

El Colegio de la Frontera Sur

**Estado taxonómico de la mojarra rayada “*Cichlasoma*”
urophthalmus Günther, 1862 (Teleostei: Cichlidae)**

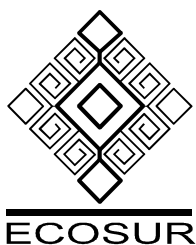
TESIS

presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

por

Biól. Roberto Carlos Barrientos Medina

2005



El Colegio de la Frontera Sur

_____, ____ de _____ de 20 ____.

Los abajo firmantes, miembros del jurado examinador del alumno _____
Roberto Carlos Barrientos Medina

hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada _____
Estado taxonómico de la mojarra rayada “Cichlasoma” urophthalmus (Günther, 1862)

para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y
Desarrollo Rural

	Nombre	Firma
Tutor	<u>Dr. Juan Jacobo Schmitter Soto (Director)</u>	_____
Asesor	<u>Dra. Martha Elena Valdéz Moreno</u>	_____
Asesor	<u>M. en C. Lizbeth del S. Chumba Segura</u>	_____
Asesor	<u>Dr. Jorge Augusto Navarro Alberto</u>	_____
Sinodal adicional	<u>Dr. Eduardo Suárez Morales</u>	_____
Sinodal suplente	<u>M. en C. Rebeca Gasca</u>	_____

DEDICATORIA

A Janet del Carmen Moguel Caballero, esposa, amiga y compañera: gracias por todo tu apoyo, amor y paciencia... este trabajo es tan tuyo como mío, pues has sido inspiración, motivación y aliciente. ¡ *Gracias, Amaranto!*

A Carlos Rubén Barrientos Pérez (†), Alicia Medina, Santiago Calam Argáez (†) y Adolfina Canto Vázquez: gracias por la vida, el cariño, la paciencia, la guía y la comprensión... ¡ *Mil gracias por ser mis padres!*

A mis hermanas (Elsa Maricela, Guadalupe Dinarzalia y Laura Olivia) y a mis sobrinos (José, Rubén, Daniel, Jorge, Ángel, Carlos Georgina y Beatriz), por ser y estar...

A la familia Moguel Caballero, quienes me han recibido como un miembro más y me han brindado todo su apoyo, pero sobre todo cariño... en especial a Lorena, por su ayuda y colaboración. También a la familia Jiménez Moguel (Gaby, Geiden, Marifer y Paola) por las palabras de aliento.

A todos aquellos que, a pesar de los contratiempos, obstáculos y caídas, son capaces de continuar la marcha y alcanzar sus metas...

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Juan Jacobo Schmitter Soto, tutor de mis estudios de maestría y director de esta tesis, por su confianza y apoyo total para la realización del presente trabajo... pero sobre todo, por compartir conmigo la aventura de estudiar a las mojarras de agua dulce.

A los miembros de mi comité tutorial: M. en C. Lizbeth Chumba Segura, Dra. Martha Elena Valdéz Moreno y Dr. Jorge Augusto Navarro Alberto, por su preocupación e interés en el presente trabajo. Sus comentarios permitieron enriquecer sustancialmente las primeras versiones del mismo.

Al Dr. Eduardo Suárez Morales y a la M. en C. Rebeca Gasca Serrano, por haber aceptado revisar el manuscrito a pesar de la premura y enriquecerlo con sus valiosos comentarios y observaciones.

Al Ing. Roberto Herrera Pavón, por su invaluable ayuda en las labores de campo y por compartir conmigo un poco de su conocimiento ictiológico.

A mis amigas y compañeras de laboratorio (y de penas): M. en C. Silvia Avilés Torres, M. en C. Ninel García Téllez y Biól. Erica Pimentel Cadena. Gracias por su amistad y compañía, pero ante todo, gracias por darme la oportunidad de colaborar y aprender con ustedes.

A todos mis compañeros de generación, en especial a José Adán caballero Vázquez, José Rogelio Cedeño Vázquez, Tania Garfias Espejo y Edgar Tovar Juárez... ¡Gracias, amigos y colegas, por los momentos compartidos!

A Lizbeth Chumba Segura, Víctor M. Cobos Gasca, Silvia J. López Adrián y Jorge A. Navarro Alberto, por todo el apoyo brindado para finalizar el presente trabajo.

A quienes hicieron un espacio en sus actividades cotidianas para ayudarme cuando fue necesario: José Gómez, Adriana González, Magdalena Hernández, Gaby Zacarías y Adriana Zavala (ECOSUR); Gloria Cetz, Candita Euán, Rosario Interina, Reyna May y Angélica Montalvo.

A El Colegio de la Frontera Sur (Programa de Apoyo a las Tesis de Maestría, línea de Necton) y a la Universidad Autónoma de Yucatán (Programa de Impulso y Orientación a la Investigación, proyecto FMVZ-02-014), por apoyar distintas etapas de este trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por la beca crédito otorgada (no. 162829).

ÍNDICE

CAPÍTULO	PÁGINA
Resumen	ii
Abstract	iii
introducción	1
Revisión taxonómica de la mojarra rayada " <i>Cichlasoma</i> " <i>urophthalmus</i> (Günther, 1862)	7
Empirical management of an endemic cichlid fish, " <i>Cichlasoma</i> " <i>cienagae</i> Hubbs, 1936	84
Diversidad de mojarras (Teleostei: Cichlidae) en el suroeste de Campeche, México	98
Errata	113
The Mayan cichlid, " <i>Cichlasoma</i> " <i>urophthalmus</i> : an overview	114
Discusión General	120
Literatura Citada	126

RESUMEN¹

La mojarra rayada, "*Cichlasoma*" *urophthalmus*, es una de las especies más conspicuas de la ictiofauna de la Península de Yucatán. En virtud de su amplia distribución y alta abundancia es objeto de una pesquería artesanal de suma importancia para los habitantes de la región. Debido a la variación geográfica que la especie presenta en sus rasgos morfológicos, se han descrito 12 subespecies y se han identificado poblaciones con combinaciones de caracteres únicas. Dada la importancia ecológica y económica de la especie, es importante definir con claridad su estado taxonómico, para lo cual se realizó un análisis fenético en el que se examinaron un total de 204 individuos provenientes de 41 localidades ubicadas a lo largo de la distribución de la especie (de Honduras a Veracruz), con énfasis en la península de Yucatán (considerada en su sentido fisiográfico amplio). Las subespecies nominales estudiadas se encuentran bien diferenciadas de "*C.*" *urophthalmus* sensu stricto y existen poblaciones morfológicamente diferenciadas y diagnosticables por lo que, bajo el concepto filogenético de especie, se puede afirmar que la mojarra rayada es en realidad un complejo de 18 especies, la mayoría endémicas de la península de Yucatán. Se describen ocho especies nuevas y se limita el ámbito de "*C.*" *urophthalmus* s. str. al lago Petén Itzá y zonas circunvecinas, siendo reemplazada en la Península de Yucatán (y en México) por especies morfológicamente similares, endémicas y de distribución más restringida. Se discuten las implicaciones de los resultados en el conocimiento de los patrones de colonización y especiación de la ictiofauna de la península de Yucatán, así como en el manejo y conservación de los diferentes miembros de este complejo taxonómico.

Palabras clave: Mojarra rayada, cíclidos, taxonomía, Península de Yucatán.

¹Versión corregida del resumen de la ponencia "La mojarra rayada, *Cichlasoma urophthalmus*: ¿especie politípica o complejo de especies?", presentada en el IX Congreso Nacional de Ictiología (2004), Villahermosa, Tabasco.

ABSTRACT

The Mayan cichlid, "*Cichlasoma*" *urophthalmus*, is one of the most conspicuous freshwater fishes in Yucatan Peninsula. Due to its wide distribution and high local abundance is subject to a small-scale fishery of great importance for the people who inhabit this part of Mexico. The species presents a remarkable geographic variation in its morphological traits: twelve subspecies have been described and some populations with unique combinations of characters have been identified. In view of the ecologic and economic importance of the species, a study to clarify its taxonomic status was performed, through the phenetic analysis of 204 individuals belonging to 41 localities along the range of the species (from Honduras to Veracruz), with emphasis on Yucatan Peninsula (in its wide physiographic sense). Nominal subspecies included in this study are well differentiated from "*C.*" *urophthalmus* sensu stricto and there are populations with morphologically diagnostic characters. Therefore, under the phylogenetic species concept, the Mayan cichlid is actually a taxonomic complex of 18 species, most of them endemic to the Yucatan Peninsula. Eight new species are described and the range of "*C.*" *urophthalmus* s. str. is limited to the lake Petén Itzá and contiguous zones, being substituted in Yucatan Peninsula (and Mexico) by morphologically similar species, endemic and restricted in their distribution. The implications of the results for the knowledge of colonization and speciation patterns of the fish fauna of Yucatan Peninsula, as well as the management and conservation of the different members of this taxonomic complex are discussed.

Keywords: Mayan cichlid, cichlids, taxonomy, Yucatan Peninsula.

INTRODUCCIÓN

La mojarra rayada, "*Cichlasoma*" *urophthalmus* Günther, es una especie dulceacuícola importante para los habitantes del sureste de México, pues representa una fuente de proteína debido a su abundancia y sabor (Gamboa-Pérez, 1992). Se distribuye desde la cuenca del río Coatzacoalcos en México hasta la porción sur de Nicaragua (Espinosa *et al.* 1993) y ha sido introducida en los sistemas dulceacuícolas de la región sur de Florida (Loftus y Kushlan, 1987). Su característica morfológica más evidente es la presencia de siete bandas de color azul oscuro o verdoso, con una mancha caudal ocelada del mismo color (Álvarez del Villar, 1970; Reséndez, 1981).

La especie ha sido objeto de estudios taxonómicos debido a la alta variabilidad que presenta en sus características morfométricas, merísticas y de coloración. El estudio más completo era hasta ahora el realizado por Hubbs (1935, 1936, 1938), quien la consideró una especie politípica, describiendo un total de 12 subespecies: "*C.*" *urophthalmus urophthamus* (Lago Petén, Guatemala), "*C.*" *u. trispilum* (Río San Pedro, Guatemala), "*C.*" *u. troschelii* y "*C.*" *u. stenozonum* ("Centroamérica"), "*C.*" *u. alborum* (Río Usumacinta, Tabasco), "*C.*" *u. aguadae* (La Tuxpeña, Campeche), "*C.*" *u. cienagae* (Progreso, Yucatán), "*C.*" *u. amarum* (Isla Mujeres, Quintana Roo), "*C.*" *u. conchitae* (cenote Conchita en Mérida, Yucatán), "*C.*" *u. zebra* (Dzibilchaltún, Yucatán), "*C.*" *u. mayorum* (Chichén Itzá, Yucatán) y "*C.*" *u. erycimba* (cenote o cueva Sambulá en Mérida, Yucatán).

Al comparar las características morfológicas de dos de las subespecies descritas por Hubbs ("*C.*" *u. mayorum* y "*C.*" *u. zebra*), Alfaro-Bates (1989) llegó a la conclusión de que la variación entre ellas era producto de las condiciones particulares de cada cuerpo de agua, por lo que le asignó un valor ecofenotípico. En una revisión reciente sobre el tema, Barrientos-Medina (1999) al estudiar la variación morfométrica entre seis de las subespecies nominales en el norte de la Península de Yucatán ("*C.*" *u. amarum*, "*C.*" *u. cienagae*, "*C.*" *u. conchitae*, "*C.*" *u. zebra*, "*C.*" *u. mayorum* y "*C.*" *u. ericymba*), concluyó que al menos una de estas formas ("*C.*" *u. amarum*), debido a su diferenciación morfológica y

a su aislamiento (geográfico e histórico), podía considerarse una especie evolutiva válida (sensu Wiley, 1978).

Sin embargo, la situación taxonómica de estas formas dista de estar resuelta; se ha sugerido un cambio de estado para la mayoría de ellas, las cuales han sido reconocidas provisionalmente como especies válidas (Kullander, 2003), con excepción de "*C. u. trispilum*", sin que la decisión se sustente en una revisión sistemática formal. La situación se complica si tenemos en cuenta que para al menos una de estas formas ("*C. u. troschelii*") las series tipo no aparecen (Eschmeyer, 2004). Toda esta confusión influye de manera notable en el estado de conservación de la especie y en su manejo.

La mojarra rayada se encontraba dentro de la Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-059), a pesar de ser frecuente y abundante en gran parte de su ámbito, debido a que algunas de sus subespecies nominales (ej. "*C. u. erycimba*") se consideraron en peligro de extinción por su baja densidad poblacional y distribución limitada (Williams *et al.*, 1989). La falta de precisión en la identidad taxonómica del recurso puede llevar a la toma de decisiones equivocadas en cuanto a sus planes de explotación y manejo, y este panorama se agrava si tenemos en cuenta que la especie se encuentra sujeta a una pesquería artesanal (Gamboa-Pérez, 1992).

El estudio se enmarca dentro de la problemática que envuelve a las formas que habitan en la Península de Yucatán que, al igual que muchas de las especies centroamericanas, quedaron sin designación genérica formal al restringirse el género *Cichlasoma* a Sudamérica (Kullander, 1983). Actualmente la tendencia ha sido reconocer como géneros válidos a algunas de las secciones informales propuestas por Regan (1905), como *Archocentrus*, *Herichthys*, y *Thorichthys*, a la vez que se descarta el uso de otras (por ejemplo *Parapetenia*) por considerarlas como grupos de origen polifilético (Miller y Norris, 1996; Miller *et al.* 2005).

