

# Los bolines del pequeño mar: peces endémicos de la laguna Chicancanab, Quintana Roo, México<sup>φ</sup>

Roberto C. Barrientos-Medina

## Introducción

**E**n México, los ecosistemas acuáticos continentales y su biodiversidad asociada representan una parte importante del patrimonio natural en sistemas lóticos (aguas en movimiento, como ríos y arroyos) y lénticos (aguas encerradas, como lagos, cenotes, oasis y humedales). Éstos últimos no pueden prevalecer sin el aporte de agua, materia y energía (Aguilar 2010).

Debido al grado de vulnerabilidad ambiental, estos sistemas se han designado como ecorregiones hidrológicas prioritarias en México, es decir, zonas que requieren acciones urgentes para su conservación. Estas regiones incluyen los ríos Bravo, Conchos, San Juan, Pánuco, Coatzacoalcos, el sistema Grijalva-Usumacinta, la cuenca alta del río Verde, Cuatrociénegas, los llanos de El Salado, el lago de Chapala, el sureste de Veracruz, el lago de Catemaco y varios sistemas de la península de Yucatán (Lara-Lara *et al.* 2008).

En Quintana Roo, se encuentran varios cuerpos de agua dulce entre los que destacan los cenotes y las aguadas (de origen cárstico), el río Hondo y las lagunas interiores como Chichancanab y Cobá (Herrera Sansores 2011, Herrera Sansores y Heredia Escobedo 2011). En particular, Chichancanab (*pequeño mar*, en Maya) es una laguna conocida a nivel internacional ya que es el hogar de un grupo único de peces conocidos como bolines o cachorritos (Teleostei: Cyprionodontidae), de los cuales siete son especies endémicas (Álvarez del Villar 1949, Humphries y Miller 1981, Humphries 1984, Strecker 2002; 2005).

Estas especies de peces no son conocidas por el público en general. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es describir información relevante sobre las siete especies endémicas

<sup>φ</sup> Departamento de Ecología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, km 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil, Mérida, C. P. 97135, Yucatán, México. [rcarlos@correo.uady.mx](mailto:rcarlos@correo.uady.mx)  
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.5769>



de peces bolines (Cyprinodontidae) de la laguna Chichancanab, Quintana Roo, resaltando su importancia ecológica y la necesidad de su conservación biológica.

### Laguna Chichancanab (El pequeño mar)

También conocida como Chichankanab (Morales 2009, Aviléz Tax 2015), es uno de los cuerpos de agua cársticos (Fig. 1) en Quintana Roo (CONAGUA 2002), y sus poligonales se ubican entre 20°01'37" y 19°42'14" N y 88°51'25" y 88°34'40" Oeste. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura promedio anual de 26 a 28 °C y una precipitación total anual entre los 1100 y los 1200 mm. Los suelos son principalmente de tipo Vertisol, Luvisol y Rendzina (Arriaga *et al.* 2000).

