una búsqueda bibliográfica exhaustiva donde se mencionaran registros de localidades para las especies del género *Poeciliopsis*: Álvarez y Aguilar (1957), Miller (1960), Rosen y Bailey (1963), Miller (1966), Álvarez del Villar (1970), Meyer y Vogel (1981), Meyer *et al.* (1985), Miller (1986), Meyer *et al.* (1986), Lyons y Navarro (1990), Lozano y Contreras (1987), Miller (1975), Page y Burr (1991), Espinosa Pérez *et al.* (1993), Bussing (1998), Lucinda y Reis (2003).

Paralelamente, la distribución geográfica de cada especie se obtuvo a través de la consulta de la información geográfica disponible en las bases de datos NEODAT (Inter-Institutional Database of Fish Biodiversity in the Neotropics) y BIOTICA, correspondiendo a las siguientes colecciones ictiológicas: IBUNAM, ENCB-IPN, UANL, DICTUS, CIUASNH, UAM, USNM, UMMZ, ANSP, AMNH, CAS, UCR, FMNH.

Como segunda etapa del análisis biogeográfico, fue necesario delimitar áreas de distribución, para lo cual se seleccionaron cuencas hidrológicas cercanas que compartieran al menos un par de especies. La distribución documentada de las especies

comprende 73 cuencas hidrológicas (Tabla 4), desde el sur de Arizona en los Estados Unidos, hasta Colombia. Las cuencas fueron delimitadas utilizando mapas hidrológicos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), y mapas producidos por el INEGI-IG (2003), así como de Tamayo (1962).

## RESULTADOS

De la recopilación de información sobre la representatividad de las especies del género *Poeciliopsis*, en colecciones mexicanas y aquellas consultadas en el extranjero, se concluye que su presencia es considerable. Las consultas a las colecciones del Instituto de Biología, UNAM, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Nuevo León, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, Universidad de Guadalajara, Universidad de Sonora, Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica; así como en la Universidad de Michigan, Universidad de Nueva York, Universidad de Arizona, Universidad de California y Universidad de Texas, arrojaron un porcentaje del 95 % de las 22 especies del género. Se obtuvieron 2197 lotes, de los cuales resultaron informativos sólo 1849; los restantes 348 fueron descartados debido a que la información de su distribución geográfica era ambigua, imprecisa o faltaban datos. La depuración de registros se realizó con la verificación y corrección de especies mal determinadas o erróneamente asignadas a localidades. Este tipo de errores se detectaron cuando las coordenadas fueron mapeadas en el programa ArcView versión 3.2 (ESRI, 1999).

Siguiendo el criterio del Análisis de Simplicidad de Endemismos (PAE por sus siglas en inglés) donde se especifica que deben existir al menos dos especies en una área para que sea considerada como área de endemismo, se eliminaron cuencas donde sólo se detectó una especie, quedando de las 73 iniciales sólo 57, mismas que fueron agrupadas en 17 conjuntos de cuencas bajo el criterio utilizado por Miller (1986), y el de mayor agrupamiento de especies en un área, que pudiera dar mayor información al momento de establecer relaciones entre las áreas delimitadas en este estudio.

Los resultados de este análisis están incluidos en el artículo anexo.

### **Breve sinopsis de la historia geológica de México y América Central y su influencia sobre la distribución de los peces primarios y secundarios.**

Desde el Cretácico, Norteamérica, México y Centroamérica han experimentado una serie de grandes transformaciones en el relieve, clima y línea de costa. Durante este periodo se formaron grandes cadenas montañosas, gran parte de la topografía fue modificada por la erosión, orogenia y vulcanismo durante el Terciario (Rosen, 1978). Los cambios en la línea de costa provocaron a su vez que extensas áreas en la costa Atlántica quedaran inundadas (Rosen, 1978). Durante el Terciario medio, Oligoceno y Mioceno, hay un ligero retiro del mar a lo largo del Golfo, y parte de las penínsulas de Florida y Yucatán emergieron. Hacia el Mioceno tardío, la parte sur de México y Centro América fue regida por procesos de subducción dando origen a las cadenas montañosas de la Sierra Madre del Sur y de Chiapas, quedando pequeñas cuencas aisladas como parte de una gran planicie antigua. En esta amplia zona continental se observa una oscilación del nivel del mar durante el Mioceno. Más recientemente, en el Cuaternario, se manifiesta una zona de fallas tectónicas que cruzan el sureste de México, con la consecuente formación de volcanes, algunos de ellos aún activos (De Cserna, 1989).

En la mayor parte del sur de México y América Central se formaron grandes cuencas hidrológicas como resultado de actividad tectónica y de los efectos de las glaciaciones durante el Plioceno. El avance del glacial sobre la placa terrestre erosionó de manera significativa la superficie del continente. Los grandes volúmenes de agua producidos por los deshielos interglaciales, ocasionaron que algunas cuencas mantuvieran contacto por grandes periodos de tiempo (Briggs, 1986). Del largo periodo de glaciaciones, la última glaciación (Wisconsiniana) tuvo efectos importantes en la distribución de peces de agua dulce, particularmente en América.

La distribución y composición actual de la ictiofauna dulceacuícola tanto primaria como secundaria ha sido fuertemente influenciada por el puente intercontinental establecido durante el Plioceno. El número de peces primarios (194 especies) en América Central es muy reducido en comparación con las 950 especies de Norteamérica, las condiciones climáticas parcialmente han limitado su presencia y distribución en ambientes tropicales. En cambio el número de familias de peces primarios sudamericanas en América Central es mayor y su distribución puede alcanzar la cuenca del río Bravo en Texas (Bănărescu, 1995), como es el caso de *Cichlasoma* y *Astyanax* (Miller y Smith, 1986).

La escasa diversidad de peces primarios, sumado a la gran diversidad de peces secundarios en el sur de México y América Central, muy probablemente están relacionadas con el hecho que América del Sur estuvo separada de América Central durante casi todo el Cenozoico (Miller, 1982). No es hasta que se estableció el puente intercontinental en el Pleistoceno que se puede entender la distribución actual y origen de peces primarios en Centro América (Bănărescu, 1995).

Al parecer por la geología de América Central, los peces secundarios serían más antiguos que los primarios, su origen se pudo dar durante el Mioceno u Oligoceno. Se entiende que América Central estaba en proceso de formación, existían una serie de islas interconectadas emergidas durante breves periodos de tiempo geológico, lo que facilitaba que cuencas hidrológicas lo estuvieran también, y por ende los peces con tolerancia a aguas salobres, pudiesen establecerse y radiar con éxito una vez que se estableció la conexión Norte y Sudamérica. Ésta es una característica que favoreció a los peces con tolerancia a la salinidad, lo cual les permitió estar en ambientes constantemente cambiantes por las a su vez constantes fluctuaciones marinas.

Los peces dulceacuícolas de origen centro o sudamericano han tenido gran influencia principalmente en el centro y sur de México. Siendo los peces secundarios los que han dominado sobre los primarios. La dominancia de los secundarios es reflejo de factores hidrológicos, geológicos, ecológicos y biológicos. Incluso en ambas vertientes mexicanas se observa una diferencia en diversidad; por ejemplo en la provincia ictiológica Usumacinta, donde se ubica el sistema hidrológico más grande de Centro América, compuesto por ríos los Grijalva y Usumacinta (Miller, 1966), se ha documentado la presencia de 108 especies tanto primarias como secundarias, correspondiendo casi el 85% a Cyprinodontiformes y cíclidos. En la provincia Chiapas-Nicaragua la diversidad es significativamente menor, 42 especies de peces primarios y secundarios, aún así siguen dominando los secundarios. En la parte central de México, existe una zona de transición entre los peces neárticos y neotropicales (Miller y Smith, 1986), pocos son los géneros de origen sudamericano que han alcanzado latitudes por arriba de los 24° N, entre ellos están *Astyanax* (32° N, en Nuevo México, E.U.A.), *Cichlasoma* y *Gambusia* (30° N Texas, E.U.A.), éstas últimas dos con afinidad hacia ambientes costeros. Cabe mencionar que el origen neotropical de estos linajes los ha limitado a distribuirse en ambientes más allá de los 2400 msnm.

Una posible hipótesis biogeográfica de estos linajes en el norte de México entre los que se encuentra *Poeciliopsis* es que sean más antiguos (probablemente del Mioceno-Oligoceno)(Bănărescu, 1995), a la formación del Eje Neovolcánico ocurrido durante el

Plioceno, durante este periodo de constante actividad tectónica y la fluctuación del nivel del mar como consecuencia de glaciaciones, pudieron fragmentarse poblaciones ancestrales dando origen a linajes hermanos de los que se encuentran en centro y Sudamérica. La filogenia de los pecílidos *Heterandria* y *Xiphophorus* es un ejemplo de eventos vicariantes en la planicie costera del Golfo de México (Rosen, 1978).