Esta revaloración, sustentada parcialmente por estudios de orden molecular (Roe *et al.*, 1997; Martín y Bermingham, 1998; Hulsey *et al.* 2004) ha llevado a la resurrección de géneros, como *Astatheros* y *Parachromis* (Bussing, 1998) o bien a la erección de algunos nuevos, como *Paratheraps* (Werner y Stawikowski, 1987) o *Cryptoheros* (Allgayer, 2001). Las formas no asignadas a los géneros arriba mencionados, como "*C.* *salvini*" y "*C.* *urophthamus*", continúan sin designación genérica formal y a la espera de futuros estudios que permitan determinar su correcta posición taxonómica.

En particular, "*C.* *urophthamus*" ha sido incluida, en distintas épocas, en los géneros *Heros* (descripción original), *Parapetenia*, *Nandopsis* y *Herichthys* (Burgess y Walls, 1993; Shingler, 1997). Todos ellos se consideran actualmente válidos, con excepción de *Parapetenia*; como menciona Kullander (1983), tanto *Parapetenia* como *Nandopsis* tienen la misma especie tipo y el último tiene prioridad cronológica. *Heros* ha sido restringido a *Heros severum* y especies afines, *Nandopsis* es un linaje exclusivamente antillano y *Herichthys* es aplicable sólo a las formas que habitan el norte de México, como *H. cyanoguttatus* (Kullander, 1996; Hulsey *et al.*, 2004). Esto explica la posición genérica incierta de la mojarra rayada; sin embargo, la validez de la especie no está en discusión, pues sus características más conspicuas (como el patrón de bandeo y la mancha caudal) permiten diferenciarla claramente de especies como "*C.* *salvini*", también de situación genérica incierta.

Para finalizar este apartado, es necesario reconocer en el problema de la delimitación de las especies dos aspectos: las especies como entidades reales y unidades básicas (en taxonomía y evolución) y el concepto de especie, que es el marco de referencia que utilizan los taxónomos para diferenciar entre estas entidades. El concepto biológico de especie, en el cual el aislamiento reproductivo es la barrera que permite discriminar entre grupos (especies), ha sido el más utilizado; sin embargo, resulta prácticamente inaplicable cuando se estudian poblaciones alopátricas y por la falta de información con respecto a las potencialidades reproductivas de las diferentes poblaciones que pueden

llegar a conformar una especie (Templeton, 1981; Cracraft, 1989).

El concepto evolutivo, entre otros, ha sido propuesto como una alternativa viable pues permite salvar el inconveniente del aislamiento reproductivo estricto e incluir grupos de reproducción no sexual. Sin embargo, presenta problemas de operatividad: no resulta sencillo determinar con claridad lo que representan papeles y tendencias evolutivas propias (Crisci, 1994). Una operativización del concepto implica reconocer como especies evolutivas a aquéllas que presenten autapomorfias (Rosen, 1979) o lo que en la práctica suele ser lo mismo, que sean diagnosticables (Cracraft, 1989).

En cuanto a las subespecies, consideradas como entidades geográficas diferenciables dentro de un "continuo" que es la especie, únicamente tienen validez dentro de una aplicación muy estricta del concepto biológico (Cracraft, 1989). Sin embargo, una postura de este tipo puede llevar a subestimar la biodiversidad al no considerar especies que pudieran ser válidas bajo otro enfoque menos estricto y limitado.

OBJETIVO E HIPÓTESIS

El objetivo del presente trabajo es evaluar la situación taxonómica de las formas de la mojarra rayada que habitan a lo largo de su ámbito, con énfasis en la Península de Yucatán (en su sentido fisiográfico más amplio, incluyendo el Petén guatemalteco), con base en el análisis de sus características morfométricas, merísticas y de coloración. Esto servirá para determinar el grado de diferenciación morfológica que existe entre distintas poblaciones de la especie y establecer el número de especies válidas, con base en las diferencias detectadas y la aplicación del concepto evolutivo de especie (Wiley, 1978). La hipótesis de trabajo es que existe más de una especie válida dentro de lo que se conoce actualmente como "*Cichlasoma*" *urophthalmus*.

ÁREA DE ESTUDIO

La Península de Yucatán se localiza al este de México, entre los 17°50' y los 21°31' de latitud norte y entre los 87°00' y los 91°00' de longitud oeste. Ocupa un 8.46% del territorio nacional, aproximadamente, y se caracteriza por la presencia de planicies y topografía kárstica (Ferrusquía-Villafranca, 1998).

Morfotectónicamente, es una vasta planicie que incluye los estados de Quintana Roo, Yucatán y la mayor parte de Campeche, así como el norte de Belice y Guatemala, lo que se conoce con el nombre de las Tierras Bajas del Petén (Ferrusquía-Villafranca, 1998). En términos fisiográficos, en esta región se presentan al menos 14 subdivisiones, la mayoría de las cuales se encuentran en el territorio mexicano (Wilson, 1987). Son particularmente importantes, por la extensión que ocupan, los distritos de Río Bec (Campeche) y de Río Hondo (sur de Quintana Roo), así como los de Mérida y Chichén-Itzá, ubicados en la porción norte de la península.

Las rocas que constituyen la plataforma de Yucatán provienen principalmente de una secuencia sedimentaria marina, de la era Cenozoica, cuya edad va disminuyendo hacia el norte. Se asienta sobre un basamento estable de roca más antigua, cristalina y sedimentaria, de edad mesozoica o paleozoica (Ferrusquía-Villafranca, 1998).

Todas las características antes mencionadas influyen fuertemente en las condiciones hidrológicas de la península yucateca. Hacia el sur, tanto en Campeche como en Quintana Roo se presentan cuencas y cuerpos de agua superficiales, como ríos y lagunas (Gío-Argáez, 1996; Schmitter-Soto, 2002). En contraste, en el norte la alta permeabilidad y disolución del terreno impide la formación de corrientes superficiales, pero favorece la formación de distintas manifestaciones cársticas, entre las que sobresalen los cenotes y las aguadas (Stringfield y LeGrand, 1974).

RESULTADOS

Los hallazgos obtenidos a lo largo de la realización de la presente tesis se detallan en 4 escritos:

1. **Barrientos-Medina, Roberto C. y Juan J. Schmitter-Soto.** 2004. Revisión taxonómica de la mojarra rayada, “*Cichlasoma*” *urophthalmus* (Günther, 1862). Sometido a *Revista Mexicana de Biodiversidad* (antes *Anales del Instituto de Biología, UNAM*) [Artículo de investigación]
2. **Barrientos-Medina, Roberto C. y Lizbeth Chumba-Segura.** 2005. Notes on the empirical management of an endemic cichlid fish, “*Cichlasoma*” *cienagae* Hubbs, 1936. Sometido a *Tropical and Subtropical Agroecosystems* [Nota científica]
3. **Barrientos-Medina, Roberto C.** 2004. Diversidad de mojarras (Teleostei: Cichlidae) en el suroeste de Campeche, México. pp: 235-249. En: Lozano, M.L. y A. Contreras-Balderas (Eds). *Homenaje al Dr. Andrés Reséndez Medina, un ictiólogo mexicano*. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey [Capítulo de libro]
4. **Barrientos-Medina, Roberto C.** 2003. The Mayan Cichlid, “*Cichlasoma*” *urophthalmus*: An Overview. Publicado en *Cichlidae-On line*, boletín electrónico, el 18 de marzo de 2003. <http://www.cichlidae.com/articles/a181.php>. [Artículo de divulgación]

Revisión taxonómica de la mojarra rayada, “*Cichlasoma*” *urophthalmus*
(Günther, 1862)

Roberto C. Barrientos-Medina* y J. Jacobo Schmitter-Soto**

Resumen. La mojarra rayada ha sido considerada como una especie politípica, de la cual se han descrito hasta doce subespecies, cuya situación o validez taxonómica ha sido cuestionada, a lo largo de su ámbito. En este estudio se evalúa el estado taxonómico de la especie, mediante un análisis de sus atributos morfológicos (morfométricos, merísticos y de coloración), para establecer el grado de diferenciación fenética que existe al interior de la misma. Con base en los resultados, se elevan a la categoría de especie 10 taxones y se describen ocho especies nuevas. Se incluye además una discusión acerca de las distintas implicaciones de los resultados.

Palabras clave: Mojarras, diferenciación fenética, morfometría, peces de agua dulce, Península de Yucatán.

Abstract. The Mayan cichlid has been considered as an polytypic species. Almost 12 nominal subspecies, of uncertain taxonomic validity, has been described along its entire geographic range. The taxonomic status of the species is evaluated, based on different morphological traits (morphometrics, meristics and coloration patterns). Based on the results, ten taxa are elevated to specific status and eight new species are described. A discussion about several implications of the results is also included.

* Depto de Ecología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Carr. Mérida-Xmatkuil, km 15.5. A.P. 4-116, C.P. 97100. Mérida, Yucatán, México. rcarlos@tunku.uady.mx.

** Laboratorio de Necton. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Av. Centenario, km 5.5. A.P. 424, C.P. 77900. Chetumal, Quintana Roo, México. jschmit@ecosur-qroo.mx.

Keywords: Mojarras, phenetic differentiation, morphometrics, freshwater fishes, Yucatan Peninsula.

Introducción

La mojarra rayada "*Cichlasoma*" *urophthalmus* Günther, que se distribuye desde la cuenca del río Coatzacoalcos en México hasta la porción sur de Nicaragua (Espinosa *et al.* 1993), representa un gran reto taxonómico. Al igual que otras mojarras centroamericanas de agua dulce, se quedó sin designación genérica formal al restringirse el uso de *Cichlasoma* a once especies sudamericanas (Kullander 1983). Además, debido a la variabilidad que la especie presenta en sus características morfológicas (morfométricas, merísticas y de coloración), se han descrito un total de 12 subespecies, la mayoría endémicas de la Península de Yucatán (Hubbs 1935; 1936; 1938).

Tiempo después, estas subespecies se consideraron entidades nominales, sin valor taxonómico (e.g., Miller 1982). Sin embargo, la especie ciertamente presenta diferencias geográficas en sus características morfológicas. Se ha presupuesto que esta variación puede tener un origen ecofenotípico (Alfaro-Bates 1989) o bien, que puede deberse al aislamiento histórico y geográfico de las localidades, sobre todo en la parte norte de la Península de Yucatán (Barrientos-Medina 1999).

La situación taxonómica de estas formas está lejos de estar resuelta; se ha sugerido un cambio de estado para la mayoría de ellas y algunas han sido reconocidas como especies válidas (Kullander 2003) con excepción de "*C*". *u. trispilum*, sin que la decisión se sustente en una revisión sistemática formal. El escenario se vuelve más complejo si tenemos en cuenta que para al menos una de estas formas nominales ("*C*". *u. troschelii*) la serie tipo no aparece (Eschmeyer 2004). Toda esta confusión influye de manera notable en el estado de conservación y en el

manejo de la especie, que tiene un gran valor para los habitantes de la Península de Yucatán como fuente de proteína (Gamboa-Pérez 1992).

El objetivo del presente trabajo es evaluar la situación taxonómica de las formas que habitan en el ámbito de distribución de la mojarra rayada, haciendo énfasis en la Península de Yucatán (entendida ésta en su sentido fisiográfico más amplio, incluyendo al Petén guatemalteco), con base en el análisis de sus características morfométricas, merísticas y de coloración. El grado de diferenciación morfológica que existe entre distintas poblaciones se evaluará con distintas técnicas multidimensionales (análisis discriminante, análisis de covarianza) y métodos lineales generalizados. El establecimiento, en su caso, del número de especies válidas se hará con base la aplicación del concepto evolutivo de especie (Mayden y Woods 1995), operativizado a través del concepto filogenético, en su versión diagnosticable (Mayden 1997). La hipótesis de trabajo es que existe más de una especie válida dentro de lo que se conoce actualmente como "*Cichlasoma*" *urophthalmus*.

Materiales y métodos

Para la realización del presente estudio se revisaron un total de 204 individuos provenientes de 41 localidades ubicadas a lo largo del ámbito de la especie, la mayoría de las cuales se encuentra en la Península de Yucatán (Apéndice 1). Estos ejemplares corresponden a cada una de las subespecies nominales y otras poblaciones sin reconocimiento taxonómico que se encuentran en la región de estudio, con las excepciones de "*C.*" *u. stenozonum* y "*C.*" *u. troschelii*.

Uno de nosotros (JJSS) visitó las colecciones del Museo Británico de Historia Natural (BMNH), con sede en Londres y del Museo de Zoología de la Universidad de Michigan (UMMZ), para la revisión del material tipo de la mayor parte de las subespecies nominales,

incluyendo paratipos de "*C. u. amarum*", depositados en la colección del Instituto Smithsonian (USNM). Se consultaron además las colecciones ictiológicas de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida (CINV NEC), el Colegio de la Frontera Sur (ECO CH) y la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM).

Para la evaluación de las divergencias morfológicas entre las poblaciones analizadas, se utilizaron 40 caracteres, morfométricos y merísticos. Los primeros se obtuvieron con un vernier de 0.01 mm de precisión, se ajustaron a la centésima de milímetro más cercana y se expresaron en porcentajes de la longitud patrón o de la longitud cefálica (LC). El tamaño mínimo de muestra ($n= 7$) se calculó al evaluar los cambios en la expresión del coeficiente multidimensional de variación (Karakousis *et al.* 1986), utilizando ejemplares del cenote Golondrinas en un estudio prospectivo (Barrientos-Medina, datos no publicados). Además, se analizaron los patrones de coloración en busca de diferencias consistentes que ayudaran a la diagnosis y descripción de las poblaciones estudiadas.

En el análisis de los caracteres morfométricos, se consideraron únicamente individuos con tallas mayores o iguales a los 70 mm de longitud patrón (LP), debido a que los peces que presentan tallas entre los 70 y los 130 mm LP son activos en sentido reproductivo (Martínez-Palacios & Ross 1992). Acto seguido, se redujo a 26 el número de poblaciones a analizar, empleando el tamaño de muestra y la relevancia ictiogeográfica como criterios de inclusión. También se agruparon poblaciones muy cercanas y sin diferenciación morfométrica.