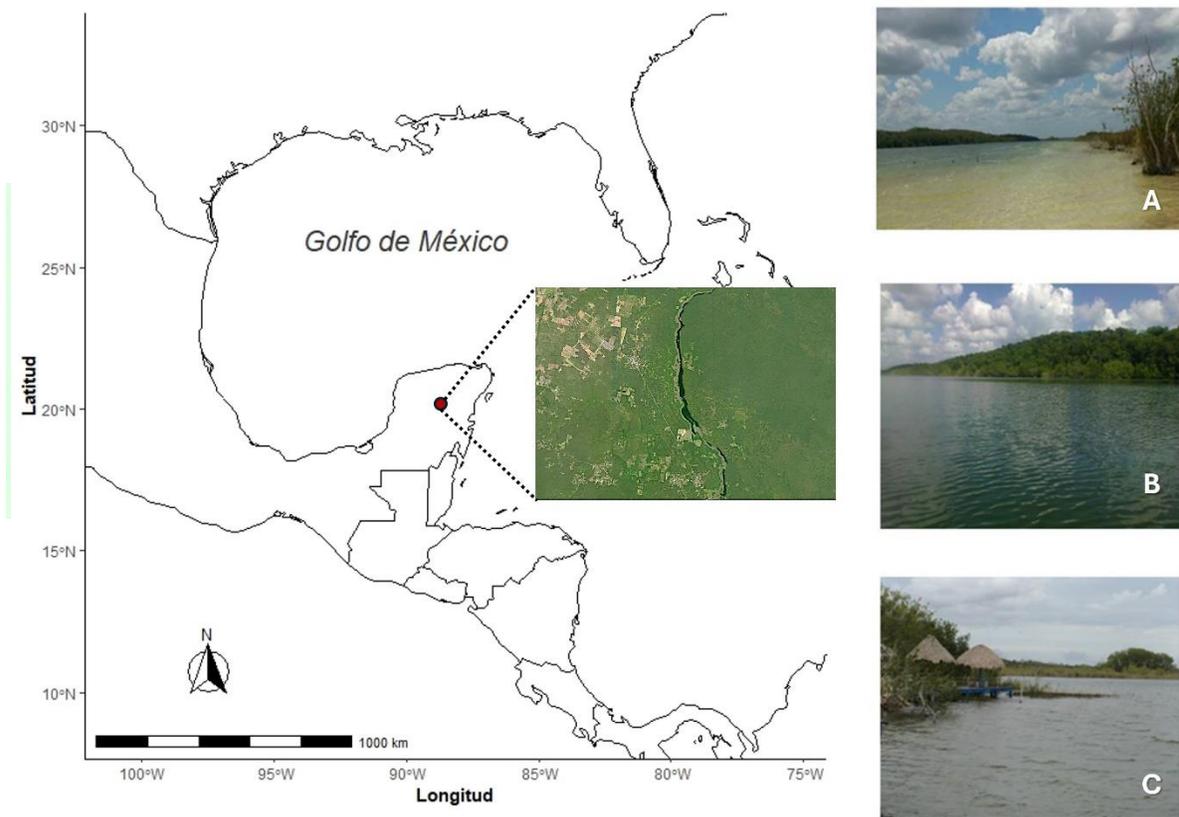


Figura 1. Ubicación geográfica de la laguna Chichancanab, Quintana Roo. A la derecha, paisajes de la laguna en distintas épocas del año: estiaje (A), lluvias (B) y nortes (C).

En términos geológicos, Chichancanab es una laguna joven con alrededor de 8,000 años (Covich 2010) y pequeña (20 km de largo por 600 m de amplitud). Al igual que otras lagunas ubicadas al este de Quintana Roo, sigue las líneas de una falla geológica. Se ha sugerido que fue una laguna costera en el Pleistoceno, o bien es el resultado de una combinación de una falla del Pleistoceno y la solución de depósitos de roca evaporada por agua de lluvia

(Villanueva Noh 1986). En cualquier caso, su origen es tectónico y de edad geológica entre el Cenozoico y el Mioceno con sustrato de rocas sedimentarias y rocas ígneas intrusivas y fisiográficamente maduras (Ortega 1984). Es una cuenca endorreica, es decir cerrada y que no está conectada con otros cuerpos de agua ni con el mar. Arriaga *et al.* (2000) mencionan que se ubica en regiones hidrológicas prioritarias de México donde los recursos hídricos principales son lénticos (laguna Chichancanab y laguna Esmeralda) y cuya salinidad promedio es de 2.4 ‰. Al contrario de otros cuerpos de agua, los sulfatos de calcio son dominantes (Perry *et al.* 2003). Con base en estas características, la laguna Chichancanab ha sido considerada como uno de los ecosistemas acuáticos salinos de México (Alcocer y Hammer 1998).

---

*“Chichancanab (pequeño mar, en Maya) es una laguna conocida a nivel internacional ya que es el hogar de un grupo único de peces conocidos como bolines o cachorritos”*

---

### Presentando a los bolines o cachorritos

Estos peces taxonómicamente se ubican en el orden Cyprinodontiformes, familia Cyprinodontidae, en el género *Cyprinodon*. En términos biológicos son “species flock” (Barlow 2008), esto quiere decir que son un grupo de especies emparentadas y provenientes de un ancestro común y que se originaron en un mismo lugar por medio de una diferenciación genética a lo largo del tiempo. Ejemplo a nivel mundial de “species flock” es la familia de peces Cichlidae que se encuentran en los Grandes Lagos del este de África (Salzburger y Meyer 2004) y Cyprinidae en el Lago Tana, Etiopía (de Graaf *et al.* 2010). *Cyprinodon artifrons* Hubbs, 1936 es común en las lagunas costeras y litorales de la península de Yucatán. Es probable que el ancestro del grupo haya colonizado Chichancanab en un momento de transgresión geológica cuando el mar avanzó sobre las tierras continentales (Miller *et al.* 2009) y después se quedara aislado en el cuerpo de agua cuando el mar se retiró (regresión). A continuación, el listado de peces bolines o cachorritos:

#### ***Cyprinodon beltrani* Álvarez, 1949**

El cachorrito lodero (Fig. 2) fue la primera especie de Chichancanab en ser descrita. Se le considera una especie basal del grupo y la más semejante en morfología a *Cyprinodon artifrons* (Strecker 2002, Echelle *et al.* 2005). Aunque el detritus forma parte importante de la dieta de todas estas especies en Chichancanab, *C. beltrani* es considerada generalista (Humphries y Miller 1981, Stevenson 1992).