Tanto los cíclidos como los pecílidos han tenido gran radiación evolutiva en el sur de México, reflejada en altos niveles de endemismo; hay 6 géneros con 42 especies en la familia Cichlidae; en cambio en la familia Poeciliidae se ha observado una mayor radiación adaptativa reflejada en 11 géneros con 72 especies (Espinosa *et al.*, 1993). La mayor diversidad en pecílidos probablemente sea consecuencia de que son más antiguos que los cíclidos (Myers, 1966, Parenti, 1981). La familia Poeciliidae cuenta con 22 especies endémicas en México, casi el 80 % se concentra en la planicie costera del Golfo de México, área donde se encuentran los sistemas hidrológicos más grandes, cuya historia morfotectónica ha sido muy activa en los últimos 5 ma, también corresponde a la parte norte de la provincia ictiológica del Usumacinta, en donde Bussing (1985) propone que está la mayor diversidad del viejo componente meridional. El éxito de ambos grupos se debe entre otros factores a que son fuertemente competitivos, tienen un espectro trófico amplio (carnívoros, herbívoros u omnívoros) y son tolerantes a intervalos amplios de salinidad y temperatura (Meffe y Snelson, 1989).

*Poeciliopsis* forma parte del gran componente secundario, mismo que ha sido afectado por los eventos geológicos ocurridos en el territorio mexicano y que se extendieron hasta Centroamérica. La hipótesis de la asociación de las filogenias con los eventos geológicos se ve reforzada por la integración de trazos generalizados compartidos por varios grupos de organismos con los mismos requerimientos ecológicos como crustáceos, plantas acuáticas y otros peces (Huidobro *et al.*, 2006). Resulta interesante observar que el nodo de la intersección de los trazos generalizados denominados Pacífico norte mexicano y Pacífico central mexicano, se ubica en el sur del Eje Neovolcánico. Sitio donde filogenéticamente se dividen dos grupos de *Poeciliopsis*: el subgénero *Poeciliopsis* con especies al norte y centro de México del Eje. El tercer trazo generalizado denominado Sur de México y Guatemala involucra al subgénero *Aulophallus* y parte de las especies de *Poeciliopsis* que se distribuyen al sur de México.

La divergencia del linaje *Poeciliopsis* en el Eje Neovolcánico hace suponer que los ancestros del género ya estaban antes de la formación de este levantamiento ocurrido hace aproximadamente 16 ma durante el Plioceno. Y que subsecuentes eventos vicariantes



dieron origen a la formación de las diferentes cuencas hidrológicas y por ende a la diversificación de los grupos en *Poeciliopsis*.

Probablemente el origen secundario y neotropical de *Poeciliopsis* le permitió colonizar mediante dispersión ambientes no nada más dulceacuícolas, sino también salobres, y es por eso que está asociado a cuencas hidrológicas localizadas principalmente por abajo de los 1000 msnm en relación directa con las planicies costeras de ambas vertientes. En la vertiente del Pacífico mexicano se observa la mayor diversidad de especies del género *Poeciliopsis*, seguida de la zona comprendida por el Istmo de Tehuantepec.

Este patrón de distribución es parcialmente compartido por los cangrejos del género *Pseudothelphusa*, y algunas angiospermas.

### **Distribución histórica de *Poeciliopsis***

En el análisis de la distribución de las localidades para cada una de las especies de *Poeciliopsis*, en relación al transcurso del tiempo, se detectó que el área de distribución para la mayoría de las especies ha ido disminuyendo paulatinamente. Como principales causas están la pérdida del hábitat por urbanización, desviación de ríos, formación de embalses, desecación de cuerpos de agua, etc.

Los registros en colecciones datan desde 1848, con un mayor incremento durante los años 1960 y 1970. En las últimas décadas ha sido considerablemente menor el número de registros. A continuación se mencionan algunos casos particulares de la situación actual de la distribución de *Poeciliopsis*.

El primer registro de *Poeciliopsis balsas* data de 1901, con la serie tipo en el río Balsas. En las últimas décadas han sido pocos los ejemplares colectados, particularmente en las cercanías de Cuernavaca, a causa del crecimiento y la urbanización de la ciudad, así como de la contaminación de los ríos.

*Poeciliopsis gracilis* es la especie con mayor distribución geográfica, abarcando desde el centro de México hasta Honduras. También ha sido frecuentemente introducida de manera accidental en una gran cantidad de cuerpos de agua en México (Huidobro, 2000a), Venezuela (Courtenay y Meffe, 1989) y California (Mearns, 1975; Moyle, 2000; Hubbs *et al.*, 1979; Courtenay *et al.*, 1984). Esta especie posee una gran tolerancia a

condiciones ambientales extremas, lo que le permiten establecerse sin problemas en casi cualquier cuerpo de agua, ya que se le ha encontrado en aguas residuales de uso doméstico e industrial (Contreras-Macbeath y Ramírez, 1996; Huidobro, 2000a), incluso en salinidades cercanas a las del ambiente marino.

*Poeciliopsis infans* está distribuida ampliamente en la Mesa Central de México, cubriendo las cuencas hidrológicas de los ríos Grande de Santiago, Ameca, San Nicolás, Purificación, Armería, Coahuayana, Lerma y Balsas. Durante las décadas de los años 30 a 70 fue intensamente colectada por investigadores extranjeros en las cercanías de ciudades importantes como Guadalajara, Morelia, Guanajuato. Como dato curioso se tiene registro de aproximadamente 17,000 ejemplares colectados.

*Poeciliopsis monacha* es la especie con menor número de registros en colecciones, probablemente por su distribución tan restringida, y por ser poco accesible el área de distribución.

Tabla 4. Cuencas hidrológicas con el registro documentado de al menos una especie de *Poeciliopsis*.

PAIS	CONJUTO DE CUENCAS (delimitadas para este estudio)	CUENCAS HIDRÓLOGICAS	PAIS	CONJUTO DE CUENCAS (delimitadas para este estudio)	CUENCAS HIDRÓLOGICAS		
MÉXICO		Río Altar	GUATEMALA		Río Chixoy Río Samala Río Coyolate Río La Paz Río Polochic Río Motagua Río Sulaco Río Ulúa		
	Sonora-Mayo	Río Sonora Río Yaquí Río Mayo					
	Costa Sinaloense	Río Fuerte Río Sinaloa Río Mocorito Río Culiacán Río San Lorenzo Río Piaxtla Río Presidio Río Baluarte				Lempa-San Juan Río Lempa Río Choluteca Río Coco Río Tamarindo  Río Grande  Río San Juan	
		Acaponeta-San Pedro Mezquital		Río Acaponeta Río San Pedro Mezquital	COSTA RICA		
		Río Grande de Santiago		Río Grande de Santiago			
		Ameca		Río Ameca Río Tomatlán			
		San Nicolás-Cihuatlán		Río San Nicolás Río Purificación Río Cihuatlán			
	Armería-Coahuayana	Río Armería Río Coahuayana					
	Balsas	Río Balsas		PANAMÁ	Nicoya-Tonosí	Ríos de la Península de Nicoya Río Tempisque Río Bebedero Río Barranca Río Tárcoles Río Pirris Río Térraba Río Coto Río David Río San Pablo Río Santa María Río Chiriquí  Río Veraguas Río Tonosí	
	Papagayo-Ometepec	Río Papagayo Río Ometepec					
	Verde	Río Verde					
	Tehuantepec-Guatemala	Río Tehuantepec Río Juchitlán Río Suchiate					
	Lerma	Río Lerma					
		Río Actopan					
	Papaloapan-Jalcomulco	Río Jalcomulco Río Papaloapan					
	Grijalva-Usumacinta	Río Grijalva-Usumacinta					
	Coatzacoalcos	Coatzacoalcos	COLOMBIA		Río C1 Río C2 Río C3		

## CONCLUSIONES

Sobre la sistemática del género:

- El género *Poeciliopsis* es un grupo monofilético.
- Se reconocen los dos subgéneros *Poeciliopsis* y *Aulophallus*.
- Se validan 22 especies para *Poeciliopsis*.

Sobre la osteología:

- Los caracteres osteológicos aportan evidencias de relaciones filogenéticas, aún cuando son muy semejantes en cuanto a forma y posición. El 12 % de los caracteres tiene índice de retención y consistencia de 1.0, el 59 % entre 0.40 y 0.70 y el 59 % entre 0.10 y 0.39.

- El análisis de estructuras osteológicas permitió identificar caracteres cuya peculiar morfología fue de utilidad en la identificación de las series de transformación.

Sobre los datos moleculares:

- Identifican grupos geográficamente separados como *Poeciliopsis* y *Aulophallus*. Aparentemente tienen mayor poder de resolución en las relaciones filogenéticas de *Poeciliopsis*, ya que reafirman grupos previamente identificados.

Sobre el análisis filogenético:

- Mediante el análisis filogenético basado en la osteología y morfología, se define a *Poeciliopsis* como grupo monofilético apoyado por 22 sinapomorfias.

- La topología del cladograma de consenso obtenida para *Poeciliopsis* difiere de la clasificación tradicional. A nivel de complejos algunos grupos se mantienen sin cambios, como (*P. monacha* y *P. viriosa*), (((*P. catemaco*, (*P. hnilickai*, (*P. gracilis* y *P. lutzii*))), así como

(*P. elongata*, (*P. paucimaculata* y *P. retropinna*)). *Aulophallus* es el grupo hermano de *P. turneri*, ambos integran la politomía compuesta por el grupo (((*P. catemaco*, (*P. hnlickai*, (*P. gracilis* y *P. lutzii*))). Y el grupo ((*P. infans*, *P. turrubarensis*) *P. scarllii*)).