Después, se realizó una comparación entre observadores (RCBM y JJSS) para probar la confiabilidad de los errores de medición, mediante una serie de pruebas t para muestras dependientes, utilizando como criterio de ajuste la prueba de Holm (Manly 2001). Al no

presentarse diferencias significativas entre observadores, se creó una matriz básica de datos de 176 filas por 26 columnas, las primeras representando a cada uno de los individuos y las segundas cada una de las variables consideradas (incluyendo la LP).

Esta matriz se sometió a un análisis discriminante, que permite clasificar a cada uno de los individuos considerados en dos o más grupos alternativos (en este caso, poblaciones). Primero, se realizó el análisis discriminante en su forma canónica (CDA), análisis de tipo descriptivo que permite señalar la separación existente entre los grupos a partir de combinaciones óptimas de las variables, que dan como resultado una serie de funciones lineales conocidas como funciones canónicas (Williams 1983). Segundo, se efectuó un análisis discriminante predictivo, a través de la función lineal discriminante, para clasificar los grupos establecidos a priori (poblaciones) y determinar la separación que existe entre los mismos (Williams 1983), con la ayuda del paquete STATISTICA (StatSoft 1994). La validación de la función lineal y del porcentaje correcto de individuos clasificados se realizó con el método empírico (Afifi & Clark 1990).

Para determinar la existencia de diferencias significativas entre las poblaciones consideradas, utilizando todas las variables morfométricas, se empleó un análisis de covarianza multidimensional (MANCOVA), debido a que se presentaron diferencias significativas entre las poblaciones en términos de las distribuciones de tallas ($P < 0.05$), lo cual puede influir en la evaluación de las diferencias observadas entre poblaciones. Los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas se evaluaron con las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene, respectivamente (Zar 1984). Como prueba de comparación múltiple se empleó la prueba de rangos múltiples de Duncan (Montgomery 1991). En todos los casos, $\alpha=0.05$ y los cálculos se realizaron con el paquete STATISTICA.

Para determinar la situación taxonómica de aquellas poblaciones representadas por un solo ejemplar, como en el caso del cenote Conchita (Mérida, holotipo “C.” *u. conchitae*), la aguada La Tuxpeña (Campeche, holotipo “C.” *u. aguadae*) y la localidad de Río Salado (Honduras, vertiente atlántica), se utilizaron las funciones lineales discriminantes obtenidas y se asignaron, tentativamente, a la población en la que se obtuvo el mayor puntaje de comparación (Afifi & Clark 1990). Finalmente, para probar la hipótesis nula de que el ejemplar examinado proviene de una población con medidas morfométricas similares a las de la población de probable asignación, se realizaron una serie de pruebas de t especialmente modificadas (Simpson *et al.* 1960), ajustando el nivel crítico ($\alpha=0.05$) con el criterio de Holm (Manly 2001).

Los datos métricos se sometieron a un análisis de devianza, con el objeto de encontrar diferencias significativas entre poblaciones (McCullagh & Nelder 1989). Los datos se ajustaron primero a un modelo log-lineal (modelo nulo) y después a un modelo ordinal, utilizando el programa de Wolfe (1996), usando como línea de base los datos correspondientes a los individuos del Lago Petén (localidad tipo de “C”. *u. urophthalmus*). Los cálculos se realizaron con el paquete GLIM (Royal Statistical Society 1992).

El número de especies válidas se determinó con la aplicación del concepto evolutivo de especie, bajo el cual las especies son entidades compuestas de organismos que mantienen su identidad de otras entidades similares a través del tiempo y del espacio, con sus propios papeles y tendencias evolutivas (Mayden & Woods 1997). Este concepto, de características flexibles y grandes ventajas teóricas para ser empleado como un concepto primario (sensu Mayden 1997), presenta problemas de operatividad, pues no resulta sencillo determinar con claridad lo que representan papeles y tendencias evolutivas propias (Crisci 1994). En este caso utilizamos como herramienta operacional, subordinada al concepto evolutivo, el concepto filogenético de especie

(versión diagnosticable), el cual establece que una especie es el grupo mínimo diagnosticable de individuos, delimitado por la presencia de caracteres diagnósticos, fijos a través de las poblaciones (Mayden 1997).

Resultados

De acuerdo con el CDA, se necesitan al menos siete funciones canónicas para explicar poco más del 80% de la variación morfométrica (Cuadro 1). Las tres primeras explican poco más del 57% de la variación y se encuentran definidas por la altura máxima del cuerpo, el diámetro ocular, la longitud del maxilar superior, la altura cefálica, el ancho cefálico, el ancho suborbital y la longitud del radio anal más largo.

La primera función separa a las poblaciones de Ría Nagigo (norte de Quintana Roo), Montecristo (Río Usumacinta, Tabasco) y el estero Tatagapilla, en Veracruz (Cuadro 2). La segunda separa a las poblaciones de Veracruz, el cenote Xtolok (Chichén Itzá, Yucatán) y los individuos identificados como "*C.*" *u. trispilum* (Guatemala). La tercera función canónica separa a las poblaciones de Ría Nagigo, el cenote o cueva Sambulá (Mérida, Yucatán) y laguna Punta Laguna (norte de Quintana Roo).

El gráfico bidimensional obtenido a partir de los puntajes de las variables asignados a las primeras dos funciones canónicas (Fig. 1), que explican el 47% de la variación, permite ubicar claramente a los individuos de Veracruz (extremo superior derecho) y a los provenientes del cenote Golondrinas, Quintana Roo (extremo inferior izquierdo).

El análisis basado en las funciones lineales discriminantes (FLD) señala un alto porcentaje de individuos correctamente clasificados (96%) dentro de los diferentes grupos establecidos, es decir, las poblaciones estudiadas (Cuadro 3). Los porcentajes más altos de clasificación

corresponden a poblaciones más aisladas geográficamente y mejor diferenciadas morfológicamente, siendo la altura cefálica, la altura máxima del cuerpo, la longitud del maxilar superior, el diámetro ocular, el ancho suborbital y el ancho cefálico las variables más importantes que mejor apoyan esta discriminación (Cuadro 4).

Los resultados obtenidos al aplicar el MANCOVA confirman la diferenciación morfométrica que prevalece al interior de “C”. *urophthalmus* (λ de Wilks= 0.000016, $P << 0.05$ con 600, 2234 g.l.). En todas las variables empleadas se encontraron diferencias significativas apreciables, con excepción de la longitud cefálica, el ancho cefálico y la longitud preanal.

Todos los ejemplares únicos se asignaron a la población del cenote Perdido (Sinanché, Yucatán), debido a que con la función lineal discriminante estimada para esta población se obtuvieron los mayores puntajes de clasificación (Cuadro 5). Sin embargo, presentaron diferencias morfométricas con la muestra de esa población, en grado variable. El holotipo de “C”. *urophthalmus conchitae* presenta diferencias en términos de la altura cefálica, el diámetro ocular y la longitud predorsal, principalmente (Cuadro 6). En el caso del holotipo de “C”. *urophthalmus aguadae* las diferencias principales se dan en la altura cefálica, la altura de la 6ª espina anal y la longitud del pedúnculo caudal (Cuadro 7). Finalmente, el ejemplar proveniente de la localidad de Río Salado (Honduras) presenta diferencias en la longitud postocular, la altura cefálica y la altura de la 6ª espina anal (Cuadro 8).

Estos resultados nos permiten rechazar la hipótesis de que estos ejemplares únicos provienen de una población con medidas morfométricas similares a la población de asignación. Además, como no se asignaron a ninguna de las subespecies nominales analizadas, se consideraron entidades taxonómicas distintas.

En el caso de los caracteres merísticos, también se encontraron diferencias significativas apreciables (Cuadro 9), con excepción del número de branquiespinas, el número de elementos merísticos en dorsal y anal, el número de escamas predorsales y el número de escamas en la base de la anal. El caso del número de espinas anales es un tanto diferente: si bien pudo ajustarse al modelo nulo (log-lineal), no pudo ajustarse al modelo ordinal en virtud de la escasa variación total que contiene.

Con base en la evidencia anterior, que permite reflejar la diferenciación morfológica existente, se reconoce la existencia del complejo:

“C”. *urophthalmus*

Diagnosis: Aunque no existe una diagnosis formal, apoyada por un análisis filogenético (razón por la cual no se propone un nuevo género en este trabajo), las formas incluidas en el complejo se distinguen de otras especies presentes en su ámbito de distribución por la siguiente combinación de caracteres: maxilar poco extensible, caninos poco notables o ausentes, con el par de dientes centrales abruptamente mayores que los demás, con vaina escamosa en dorsal o anal, siete espinas o menos en la anal y dorsal con 18 espinas o menos, menos de 34 escamas en la línea lateral y de 10 a 15 espinas en el primer arco branquial, ausencia de línea longitudinal de manchas, mancha opercular o manchas en vientre o garganta. De 6 a 8 barras verticales en los costados, oscuras y bien diferenciadas de la coloración corporal, de ancho variable. Mancha caudal bien definida, ocelada.

Descripción: Altura máxima del cuerpo, 38-55 % LP. Altura del pedúnculo caudal, 14-19 % LP. Longitud cefálica, 34-45 % LP. Longitud de la pectoral, 23-32% LP. Longitud del hocico, 26-49 % LC. Longitud del maxilar superior, 27-41 % LC. Diámetro ocular, 18-32 % LC. Ancho interorbital, 23-39 % LC. Ancho suborbital, 13-26 % LC. Dorsal de 14 a 18 espinas y de 9 a 13

radios. Anal de 5 a 7 espinas y de 7 a 10 radios. Pectoral de 14 a 17 radios. De 10 a 15 espinas en el primer arco branquial. De 26 a 33 escamas sobre la línea lateral.

Ámbito y composición de especies: De la cuenca del río Prinzapolka (Nicaragua) a la cuenca del río Coatzacoalcos (México), en la vertiente atlántica de Centroamérica. Se reconocen 18 especies dentro del complejo, por lo general de ámbitos muy restringidos, que pueden ser separadas mediante la siguiente:

CLAVE

1. Formas de cuerpo bajo, por lo general entre 38 y 44% LP, pero nunca mayores a 47% LP..... **2**
 Formas de cuerpo alto, entre 43 y 51% LP, nunca menores a 43% LP..... **12**
2. Cuerpo moderadamente bajo, nunca menor a 40% LP **3**
 Cuerpo muy bajo y amarillo, de 38 a 41 % LP. Con siete a ocho bandas verticales de color café, bien definidas hasta la mitad del cuerpo. De 13 a 15 escamas en la base de la aleta anal **“C”. *T sp. nov.***
3. Dorsal con 15 espinas o más. 38 o más elementos merísticos en dorsal y anal **4**
 Dorsal con 14 espinas, 35 elementos merísticos en dorsal y anal **“C”. *aguadae.***
4. Con 27 escamas o más en la línea lateral **5**
 Con 25 escamas en la línea lateral, 17 en la porción superior de la misma **“C”. *conchitae.***
5. Cuando más, 12 escamas predorsales **6**
 Doce o más escamas predorsales **10**
6. Mancha u ocelo caudal siempre en posición media **7**
 Mancha u ocelo caudal por lo general por encima de la línea lateral **8**
7. Siete bandas corporales, coalescentes y muy marcadas, que se continúan sobre la dorsal y la anal. Ocelo caudal grande y oblongo, no unido a la última banda corporal **“C”. *zebra.***

- Por lo general siete bandas oscuras, rara vez seis, bien definidas hasta la mitad del cuerpo.
- Ocelo caudal normal, unido a la última banda corporal “C”. *mayorum*.
- 8.** Sin filamentos en dorsal y anal **9**
- Dorsal y anal filamentosas, altura corporal de 43 a 46% LP “C”. *H₃ sp. nov.*
- 9.** Siete bandas oscuras, de menor grosor que los interespacios, sin manchas en las tres últimas bandas corporales “C”. *urophthalmus s. str.*
- Siete bandas oscuras, más anchas que los interespacios, con tres manchas ubicadas sobre las tres últimas bandas corporales “C”. *trispilum*.
- 10.** Cuerpo amarillo, con las bandas corporales de igual o menor grosor que los interespacios.
- Con pecas en dorsal o caudal **11**
- Cuerpo oscuro en el dorso, con las bandas más anchas que los interespacios. Sin pecas en dorsal o caudal “C”. *H₁ sp. nov.*
- 11.** Longitud de la base de la dorsal, 57-60% LP. Longitud del maxilar, 29-34% LC. La pectoral no alcanza el origen de la anal. Opérculo con manchas, con pecas en dorsal blanda “C”. *J sp. nov.*
- Longitud de la base de la dorsal, 52-55% LP. Longitud del maxilar, 35-41% LC. La pectoral alcanza la 3^a espina anal. Opérculo sin manchas, con pecas en la caudal “C”. *Z sp. nov.*
- 12.** Poros dentarios y preoperculares normales **13**
- Poros dentarios y preoperculares grandes, hasta 1 mm de diámetro “C”. *erycimba*.
- 13.** Ancho suborbital, 16-20% LC **14**
- Ancho suborbital, 22-25% LC **16**
- 14.** Longitud base de la anal, 28-31% LP **15**
- Longitud base de la anal, 24-27% LP “C”. *cienagae*.

15. Longitud postocular, 43-46% LC. Bandas a los costados generalmente bifurcadas ventralmente, la última muy semilunada “C”. *M* sp. nov.
 Longitud postocular, 30% LC. Bandas con patrón distinto al anterior “C”. *H₂* sp. nov.
16. Bandas corporales de igual o menor grosor que los interespacios 17
 Bandas corporales más anchas que los interespacios “C”. *alborum*.
17. Menos de 30 escamas en la base de la dorsal “C”. *R* sp. nov.
 Más de 30 escamas en la base de la dorsal “C”. *amarum*.