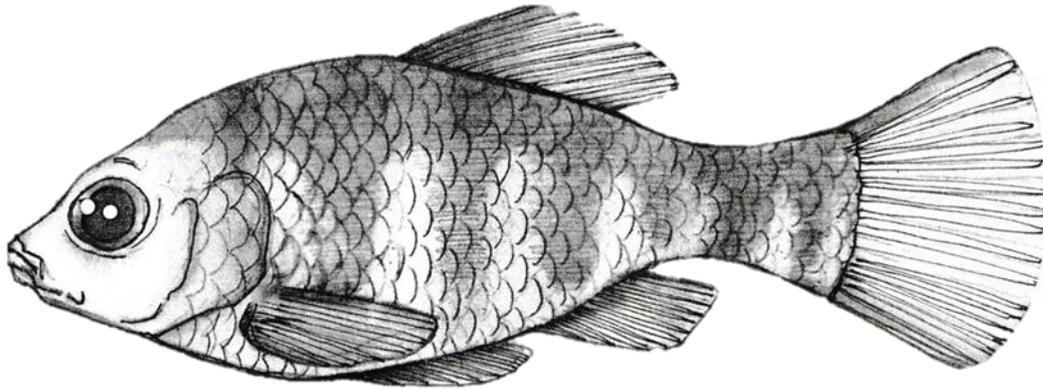


Figura 2. El cachorrillo lodero, *Cyprinodon beltrani* Álvarez, 1949. Ilustración de Elisa Vázquez Solís ©.

Vive sobre fondos blandos y en experimentos de laboratorio prefiere sustratos arenosos (Humphries y Miller 1981, Horstkotte y Plath 2008). Es la especie que menos ha sufrido en abundancia por la introducción de las mojarra africanas del género *Tilapia* y las sardinas del género *Astyanax* (Strecker 2006). De acuerdo con los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), *C. beltrani* se le considera vulnerable y con tendencia poblacional a la baja (Contreras MacBeath y Schmitter-Soto 2019a). En la NOM-059-SEMARNAT 2010 aparece como amenazada.

Bioagrocencias  
ISSN 2007 - 431 X

### ***Cyprinodon esconditus* Strecker, 2002**

Desde los primeros estudios de los bolines de Chichancanab (Humphries y Miller 1981; Humphries 1984) un grupo numeroso de bolines (solo superado por *C. beltrani*) no podían ser ubicados en alguna de las especies descritas. Aunque se han mencionado como hipótesis del origen la hibridación y la plasticidad morfológica (Strecker 2002), algunos peces se han discriminado como miembros de especies nuevas con ayuda de análisis morfológicos y herramientas moleculares. La primera especie en ser descrita y reconocida con estos métodos fue el cachorrillo escondido *C. esconditus* (Fig. 3), que posee ojos más pequeños, aletas dorsal y pélvica insertadas hacia adelante y su pedúnculo caudal más largo y menos profundo, en comparación con otras de las especies endémicas de la laguna (Strecker 2002).

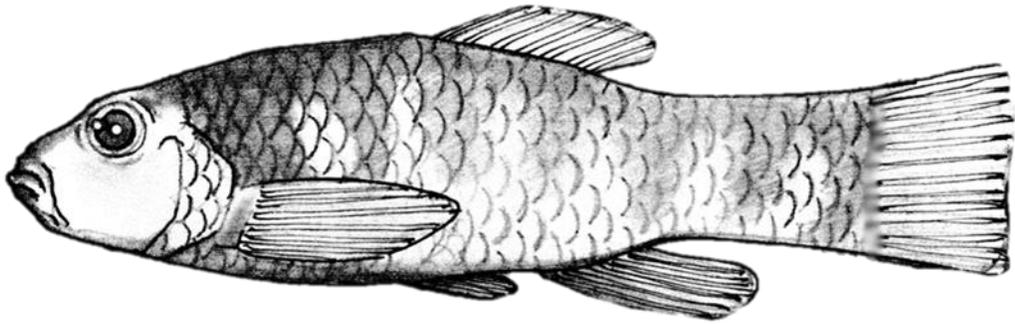


Figura 3. Cachorrito escondido, *Cyprinodon esconditus* Strecker, 2002. Ilustración de Elisa Vázquez Solís ©.

Se conoce muy poco de su biología. Los machos tienen aletas más largas que las hembras y aparentemente se distribuye en toda la laguna donde se alimenta de ostrácodos (moluscos microscópicos) y larvas de insectos (Strecker 2002, Horstkotte y Strecker 2005). La IUCN la considera vulnerable y con tendencia poblacional desconocida (Contreras MacBeath y Schmitter-Soto 2019b), mientras que en la legislación mexicana se encuentra catalogada como en peligro de extinción.