- El análisis filogenético con datos moleculares fortalece la hipótesis de monofilia de *Poeciliopsis*, y se apoya la subdivisión en los subgéneros *Poeciliopsis* y *Aulophallus*; seis clados representan grupos fuertes, los cuales están presentes tanto en la filogenia morfológica como molecular; no obstante, existe una politomía, la cual resulta difícil de interpretar dado que involucra más del 50 % de las especies de *Poeciliopsis*.

- En el análisis de evidencia total se fortalece la monofilia de *Poeciliopsis*; hay mayor coincidencia con la topología del cladograma molecular, ya que se mantienen los subgéneros *Poeciliopsis* y *Aulophallus*, pero se incrementa el número de taxones involucrados en una politomía.

#### Sobre la biogeografía de *Poeciliopsis*

- La distribución de *Poeciliopsis* forma parte de tres trazos generalizados integrados por grupos dulceacuícolas, como crustáceos y plantas acuáticas, cuya historia es compartida por grupos terrestres de distribución semejante a los dulceacuícolas. La separación de estos trazos está estrechamente relacionada con la formación del Eje Neovolcánico y otros eventos geológicos ocurridos durante el Plioceno, hace aprox. 16 ma.

- El trazo generalizado denominado Sur de México-Guatemala, involucra grupos de especies de *Poeciliopsis* que filogenéticamente son de aparición más reciente (3 y 6 ma), los cuales diversificaron ampliamente mediante dispersión y vicarianza en el Istmo de Tehuatepec, región geológicamente de reciente formación junto con la parte norte de Guatemala.

**REFERENCIAS**

- Allen, G.R. & D.R. Robertson. 1994. Fishes of the tropical eastern Pacific. Crawford, Bathurst. Fish Trop. e. Pacific. : i-xix + 1-332.
- Allen, G.R. & D.R. Robertson. 1998. *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. CONABIO-Agrupación Sierra Madre y CEMEX. México. 327 p.
- Álvarez del Villar, J. 1970. *Peces mexicanos (claves)*. Secretaría de Industria y Comercio. México.
- Álvarez, J. & F. Aguilar. 1957. Contribución al estudio de la suspensión gonopódica del género *Poeciliopsis* con descripción de una nueva especie fósil procedente de El Salvador, Centro América. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Tomo XVIII. 1-4: 153-172.
- Amorim, D.S. 1994. *Elementos básicos de sistemática filogenética*. São Paulo. Sociedade Brasileira de Entomologia.
- Avise, J.C. 1994. *Molecular markers, natural history, and evolution*. Chapman and Hall, Nueva York.
- Baillie, J. & B. Groombridge (eds.). 1996 IUCN red list of threatened animals. IUCN, Gland. 378 p.
- Baird, S.F. & C.F. Girard. 1853. Descriptions of new species of fishes collected by Mr. John H. Clark, on the U. S. and Mexican Boundary Survey, under Lt. Col. Jas. D. Graham. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, v. 6: 387-390.
- Ball, I.R. 1976. Nature and formulation of geographical hypotheses. *Systematic Biology*, 24: 407-430.
- Ballard, J.W.O., M.K. Thayer, A.F. Newton, & E.R. Grimer. 1998. Data sets, partitions, and characters: philosophies and procedures for analyzing multiple data sets. *Systematic Biology*, 47: 367-396.
- Bănărescu, P. 1995. *Zoogeography of Freshwaters*. Aula-Verlag. Wiesbaden, (vol. 1).
- Böhlke, J.E. 1953. A catalogue of the type specimens of Recent fishes in the Natural History Museum of Stanford University. *Stanford Ichthyological Bulletin*, v. 5:1-168.

- Briggs, J.C. 1986. Introduction to the zoogeography of North American Fishes. 1-16 pp. En: Hocutt, C.H. y E.O. Wiley (eds.). *The Zoogeography of North American Freshwater Fishes*. John Wiley & Sons.
- Bueno, A.H. & J. Llorente. 2000. Una visión histórica de la biogeografía dispersionista con críticas a sus fundamentos. *Caldasia*, 22(2): 161-184.
- Bulger, A.J. & R.J. Schultz. 1979. Heterosis and interclonal variation in thermal tolerance in unisexual fish. *Evolution*, 33: 848-859.
- Bull, J.J., P. Huelsenbeck, C.W. Cunningham, D.L. Swofford, & P.J. Waddell. 1993. Partitioning and combining data in phylogenetic analysis. *Systematic Biology*, 42: 384-397.
- Bussing, W.A. 1967. New species and new records of Costa Rican freshwater fishes with a tentative list of species. *Revista de Biología Tropical*, 14(2): 205-249.
- Bussing, W.A. 1976. Geographic distribution of the San Juan ichthyofauna of central America with remarks on its origin and ecology. Pp. 157-157. In: T.B. Thorson. (ed.). *Investigations of the ichthyofauna of Nicaraguan lakes*. University of Nebraska, Lincoln.
- Bussing, W.A. 1985. Patterns of distribution of the central American ichthyofauna. 453-473 pp. En: Stehli, F.G. y S.D. Webb. (eds.). *The Great American Biotic Interchange*. Plenum Publishing Corporation.
- Bussing, W.A. 1987. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. *Peces Costa Rica*: 1-271.
- Bussing, W.A. 1998. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. *Freshwater Fishes of Costa Rica*. *Revista de Biología Tropical*, v. 46 Suppl. 2: 1-468.
- Campos-da-Paz, R. & J.S. Albert. 1998. The Gymnotiform "eels" of tropical America: A history of classification and phylogeny of the South American electric knifefishes (Teleostei: Ostariophysi: Siluriphysi). Pp. 401-417. In: Malabarba, L.R., R.E. Reis, R.P. Vari, Z.M. Lucena, & C.A.S. Lucena. (eds.). *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*. Porto Alegre. Edipucrs. 603 p.
- Candolle, A.-P. de. 1820. Géographie botanique. En: Dictionnaire des sciences naturelles. 18: 359-422.
- Chippindale, P.T. & J.J. Wiens. 1994. Weighting, partitioning, and combining characters in phylogenetic analysis. *Systematic Biology*, 43: 278-287.
- Cimino, M.C. 1972. Egg production, polyploidization and evolution in a diploid all-female fish of the genus *Poeciliopsis*. *Evolution*, 26: 294-306.

- Constantz, G.D. 1989. Reproductive biology of poeciliid. Pp. 33-50. *In*: Meffe, G.K. & F.F. Snelson, Jr. (eds.). *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey. 453 p.
- Costa, W.J.E.M. 1991. Description d'une nouvelle espèce du genre *Pamphorichthys* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) du bassin de l'Araguaia, Brasil. *Revue Française d'Aquariologie*, 18: 39-42.
- Costa, W.J.E.M. 1998. Phylogeny and classification of the Cyprinodontiformes (Euteleostei: Atherinomorpha): A reappraisal. Pp. 537-566. *In*: Malabarba, L.R., R.E. Reis, R.P. Vari, Z.M. Lucena, & C.A.S. Lucena. (eds.). *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*. Porto Alegre. Edipucrs. 603 p.
- Courtenay, W.R. Jr. D.A. Hensley, J.N. Taylor, & J.A. McCann. 1984. Distribution of exotic fishes in the continental United States. Pp. 41-77. *In*: W.R. Courtenay, Jr. & J.R. Stauffer, Jr. (eds.). *Distribution, biology, and management of exotic fishes*. Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore.
- Craw, R.C. 1988. Continuing the synthesis between panbiogeography, phylogenetic systematics and geology as illustrated by empirical studies on the biogeography of New Zealand and the Chatham Islands. *Systematic Zoology*, 37: 291-310.
- Craw, R.C. & P. Weston. 1984. Panbiogeography: A progressive research program?. *Systematic Zoology*, 33: 1-13.
- Cserna de, Z. 1989. An outline of the geology of México. The Geology of North America. Vol. A. The Geology of North America: An overview. The Geological Society of America.
- Cunningham, C.W. 1997. Can tree incongruence tests predict when data should be combined? *Molecular Biology and Evolution*, 14: 733-740.
- Dyer, B.S. 1998. Phylogeny systematic and historical biogeography of the Neotropical silverside family Atherinopsidae (Teleostei: Atheriniformes). Pp. 519-526. *In*: Malabarba, L.R., R.E. Reis, R.P. Vari, Z.M. Lucena & C.A.S. Lucena. (eds.). *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*. Porto Alegre. Edipucrs. 603 p.
- De Buen, F. 1943. *Poeciliopsis* en las cuencas de los ríos Lerma y Marqués, con descripción de dos nuevas especies (Pisces-Poeciliidae). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 14(1): 262-283.
- de Queiroz, A. 1993. For consensus (sometimes). *Systematic Biology*, 42: 368-372.
- de Queiroz, A., M.J. Donoghue, & M.J. Kim. 1996. Separate versus combined analysis of phylogenetic evidence. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26: 657-681.