“C”. *aguadae* Hubbs, 1936

Cichlasoma urophthalmus aguadae (Hubbs, 1936 [descripción original]).

“*Cichlasoma*” *aguadae* (Kullander, 2003 [lista]).

Material tipo examinado: Holotipo (95 mm LP), colectado en la aguada La Tuxpeña, Campeche, por C.L. Lundell en 1932 (UMMZ 64477). Único.

Diagnosis: Cuerpo bajo (44% LP), amarillento y un poco descolorido, con siete bandas verticales que son más anchas que los interespacios (Fig. 2). La mancha caudal está bien ocelada y se encuentra en posición ligeramente supramedial. Las aletas presentan una coloración gris-violeta, variando en tono de la pectoral clara a la pélvica oscura. Hay trazas de manchas blancuzcas en la parte posterior de las aletas impares (dorsal, anal y caudal). 35 elementos merísticos en dorsal y anal. 9 escamas predorsales. 37 escamas en la base de la dorsal. 13 escamas en la base de la anal. 19 escamas en la porción superior de la línea lateral. 11 escamas en la porción inferior de la línea lateral.

Descripción: Cabeza corta y baja, pedúnculo caudal corto. Pectorales largas. Dorsal insertada hacia atrás. Perfil recto, hocico corto y robusto. El maxilar superior un poco largo, aunque no

alcanza el ojo. Espacio interorbital amplio. Sin filamentos en dorsal y anal. D: XIV, 8. A: V, 8. Pectoral con 15 radios y 30 escamas sobre la línea lateral.

Ecología y distribución: Dulceacuícola y endémica de las aguas interiores de Campeche, conocida únicamente de la localidad tipo (aguada La Tuxpeña, Campeche).

“C”. *alborum* Hubbs, 1936

Cichlasoma urophthalmus alborum (Hubbs, 1936 [descripción original]).

“*Cichlasoma*” *alborum* (Kullander, 2003 [lista]).

Material tipo examinado: Cuatro paratipos (171-183 mm LP), colectados en Montecristo, Tabasco, México por Nelson y Goodman en 1902 (USNM 50498, 50501, 50502 y 50503).

Diagnosis: Cuerpo alto (45-48%) y amarillo pálido, con siete bandas verticales (ocho en el holotipo), más anchas que los interespacios (Fig. 3). Mancha caudal grande, bien ocelada y con borde blanco (iridiscente en vida); ubicada en posición medial, sobre la línea lateral. Aletas verticales un tanto oscuras, débilmente moteadas en su parte blanda. Pectorales pálidas, pélvicas oscuras. Longitud de la base de la dorsal, 58-66% LP. Radio dorsal más largo, 25-32% LP. Radio anal más largo, 26-28% LP. Longitud cefálica, 35-39% LP. Altura cefálica, 33-36% LP. Diámetro ocular, 21-22% LP. Ancho interorbital, 34-39% LC. Ancho suborbital, 24-25% LC. 40-41 elementos merísticos en dorsal y anal. 37-40 escamas base de la dorsal. Escamas base de la anal, 14-15. De 12 a 14 escamas predorsales. De 20 a 22 escamas porción superior de la línea lateral. 10-11 escamas porción inferior de la línea lateral.

Descripción: Cabeza corta, baja y delgada. Pectorales y pélvicas largas, insertadas hacia adelante. Dorsal larga e insertada hacia adelante. Anal un poco larga. Perfil cóncavo o recto, hocico largo y robusto. Maxilar superior largo, aunque no alcanza el ojo. Ojos pequeños, espacio interorbital amplio. Filamentos poco evidentes en dorsal y anal. D: XV-XVI, 10-11. A: VI, 8.

Con 14 o 15 radios en la pectoral, 13 a 15 espinas branquiales y 31 o 32 escamas sobre la línea lateral.

Ecología y distribución: Dulceacuícola, ribereña y endémica de Tabasco, conocida únicamente de la localidad tipo (Montecristo, Tabasco, en la cuenca del Río Usumacinta).

“*C*”. *amarum* Hubbs, 1936

Cichlasoma urophthalmus amarum (Hubbs, 1936 [descripción original]).

“*Cichlasoma*” *amarum* (Barrientos-Medina, 1999 [diagnosis]).

“*Cichlasoma*” *amarum* (Kullander, 2003 [lista]).

Material tipo examinado: Cinco paratipos (141-158 mm LP), colectados en una laguna costera de Isla Mujeres, Quintana Roo, México por Nelson y Goodman en 1934 (USNM 93425).

Diagnosis: Cuerpo muy alto (48-51% LP) y de color obscuro, con siete bandas verticales muy regulares, que son tan anchas como los interespacios (Fig. 4). Mancha lateral en la 4ª banda. La mancha caudal ocelada, en posición supramedial. Las aletas, en general, son oscuras (en grado variable). Longitud prepectoral, 34-40% LP. Diámetro ocular, 20-23% LC. Ancho interorbital, 34-38% LC. Ancho suborbital, 22-25% LC. De 41 a 44 elementos merísticos en dorsal y anal. De 31 a 36 escamas en la base de la dorsal. De 12 a 18 escamas en la base de la anal. Número de escamas predorsales, 11-13. De 9 a 11 escamas en la porción inferior de la línea lateral.

Descripción: Cabeza corta, baja y delgada. Pectorales largas e insertadas hacia adelante. Pélvicas cortas e insertadas hacia adelante. Dorsal y anal, largas, la primera insertada hacia adelante. Perfil recto, poco cóncavo. Hocico corto y robusto, ojos pequeños, espacio interorbital amplio. Maxilar superior corto, no alcanza la órbita. Sin filamentos en dorsal y anal. D: XVI-XVII, 10-11. A: VI-VII, 7-9. De 14 a 16 radios en la pectoral, 11 a 12 branquiespinas en el primer arco y 29 a 33 escamas sobre la línea lateral.

Ecología y distribución: Especie de hábitat salobre y endémica de Quintana Roo, conocida sólo de la localidad tipo (Isla Mujeres, Quintana Roo).

Comentarios: Única especie insular dentro del complejo, quizá con una historia biogeográfica particular. La muestra de Ría Nagigo, del sistema lagunar de Chacmochuch, presenta un patrón de coloración similar, pero exhibe diferencias morfométricas con el material tipo analizado de “*C*”. *amarum*. Es posible que se puedan hacer inferencias más robustas al respecto, al analizar un mayor número de ejemplares de los incluidos en el presente trabajo (n=2).

“*C*”. *cienagae* Hubbs, 1936

Cichlasoma urophthalmus cienagae (Hubbs, 1936 [descripción original]).

“*Cichlasoma*” *cienagae* (Kullander, 2003 [lista]).

Material tipo examinado: Holotipo (41 mm LP), colectado en una poza ligeramente salobre ubicada 3 km. al sur de Progreso, Yucatán, México (UMMZ 102135). Único.

Material adicional: Siete topotipos (48-113 mm LP), colectados por Trutman (UMMZ 143154).

Un ejemplar (91 mm LP), colectado por J. Carrillo en La Draga, Progreso, en 1985 (UADY 138).

Un ejemplar (79 mm LP), colectado en el cenote Pájaros, Progreso (CINV NEC 320).

Diagnosis: Cuerpo medianamente alto (43-50% LP), con siete bandas verticales, de menor o igual tamaño que los interespacios, que no se continúan sobre las aletas (Fig. 5). Sin manchas en dorsal y anal; si las hay, ligeras. Mancha en la cuarta banda corporal. Mancha caudal bien definida, por lo general en posición media (sobre la línea lateral). De 8 a 11 escamas predorsales. De 18 a 21 escamas en la porción superior de la línea lateral. De 8 a 10 escamas en la porción inferior de la línea lateral.

Descripción: Cabeza baja y pedúnculo caudal corto. Pectoral y dorsal largas. Perfil recto. Hocico robusto y cuadrado. El maxilar por lo general no alcanza el borde del ojo. Espacio interorbital, un

poco amplio. Sin filamentos en dorsal y anal. La pectoral alcanza el origen de la anal. D: XV-XVI, 9-11. A: VI-VII, 7-8. De 14 a 16 radios en la pectoral. 12 branquiespinas en el primer arco y de 28 a 31 escamas sobre la línea lateral.

Ecología y distribución: “*C*”. *cienagae* es quizá la única especie euritópica dentro del complejo, pues lo mismo se le encuentra en biotopos dulceacuícolas que salobres ubicados dentro o cercanos a Progreso, Yucatán (*terra typica*).

Comentarios: Esta es la única de las subespecies nominales descritas por Hubbs (1936, 1938) como endémicas de Yucatán que presenta una alta similitud fenética con “*C*”. *urophthalmus* s. str.

“*C*”. *conchitae* Hubbs, 1936

Cichlasoma urophthalmus conchitae (Hubbs, 1936 [descripción original]).

“*Cichlasoma*” *conchitae* (Kullander, 2003 [lista]).

Material tipo examinado: Holotipo (64 mm LP), colectado en el cenote Conchita, Mérida, Yucatán, México por A.S. Pearse en 1936 (UMMZ 102109). Único.

Diagnosis: Cuerpo bajo (44% LP) y amarillo pálido, con siete bandas verticales (de color púrpura a café) más anchas que los interespacios (Fig. 6). La mancha caudal está en posición medial y hay leves manchas laterales (1^a-4^a bandas). Pectorales claras, pélvicas casi oscuras hacia la parte distal. Las otras aletas son oscuras, con tintes negruzcos en las membranas. 41 elementos merísticos en la dorsal y anal. 25 escamas en la base de la dorsal. 12 escamas en la base de la anal. 8 escamas en la base de la caudal. 9 escamas predorsales. 17 escamas en la porción superior y 8 en la porción inferior de la línea lateral.

Descripción: Cabeza larga y baja, pedúnculo caudal corto. Pectorales y pélvicas largas, las primeras insertadas hacia atrás. Dorsal insertada hacia atrás. Perfil cóncavo, hocico corto y

estrecho. Ojos grandes, espacio interorbital amplio. El maxilar superior alcanza el ojo. Con filamentos evidentes en dorsal y anal. D: XVI, 11. A: VI, 8. Pectoral con 15 radios, 13 branquiespinas en el primer arco y 25 escamas sobre la línea lateral.

Ecología y distribución: Dulceacuícola y endémica de Yucatán, conocida únicamente de la localidad tipo, el cenote Conchita, ubicado en la Ciudad de Mérida, Yucatán.

Comentarios: Las localidades tipo de “C”. *conchitae* y de “C”. *Z* sp. nov. no están muy alejadas entre sí. Sin embargo, las dos formas son reconocibles por diferencias en la longitud prepectoral, la longitud de la base de la aleta caudal y la longitud del hocico, principalmente (Cuadro 10). Otros caracteres diagnósticos son el número de branquiespinas totales, el número de escamas predorsales, el número de escamas en la base de la caudal y el número de escamas totales en la línea lateral.

“C”. *erycimba* (Hubbs, 1936)

Cichlasoma urophthalmus erycimba (Hubbs, 1936 [descripción original]).

“*Cichlasoma*” *urophthalmus erycimba* (Barrientos-Medina, 1999 [diagnosis]).

“*Cichlasoma*” *urophthalmus erycimba* (Kullander, 2003 [lista]).

Material tipo examinado: Holotipo (123 mm LP, UMMZ 116091) y paratipo (108 mm LP, UMMZ 116092), colectados en la cueva Sambulá (o San Bul-há), Mérida, Yucatán, México por A.S. Pearse en 1936.

Diagnosis: Cuerpo alto (47% LP), con siete bandas verticales que son más anchas que los interespacios (Fig. 7). La 4ª banda presenta mancha lateral, notable en el paratipo. La mancha caudal se encuentra en posición supramedial. La porción cefálica de la línea lateral se encuentra bien desarrollada: los poros son de un tamaño considerable, apreciables a simple vista. Radio dorsal más largo, 17-21% LP. Ancho interorbital, 32-35% LC. Ancho suborbital, 21-25% LC.

Longitud postocular, 48% LC. Elementos merísticos en dorsal y anal, 38-39. 33-38 escamas en la base de la dorsal. 14 escamas en la base de la anal. 11 escamas predorsales. 9 escamas en la base de la caudal. 19 escamas en la porción superior de la línea lateral. 11 escamas en la porción inferior de la línea lateral.

Descripción: Cabeza corta, baja y ancha. Pectorales largas, pélvicas cortas e insertadas hacia adelante. Dorsal y anal cortas, insertadas hacia atrás. Perfil recto, hocico puntiagudo. El maxilar superior casi alcanza el ojo. Ojos grandes, espacio interorbital amplio. Sin filamentos en dorsal y anal. D: XV-XVI, 9-10. A: VI, 7-8. Pectoral con 15 o 16 radios y 30 escamas sobre la línea lateral.

Ecología y distribución: Dulceacuícola y endémica de Yucatán, conocida únicamente de la localidad tipo, el cenote o cueva Sambulá (Mérida).

“C”. *H₁* sp. nov.

“*Cichlasoma*” *urophthalmus* (Schmitter-Soto, 1998 [lista, en parte]).

Material tipo examinado: Holotipo (70 mm LP, ECO CH 180) y cinco paratipos (73-165 mm LP, ECO CH 247), colectados en el cenote Golondrinas, al norte de Tulum, Quintana Roo, México por M. Navarro y colaboradores en 1987.

Material adicional: Nueve topotipos (74-125 mm LP, ECO CH 247), colectados por M. Navarro y colaboradores en 1987.