## Bioagrocencias

### ***Cyprinodon labiosus* Humphries & Miller, 1981**

El cachorrito cangrejero (Fig. 4), o bolín de labios gruesos (Schmitter-Soto 1998), aunque sus hábitos alimenticios son parecidos a los de los otros solo presentan una moderada similitud en los componentes de su dieta (Humphries y Miller 1981, Horstkotte y Strecker 2005). Se ha observado, en experimentos de laboratorio, una tendencia a preferir sustratos de grava (Horstkotte y Plath 2008). Tiene una boca orientada en posición superior y labios carnosos, y busca en el fondo a sus presas entre las que se encuentran larvas de insectos, anfípodos (*Hyalella azteca*), los ostrácodos y gasterópodos (Horstkotte y Strecker 2005, Horstkotte y Plath 2008).

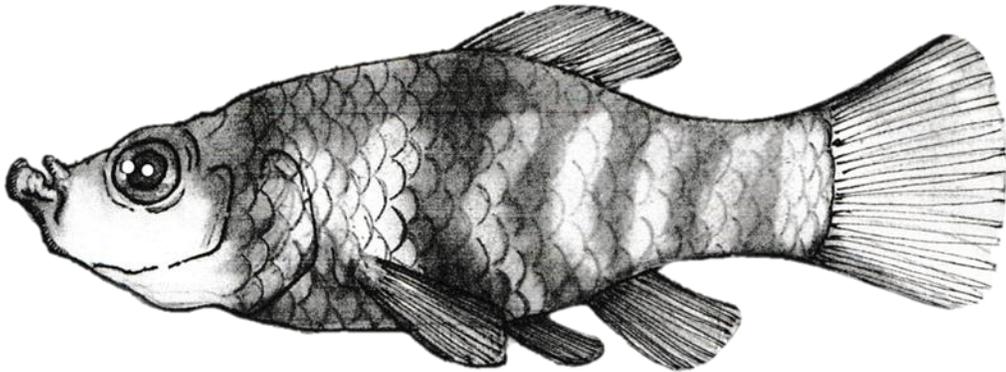


Figura 4. Cachorrillo cangrejero, *Cyprinodon labiosus* Humphries & Miller, 1981. Ilustración de Elisa Vázquez Solís ©.

LA UICN la considera vulnerable, aunque con tendencia poblacional estable (Contreras MacBeath y Schmitter-Soto 2019c) En la NOM-059-SEMARNAT aparece como en peligro de extinción.

### ***Cyprinodon maya* Humphries & Miller, 1981**

El cachorrillo gigante (Fig. 5) es el bolin con mayor tamaño corporal en Chichancanab, pues alcanza un tamaño máximo de 85 mm de la punta de la boca a la base de la cola (Humphries y Miller 1981).

ISSN 2007 - 431 X

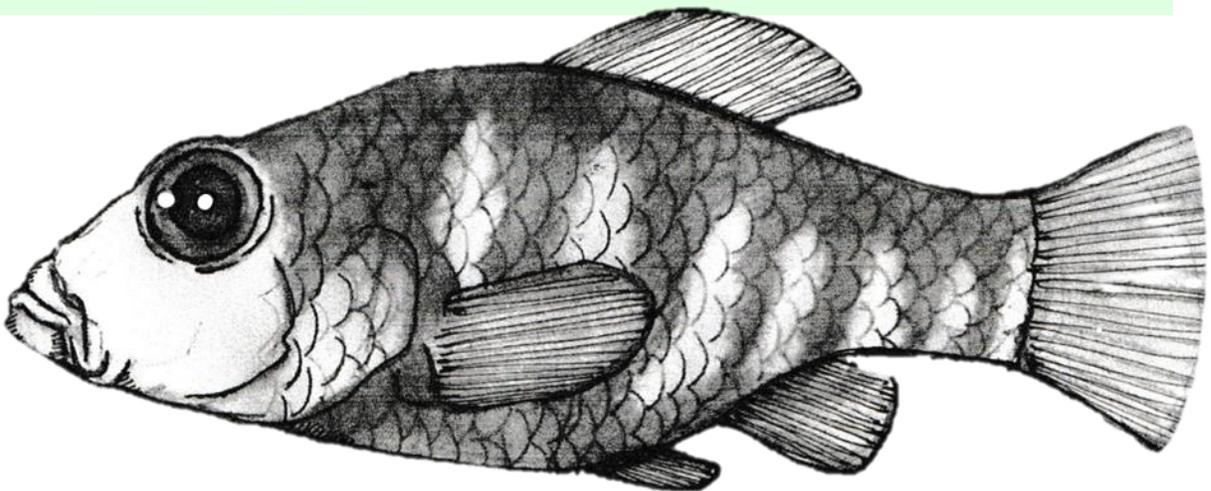


Figura 5. Cachorrillo gigante, *Cyprinodon maya* Humphries & Miller 1981. Ilustración de Elisa Vázquez Solís ©.