- Doyle, J.J. 1992. Genes trees and species trees: molecular systematics as one-character taxonomy. *Systematic Botany*, 17: 144-163.
- Eernisse, D.J. & A.G. Kluge. 1993. Taxonomic congruence versus total evidence, and amniote phylogeny inferred from fossils, molecules, and morphology. *Molecular Biology and Evolution*, 11: 1170-1195.
- Espinosa, P. H., P. Fuentes, M.T. Gaspar-Dillanes y V. Uribe. 1993a. Notes on mexican ichthyofauna. 229-251 pp. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. (eds.). Biological diversity of Mexico. Origins and distribution. Oxford University Press. Nueva York.
- Espinosa, P.H., M.T. Gaspar-Dillanes, & P. Fuentes-Mata. 1993b. *Listados faunísticos de México. III. Los peces dulceacuícolas mexicanos*. Universidad Nacional Autónoma de México. 98 p.
- Espinosa, D.O., J.J. Morrone, J. Llorente B. & Ó. Flores-Villela. 2002. *Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica*. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Farris, J.S. 1970. Methods for computing Wagner trees. *Systematic Zoology*, 19:83-92.
- Farris, J.S. 1982a. Outgroups and parsimony. *Systematic Zoology*, 31: 328-334.
- Farris, J.S. 1982b. Simplicity and informativeness in systematic and phylogeny. *Systematic Zoology*, 31: 413-444.
- Farris, J.S., M. Källersjö, A.G. Kluge & A.G. Bult. 1994. Testing significance of incongruence. *Cladistics*, 10: 315-319.
- Felsenstein, J.F. 1985. Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution*, 39: 783-791.
- Figueiredo, C.A.A. 1997. Revisão taxonômica e filogenia de *Pamphorichthys* Regan, 1913 (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). Rio de Janeiro UFRJ, Museu Nacional. xii, 139 p. Tesis de Maestría.
- Flores-Villela, Ó. & I. Goyenechea. 2001. A comparison of hypotheses of historical area relationships for México and central America, or in search for the lost pattern. Pp. 171-181. In: Johnson, J.D., R.G. Webb y Ó. Flores-Villela. (eds.). *Mesoamerican herpetology: Systematics, zoogeography, and conservation*. The University of Texas at El Paso.
- Fuentes, M.P. & H. Espinosa. 1997. Peces de agua dulce y estuarinos. Pp. 457-461. En: González, S.E., R. Dirzo & R.C. Vogt. (eds.). *Historia natural de Los Tuxtlas*. Instituto de Biología-Instituto de Ecología-CONABIO, México. 647 p.

- Fuller, P.L., L.G. Nico & J.D. Williams. 1999. Nonindigenous fishes introduced into inland waterways of the United States. *American Fisheries Society Special Publications*, 27: i-x, 1-613, 7 figs.
- Funk, V.A. 1985. Phylogenetic patterns and hybridization. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 72(4):681-715.
- Garman, S. 1895. The cyprinodonts. *Memories of the Museum of Comparative Zoology*, v. 19 (pt 1): 1-179, Pls. 1-12.
- Galindo-Villegas, J. & F. Sosa-Lima. 2002. Gonopodial system review and a new fish record of *Poeciliopsis infans* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) for Lake Patzcuaro, Michoacan, central Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 50(3/4): 1151-1157.
- Ghedotti, M.J. 1998. Phylogeny and classification of the Anablepidae (Teleostei: Cyprinodontiformes). Pp 561-582. In: Malabarba, L.R., R.E. Reis, R.P. Vari, Z.M. Lucena & C.A.S. Lucena. (eds.). *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*. Porto Alegre. Edipucrs. 603 p.
- Ghedotti, M.J. 2000. Phylogenetic analysis and taxonomy of the poecilioid fishes (Teleostei: Cyprinodontiformes). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 130: 1-53.
- Girard, C.F. 1859. Ichthyological notices. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 11: 113-122.
- Goloboff, P. 1999. NONA ver 2. El autor, Tucumán.
- Günther, A. 1866. A catalogue of the fishes in the British Museum. London, vol. 6, 368 p.
- Heckel, J.J. 1848. Eine neue Gattung von Poecilien mit rochenartigem Anklammerungs-Organ. *Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Wien, Math. Nat. Cl.*, 1: 289-303.
- Henn, A.W. 1928. List of types of fishes in the collection of the Carnegie Museum on September 1, 1928. *Annals of the Carnegie Museum*, v. 19 (art. 4): 51-99.
- Hendrickson, D.A. & A. Varela. 2002. Fishes of the Rio Fuerte drainage. Pp. 171-195. En: Lozano-Villano, M.L. (ed.). *Libro jubilar en honor al Dr. Salvador Contreras Balderas*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Monterrey.
- Hennig, W. 1966. *Phylogenetic systematics*. University of Illinois Press, Urbana.
- Hildebrand, S.F. 1925. Fishes of the Republic of El Salvador, Central America. *Bulletin Bureau of Fisheries, Washington*, doc. no. 985, 41: 237-287.
- Hillis, D.M. 1995. Approaches for assessing phylogenetic accuracy. *Systematic Biology*, 44: 3-16.
- Hillis, D.M. & J.J. Bull. 1991. Of genes and genomes. *Science*, 254: 528.

- Hillis, D.M. & J.J. Bull. 1993. An empirical test of bootstrapping as a method for assessing confidence in phylogenetic analysis. *Systematic Biology*, 42: 182-192.
- Hubbs, C.L. 1926. Studies of the fishes of the order Cyprinodontes. VI. *Miscellaneous Publications Museum of Zoology University of Michigan*, no. 16: 1-86, Pls. 1-4.
- Hubbs, C.L. 1950. Studies of Cyprinodont fishes. XX. A new subfamily from Guatemala, with ctenoid scales and a unilateral pectoral clasper. *Miscellaneous Publications Museum of Zoology University of Michigan*, 78: 1-28.
- Hubbs, C.L., W.I. Follet, & L.J. Dempster. 1979. List of the fishes of California. *Occasional Papers of the California Academy Sciences*, 133: 1-51.
- Hubbs, C.L. & K.F. Lagler. 1947. *Fishes of the Great Lakes region*. Cranbrook Institute of Science, Bulletin 26.
- Hubbs, C.L. & R.R. Miller. 1954. Studies of Cyprinodont fishes. XXI. *Glaridodon latidens*, from northwestern Mexico, redescribed and referred to *Poeciliopsis*. *Zoologica*, 39(1): 1-12.
- Huelsenbeck, J.P., J.J. Bull, & C.W. Cunningham. 1996. Combining data in phylogenetic analysis. *Trends Ecology and Evolution*, 11: 152-158.
- Huidobro, C.L. 2000a. Peces. Pp. 195 – 263. En: De La Lanza, G., S. Hernández & J.L. Carvajal (comp.). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores)*. SEMARNAP-CNA-IBUNAM. México. 633 p.
- Huidobro, C.L. 2000b. Filogenia del complejo *Poeciliopsis gracilis* Regan (Pisces: Poeciliidae) y su biogeografía. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. 93 p.
- Huidobro, L., Morrone, J.J., Villalobos & F. Álvarez. 2006. Distributional patterns of freshwater taxa (fishes, crustacean and plants) from the Mexican transition zone. *Journal of Biogeography*, 33: 731-741.
- Humphries, C.J. & L. Parenti. 1989. *Cladistic biogeography*. Oxford Monographs on biogeography 2. Oxford University Press. Oxford.
- Humphries, C.J. & L.R. Parenti. 1999. *Cladistic biogeography Interpreting patterns of plant and animal distributions*. 2ª ed. Oxford University Press. Oxford.
- Jordan, D.S. 1895. The fishes of Sinaloa. *Proceedings of California Academy of Sciences*, (ser. 2) v. 5: 377-514, Pls. 26-55.
- Jordan, D.S., B.W. Evermann & H.W. Clark. 1930. Check list of the fishes and fishlike vertebrates of North and Middle America north of the northern boundary of Venezuela