Diagnosis: Cuerpo bajo (40-45% LP), oscuro en el dorso y claro hacia la región media y ventral; en raros casos se observan un par de líneas oscuras sobre los ojos. Siete bandas verticales, más anchas que los interespacios (Fig. 8). Mancha caudal por lo general sobre la porción inferior de la línea lateral. Pectorales claras e impares oscuras. Por lo general con pecas

en la parte blanda de la dorsal. Longitud de la base de la dorsal, 51-58% LP. Altura 12ª espina dorsal, 10-16% LP. Radio dorsal más largo, 15-23% LP. Longitud base de la anal, 22-25% LP. Altura de la última espina anal, 11-16% LP. Radio anal más largo, 16-23% LP. Longitud de la aleta pectoral, 24-27% LP. Ancho suborbital, 18-26% LC. Número de escamas en la base de la dorsal, 24-28. Escamas en la base de la anal, 11-13. De 12 a 13 escamas predorsales. De 9 a 12 escamas en la base de la caudal.

Descripción: Cabeza delgada y pedúnculo caudal largo, esbelto. Pélvicas y particularmente pectorales, cortas. Dorsal y pectorales insertadas hacia adelante, pélvicas y anal hacia atrás. Dorsal y anal cortas. Ojos grandes, espacio interorbital estrecho. Perfil recto. Hocico robusto, aunque en ocasiones puede ser triangular o puntiagudo. El maxilar superior no alcanza el ojo. Sin filamentos en dorsal y anal; si se presentan, poco evidentes. La pectoral puede o no alcanzar el origen de la anal. D: XV-XVI, 10-13. A: VI, 8-9. De 14 a 15 radios en la pectoral. 11 a 13 branquiespinas en el primer arco y de 30 a 35 escamas sobre la línea lateral.

Ecología y distribución: Dulceacuícola y endémica de los cenotes de Quintana Roo, conocida sólo del cenote Golondrinas (localidad tipo), ubicado en la Zona Arqueológica de Xel-Há.

Etimología: El nombre de la especie hace referencia a la localidad tipo. Sustantivo en genitivo plural, género femenino.

“C”. *H₂* sp. nov.

Material tipo examinado: Holotipo (68 mm LP), colectado en el canal del río Salado, Honduras por Gordon y colaboradores en 1951 (UMMZ 173379). Único.

Diagnosis: Cuerpo alto (49% LP), con siete bandas verticales que son más o menos del mismo grosor que los interespacios (Fig. 9). Mancha caudal en posición supramedial, con motas poco visibles en dorsal y anal. Longitud postocular, 30% LP. 41 elementos merísticos en dorsal y anal.

32 escamas en la base de la dorsal. 14 escamas en la base de la anal. 9 escamas predorsales. 11 escamas en la porción inferior de la línea lateral.

Descripción: Pedúnculo caudal corto, pélvicas insertadas hacia atrás. Anal larga. Perfil recto, hocico puntiagudo. El maxilar superior no alcanza el ojo. Ojos grandes, con el espacio interorbital amplio. Sin filamentos en dorsal y anal. D: XVI, 11. A: VI, 8. Pectoral con 15 radios, 11 espinas en el primer arco branquial y 31 escamas sobre la línea lateral.

Ecología y distribución: Ribereña y endémica de la vertiente atlántica de Honduras, conocida únicamente de la localidad tipo.

Etimología: Gentilicio del país donde se descubrió la especie. Adjetivo.

Comentarios: Esta especie es semejante en coloración a “C”. *trispilum*, de la que se diferencia por la altura corporal, longitud postocular, número de branquiespinas, número de escamas en la base de la anal y número de escamas en la porción inferior de la línea lateral (Cuadro 11).

“C”. *H₃* sp. nov.

Cichlasoma urophthalmus (Martínez-Palacios & Ross, 1988 [ecología], 1994 [aspectos de cultivo]; Tello-Cetina, 1993 [aspectos genéticos]; Mena-Abud, 1994 [lista, ecología]; González-Acosta, 1995 [lista, ecología]; Vega-Cendejas *et al.*, 1997 [lista]).

Material tipo examinado: Holotipo (115 mm LP) y dos paratipos (81-103 mm LP), colectados por J. Carrillo en Laguna Celestún, Yucatán, México en 1983 (UADY 40).

Material adicional: Tres topotipos (84-91 mm LP), colectados por J. Carrillo en 1983 (UADY 38). Dos topotipos (124-130 mm LP), colectados por J. Carrillo en 1983 (UADY 45). Dos topotipos (80-134 mm LP), colectados por J. Carrillo en 1990 (UADY 213).

Diagnosis: Cuerpo bajo (43-46% LP) y claro (amarillo a amarillo oscuro), con siete a ocho bandas verticales, en ocasiones 2^a y 3^a fusionadas en el dorso (Fig. 10). Interespacios más anchos

que las bandas. Mancha lateral en la cuarta banda. Mancha caudal en posición media o supramedial. Dorsal manchada y aletas impares con pecas u oscuras, pectorales amarillas. Altura de la última espina anal, 13-16% LP. Altura del pedúnculo caudal, 17-19% LP. Altura cefálica, 38-43% LP. Diámetro ocular, 20-25% LC. Ancho suborbital, 18-25% LC. De 40 a 42 elementos merísticos en dorsal y anal. 11 a 12 escamas predorsales. De 24 a 26 escamas en la base de la dorsal. Escamas en la base de la anal, de 11 a 12. De 8 a 9 escamas en la base de la caudal. Escamas en la porción superior de la línea lateral, 20-22. De 8 a 10 escamas sobre la porción inferior de la línea lateral.

Descripción: Cabeza pequeña y alta, pedúnculo caudal largo y alto. Dorsal larga, insertada hacia adelante al igual que las pectorales y pélvicas. Perfil recto, rara vez cóncavo. Hocico corto y robusto. Ojos pequeños, espacio interorbital estrecho. Maxilar superior largo, sin embargo no alcanza el borde del ojo. Dorsal y anal con filamentos. La pectoral rara vez alcanza la 1ª espina anal. D: XV-XVI, 10-11. A: VI, 8-9. Pectoral con 15 o 16 radios. De 11 a 12 branquiespinas en el primer arco y de 29 a 33 escamas sobre la línea lateral.

Ecología y distribución: Endémica de la península de Yucatán, conocida sólo de la localidad tipo (Laguna Celestún), una laguna costera ubicada en la porción oeste de Yucatán.

Etimología: El nombre de esta especie se dedica a la memoria de Carl L. Hubbs, estudioso de la ictiofauna de la Península de Yucatán y primero en estudiar la variación geográfica de la mojarra rayada.

Comentarios: Ésta es la especie mejor estudiada del complejo, pues se tienen datos acerca de su ecología y genética, por ejemplo.

“C”. *J* sp. nov.

Cichlasoma urophthalmus (Pimentel-Cadena, 2001[lista]).

Material tipo examinado: Holotipo (128 mm LP, ECO CH 5470) y siete paratipos (78-124 mm LP, ECO CH 1494), colectados con anzuelo por H. Gamboa en 1993 en el manantial Calderas-Barlovento, costa este de la Bahía de Chetumal, Quintana Roo.

Diagnosis: Cuerpo bajo (41-44% LP) y amarillo, con tonos rojizos en el istmo. Siete bandas verticales, muy oscuras y casi negras, de menor o igual grosor que los interespacios (Fig. 11). Mancha caudal en posición supramedial. Dorsal y anal sin manchas, caudal amarilla y oscura en el borde. Pectoral amarilla con borde distal manchado. Opérculo con manchas. Altura 12^a espina dorsal, 11-13% LP. Altura última espina anal, 12-16% LP. Altura cefálica, 38-42% LP. Diámetro ocular, 19-25% LC. Ancho suborbital, 17-22% LC. 41 a 43 elementos merísticos en dorsal y anal. 24 o 25 escamas en la base de la dorsal. De 12 a 13 escamas en la base de la anal. Escamas predorsales, 12-13.

Descripción: Cabeza más bien corta, alta y ancha. Perfil recto y hocico robusto. El maxilar no alcanza el borde del ojo. Ojos pequeños, espacio interorbital amplio. Aletas pares e impares (excepto anal) insertadas hacia delante. Sin filamentos en dorsal y anal. La pectoral no alcanza el origen de la anal. D: XVI, 11-12. A: VI, 8-9. De 14 a 15 radios en la pectoral. De 12 a 14 branquiespinas en el primer arco, de 28 a 31 escamas sobre la línea lateral.

Ecología y distribución: Endémica de Quintana Roo, conocida sólo de la localidad tipo, el manantial de Calderas-Barlovento, ubicado en la Bahía de Chetumal. Probablemente habite también en otros biotopos dulceacuícolas cercanos.

Etimología: El primer autor dedica esta especie a su esposa, Janet Moguel, por su paciencia y apoyo moral.

“*C*”.*mayorum* Hubbs, 1936

Cichlasoma urophthalmus mayorum (Hubbs, 1936 [descripción original]; Alfaro-Bates, 1989 [comparación con *C. u. zebra*]; Barrientos-Medina, 1999 [comparación]).

“*Cichlasoma*” *mayorum* (Barrientos-Medina y Schmitter-Soto, 2002 [diagnosis]; Kullander, 2003 [lista]).

Material tipo examinado: Holotipo (90 mm LP, UMMZ 92098) y siete paratipos (74-85 mm LP), colectados en el cenote Xtolok, Chichén Itzá, Yucatán, México (UMMZ 92099 y 102093).

Material adicional: Ocho topotipos (68-95 mm LP), colectados por J. Carrillo en 1983 y 1984 (UADY 071, 130 y 134).

Diagnosis: Cuerpo bajo (40-45% LP) y amarillo, generalmente con siete bandas verticales (rara vez seis), bien definidas hasta la mitad del cuerpo, principalmente de la 1ª a la 5ª (Fig. 12). Los interespacios son más anchos que las bandas, rara vez iguales. Mancha caudal en posición media y unida a la última banda transversal. Dorsal y anal café-amarillentas y sin manchas; pectorales amarillas y caudal café. Radio dorsal más largo, 19-23% LP. Radio anal más largo, 19-23% LP. Longitud del hocico, 26-37% LC. Diámetro ocular, 24-32% LC. Ancho suborbital, 14-19% LC. 39 a 41 elementos merísticos en la dorsal y anal. De 9 a 12 escamas predorsales; 9 a 12 escamas porción inferior de la línea lateral.

Descripción: Cabeza corta, baja y ancha. Pedúnculo caudal corto y estrecho. Pectoral y pélvica cortas, la última insertada hacia adelante. Anal corta e insertada hacia adelante. Perfil generalmente recto, en ocasiones cóncavo. Hocico corto y generalmente robusto, rara vez puntiagudo. Maxilar corto, rara vez alcanza el borde del ojo. Sin filamentos en dorsal y anal. La pectoral no alcanza el origen de la anal, y si lo hace, cuando más llega a la segunda espina. D: XV-XVI, 10-11. A: VI, 8. 14 a 15 radios en la pectoral. 12 branquiespinas en el primer arco y de 29 a 31 escamas sobre la línea lateral.

Ecología y distribución: Dulceacuícola y endémica de Yucatán, conocida únicamente de la localidad tipo (cenote Xtolok).

Comentarios: Morfológicamente similar a “*C*”. *zebra*, de la cual se diferencia por la longitud del maxilar superior, número de radios dorsales, número de elementos merísticos en dorsal y anal, número de branquiespinas, número de escamas predorsales, número de escamas en la base de la anal y número de escamas en la porción inferior de la línea lateral (Cuadro 12).

“C”. *M* sp. nov.

Material tipo examinado: Holotipo (86 mm LP) y cuatro paratipos (61-83 mm LP), colectados en el estero Tatagapilla, tributario del río Chiquito, cuenca del Coatzacoalcos, Veracruz, México por R.R. Miller en 1968 (UMMZ 187781).

Diagnosis: Cuerpo alto (47-51% LP), con siete bandas verticales; las tres últimas, a veces bifurcadas ventralmente y la última muy semilunada (Fig. 13). Mancha caudal muy ocelada, oval. Altura de la 12^a espina dorsal, 16-19% LP. Radio dorsal más largo, 26-30% LP. Longitud preanal, 67-70% LP. Longitud de la base de la anal, 28-31% LP. Altura de la última espina anal, 18-20% LP. Radio anal más largo, 22-27% LP. Longitud de la aleta pectoral, 28-31% LP. Altura cefálica, 29-30% LP. Ancho suborbital, 16-19% LC. 41-42 elementos merísticos en dorsal y anal. Escamas en la base de la dorsal, 30-31. 15-16 escamas en la base de la anal. De 10 a 13 escamas predorsales.

Descripción: Pedúnculo caudal corto. Cabeza muy baja y delgada. Pectorales y pélvicas largas, las primeras insertadas hacia atrás. Dorsal larga e insertada hacia atrás. Anal larga e insertada hacia adelante. Hocico corto, ojos grandes. D: XVI, 11. A: VI, 8-9. Pectoral con 15 radios y 12 espinas branquiales.

Ecología y distribución: Estuarina y endémica de Veracruz, conocida sólo de la localidad tipo.

Etimología: Esta especie se dedica a la memoria del Dr. Robert R. Miller, estudioso de la ictiofauna mexicana.

“C”. *R* sp. nov.

Cichlasoma urophthalmus (Toral y Reséndez, 1974 [lista]; Reséndez, 1981 [lista]; Caso-Chávez *et al.*, 1986 [biología, ecología]; Lara-Domínguez *et al.*, 1988 [aspectos biológicos]; Vera-Herrera *et al.*, 1988 [aspectos ecológicos]).

“*Cichlasoma*” aff. *urophthalmus* (Barrientos-Medina, 2004 [lista, en parte]).

Material tipo examinado: Holotipo (140 mm LP) y ocho paratipos (111-188 mm LP), colectados por A. Reséndez Medina y S. Toral Almazán en 1972, con red arrastre y rotenona, en diversas costas, esteros y afluentes de Laguna de Términos, Campeche, México (IBUNAM 454).