Junto con *C. verecundus*, presenta una mayor separación alimenticia con relación a las otras especies de bolines. Prefiere alimentarse de ostrácodos, gastrópodos y bivalvos (aunque también incluyen peces en su dieta, incluso de su mismo género) y sin tendencia por sustrato de acuerdo con experimentos de laboratorio (Humphries y Miller 1981, Horskotte y Strecker 2005; Horstkotte y Plath 2008). Es una especie vulnerable y de tendencia poblacional desconocida según UICN (Contreras MacBeath y Schmitter-Soto 2019d). En México, se le cataloga como en peligro de extinción.

### ***Cyprinodon simus* Humphries & Miller, 1981**

El cachorrillo boxeador se distingue de las otras especies por su mandíbula inferior orientada hacia arriba (Fig. 6). En principio, se reportó un comportamiento pelágico (a media agua) y gregario (agruparse), pues se observaron bancos de entre 50 y mil individuos que se desplazaban en cardúmenes o bancos en aguas abiertas lejos de la orilla o el fondo y se alimentaban de organismos diminutos y flotantes (plancton) (Humphries y Miller 1981).

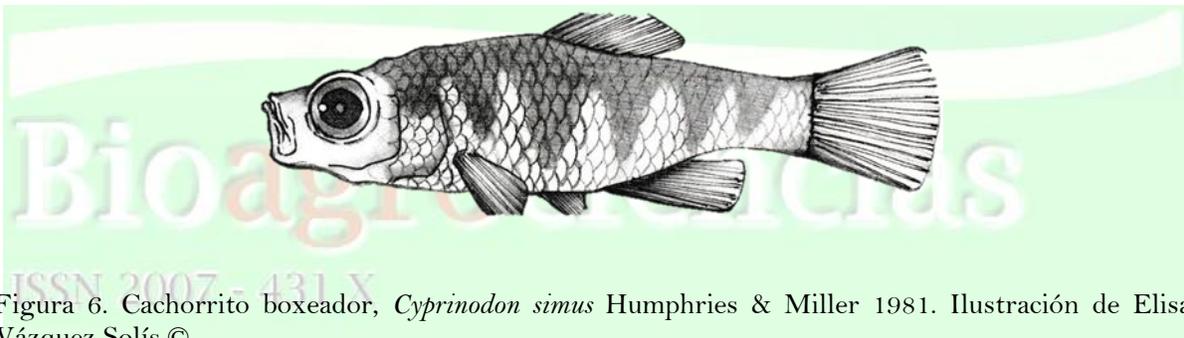
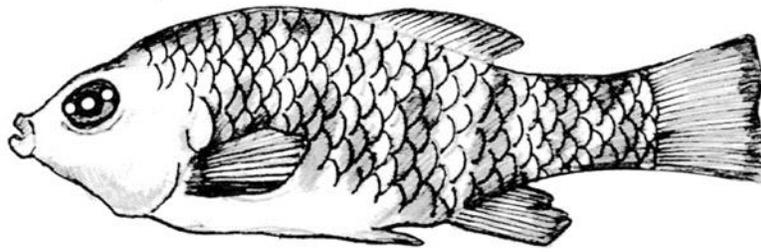


Figura 6. Cachorrillo boxeador, *Cyprinodon simus* Humphries & Miller 1981. Ilustración de Elisa Vázquez Solís ©.

Tiene una dieta más diversa o un cambio en los componentes alimenticios, hasta asemejarse a otras especies de bolines (Stevenson 1992, Horskotte y Strecker 2005). Es probablemente la especie más afectada por la presencia de peces no nativos de la cuenca, como las tilapias africanas, hasta el grado de estar extinta en la naturaleza (Strecker 2006). Actualmente, la UICN la considera casi amenazada y de tendencia poblacional desconocida (Contreras MacBeath y Schmitter-Soto 2019e). En la normativa mexicana aparece como en peligro de extinción.

### ***Cyprinodon suavius* Strecker, 2005**

El cachorrillo besucón (Fig. 7) es la más reciente de las especies en ser descrita taxonómicamente. Las condiciones de su descripción son semejantes a las de *C. esconditus*. Se distingue de las otras especies por tener labios más grandes, cabeza y mandíbula superior más cortas, un cuerpo más alto (elevado), menos escamas alrededor de la base de la cola y más radios en su aleta anal (Strecker 2005).



Su biología es casi desconocida. El dimorfismo sexual es semejante al descrito para *C. esconditus* (Strecker 2002 y 2005). Para la UICN es una especie vulnerable y tendencia poblacional desconocida (Contreras MacBeath y Schmitter-Soto 2019f). En la NOM-059-SEMARNAT aparece enlistada como en peligro de extinción.