- and Colombia. *Report of the United States Commissioner of Fisheries*, for 1928, app 10, 670 pp.
- Jordan, D.S. & B.W. Evermann. 1896 (1896-1900). The fishes of north and middle America: a descriptive catalogue of the species of fish-like vertebrates found in the waters of North America, north of the Isthmus of Panama. *Bulletin of the United States of the National Museum*, no. 47, pts 1-4, pp. 1-1x, 1-3313.
- Kluge, A.G. 1998. Total evidence or taxonomic congruence: Cladistics or consensus classification. *Cladistics*, 14: 151-158.
- Kluge, A.G. & J.S. Farris. 1969. Quantitative phyletics and the evolution of anurans. *Systematic Zoology*, 18: 1-32.
- Kluge, A.G. & A.J. Wolf. 1993. Cladistics: what's in a word? *Cladistics*, 9:183-199.
- Kullander, S.O. 1998. A phylogeny and classification of the South American Cichlidae (Teleostei: Perciformes). Pp. 461-498. *In*: Malabarba, L.R., R.E. Reis, R.P. Vari, Z. M. Lucena & C.A.S. Lucena. (eds.). *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*. Porto Alegre. Edipucrs. 603 p.
- Lee, D.S., C.R. Gilbert, C.H. Hocutt, R.E. McAllister & J.R. Stauffer, Jr. 1980. Atlas of North American freshwater fishes. Publication #1980-12 of the North Carolina Biological Survey. i-x + 1-854.
- Llorente, J., J.J. Morrone, A. Bueno, R. Pérez-Hernández, A. Vilorio & D. Espinosa. 2000. Historia del desarrollo y la recepción de las ideas panbiogeográficas de León Croizat. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 24(93): 549-577.
- Llorente, J., N. Papavero & A. Bueno. 2001. Síntesis histórica de la biogeografía. Pp. 1-14. *En*: Llorente, J. & J.J. Morrone. (eds.). *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Lozano, V. M. L & S. Contreras. 1987. Lista zoogeográfica y ecológica de la ictiofauna continental de Chiapas, México. *The Southwestern Naturalist*, 32(2): 223-236.
- Lucinda, P.H.F. 2003. Family Poeciliidae. Pp. 555-581. *In*: Reis, R.E., S.O. Kullander & C.J. Ferraris, Jr. (organized). *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre: EDIPUCRS. 742 p.
- Lucinda, P.H.F. 2005. Systematics of the genus *Cnesterodon* Garman, 1895 (Cyrpinodontiformes: Poeciliidae: Poeciliinae). *Neotropical Ichthyology*, 3(2): 259-270.

- Lucinda, P.H.F. & R.E. Reis. 2005. Systematics of the subfamily Poeciliinae Bonaparte (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), with an emphasis on the tribe Cnesterontini Hubbs. *Neotropical Ichthyology*, 3(1): 1-60.
- Lyons, J. & S. Navarro. 1990. Fishes of the Sierra of Manantlán, West-Central, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 35(1): 32-46.
- Ibarra, M. & D.J. Stewart. 1987. Catalogue of type specimens of Recent fishes in Field Museum of Natural History. *Fieldiana Zoology*, (N. S.) no. 35: 1-112.
- Maddison, W.P., M.J. Donoghue & D.R. Maddison. 1984. Outgroup analysis and parsimony. *Systematic Zoology*, 33: 83-103.
- Mason-Gramer, R.J. & E.A. Kellogg. 1996. Testing for phylogenetic conflict among molecular data sets in the tribe Triticeae (Gramineae). *Systematic Biology*, 45(4): 524-545.
- Martínez, R.E. 1999. *Taxonomía y Zoogeografía de la ictiofauna dulceacuícola del estado de Oaxaca, México*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona, España. 437 pp.
- Mateos, M. Sanjur, O.I. & Vrijenhoek, R.C. 2002. Historical biogeography of the livebearing fish genus *Poeciliopsis* (Poeciliidae: Cyprinodontiformes). *Evolution*, 56: 972-984.
- Mayden, E.L & E.O. Wiley. 1992. The fundamentals of phylogenetic systematics. Pp. 114-185. In: Mayden R.L. (ed.). *Systematics, historical ecology, and North American freshwater fishes*. Stanford University Press. Stanford, California. 969 p.
- Mearns, A.J. 1975. *Poeciliopsis gracilis* (Heckel), a newly introduced poeciliid fish in California. *California Fish and Game*, 61: 251-253.
- Meek, S.E. 1902. A contribution to the ichthyology of Mexico. *Fieldiana, Publications of the Columbian Museum Zoological Series*, 3(6): 63-128.
- Meek, S.E. 1904. The fresh-water fishes of Mexico north of the Isthmus of Tehuantepec. *Fieldiana, Publications of the Columbian Museum Zoological Series*, vol. 5, pp. v-1xiii, 1-252.
- Meek, S.E. 1912. New species of fishes from Costa Rica. *Field Museum of Natural History Publications Zoological Series*, v. 10 (no. 7): 69-75.
- Meffe, G.K. & F.F. Snelson. 1989. An ecological overview of poeciliid fishes. Pp. 13-31. In: Meffe, G.K. & F.F. Snelson, Jr. (eds.). *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey.

- Melville, R.V & J.D.D. Smith. 1987. Official lists and indexes of names and works in zoology. *The International Trust for Zoological Nomenclature*, 1-366.
- Meyer, M.K., A.C. Radda, R. Riehl & W. Feichtiger. 1986. *Poeciliopsis baenschi* n. sp., un nouveau taxon de Jalisco, Mexique (Teleostei, Poeciliidae). *Revue Française d'Aquariologie*, 12: 79-84.
- Meyer, M.K., Riehl, R. & Dawes, J.A. 1985. *Poeciliopsis scarlli* spec. nov., a new taxon from Michoacán, Mexico, (Teleostei: Poeciliidae). *Revue Française d'Aquariologie*, 12(1): 23-26.
- Meyer, M.K. & D. Vogel. 1981. Ein neuer *Poeciliopsis* aus Chiapas, Mexico (Pisces: Poeciliidae). *Senckenbergiana Biologica*, v. 61 (nos. 5/6) (1980): 357-361.
- Mickevich, M.F. & M.S. Jonson. 1976. Congruence between morphological and allozyme data in evolutionary inference and character evolution. *Systematic Zoology*, 25: 260-270.
- Miller, R.R. 1960. Four new species of viviparous fishes, genus *Poeciliopsis*, from northwestern Mexico. *Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan*, 619: 1-11.
- Miller, R.R. 1966. Geographical distribution of Central American freshwater fishes. *Copeia*, 4: 773-802.
- Miller, R.R. 1975. Five new species of Mexican poeciliid fishes of the genera *Poecilia*, *Gambusia*, and *Poeciliopsis*. *Occasional Paper of the Museum of Zoology, University of Michigan*, 672: 1-44.
- Miller, R.R. 1982. Pisces. Pp. 486-499. In: Hurlbert, S.H. & A. Villalobos-Figueroa. (eds.). *Aquatic Biota of Mexico and the West Indies*. San Diego State University, San Diego, California.
- Miller, R.R. 1986. Composition and derivation of the fresh-water fish fauna of Mexico. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México*, 30: 121-153.
- Miller, R.R. & M.L. Smith. 1986. Origin and geography of the fishes of central Mexico. Pp. 487-518. En: Hocutt, C.H. & E.O. Wiley. (eds.). *The zoogeography of North American freshwater fishes*. John Wiley & Sons, Nueva York.
- Miller, R.R. & J. Van Conner. 1997. Peces de Catemaco. Pp. 451-456. En: González, S.E., R. Dirzo & R.C. Vogt. (eds.). *Historia natural de Los Tuxtlas*. IBUNAM-CONABIO-IEUNAM, México. 647 pp.
- Miller, R.R., W.L. Minckley, & S.M. Norris. 2005. *Freshwater Fishes of Mexico*. Published in association with the Museum of Zoology, University of Michigan. 652 p.

- Minckley, W.L. 2002. Fishes of the lowermost Colorado River, its delta, and estuary: A commentary on biotic change. Pp. 63-78. *En: Lozano-Villano, M.L. (ed.). Libro jubilar en honor al Dr. Salvador Contreras Balderas*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Monterrey
- Miyamoto, M.M. & J. Cracraft. 1991. Phylogenetic inference, DNA sequences analysis, and future of molecular systematics. Pp. 3-17. *In: M.M. Miyamoto & J. Cracraft. (eds.). Phylogenetic analysis of DNA sequences*. Oxford Univ. Press, Nueva York.
- Miyamoto, M.M. & W.M. Fitch. 1995. Testing species phylogenies and phylogenetic methods with congruence. *Systematic Biology*, 44: 64-76.
- Moritz, C., T.E. Dowling & W.M. Brown. 1987. Evolution of animal mitochondrial DNA: relevance for population biology and systematics. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18: 269-292.
- Moore, W.S., R.R. Miller & R.J. Schultz. 1970. Distribution, adaptation and probable origin of an all-female form of *Poeciliopsis* (Pisces: Poeciliidae) in northwestern. *Evolution*, 24: 806-812.
- Morrone, J.J. 2000. *El lenguaje de la cladística*. UNAM, México.
- Morrone, J.J. 2001. *Sistemática, biogeografía, evolución: los patrones de la biodiversidad en tiempo- espacio*. Las Prensas de Ciencias, México.
- Morrone, J.J. 2001a. Homology, biogeography and areas of endemism. *Diversity and Distributions*, 7: 297-300.
- Morrone, J.J. 2004. *Homología biogeográfica: las coordenadas espaciales de la vida*. Instituto de Biología. UNAM. México.
- Morrone, J.J. & J. Crisci. 1995. Historical biogeography: Introduction to methods. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26: 373-401.
- Morrone, J.J., D. Espinosa & J. Llorente. 1996. *Manual de biogeografía histórica*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Moyle, P.B. 2002. *Inland fishes of California*. Universidad de California Press, Berkeley.
- Myers, G.S. 1938. Freshwater fishes and West Indian zoogeography. *Annual Report of the Smithsonian Institute*, (1940): 339-364.
- Myers, G.S. 1966. Derivation of the Freshwater fish fauna of Centro America. *Copeia* 4: 766-773.
- Nelson, J.S., E.J. Crossman, H. Espinosa-Pérez, L.T. Findley, C.R. Gilbert, R.N. Lea, & J.D. Williams. 2004. *Common and scientific names of fishes from the United States*,