Diagnosis: Cuerpo alto (43-52% LP), café en el dorso y claro hacia la región ventral. Siete bandas verticales, por lo general más delgadas que los interespacios (Fig. 14). Mancha caudal por lo general en posición supramedial, rara vez medial. Las pectorales son amarillas, mientras que las impares (dorsal, anal y caudal) son oscuras. Altura del pedúnculo caudal, 17-19% LP. Diámetro ocular, 18-22% LC. Ancho suborbital, 22-25% LC. 40 a 43 elementos merísticos en dorsal y anal. De 24 a 26 escamas en la base de la dorsal y 12-13 escamas en la base de la anal. 12-13 escamas predorsales.

Descripción: Cabeza alta, pedúnculo caudal alto y un poco largo. Dorsal y anal largas, la última insertada un poco hacia adelante. Pectoral corta. Perfil generalmente cóncavo, rara vez recto. Hocico largo y puntiagudo. El maxilar por lo general no alcanza el borde del ojo. Espacio interorbital corto. Sin filamentos en dorsal y anal. La pectoral alcanza el origen de la anal. D:

XVI-XVII, 10-12. A: VI-VII, 8-9. De 15 a 16 radios en la pectoral. Con 11 a 14 branquiespinas en el primer arco y de 28 a 32 escamas sobre la línea lateral.

Ecología y distribución: Especie estuarina y endémica de la península de Yucatán, distribuida en biotopos dulceacuícolas, salobres o con influencia marina cercanos a la localidad tipo (Laguna de Términos, Campeche).

Etimología: Especie dedicada al Dr. Andrés Reséndez Medina, estudioso de las mojarra de agua dulce (Cichlidae) del sureste de México.

Comentarios: Esta especie, al igual que “C”. *H₃* sp. nov., es de las mejor estudiadas en cuanto a biología y ecología se refiere.

“C”. *T* sp. nov.

“*Cichlasoma*” *urophthalmus* (Schmitter-Soto, 1998 [lista, en parte]).

Material tipo examinado: Holotipo (79 mm LP, ECO CH 5471) y siete paratipos (69-91 mm LP, ECO CH 1286), colectados por H. Gamboa y otros en la laguna Punta Laguna, al sur de Nuevo Xcan, Quintana Roo, México.

Diagnosis: Cuerpo muy bajo (38-41% LP) y amarillo, en ocasiones café en el dorso, con siete a ocho bandas verticales, de color café y definidas hasta la mitad del cuerpo (Fig. 15). Interespacios tan o más anchos que las bandas. Mancha caudal ocelada, por lo general en posición supramedial. Dorsal y anal claro obscuras, en ocasiones con pecas en la parte blanda de la dorsal. Pectorales amarillas. Altura de la última espina anal, 14-15% LP. Altura del pedúnculo caudal, 14-16% LP. Altura cefálica, 38-40% LP. Ancho suborbital, 15-18% LC. De 24 a 26 escamas en la base de la dorsal. De 13 a 15 escamas en la base de la anal. 8 escamas en la base de la caudal. 12-13

escamas predorsales. De 18 a 20 escamas en la porción superior de la línea lateral, de 7 a 11 escamas en la porción inferior de la misma.

Descripción: Cabeza corta y delgada, pedúnculo caudal estrecho. Pectorales cortas, al igual que la dorsal y anal. Dorsal, pectorales y pélvicas insertadas hacia atrás, anal hacia adelante. Perfil ligeramente cóncavo o convexo, algunas veces recto. Hocico robusto y ligeramente largo. Maxilar corto, no alcanza el borde del ojo. Sin filamentos en dorsal y anal. La pectoral alcanza cuando mucho la 1ª espina anal. D: XVI-XVII, 10-11. A: VI-VII, 8-9. Con 15 radios en la pectoral. De 11 a 13 branquiespinas en el primer arco y de 29 a 31 escamas sobre la línea lateral.

Ecología y distribución: Dulceacuícola y endémica de Quintana Roo, conocida únicamente de la localidad tipo (laguna Punta Laguna).

Etimología: El epíteto hace referencia al cuerpo bajo de la especie. Adjetivo.

“C”. *trispilum* Hubbs, 1935

Cichlasoma urophthalmus trispilum (Hubbs, 1935 [descripción original]).

“*Cichlasoma*” *urophthalmus* (Kullander, 2003 [lista, sinonimia]).

Material tipo examinado: Holotipo (108 mm LP), colectado en la cuenca del río San Pedro, en la localidad denominada Paso de los Caballos, Guatemala (UMMZ 95520).

Material adicional: Ocho ejemplares (50-142 mm LP), colectados en Laguna Yalac, cuenca del río San Pedro, por Hubbs y van der Schalie en 1935 (UMMZ 144064).

Diagnosis: Cuerpo bajo (41-47% LP) con 7 bandas oscuras, más anchas que los interespacios (Fig. 16). Mancha caudal ocelada, sobre la línea lateral, con tres manchas sobre las últimas bandas corporales, en la línea media del cuerpo, más notables en los ejemplares más pequeños. Longitud del radio dorsal más largo, 24-27% LP. Longitud del radio anal más largo, 23-26% LP. Altura de la última espina anal, 15-20% LP. Longitud del pedúnculo caudal, 9-12% LP. Altura

cefálica, 28-36% LP. De 41 a 42 elementos merísticos en dorsal y anal. Número de escamas en la base de la dorsal, 26-33. 9 escamas en la base de la caudal. De 9 a 11 escamas predorsales. 10 a 12 escamas en la porción inferior de la línea lateral.

Descripción: Cabeza baja y estrecha. Pedúnculo caudal corto y estrecho. Aleta pectoral larga. Perfil recto. Hocico cuadrado y estrecho. Maxilar corto, aunque alcanza o casi el borde del ojo en forma vertical. Sin filamentos en dorsal y anal. D: XVI, 11-12. A: V-VI, 8. 15 radios en la pectoral. De 12 a 13 branquiespinas en el primer arco. Línea lateral de 28 a 32 escamas.

Ecología y distribución: Especie dulceacuícola, ribereña y lacustre, conocida con anterioridad sólo de la localidad tipo (Paso de los Caballos). Los ejemplares de Laguna Yalac no presentan diferencias morfológicas con relación al holotipo y ya habían sido asignados por C.L. Hubbs a "*C*". *u. trispilum*, lo que se confirma en el presente estudio. Con base en lo anterior, se amplía el ámbito de la especie dentro de la cuenca del río San Pedro. Endémica de Guatemala.

Comentarios: "*C*". *trispilum* es la especie más semejante a "*C*". *urophthalmus* s. str.; tanto, que no hay diferencias morfométricas en sentido multidimensional entre ambas ($F= 1.58$, $P= 0.0572$). Sin embargo, el 100% de los individuos de "*C*". *trispilum* fueron correctamente clasificados; además, ambas formas son diagnosticables por presentar diferencias en la longitud de la aleta pectoral, longitud del pedúnculo caudal, mayor distancia postocular, número de espinas dorsales, número de radios anales, número de elementos en dorsal y anal, número de escamas en la base de la dorsal, ligeras diferencias en el número de escamas de la porción inferior de la línea lateral (Cuadro 13), así como diferentes patrones de coloración.

"*C*". *urophthalmus* s. str. (Günther, 1862)

Heros urophthalmus (Günther, 1862 [descripción original]).

Cichlasoma (Parapetenia) urophthalmus (Regan, 1905 [combinación nueva, subgénero nuevo]).

Cichlasoma urophthalmus (Regan, 1906-1908 [combinación nueva]).

Herichthys urophthalmus (Burgess y Walls, 1993 [combinación nueva, propuesta implícita]).

Nandopsis urophthalmus (Shingler, 1997 [lista de sinónimos]; Burgess, 2000 [asignación genérica tentativa]).

“*Cichlasoma*” *urophthalamum* (Eschmeyer, 2004 [corrección injustificada de nombre]).

“*Cichlasoma*” *urophthalmus* (Kullander, 2003 [lista]).

Material tipo: Tres sintipos (BMNH 1864.1.26.74-77, no incluidos en el análisis).

Material adicional: Ocho topotipos (48-108 mm LP), colectados por Hubbs y van der Schalie en 1935 (UMMZ 144067) y cinco topotipos (64-146 mm LP), colectados por Valdéz Moreno y otros en 2000 (ECO CH P 5157). Lago Petén Itzá, Guatemala.

Diagnosis: Cuerpo bajo (41-46% LP), de color café en el dorso y amarillo en la parte inferior, con siete bandas oscuras, por lo general mejor definidas en su porción superior (Fig. 17). Los interespacios son más anchos que las bandas. Mancha caudal ocelada y por encima de la porción inferior de la línea lateral. Pectorales amarillas y aletas impares oscuras. Longitud del radio dorsal más largo, 22-28% LP. De 25 a 28 escamas en la base de la dorsal y de 11 a 14 en la base de la anal. De 10 a 13 escamas predorsales.

Descripción: Cabeza baja y estrecha, pedúnculo caudal estrecho. El perfil a la altura de los ojos es cóncavo. Hocico robusto y cuadrado. El maxilar no alcanza el ojo de forma vertical. Sin filamentos en la dorsal y anal. La pectoral por lo general no alcanza el origen de la anal; si lo hace, cuando más alcanza la base de la tercera espina. D: XVI-XVIII, 10-11. A: VI-VII, 7-10. Con 15 radios en la pectoral y 12 espinas en el primer arco branquial. De 28 a 31 escamas en la línea lateral.

Ecología y distribución: Dulceacuícola y lacustre, restringida a la localidad tipo (Lago Petén), pero de posible presencia en cuerpos de agua cercanos. Endémica de Guatemala.

“C”. Z sp. nov.

Cichlasoma urophthalmus conchitae (Barrientos-Medina, 1999 [en parte, identificación incorrecta]).

Material tipo examinado: Holotipo (143 mm LP) y cuatro paratipos (121-140 mm LP), colectados en el cenote Huolpoch, Mérida, Yucatán, México por J. Carrillo en 1986 (UADY 177).

Material adicional: Tres topotipos (65-138 mm LP), ibíd. (UADY, s/n).

Diagnosis: Cuerpo bajo (41-43% LP) y amarillo, con siete bandas verticales y más delgadas que los interespacios (Fig. 18). Mancha caudal en posición medial o supramedial. Pectorales, dorsal y anal amarillas. Por lo general sin manchas en dorsal y anal; sí se presentan, sólo en la dorsal. Caudal café y pecosa. Línea café sobre los ojos. Longitud del pedúnculo caudal, 13-16% LP. Longitud de la base de la dorsal, 52-55% LP. Altura de la última espina anal, 16-19% LP. Altura cefálica, 38-41% LP. Longitud del maxilar superior, 35-41% LC. Ancho suborbital, 17-24% LC. De 24 a 26 escamas en la base de la dorsal. Número de escamas predorsales, 12-13. Escamas en la porción inferior de la línea lateral, 8-12.

Descripción: Cabeza alta y ancha. Pélvicas más bien largas. Pectorales y pélvicas insertadas hacia atrás, anal hacia adelante. Dorsal y anal cortas. Perfil generalmente recto, en ocasiones cóncavo. Hocico largo y robusto. Maxilar largo, en ocasiones alcanza el borde de la órbita. Por lo general, sin filamentos en dorsal y anal (presentes en el holotipo). La pectoral sobrepasa el origen de la anal, alcanzando la 3ª espina. D: XV-XVII, 10-11. A: VI, 8-9. De 14 a 16 radios en la pectoral y de 27 a 32 escamas sobre la línea lateral.

Ecología y distribución: Dulceacuícola y endémica de Yucatán, conocida únicamente de la localidad tipo (cenote Huolpoch), ubicada dentro de la Ciudad de Mérida.

Etimología: Especie dedicada al M. en C. Jorge Zamacona Evenes, por sus pioneros estudios sobre los cenotes de Yucatán.

Comentarios: Especie morfológicamente similar a “*C*”. *conchitae* (ver comentarios correspondientes).

“*C*”. *zebra* Hubbs, 1936

Cichlasoma urophthalmus zebra (Hubbs, 1936 [descripción original]; Alfaro-Bates, 1989 [comparación con *C. u. mayorum*]; Barrientos-Medina, 1999 [comparación]).

“*Cichlasoma*” *zebra* (Kullander, 2003 [lista]).

Material tipo examinado: Holotipo (108 mm LP, UMMZ 102123) y siete paratipos (60-90 mm LP, UMMZ 102124), colectados en el cenote Xlaká, Dzibichaltún, Yucatán, México por E. Creaser en 1932.

Material adicional: Cinco topotipos (71-111 mm LP), colectados por J. Carrillo en 1986 (UADY 171). Tres topotipos (73-86 mm LP), colectados por J. Carrillo en 1986 (UADY 172). Tres topotipos (87-172 mm LP), colectados por J. Carrillo en 1986 (UADY 178).

Diagnosis: Cuerpo bajo (40-46% LP). Siete bandas verticales, coalescentes y muy marcadas, que se continúan sobre la dorsal y la anal (Fig. 19). Interespacios más anchos o de igual grosor que las bandas. Mancha caudal ocelada, grande y oblonga, en posición media. Radio dorsal más largo, 18-24% LP. Ancho suborbital, 13-24% LC. De 24 a 32 escamas en la base de la dorsal. Escamas en la base de la anal, 11-13. 10-12 escamas predorsales. Escamas en la porción inferior de la línea lateral, 10-11.

Descripción: Cabeza baja, ancha y más bien larga. Pectoral larga. Pélvicas y pectorales insertadas hacia delante. Dorsal y anal cortas. Hocico afilado, puntiagudo y compacto. El maxilar no alcanza el ojo. Sin filamentos en dorsal y anal. La pectoral por lo general no alcanza el origen

de la anal, y si lo hace, cuando más llega a la tercera espina. D: XVI-XVII, 9-12. A: V-VI, 7-9. De 15 a 17 radios en la pectoral. 11 a 12 branquiespinas en el primer arco, de 28 a 32 escamas sobre la línea lateral.