### ***Cyprinodon verecundus* Humphries, 1984**

El cachorrillo de aleta dorsal larga (Fig. 8), junto con el escondido y el besucón, pasaron desapercibidos en la primera evaluación de la diversidad morfológica de los bolines en Chichancanab (Humphries y Miller 1981). Este cachorrillo se identificó utilizando métodos de análisis multivariado, lo que permitió reconocer que presenta aletas y ojos más grandes junto con un menor número de espinas en el primer arco de las branquias (Humphries 1984).

ISSN 2007 - 431 X

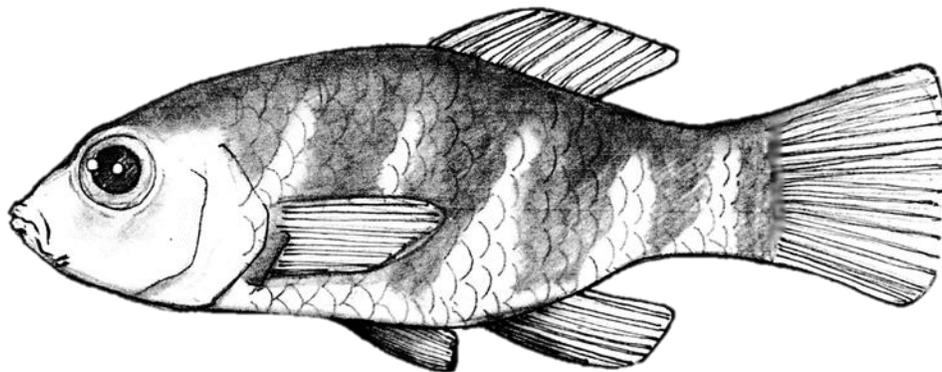


Figura 8. Cachorrillo de dorsal larga, *Cyprinodon verecundus* Humphries, 1984. Ilustración de Elisa Vázquez Solís ©.

Prefiere sustratos duros, los cuales revuelve con movimientos de las aletas, cabeza y boca para buscar su alimento que incluye bivalvos, larvas de insectos, anfípodos y ostrácodos (Humphries 1984, Horskotte y Strecker 2005). Enlistada como especie vulnerable por IUCN

y con tendencia poblacional estable (Contreras MacBeath y Schmitter-Soto, 2019g) o como especie en peligro de extinción (NOM-059-SEMARNAT).

---

*“...son “species flock”, esto quiere decir que son un grupo de especies emparentadas y provenientes de un ancestro común y que se originaron en un mismo lugar por medio de una diferenciación genética a lo largo del tiempo”*

---

### Conservación de Chichancanab y sus bolines

Las siete especies de bolines *Cyprinodon* ubican a la laguna Chichancanab en un punto de alto interés en términos de biodiversidad. El destino de estos peces está sin duda ligado al destino de Chichancanab (Schmitter-Soto 1998) y a sus propios atributos biológicos, entre los que figuran su rareza geográfica, numérica, de hábitat, su baja diversidad genética y su aislamiento reproductivo (Strecker *et al.* 1996, Strecker y Kodric-Brown 1999, 2000).

Las presiones ambientales mayores que enfrenta la laguna Chichancanab son de origen humano donde figuran la quema y sustitución de la vegetación natural por pastizales y otras tierras de cultivo, la contaminación tanto orgánica como por agroquímicos y la introducción de especies exóticas (Arriaga Cabrera *et al.* 2000, Schmitter-Soto 2019). A estas presiones ambientales se le suman las perturbaciones naturales, como huracanes tropicales (Strecker 2006).

Por el momento, en Chichancanab los peces los bolines y el guayacón del sureste (*Gambusia sexradiata* Hubbs 1936) han experimentado impactos de las mojarrafricanas o tilapias (*Oreochromis mossambicus*, *O. niloticus* y los híbridos de éstas) y la sardinita de agua dulce (*Astyanax bacalarensis*). En el caso de los bolines, los impactos ecológicos (Fuselier 2001, Strecker 2006) son la disminución en abundancia de especies con hábitos alimenticios específicos (*C. maya*, *C. simus*) mientras que la especie más generalista (*C. beltrani*) no ha sido afectada. En todas estas especies de bolines se ha registrado un marcado aumento en la carga parasitaria por gusanos planos (tremátodos), mientras que en el caso de los gusanos redondos (nemátodos) el aumento se aprecia particularmente para *C. maya* y *C. esconditus* (Strecker 2006). Ante estos hechos, es necesario realizar un monitoreo biológico de estas especies endémicas de bolines y evaluar los índices de integridad biológica para Chichancanab, así como documentar toda su biodiversidad. Fortaleciendo alianzas entre pobladores, científicos y tomadores de decisiones se podrán conservar tanto a los bolines como al peculiar ecosistema que los alberga.