- Canada, and Mexico*. Sixth Edition. American Fisheries Society, Special Publ. 29. Bethesda, Maryland. Com. Scient. Names Fishes U.S. Canada Mexico Sixth Ed.: 1-386. [Includes a CD.]
- Nelson, J. 2006. *Fishes of the world*. 4a. edition. Ed. John Wiley & Sons Inc., 600 p.
- Nelson, G. & N.I. Platnick. 1981. *Systematics and biogeography: Cladistics and vicariance*. Columbia University Press. Nueva York.
- Nixon, K.C. 1999-2002. Winclada (BETA) ver. 0.9.9. El autor, Ithaca.
- NONA ver 2.0 (Goloboff). INSUE Fundación e Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205, 4000 S. M. de Tucumán, Argentina.
- Page, L.N. & B.M. Burr. 1991. *A field guide to freshwater fishes, north american north of Mexico*. Houghton Mifflin Co. Boston.
- Parenti, L.R. 1981. A phylogenetic and biogeography analysis of cyprinodontiform fishes (Teleostei, Atherinomorpha). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 168: 335-357.
- Parenti, L.R., J.M. Clayton & J.C. Howe. 1999. Catalog of type specimens of Recent fishes in the National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, 9: Family Poeciliidae (Teleostei: Cyprinodontiformes). *Smithsonian Contributions to Zoology*, No. 604: i-iii + 1-22
- Parenti, L.R. & M. Rauchenberger. 1989. Systematic overview of the poeciliines. Pp. 3-12. *In: Meffe, G.K. & F.F. Snelson, Jr. (eds.). Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. Prentice Hall, Englewood Cliffs. 453 p.
- Platnick, N.I. & G. Nelson. 1978. A method of analysis for historical biogeography. *Systematic Zoology*, 27: 1-16.
- Potthoff, T. 1985. Clearing and staining techniques. Pp. 35-37. *In: Moser, H.G., Richards, W. J., Cohen, D.M., Fahay, M.P., Kendall, A.W. Jr. & Richardson, S.L. (eds.). Ontogeny and systematics of fishes*. American Society of Ichthyologists and Herpetologists.
- Quattro, J.M., J.C. Avise & R.C. Vrijenhoek. 1991. Molecular evidence for multiple origins of hybridogenetic fish clones (Poeciliidae: *Poeciliopsis*). *Genetics*, 127: 391-398.
- Rauchenberger, M. 1989a. Systematics and biogeography of the genus *Gambusia* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). *American Museum Novitates*, 2951: 1-74.



- Rauchenberger, M. 1989b. Annotated species list of the subfamily Poeciliinae. Pp. 359-368. In: Meffe, G.K. & F.F. Snelson, Jr. (eds.). *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Regan, C.T. 1908. A collection of freshwater fishes made by Mr. C. F. Underwood in Costa Rica. *Annals and Magazine of Natural History*, (Ser. 8) v. 2 (no. 11): 455-464.
- Regan, C.T. 1911. The osteology and classification of the teleostean fishes of the order Microcyprini. *Annals and Magazine of Natural History*, 7: 320-327.
- Regan, C.T. 1913. A revision of the cyprinodont fishes of the subfamily Poeciliinae. *Proceedings of the Zoological Society of London*, IV (59): 168-173.
- Rodríguez, C.M.L. 1997. Phylogenetic analysis of the tribe Poeciliini (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). *Copeia*, 4: 663-679.
- Rosen, D.E. 1969. A new fish of the genus *Xiphophorus* from Guatemala, with remarks on the taxonomy of endemic forms. *American Museum Novitates*, 2379: 1-29.
- Rosen, D.E. 1978. Vicariant patterns and historical explication in biogeography. *Systematic Zoology*. 27: 159-188.
- Rosen, D.E. 1979. Fishes from the uplands and intermontane basins of Guatemala: revisionary studies and comparative geography. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 162(5): 267-376.
- Rosen, D.E. & R.M. Bailey. 1959. Middle-american poeciliid fishes of the genera *Carlhubbsia* and *Phallichthys*, with descriptions of two new species. *Zoologica: New York Zoological Society*, 44(1): 1-50.
- Rosen, D.E. & R.M. Bailey. 1963. The poeciliid fishes (Cyprinodontiformes), their structure, zoogeography and systematics. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 126: 1-176.
- Rosen, D.E. & M. Gordon. 1953. Functional anatomy and evolution of male genitalia in poeciliid fishes. *Zoologica*, vol. 38, pt 1, pp 1-47.
- Rosen, D.E. & K.D. Kallman. 1957. Development and evolution of skeletal deletions in a family of viviparous fishes (Cyprinodontiformes, Poeciliidae). *The Quarterly Journal of the Florida Academy of Sciences*, 22(4): 169-190.
- Savage, J.M. 1982. The enigma of the Central American herpetofauna: Dispersal or vicariance?. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 69: 464-547.
- Schenck & R.C. Vrijenhoek. 1989. Coexistence among sexual and asexual *Poeciliopsis*: foraging behavior and microhabitat selection. Pp. 39-48. In: Dawley, R.M. & J.P.

- Bogart. (eds.). *Evolution and ecology of unisexual vertebrates*. New York State Museum, Nueva York.
- Schultz, R.J. 1961. Reproductive mechanisms of unisexual and bisexual strains of the viviparous fish, *Poeciliopsis*. *Evolution*, 15: 302-325.
- Schultz, R.J. 1969. Hybridization, unisexuality and polyploidy in the teleost *Poeciliopsis* (Poeciliidae) and other vertebrates. *American Naturalist*, 103: 605-619.
- Schultz, R.J. 1977. Evolution and ecology of unisexual fishes. *Evolutionary Biology*, 10: 277-331.
- Schultz, R.J. 1989. Origins and relationships of unisexual Poeciliids. Pp. 69-87. In: Meffe, G.K. & F.F. Snelson, Jr. (eds.). *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. Prentice Hall, Englewood Cliffs. 453 p.
- Schultz, R.J. & R.R. Miller. 1971. Species of the *Poecilia sphenops* complex (Pisces: Poeciliidae) in México. *Copeia*, 2: 282-290.
- Song, J. & L.R. Parenti. 1995. Clearing and staining whole fish specimens for simultaneous demonstration of bone, cartilage, and nerves. *Copeia*, 8:114-118.
- Sclater, P.L. 1858. On the general geographical distribution of the members of the class Aves. *Journal of the Linnean Society, Zoology*, 2: 130-145.
- Simberloff, D. 1983. Biogeography: the unification and maturation of a science. Pp. 411-485. In: Brush, A.H. & J.H. Clark, Jr. (eds.). *Perspectives in ornithology*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Stepien, C.A. & R.H. Rosenblatt. 1991. Patterns of gene flow and genetic divergence in the Northeastern Pacific Clinidae (Teleostei Blenniodei), based on allozyme and morphological data. *Copeia*, 4: 873-896.
- Stepien, C.A., A.K. Dillon, M.J. Brooks, K.L. Chase & A.N. Hubers. 1997. The evolution of blennioid fishes based on an analysis of mitochondrial 12S rDNA. Pp. 245-270. In: Kocher, T.D. & C.A. Stepien. (eds.). *Molecular systematics of fishes*. Academic Press. 314 p.
- Stepien, C.A. & T.D. Kocher. 1997. Molecular and morphology in studies of the fish evolution. Pp. 1-11. In: Kocher, T.D. & C.A. Stepien. (eds.). *Molecular systematics of fishes*. Academic Press. 314 p.
- Stiassny, M.L.J. 1992. Atavisms, phylogenetic character reversals, and the origin of evolutionary novelties. *Netherlands Journal of Zoology*, 42: 260-276.
- Stiassny, M.L.J. 1993. What are grey mullets? *Bulletin of Marine Science*, 52(1): 197-219.