Ecología y distribución: Dulceacuícola y endémica de Yucatán, conocida únicamente de la localidad tipo (cenote Xlaká).

Comentarios: Única subespecie nominal descrita por Hubbs (1936, 1938) como endémicas de Yucatán, agrupada fenéticamente con “*C.*” *mayorum*.

Discusión

El primer revisor de la variación geográfica de la mojarra rayada, C.L. Hubbs, reconocía que muchas de las subespecies nominales descritas por él mismo (Hubbs 1936), podrían considerarse como especies válidas. Sin embargo, y fiel a los preceptos en boga en su época, aplicó una versión muy estricta y gradualista del concepto biológico de especie. Esa visión continuó por muchos años, e incluso llegó a descartarse el reconocimiento de estas subespecies como taxones válidos (e.g. Miller 1982).

Más recientemente, Kullander (2003) consideró a muchas de las subespecies nominales como especies válidas, incluyendo solo a “*C.*” *urophthalmus trispilum* en la larga lista de sinonimias de la mojarra rayada. Sin embargo, en el presente trabajo se encontraron suficientes diferencias morfológicas como para reconocer a “*C.*” *trispilum* como una especie válida, aunque muy similar a “*C.*” *urophthalmus* en sentido estricto.

Con las 18 especies incluidas en el complejo “*C.*” *urophthalmus*, se aumentan tanto el total de especies de mojarra reportadas para la Península de Yucatán como el número de especies endémicas para la región. Particularmente, aumenta el número de especies secundarias y

se confirma la importancia de las mojarra de agua dulce dentro de la ictiofauna yucateca, en términos de su número de especies.

Las ideas antes expuestas parten de la premisa que la variación morfológica observada al interior de "*C.*" *urophthalmus* s. lato se debe a que cada población presenta una serie de características morfológicas (y probablemente biológicas) únicas, las cuales poseen un trasfondo genético (no cuantificado en el presente trabajo). Esto no es infrecuente, pues se ha observado en las mojarra africanas que la especiación puede presentarse con mayor facilidad en poblaciones pequeñas y aisladas geográficamente, las cuales se ven sujetas a nuevas presiones de selección al ocupar ambientes distintos (Ribbink 1994), o bien diferenciarse rápidamente por efecto de la deriva génica, en caso de que hayan sido fundadas por un número pequeño de individuos, cosa muy probable en el caso de los cenotes, ambientes aislados y pequeños.

Se pueden esgrimir distintos argumentos en contra de lo expuesto en el párrafo anterior, que incluyen el considerar a "*C.*" *urophthalmus* una especie politípica, que la variación observada sea en realidad un reflejo de la plasticidad fenotípica de "*C.*" *urophthalmus* (ocasionada por factores ambientales), que las diferencias morfológicas aquí señaladas sean un mero artificio estadístico y que las diagnósis realizadas dependan de rasgos morfológicos con un fuerte traslape, como lo son los datos morfométricos.

Ciertamente, no encontramos a ningún par de las especies aquí descritas en simpatría, lo cual hubiese aportado mayor solidez a las conclusiones taxonómicas, como en el caso de las formas de *Astyanax* presentes en la Península de Yucatán, *A. aeneus* y *A. altior* (Schmitter-Soto 1998). Empero, la existencia de especies politípicas sólo puede considerarse bajo una aplicación muy estricta del concepto biológico de especie, el cual a pesar de ser de uso popularizado, presenta una serie de características que no lo hacen apropiado para utilizarlo como concepto primario (ver Mayden 1997, para mayores detalles). Por ejemplo, todas las poblaciones incluidas

en este estudio son alopátridas y con bajo o nulo flujo genético entre ellas, al menos en condiciones naturales. El forzar el entrecruzamiento en condiciones de laboratorio no invalida que las especies aquí diagnosticadas sean entidades distintas, pues la capacidad de reproducción entre especies filogenéticamente cercanas puede ser un rasgo plesiomórfico (Mayden & Woods 1995).

Algunas perturbaciones ambientales, por ejemplo cambios en la temperatura durante el desarrollo o cambios en la disponibilidad de presas pueden afectar la expresión fenotípica, por lo que, al menos potencialmente, existe una notable influencia del ambiente en el fenotipo (Meyer 1987). No se puede negar, por lo tanto, que la plasticidad fenotípica inducida ambientalmente existe y menos aún cuestionar su papel en la especiación y evolución de las mojarra de agua dulce (Greenwood 1991). Por ejemplo, las poblaciones de *Gambusia yucatanana* estudiadas por Greenfield (1985), son de cuerpo más alto en ambientes más salados. ¿Ocurre algo similar con “*C.*” *urophthalmus* s. lato en la Península de Yucatán?

Anteriormente, Alfaro-Bates (1989) ya había considerado que las diferencias que se presentaron entre las subespecies nominales que comparó (“*C.*” *u. mayorum* y “*C.*” *u. zebra*) se debían a una adaptación a las condiciones ecológicas locales. El hecho de que algunas de las especies con cuerpo alto descritas en el presente trabajo, como “*C.*” *amarum.*, “*C.*” *cienagae* y “*C.*” *resendezi* sp. nov. provengan de ambientes salobres parece apoyar esta idea. Sin embargo, “*C.*” *alborum*, “*C.*” *erycimba*, “*C.*” *hondurensis* sp. nov., y “*C.*” *milleri* sp. nov. son también de cuerpo alto, pero habitan biotopos de agua dulce.

Además, no se está considerando el aislamiento histórico que presentan los cuerpos de agua en la región. Por ejemplo, Alfaro-Bates (1989) le dio más peso a las diferencias actuales que se presentan en las localidades tipo que comparó (cenote Xlaká, Dzibichaltún y cenote Xtolok, Chichén-Itzá) que al hecho de que esas localidades se hallan ubicadas en terrenos de muy

diferente edad geológica. En el Lago Nabugabo, en África, sólo se necesitó un aislamiento de 4,000 años con respecto al Lago Victoria para que se formaran ocho especies endémicas (Meyer 1993; Ribbink 1994). Si bien no existe una evaluación del grado de diferenciación genética que existe entre las poblaciones de mojarra de agua dulce de la Península de Yucatán, estudios realizados con otra familia de peces (Poeciliidae) señalan que existe una diferencia genética marcada entre poblaciones, una baja heterosis y una alta correlación entre la diferenciación morfológica y la genética (Barona & Espinasa 2002).

Un hecho que no puede obviarse es que las diferencias morfológicas pueden ser un mero artificio estadístico, sobretodo si se tiene en cuenta que muchas de las poblaciones incluidas en el presente estudio estaban representadas por muestras pobres ($n < 7$), particularmente los casos de “*C.*” *aguadae*, “*C.*” *conchitae* y “*C.*” *hondurensis*, sólo representados por los holotipos. Sin embargo se revisó la mayor cantidad de material disponible, tratando de incluir a las poblaciones que tuvieran el tamaño de muestra suficiente (siete) y se controló el efecto de las diferencias debidas al observador y la talla. Esto último se llevó a cabo a través de la aplicación del MANCOVA, que también permitió evaluar la diferencia intra e interpoblacional. El aumentar el tamaño de muestra, en estudios posteriores, permitirá dilucidar si las diferencias morfológicas entre poblaciones se diluyen o se vuelven más evidentes.

Si bien es cierto que cada especie puede tener un amplio rango de variación morfológica que se traslape con el de otras especies (Ferman & Cibert 1998), no significa que deben abandonarse los estudios morfológicos a favor de estudios citogenéticos o moleculares, los cuales son muy útiles cuando los datos “gruesos”, aportados por la morfología, no son suficientes para delimitar adecuadamente los taxones (Kornfield 1991; Will & Rubinoff 2004). Los datos más finos no pueden sustituir la información básica proporcionada por los datos morfológicos, los

cuales siguen siendo la base para el reconocimiento práctico de los taxones, es decir, su identificación (Will & Rubinoff 2004).

Con base en lo expuesto anteriormente, la variabilidad morfológica del complejo “C.” *urophthalmus* aquí delimitado se debe, principalmente, a las peculiares condiciones geohidrológicas de la región, que aunadas a los cambios eustáticos en el nivel del mar ocurridos desde tiempos pleistocénicos, serían los factores ecológicos e históricos causantes de la diferenciación y especiación de las mojarra y otros peces continentales en la Península de Yucatán (Wilkens 1982; Schmitter-Soto 2002). Esta combinación de factores alcanzaría su máxima expresión en la región norte, donde los cuerpos de agua son aislados y de fuerte naturaleza kárstica, lo que ha redundado en una baja densidad y una marcada condición de aislamiento geográfico e histórico de las poblaciones.

Las mojarra rayadas, al igual de otras mojarra de agua dulce de la región, son fuente apreciable de proteínas para los habitantes rurales de la Península de Yucatán. Sin embargo, no se cuentan con planes de manejo adecuados para garantizar la explotación adecuada y sustentable de estos recursos. El reconocer la naturaleza multiespecífica del recurso sería un primer paso en este sentido. Además, muchas poblaciones presentan muchas características morfológicas e incluso biológicas únicas, lo que debe considerarse al momento de diseñar tales estrategias.

Como especie, la mojarra rayada había estado incluida en la Norma Oficial Mexicana (NOM) ECOL-059-1999, en virtud de que algunas de sus subespecies nominales habitan en biotopos frágiles y presentaban baja densidad poblacional. Sin embargo, tiempo después fue excluida de la lista, en virtud de su supuesta amplia distribución y alta abundancia local. Con la evidencia recabada en el presente trabajo, se reconoce que muchas de las especies incluidas en el complejo “C.” *urophthalmus* son endémicas, de ámbitos muy reducidos y baja abundancia.

Una primera medida para la conservación de este componente endémico, sería incluir estas especies en la versión actual de la NOM y en otras listas de especies en peligro. Las formas de la porción norte de la región son las más amenazadas, en virtud de la fragilidad de los biotopos que ocupan, su baja densidad poblacional y la presión del desarrollo urbano sobre los ecosistemas. Ejemplo de esta problemática son los casos de “*C*”. *conchitae* y “*C*”. *ericymba*: ambas especies son microendémicas (Mérida), habitan en biotopos muy frágiles (cenotes semicerrados), no han vuelto a ser registradas desde su descripción y es muy probable que el desarrollo acelerado de la metrópoli yucateca haya ocasionado la pérdida de sus localidades tipo.

Queda pendiente realizar una evaluación de las relaciones filogenéticas al interior del complejo “*C*”. *urophthalmus*, así como dilucidar con claridad la posición genérica de sus miembros. Dicha evaluación debe sustentarse en una revisión más exhaustiva, incrementando tanto el tamaño de muestra (número de individuos por localidad) como la cobertura geográfica (número de localidades), y contemplando el registro de variables morfológicas adicionales (rasgos osteológicos o lepidológicos), que han probado ser de utilidad en la reconstrucción de las filogenias de mojarra (Stiassny 1991; Lippitsch 1993) y deberán proveer rasgos autapomórficos que ratifiquen la validez de las especies aquí descritas. También será interesante el uso de un protocolo que permita detectar cambios o transformaciones en la forma corporal, como los relacionados con la morfometría geométrica (Strauss & Bookstein 1982).

Agradecimientos. Este trabajo forma parte de la tesis de maestría del primer autor, realizada en ECOSUR y financiada por el CONACyT (beca no. 162829). Lizbeth Chumba-Segura (UADY), William Fink (UMMZ), María Eugenia Vega-Cendejas (CINVESTAV-Mérida) y Luis Zambrano (IBUNAM) otorgaron grandes facilidades para consultar las colecciones ictiológicas a su cargo. Agradecemos a Sven Kullander el envío de literatura relevante. L. Chumba-Segura, Jorge A. Navarro Alberto y Martha Valdéz revisaron el manuscrito, realizando críticas y comentarios que contribuyeron a mejorar su calidad. El Colegio de la Frontera Sur y la Universidad Autónoma de

Yucatán, a través del proyecto PRIORI-FMVZ-02-014, proporcionaron apoyo para salidas de campo y visitas a las localidades tipo de Mérida, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- AFIFI, A.A. & V. CLARK. 1990. *Computer-aided multivariate analysis*, 2a. ed. Chapman & Hall, New York. 505 p.
- ALFARO-BATES, R. 1989. Comparación de las características merísticas y morfométricas de dos subespecies de *Cichlasoma urophthalmus* (Pisces: Cichlidae, *C. u. zebra* y *C. u. mayorum*) en dos cenotes de Yucatán. Tesis, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida. 41 p.
- BARONA, A. & L. ESPINASA. 2002. Determinación de algunos aspectos de la genética de poblaciones de poecílidos en diferentes cenotes de la Península de Yucatán. Abstracts of the 49th Annual Meeting of the South Western Association of Naturalists. Cuernavaca, México. p. 14.
- BARRIENTOS-MEDINA, R.C. 1999. Revisión de las subespecies nominales de la mojarra rayada "*Cichlasoma*" *urophthalmus* Günther, 1862 (Teleostei: Cichlidae), en el estado de Yucatán, México. Tesis, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida. 58 p.
- BURGESS, W.E. 2000. The *Cichlasoma* story: *Herichthys*, the break-up. *Tropical Fish Hobbyist* 48(11): 44-54.
- BURGESS, W. & J. WALLS. 1993. *Cichlasoma*: the next step. *Tropical Fish Hobbyist* 41(5): 80-82.
- CRISCI, J. 1994. La especie: realidad y conceptos. pp: 53-61 In: J. Llorente, J. & I. Luna (comps). *Taxonomía biológica*. Ed. Científica Universitaria, México, D.F.
- ESCHMEYER, W.N. (Ed). 2004. Catalog of fishes (on-line vesion). California Academy of Sciences. www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html.