*“Las siete especies de bolines *Cyprinodon* ubican a la laguna Chichankanab en un punto de alto interés en términos de biodiversidad”.*

## Agradecimientos

A la bióloga Elisa Vázquez Solís, por realizar las ilustraciones.

## Referencias

- Aguilar V. 2010. La biodiversidad en los ecosistemas acuáticos. En: Toledo, VM. (Coordinador). La biodiversidad de México: Inventarios, manejos, usos, informática, conservación e importancia cultural. Biblioteca Mexicana. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Fondo de Cultura Económica. México, D.F. pp: 37 – 60.
- Alcocer J y Hammer UT. 1998. Saline lake ecosystems of Mexico. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 1: 291-315.
- Álvarez del Villar J. 1949. Una nueva especie de peces cyprinodontiformes de la laguna Chichankanab, Quintana Roo. *Revista Mexicana de Historia Natural* 10(1-4): 235 – 240.
- Arriaga Cabrera L, Aguilar Sierra V y Alcocer Durand J. 2000. Aguas continentales y diversidad biológica de México. CONABIO. México, DF. 327 pp.
- Aviléz Tax GA. 2015. Paisajes rurales de los hombres de las fronteras: Peto (1840-1940). Tesis de Doctorado en Historia. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. 652 pp.
- Barlow G. 2008. The cichlid fishes: nature's grand experiment in evolution. Basic Books. Cambridge. 335 pp.
- CONAGUA. 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero península de Yucatán. Estado de Yucatán. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica. Diario Oficial de la Federación. México.
- Contreras MacBeath T y Schmitter-Soto J. 2019a. *Cyprinodon beltrani*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T6146A3104812. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T6146A3104812.en>. Downloaded on 16 September 2021.
- Contreras MacBeath T y Schmitter-Soto J. 2019b. *Cyprinodon esconditus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T191304A1975345. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T191304A1975345.en>. Downloaded on 16 September 2021.
- Contreras MacBeath T y Schmitter-Soto J. 2019c. *Cyprinodon labiosus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T6154A3104905. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T6154A3104905.en>. Downloaded on 16 September 2021.
- Contreras MacBeath T y Schmitter-Soto J. 2019d. *Cyprinodon maya*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T6158A3105157.

- <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T6158A3105157.en>.  
Downloaded on 16 September 2021.
- Contreras MacBeath T y Schmitter-Soto J. 2019e. *Cyprinodon simus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T6167A3107162.  
<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T6167A3107162.en>.  
Downloaded on 16 September 2021.
- Contreras MacBeath T y Schmitter-Soto J. 2019f. *Cyprinodon suavius*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T191307A1975366.  
<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T191307A1975366.en>.  
Downloaded on 16 September 2021.
- Contreras MacBeath, T y Schmitter-Soto J. 2019g. *Cyprinodon verecundus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T6170A3107217.  
<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T6170A3107217.en>.  
Downloaded on 16 September 2021.
- Covich AP. 2010. Winning the biodiversity arms race among freshwater gastropods: competition and coexistence through shell variability and predator avoidance. *Hydrobiologia* 653: 191 – 215.
- de Graaf M, Megens HJ, Samallo J y Sibbing F. 2010. Preliminary insight into the age and origin of the Labeobarbus fish species flock from Lake Tana (Ethiopia) using the mtDNA cytochrome b gene. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 54(2): 336-343.
- Echelle AA., Carson EW, Echelle AF, Van Den Bussche RA, Dowling TE y Meyer A. 2005. Historical Biogeography of the New-World Pupfish Genus *Cyprinodon* (Teleostei: Cyprinodontidae). *Copeia* 2005: 320 – 339.
- Fuselier L. 2001. Impacts of *Oreochromis mossambicus* (Perciformes: Cichlidae) upon habitat segregation among cyprinodontids (Cyprinodontiformes) of a species flock in Mexico. *Revista de Biología Tropical* 49(2): 647-656.
- Herrera Sansores JC. 2011. Recursos hídricos: hidrología subterránea. En: Pozo C, Canto NA y S. Calmé (Eds.). *Riqueza biológica de Quintana Roo, un análisis para su conservación. Tomo 1. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, DF. pp. 34 – 41.*
- Herrera Sansores JC y Heredia Escobedo JD. 2011. Recursos hídricos: hidrología superficial. En: Pozo C, Canto NA y S. Calmé (Eds.). *Riqueza biológica de Quintana Roo, un análisis para su conservación. Tomo 1. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, DF. pp. 42 – 49.*
- Horstkotte, J y Plath M. 2008. Divergent evolution of feeding substrate preferences in a phylogenetically young species flock of pupfish (*Cyprinodon* spp.). *Naturwissenschaften* 95: 1175-1180.
- Horstkotte J y Strecker U. 2005. Trophic differentiation in the phylogenetically young *Cyprinodon* species flock (Cyprinodontidae, Teleostei) from Laguna Chichancanab (Mexico). *Biological Journal of the Linnean Society* 85: 125-134.
- Humphries JM. 1984. *Cyprinodon verecundus*, n. sp., a fifth species of pupfish from Laguna Chichancanab. *Copeia* 1984: 58-68.
- Humphries JM y Miller RR. 1981. A remarkable species flock of pupfishes, genus *Cyprinodon*, from Yucatán, Mexico. *Copeia* 1981: 52-64.