- Swift, C.C., T.R. Haglund M. Ruiz & R.N. Fisher. 1993. The status and distribution of the freshwater fishes of southern California. *Bulletin of the Society of the California Academy Sciences*, v. 92 (no. 3): 101-167.
- Swofford, D.L. 2000. PAUP\*: Phylogenetic Analysis Using Parsimony and other methods. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Swofford, D.L., G.J. Olson, P.J. Waddell & D.M. Hillis. 1996. Phylogenetic inference. Pp. 407-514. *In: Molecular Systematics*. Hillis, D.M., C. Moritz & B.K. Mable. (eds.). Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Tamayo, J.L. 1962. *Geografía general de México*. Tomo I-II. Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas, México. 648 p.
- Taylor, W.R. & V. Dyke. 1985. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone cartilage study. *Cybiurn*, 9(2): 107-119.
- Tigano, C. & L.R. Parenti. 1988. Homology of the median ethmoid ossifications of *Aphanius fasciatus* and other atherinomorph fishes. *Copeia*, 4: 866-870.
- Vrijenhoek, R.C. 1979. Factors affecting clonal diversity and coexistence. *American Zoologist*, 19: 789-797.
- Vrijenhoek, R.C. 1989. Genotypic diversity and coexistence among sexual and clonal forms of *Poeciliopsis*. Pp. 396-400. *En: Otte, D. & J. Endler (eds.). Speciation and its consequences*. Sinauer, Sunderland, MA.
- Vrijenhoek, R.C., E. Pfeiler & Wetherington. 1992. Balancing selection in a desert stream-dwelling fish, *Poeciliopsis monacha*. *Evolution*, 46(6): 1642-1657.
- Wiens, J.J. 1998. Combining data sets with different phylogenetic histories. *Systematic Biology*, 47(4): 568-581.
- Wiley, E.O. 1981. *Phylogenetics. The theory and practice of phylogenetic systematics*. J. Wiley & Sons, Nueva York. 439 p.
- Wiley, E.O., D. Siegel-Causey, D.R. Brooks & V.A. Funk. 1991. *The compleat cladist: a primer of phylogenetic procedures*. The University of Kansas, Museum of Natural History, Special Publication, No. 19, 158 p.
- Wischnath, L. 1993. *Atlas of livebearers of the world*. T.F.H. Publications, Inc. 336 p.
- Woolman, A.J. 1894. Report on a collection of fishes from the rivers of central and northern Mexico. *Bulletin of the United States Fisheries Commission*, 14: 55-66, Pl. 2.

## GLOSARIO

Ancestro – Un organismo, población, o especie del cual algunos otros organismos, poblaciones o especies han descendido por reproducción.

Apomorfia – Estado de carácter que se origina a partir de un estado plesiomórfico, como resultado de la transformación del carácter dentro del grupo.

Autapomorfia – Estado apomórfico o novedad evolutiva presente en un único taxón.

Carácter – Característica heredable en un organismo. Es cualquier atributo de índole morfológica, etológica, ecológica, biogeográfica, etc., observado en un organismo con diferentes manifestaciones o estados.

Clado – Un grupo monofilético, agrupación de taxa.

Cladograma – Es un resultado de un análisis cladístico, en el cual se describen las relaciones hipotéticas en la secuencia de un linaje con un ancestro común. = árbol filogenético.

Convergencia – Similitudes surgidas independientemente en dos o más organismos que no están cercanamente relacionados.

Estados de carácter – Formas alternativas que puede manifestar un carácter.

Filogenia – Relaciones evolutivas entre organismos. Un patrón de relaciones históricas.

Grupo interno – En un análisis cladístico, la serie de taxones bajo estudio.

Grupo hermano – Dos clados resultado de la separación de un linaje. Grupo o especie más estrechamente relacionado (genealógicamente) con un grupo en particular.

Grupo externo – Un grupo con relación cercana a los organismos cuyas relaciones están bajo estudio (grupo interno); el grupo externo puede dar indicaciones de polaridad de caracteres.

Hipótesis – Un concepto o idea que puede ser refutado por varios métodos científicos.

Homología – Similitud compartida por ancestría. Teóricamente sólo las entidades explícitas de evolución o desarrollo, tales como moléculas, órganos o tejidos, pueden ser homólogos. Dos estructuras son consideradas homólogas cuando son heredadas de un ancestro común que poseen esa estructura. Esto es difícil de determinar cuando la estructura ha sido modificada.

Homoplasia – Caracteres similares ocurrentes independientemente o que no se comparten por ancestría.

Linaje – Una línea continua de descendientes.

Índice de consistencia – El número mínimo posible de pasos en que un carácter puede estar representado sobre un árbol sobre un número real de pasos que el carácter se presenta en el árbol. (CI =  $m/s$ , donde  $m$  es el número mínimo de pasos – usualmente 1- y  $s$  es el número real de pasos representados en el árbol).

Índice de retención – Este índice cuantifica la homoplasia observada en un carácter en función de la homoplasia posible. Se calcula mediante la siguiente fórmula:  $ri = (g - s) / (g - m)$ , donde  $g$  = mayor cantidad posible de cambios que podría tener el carácter en el cladograma.  $m$  = cantidad mínima de cambios,  $s$  = número real de pasos.

Monofilético – Término aplicado a un grupo de organismos en los cuales se incluye el ancestro más reciente y todos los descendientes.

Parafilético – Grupo de organismos que incluye al ancestro pero no a todos los descendientes.

Parsimonia – Se aplica el criterio de parsimonia cada vez que se postula que un estado de un carácter presente en dos o más taxones se originó a través de un sólo cambio en un ancestro común (homología) en vez de postular que ese estado evolucionó independientemente en cada taxón (homoplasia).

Plesiomorfia – Un estado de carácter primitivo para los taxones en estudio.

Polaridad del carácter – Indica el orden y dirección en la evolución de una serie de transformación de caracteres.

Politomía – Si un nodo tiene un ancestro y más de dos descendientes inmediatos; puede representar dos situaciones: divergencia simultánea (que todos los descendientes

evolucionaron al mismo tiempo lo que se conoce como una politomía pesada) o incertidumbre sobre relaciones filogenéticas.

Sinapomorfia – Estados derivados compartidos por ancestría común. Similitudes derivadas en varios grupos como resultado de herencia a partir de un ancestro común reciente.

## TABLAS Y APÉNDICES

TABLA 3. Matriz de caracteres merísticos, morfológicos y osteológicos, utilizados en el análisis filogenético.

Caracteres 0 - 50

	0	10	20	30	40	50
<i>Gambusia hispaniolae</i>	010011112??	0?1110212?	??2??10400	130?111010	0203100301	
<i>Priapella intermedia</i>	030102010??	1?00100110	0020011400	????031000	0200100300	
<i>Heterandria bimaculata</i>	03011201100	1103202121	0020011400	????141110	0000100201	
<i>Poeciliopsis balsas</i>	01101110220	1110102010	2022110201	1100102101	1100111010	
<i>P. baenschii</i>	02000001100	0200212100	2020211204	1320100100	0001011010	
<i>P. catemaco</i>	11101010230	1110101111	0022110212	1100101201	1100111211	
<i>P. elongata</i>	01000010211	0010101101	0002110212	1101121211	1003111013	
<i>P. fasciata</i>	02012001210	1113112011	0020100201	1320101101	1000011110	
<i>P. gracilis</i>	02011010220	0110102111	0002101211	1200121202	1100010011	
<i>P. hnilickai</i>	12101000210	1111102111	0000101212	1101111202	1100011111	
<i>P. infans</i>	01001010231	0111300110	0020100212	1310101210	1102011011	
<i>P. latidens</i>	01101100210	1100212111	2021110211	1000121201	0013111212	
<i>P. lucida</i>	01001010210	1111202111	0020001211	1000111200	0110010210	
<i>P. lutzi</i>	11002100220	0010102101	0001100212	1200111201	1103011211	
<i>P. maldonadoi</i> (†)	????????????	????????????	????????????	????????????	????????????	
<i>P. monacha</i>	111020111?0	1?13202121	2021001001	1310003011	1002110010	
<i>P. occidentalis</i>	03101000200	1110202111	0020101313	1000120211	1103010210	
<i>P. paucimaculata</i>	11102011210	1112101101	0010101022	1033031121	0002110013	
<i>P. presidionis</i>	01012001000	1113202111	0021100015	0000112010	0003111110	
<i>P. prolifica</i>	02001001210	0110002121	0021111211	1000121212	0110111210	
<i>P. retropinna</i>	01102110230	1211100101	1010000222	1130031201	1003110013	
<i>P. scarlli</i>	01001110230	1010012111	0121100213	1300101200	1103111211	
<i>P. turneri</i>	11110000120	1110100110	0012101312	0033031010	2103211212	
<i>P. turrubarensis</i>	01002010231	0010002111	0122101212	1200122200	0003111211	
<i>P. viriosa</i>	10101000220	1113202011	0110010205	5310121222	0000110010	