- Lara-Lara JR, Arreola Lizárraga JA, Calderón Aguilera LE, Camacho Ibar VF, de la Lanza Espino G., Escofet Giansone A, Espejel Carbajal MI, Guzmán Arroyo M, Ladah LB, López Hernández M, Meling López ME, Moreno-Casasola Barceló P, Reyes Bonilla H, Ríos Jara E y Zertuche González JA. 2008. Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales. En: Soberón J, Halffter G y Llorente-Bousquets J (Compiladores). Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México, D.F. pp. 109-134.
- Miller RR, Minckley WL y Norris SM. 2009. Peces dulceacuícolas de México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sociedad Ictiológica Mexicana, El Colegio de la Frontera Sur, Consejo de los Peces del Desierto. México, DF. 559 pp.
- Morales JJ. 2009. La península que emergió del mar. Biblioteca básica de Yucatán, Gobierno del Estado. Mérida. 152 pp.
- Ortega MM. 1984. Catálogo de algas continentales recientes de México. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF. 566 p.
- Perry G, Velázquez-Oliman G y Socki RA. 2003. Hydrogeology of the Yucatan Peninsula. En: Fedick S, Allen M, Jiménez-Osornio J y Gómez – Pompa A. The Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human-Wildland Interface. CRC Press. Nueva York. pp: 115 – 138.
- Salzburger W y Meyer A. 2004. The species flocks of East African cichlid fishes: recent advances in molecular phylogenetics and population genetics. *Naturwissenschaften* 91: 277-290.
- Schmitter-Soto JJ. 1998. Catálogo de los peces continentales de Quintana Roo. Guías Científicas ECOSUR. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas. 239 pp.
- Schmitter-Soto J. 2019. *Astyanax bacalarensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T132569524A132572607. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T132569524A132572607.en>. Downloaded on 16 September 2021.
- Schmitter-Soto JJ y Caro CI. 1997. Distribution of tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Perciformes: Cichlidae), and water body characteristics in Quintana Roo, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 45: 1257-1261.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010. Segunda Sección. México.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010. Segunda Sección. México.
- Stevenson MM. 1992. Food habits within the Laguna Chichancanab *Cyprinodon* (Pisces: Cyprinodontidae) species flock. *Southwestern Naturalist* 37: 337-343.
- Strecker U. 2002. *Cyprinodon esconditus*, a new pupfish from Laguna Chichancanab, Yucatan, Mexico (Cyprinodontidae). *Cybiurn* 26: 301-307.
- Strecker U. 2005. Description of a new species from Laguna Chichancanab, Yucatan, Mexico: *Cyprinodon suaviurn* (Pisces: Cyprinodontidae). *Hydrobiologia* 541: 107 – 115.

- Strecker U. 2006. The impact of invasive fish on an endemic *Cyprinodon* species flock (Teleostei) from Laguna Chichancanab, Yucatan, Mexico. *Ecology of Freshwater Fish* 15: 408–418.
- Strecker U, Meyer CG, Sturmbauer C y Wilkens H. 1996. Genetic divergence and speciation in an extremely young species flock in Mexico formed by the genus *Cyprinodon* (Cyprinodontidae, Teleostei). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 6: 143–149.
- Strecker U y Kodric-Brown A. 1999. Mate recognition systems in a species flock of Mexican pupfish. *Journal of Evolutionary Biology* 12: 927–935.
- Strecker U y Kodric-Brown A. 2000. Mating preferences in a species flock of Mexican pupfishes (*Cyprinodon*, Teleostei). *Biological Journal of the Linnean Society* 71: 677–687.
- Villanueva Noh JG. 1986. Fauna bentónica de la laguna Chichancanab, Dziuché, Q. Roo. Tesis Profesional. Escuela de Química, Universidad Autónoma de Yucatán. 32 pp.

Barrientos-Medina RC. 2024. Los bolines del pequeño mar: peces endémicos de la laguna Chicancanab, Quintana Roo, México. *Bioagrociencias* 17 (2): 46 - 58.  
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.5769>

Bioagrociencias

ISSN 2007 - 431 X