Continua ...TABLA 3. Caracteres 51 - 100

	60	70	80	90	100
<i>Gambusia hispaniolae</i>	?001011113	1001124052	0402101000	0000112110	000202?000
<i>Priapella intermedia</i>	3300011001	0001113052	130010?011	0000011110	0002021200
<i>Heterandria bimaculata</i>	3301011012	1110003053	130020?010	0100010110	0002021010
<i>Poeciliopsis balsas</i>	0011000212	0010030112	000212?100	0130011000	1021000010
<i>P. baenschi</i>	2100010012	1110220132	0001210100	0110101011	1110011010
<i>P. catemaco</i>	0011001012	1011231101	0001111101	0110011110	1102102010
<i>P. elongata</i>	3000001001	1111024142	0003010102	1110110010	1112001110
<i>P. fasciata</i>	2211010012	1110030132	0002211100	0130011111	1111102010
<i>P. gracilis</i>	0111001011	0011111122	0001211101	0140110001	1112101010
<i>P. hnlickai</i>	0011001012	1011021121	0001111101	0111011010	1111121010
<i>P. infans</i>	0211011011	1111201120	0001010100	0130100011	1111001010
<i>P. latidens</i>	0011010212	1111221142	0001111101	0110011010	1110001010
<i>P. lucida</i>	0111211000	1111121122	0200211101	0110011110	1111001010
<i>P. lutzi</i>	0113100002	1011131122	0001011101	0141111010	1112121010
<i>P. maldonadoi</i> (†)	??????????	?1????????	??????????	?1????????	010202??10
<i>P. monacha</i>	1311010012	2111100130	1001011120	0110111110	1102001011
<i>P. occidentalis</i>	0011010213	1111110112	0000211101	0110101000	1001021110
<i>P. paucimaculata</i>	3310001012	0211234122	0112111101	1110100000	1110021010
<i>P. presidionis</i>	2110010002	1111120132	0001211100	0110011010	1110001010
<i>P. prolifica</i>	0110011210	1111122121	0302011101	0110011110	1111001010
<i>P. retropinna</i>	0000001012	0211234141	0113110101	1110000000	1111101010
<i>P. scarli</i>	2111001010	1111232120	0101111101	0110001110	1112001010
<i>P. turneri</i>	3301211010	1111031122	0021311110	0110011011	1011001010
<i>P. turrubarensis</i>	0111011110	0011001121	0001210101	0110010010	1111001010
<i>P. viriosa</i>	1210010013	0111120132	0000010100	0110111010	1001001011



Continua .... TABLA 3. Caracteres 101 - 139

	110	120	130	139
<i>Gambusia hispaniolae</i>	0000??1??	?012000?03	02000???00	0002011-0
<i>Priapella intermedia</i>	0000442100	1110101?01	02000???01	0332011210
<i>Heterandria bimaculata</i>	0000442102	1000101?01	12000???01	0111011120
<i>Poeciliopsis balsas</i>	1111101012	1122101020	0101113010	0130110040
<i>P. baenschii</i>	1111112011	1000101011	0020110111	1130111100
<i>P. catemaco</i>	1111222012	1122110101	0202111011	0131010021
<i>P. elongata</i>	0001122012	1111110102	0220100211	2001010010
<i>P. fasciata</i>	1111122002	1123001000	2222110110	2131011210
<i>P. gracilis</i>	1121222212	1121100100	0202111010	0131110001
<i>P. hnilickai</i>	1121301012	1111200200	0122111011	0131010021
<i>P. infans</i>	1121122010	1111000300	0210111010	0000011210
<i>P. latidens</i>	1111222212	0111201011	2100111010	2110010020
<i>P. lucida</i>	1121222004	11112010012	212111010	3000110020
<i>P. lutzi</i>	1121222200	1113101100	2102112011	0222110021
<i>P. maldonadoi</i> (†)	1121321?02	1?????????	???????????	???????????
<i>P. monacha</i>	1121012212	0122100200	2211110011	0331111220
<i>P. occidentalis</i>	1121212012	1011001001	0021110010	1221111210
<i>P. paucimaculata</i>	0001212212	1003200402	0202100211	1002111120
<i>P. presidionis</i>	1111230202	0113111000	0112110111	3001100010
<i>P. prolifica</i>	1121320002	0122201300	0221111010	0331010020
<i>P. retropinna</i>	0001222002	1121200102	0010100211	2001011220
<i>P. scarlli</i>	1121220002	1111000001	0202112010	0000010010
<i>P. turneri</i>	1121222000	1123100100	0202111010	1331010020
<i>P. turrubarensis</i>	1121122012	1123201301	0222111010	0001011220
<i>P. viriosa</i>	1121022011	1111111110	0212110010	1??1000040

**Apéndice A. Colecciones consultadas**

ASU - Arizona State University, Collection of fishes.

CIUASNH – Colección Ictiológica, Universidad de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán.

DICTUS/UdeS – Colección de Peces, Universidad de Sonora.

ENCB-IPN-P- Colección de Peces Mexicanos Dulceacuícolas, Instituto Politécnico Nacional.

IBUNAM - Colección Nacional de Peces, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

UAG - Colección de Peces, Universidad Autónoma de Guadalajara.

UANL – Colección de Peces, Universidad Autónoma de Nuevo León.

UCR – Colección de Peces, Universidad de Costa Rica.

**Apéndice B. Comparación de caracteres entre *Poeciliopsis gracilis* y *P. lutzi*.**

Los siguientes 43 caracteres osteológicos separan claramente *P. gracilis* de *P. lutzi* y apoyan la hipótesis de la validez de cada una de ellas. El paréntesis en la columna de carácter corresponde al número de la serie de transformación, y los paréntesis en las columnas de las especies, indican el estado de carácter.

Carácter	<i>P. gracilis</i>	<i>P. lutzi</i>
(0) Nasaes	$\frac{3}{4}$ en amplitud en frontal = grandes (0)	menos de la mitad del frontal = pequeños (1)
(1) Nasaes	semirectangulares (2)	en forma de gota (1)
(3) Borde superior de los frontales	inclinado (1)	horizontal (0)
(4) Bordes internos de los frontales	poco ondulados (1)	rectos (2)
(5) Parte posterior de los frontales	unidos ampliamente (0)	poco (1)
(6) Parietales	presentes (1)	ausentes (0)
(12) Longitud de proceso epiótico respecto a procesos supraoccipitales	menor (1)	mayor (0)
(19) Procesos ascendentes de paraesfenoides	medianamente desarrollados (1)	muy desarrollados (0)
(24) Desarrollo de pteroesfenoides	medianamente (2)	poco (0)
(27) Espacio libre entre los proóticos, pteróticos y exoccipitales ocupado por cartílago	presencia (1)	ausencia (0)
(30) Tipo de dientes externos en premaxila	pedunculados y distalmente aplanados con borde redondo	pedunculados y distalmente aplanados con borde redondo

	amplio (1)	angosto (2)
(36) Área del arco alveolar cubierta por dientes alveolares: 1/3 (1), 1/4 (2).	1/4 (2)	1/3 (1)
(40) Muesca posterior de brazo alveolar	moderada (2)	notable (1)
(44) Brazo distal de maxila	ligeramente más ancha en el centro (0)	centro-base (3)
(47) Extensiones lateroposteriores en el dentario	angostas (0)	anchas (1)
(48) Proceso medial del dentario	pequeño de base angosta (0)	apenas visible casi nulo (2)
(54) Retroarticular	triangular (1)	espiniforme (2)
(55) Coronomeckeliano	ovalado (0)	redondo (1)
(57) Extensión laminar ósea posterior en endopterigoides	presencia (1)	ausencia (0)
(59) Formación ósea pequeña casi fusionada al cuadrado, misma que puede ser el ectopterigoides reducido	presencia (1)	ausencia (0)
(60) Extensión laminar ósea entre brazo superior-anterior e inferior de hiomandíbula	un tercio (3)	cubre todo el largo entre ambos brazos (0)
(61) Borde anterior en opérculo	ligeramente cóncavo (0)	recto (1)
(66) Borde de subopérculo truncado	convexo (1)	ondulado sólo en la parte superior (3)
(75) Espacio libre entre ambos ceratohiales	nulo (2)	pequeño (0)
(84) Altura de la neurapófisis con respecto al proceso supraoccipital	no lo toca (0)	lo toca (1)
(87) Longitud de proceso supraoccipital	mayor al borde dorsal de la neurapófisis (0)	menor (1)
(89) Expansión de espina neural 3	completa (0)	incompleta (1)
(90) Inserción de gonapófisis I en la vértebra	14-15 (1)	14 (0)
(96) Dirección de parte distal en gonapófisis II	ventral (0)	inclinada (2)
(109) Base del gonactino V al VII con pequeñas extensiones laminares	presencia (1)	ausencia (0)
(110) Número de radiales (= baseosteos) en gonopodio	6-7 (0)	5(2)
(113) Brazo ventral del posttemporal	redondo (2)	delgado (1)
(114) Forma del supracleitro	triangular (1)	lagrima (3)

(117) Unión entre coracoides y escápula	bien definida (0)	no bien definida (1)
(121). Procesos mediales en basipterigios en machos	sobrepuestos y semifusionados (0)	fusionados (2)
(122) Procesos dorsolaterales de basipterigios en machos	amplios doblados hacia el centro del hueso (2)	reducidas (1)
(127) Estructura cartilaginosa en la parte distal del radio 3	uña libre (1)	uña pegada al último segmento (2)
(130) Prolongaciones óseas retrorsas en borde dorsal del centro pleural 2	ausencia (0)	presencia (1)
(132) Fusión de placas hipurales: formando elementos hipurales simétricos ventral-dorsal (0), fusionadas formando una sola placa continua (1)	fusionadas formando una sola placa continua (1)	
133) Longitud de fisura media horizontal en placa hipural	menos de 1/2 (3)	1/2 (2)
(134) Extensiones laminares anteriores en:	espina neural <sup>2</sup> , epural-espina hemal <sup>2</sup> , epural (1)	espina neural 2,3, epural-espina hemal <sup>2</sup> , 3, pariphural (2)
(139) Radios de la aleta caudal en relación con espinas neurales y hemales insertados en centros pleurales	4 (0)	4-5 (2)