- ESPINOSA-PÉREZ, H., M.T. GASPAR-DILLANES & P. FUENTES-MATA. 1993. *Listados Faunísticos de México, III. Los peces dulceacuícolas mexicanos*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 99 p.
- FERMAN, Y. & C. CIBERT. 1998. Ecomorphological individual variation in a population of *Haplochromis nyererei* from the Tanzanian part of Lake Victoria. *Journal of Fish Biology* 53: 66-83.
- GAMBOA-PÉREZ, H. 1992. Peces continentales de Quintana Roo, pp: 305-360 *In: D. Navarro & E. Suárez (eds). Diversidad Biológica en la Reserva de Sian Ka' an, Quintana Roo, México. CIQROO, Chetumal.*
- GREENFIELD, D.W. 1985. Review of the *Gambusia yucatana* complex (Pisces: Poeciliidae) of Mexico and Central America. *Copeia* 1985: 368-378.
- GREENWOOD, P.H. 1991. Speciation. pp: 86-102. *In: M.H.A. Keenleyside (ed). Cichlid fishes: behavior, ecology and evolution*. Chapman & Hall, London.
- GONZÁLEZ-ACOSTA, A.F. 1995. *La comunidad de peces asociada al manglar de la laguna costera de Celestún, Yucatán*. Tesis, Facultad de Estudios Superiores-Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Tlaneplantla, Estado de México. 83 p.
- HUBBS, C.L. 1935. Freshwater fishes collected in the British Honduras and Guatemala. *University of Michigan Museum of Zoology Miscellaneous Publications* 28: 1-22.
- HUBBS, C.L. 1936. Fishes of the Yucatan Peninsula. *In: Pearse, A. y E. Creaser (eds). The cenotes of Yucatan: A zoological and hydrographic survey. Carnegie Institute of Washington Publications* 457: 157-287.
- HUBBS, C.L. 1938. Fishes from the caves of Yucatan. *In: Pearse, A. (ed). The caves of Yucatan. Carnegie Institute of Washington Publications* 491: 261-296.

- KARAKOUSIS, Y., C. TRIANTAPHYLLIDIS & P.S. ECONOMIDIS. 1991. Morphological variability among seven populations of brown trout, *Salmo trutta* L. in Greece. *Journal of Fish Biology* 38: 807-817.
- KORNFIELD, I. 1991. Genetics. pp: 103-128 In: M.H.A. Keenleyside (ed). *Cichlid fishes: behavior, ecology and evolution*. Chapman & Hall, London.
- KULLANDER, S.O. 1983. A revision of the South American cichlid genus *Cichlasoma* (Teleostei: Cichlidae). Naturhistoriska Riksmuseet, Stockholm. 296p.
- KULLANDER, S.O. 1996. *Heroina isonycterina*, a new genus and species of cichlid fish from western Amazonia, with comments on cichlasomine systematics. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 7(2): 149-172.
- KULLANDER, S.O. 2003. Cichlidae. pp: 605-654 In R.E. Reis, S.O. Kullander & C.J. Ferraris Jr. (eds). *Checklist of the freshwater fishes of South & Central America*. EDIPRUCS, Porto Alegre.
- LIPPITSCH, E. 1993. A phyletic study on lacustrine haplochromine fishes (Perciformes: Cichlidae) of East Africa, based on scale and squamation patterns. *Journal of Fish Biology* 42: 903-946.
- MANLY, B.J.F. 2001. *Statistics for environmental science and management*. Chapman & Hall/CRC, Boca Ratón. 326 p.
- MARTÍNEZ-PALACIOS, C.A. & L.G. ROSS. 1992. The reproductive biology and growth of the Central American cichlid *Cichlasoma urophthalmus* (Günther). *Journal of Applied Ichthyology* 8: 99-109.
- MARTÍNEZ-PALACIOS, C.A. & L.G. ROSS (eds). 1994. Biología y cultivo de la mojarra latinoamericana *Cichlasoma urophthalmus*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, D.F. 203 p.

- MAYDEN, R. 1997. A hierarchy of species concepts: the denouement in the saga of species concepts. pp: 321-424 *In*: M.F. Claridge, H.A. Dawah & M.K. Wilson (eds). *Species: the units of biodiversity*. Chapman & Hall, London.
- MAYDEN, R. & R.M. WOODS. 1995. Systematics, species concepts and the Evolutionary Significant Unit in biodiversity and conservation biology. *American Fisheries Society Symposium* 17: 58-117.
- MCCULLAGH, P. & J.A. NELDER. 1989. *Generalized linear models*, 2a. ed. Monographs on statistics and applied probability 39. Chapman & Hall, New York.
- MENA-ABUD, J.K. 1994. *Estudio de la composición y distribución de la comunidad ictiofaunística de la laguna de Celestún, Yucatán*. Tesis, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida. 38 p.
- MEYER, A. 1987. Phenotypic plasticity and heterochrony in *Cichlasoma managuense* (Pisces: Cichlidae) and their implications for speciation in cichlid fishes. *Evolution* 41: 1357-1369.
- MEYER, A. 1993. Phylogenetic relationships and evolutionary processes in East African cichlid fishes. *Trends in Ecology and Evolution* 8(8): 279-284.
- MILLER, R.R. 1982. Pisces. pp: 486-501 *In*: S.H. Hulbert & A. Villalobos (eds). *Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies*. San Diego State University, San Diego.
- MONTGOMERY, D.C. 1991. *Diseño y análisis de experimentos*. Grupo Editorial Iberoamérica, México, D.F. 589 p.
- REGAN, C.T. 1905. A revision of fishes of the American genus *Cichlasoma* and the allied genera. *Annual Magazine of Natural History* (Ser. 7). 16: 60-77, 225-243, 316-340, 443-445.
- RESÉNDEZ, A. 1981. Estudio de los peces de la Laguna de Términos, Campeche, México II. *Biótica* 6(4): 345-430.

- RIBBINK, A.J. 1994. Biodiversity and speciation of freshwater fishes with particular reference to African cichlids. pp: 261-288 *In*: P.S. Gillen, A.G. Hildrew & D.G. Raffaelli (eds.). *Aquatic ecology: scale, patterns and process*. Blackwell Science/ BES, Oxford.
- ROYAL STATISTICAL SOCIETY. 1992. GLIM 4 upd. 8 for IBM etc 80386 PC/ DOS. London.
- SCHMITTER-SOTO, J.J. 1998. Diagnosis of *Astyanax altior* (Characidae), with a morphometric analysis of *Astyanax* in the Yucatan Peninsula. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 8(4): 349-358.
- SCHMITTER-SOTO, J.J. 2002. Ictiogeografía de Yucatán, México. pp: 103-123 *In*: Ma. de L. Lozano-Vilano (Ed.). *Libro Jubilar en honor al Dr. Salvador Contreras Balderas*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey.
- SHINGLER, J. 1997. *Nandopsis urophthalmus*. *British Cichlid Association Information Pamphlet* 155: 1-4.
- STATSOFT. 1994. STATISTICA v. 4.3 Reference manual. Vol. 1: General procedures. Tulsa, Oklahoma, pp: 1533-1640.
- SIMPSON, G.G., A. ROE & R.C. LEWONTIN. 1960. *Quantitative zoology*, Revisited ed. Hacourt, Brace & Co., New York. 440 p.
- STIASSNY, M.L.J. 1991. Phylogenetic intrarrelationships of the family Cichlidae: an overview. pp: 1-35 *In*: M.H.A. Keenleyside (ed). *Cichlid fishes: behavior, ecology and evolution*. Chapman & Hall, Londres.
- STRAUSS, R. & F. BOOKSTEIN. 1982. The truss: body form reconstruction in morphometrics. *Systematic Zoology* 31: 113-135.
- TELLO-CETINA, J. 1993. Patrón tisular para esterazas de *Cichlasoma urophthalmus*. *Universidad y Ciencia* 10: 17-22.

- VEGA-CENDEJAS, M.E., M. HERNÁNDEZ DE S. & G. DE LA CRUZ-AGÜERO. 1997. *Los peces de la reserva de Celestún*. CINVESTAV-Mérida, PRONATURA Península de Yucatán. Mérida. 171 p.
- VEGA-CENDEJAS, M.E. 2004. Ictiofauna de la Reserva de la Biosfera de Celestún, Yucatán: una contribución. *Anales de Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 75(1): 193-206.
- WILKENS, H. 1982. Regressive evolution and phylogenetic age: the history of colonization by fish and crustacea. *Association for Mexican Cave Studies Bulletin* 8: 237-243 & *Texas Memorial Museum Bulletin* 25: 237-243.
- WILL, K.W. & D. RUBINOFF. 2004. Myth of the molecule: DNA barcodes for species can not replace morphology for identification and classification. *Cladistics* 20: 47-55.
- WILLIAMS, B.K. 1983. Some observations on the use of the discriminant analysis in ecology. *Ecology*. 64(5): 1283-1291.
- WILLIAMS, J.E., J.E. JOHNSON, D.A. HENDRICKSON, S. CONTRERAS-BALDERAS, J.D. WILLIAMS, M. NAVARRO-MENDOZA, D.E. MCALLISTER & J.E. DEACON. 1989. Fishes of North America endangered, threatened or of special concern: 1989. *Fisheries* 14(6): 2-20.
- WOLFE, R. 1996. General purpose macros to fit models to an ordinal response. *GLIM Newsletter* 26: 20-27.
- ZAR, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. 2a. ed. Prentice Hall, New York. 718 p.

Cuadro 1. Coeficientes estandarizados para cada variable de acuerdo con las tres primeras funciones canónicas (FC).

	FC 1	FC 2	FC 3
Altura máxima	0.5878	0.0063	-0.5856
Longitud cefálica	-0.2013	0.0073	-0.2525
Altura cefálica	-0.1382	-0.6099	-0.0026
Ancho cefálico	-0.1361	0.5216	-0.1580
Altura 12 ^a espina dorsal	0.0059	0.3141	-0.2143
Radio dorsal más largo	0.2592	0.4153	0.4153
Altura última espina anal	0.0592	0.2163	-0.0875
Radio anal más largo	0.2284	-0.0045	0.4577
Longitud aleta pectoral	0.1604	0.1915	-0.1261
Longitud aleta pélvica	-0.0136	-0.2927	-0.0190
Longitud predorsal	-0.3843	0.1821	-0.0972
Longitud prepectoral	-0.1301	-0.1457	-0.1450
Longitud prepélvica	0.0492	-0.2972	0.3207
Longitud preanal	-0.0509	-0.3214	0.1081
Longitud base de la dorsal	0.0831	-0.1353	-0.1010
Longitud base de la anal	0.2189	0.1905	0.1424
Altura del pedúnculo caudal	0.2862	-0.0604	0.1850
Longitud del pedúnculo caudal	-0.2533	-0.0502	-0.0111

Cuadro 1. Continuación...

	FC 1	FC 2	FC 3
Diámetro ocular	-0.4132	0.2317	-0.2965
Ancho interorbital	-0.0002	0.1370	-0.1157
Ancho suborbital	0.0193	-0.5363	-0.5949
Longitud postocular	0.0910	0.0085	0.2095
Longitud maxilar superior	-0.4015	0.1124	-0.5522
Longitud del hocico	0.2269	0.4075	0.1437
Valor propio	5.7992	4.1289	2.1434
% Acumulado	27.44	46.97	57.11

Cuadro 2. Medias de las tres primeras FC para las poblaciones de “*C*”. *urophthalmus* incluidas en el presente estudio.

	FC 1	FC 2	FC 3
Progreso	0.3751	1.2479	-1.1177
Celestun	1.1187	-1.8583	0.1575
Nohpolac	0.6358	0.8359	0.5598
Perdido	1.5752	-1.2060	1.2023
Xlaka	-1.6124	0.4088	-0.6552
Huolpoch	-1.6922	0.7307	-0.4528
Sambula	0.7269	0.2727	-3.3083
Xcalac	-3.4498	1.1902	-0.8933
Chuncopo	0.1070	-0.8269	1.5522
Xtolok	-1.6467	2.6772	-0.3474
Terminos	2.5866	-2.4067	0.2799
Xcanha	0.1425	0.5785	1.8677
Xpujil	2.5266	-1.3442	-0.8922
Contoy	3.3736	-0.1574	1.6542
Nagigo	5.3437	-4.6237	-4.1170
Mujeres	3.8494	0.7343	-3.3102
Bonfil	0.0675	-1.9639	-0.1071
Laguna	-2.1105	-0.1354	2.5766

Cuadro 2. Continuación...

	FC 1	FC 2	FC 3
Xel-há	-3.6757	-0.8505	-1.0820
Viejo	-0.6080	-2.3501	1.5634
Xhazil	0.1973	-2.0581	-1.3495
Calderas	0.5157	-1.0015	1.9446
Tabasco	4.7235	2.0522	0.1365
Veracruz	4.5879	5.6982	-0.1626
Petén	0.5616	2.1234	0.6839
Caballos	2.0296	2.5320	1.4201

Cuadro 3. Porcentajes correctos de clasificación de las poblaciones mejor diferenciadas de la mojarra rayada, de acuerdo con el método empírico de validación.

POBLACIÓN	N	% CORRECTO
Lago Petén-Itzá, Guatemala	8	100
Paso de los Caballos, Guatemala*	8	100
Progreso, Yucatán	5	100
Cenote Xlaká, Yucatán	17	100
Cenote Golondrinas, Q. Roo**	15	100
Laguna Punta Laguna, Q. Roo	7	100
Laguna de Términos, Campeche	9	100
Cenote Huolpoch, Yucatán	7	100
Cueva Sambulá, Yucatán	2	100
Calderas, Q. Roo	8	100
Isla Mujeres, Q. Roo	5	100
Montecristo, Tabasco	4	100
Estero Tatogepilla, Veracruz	4	100
Laguna de Celestún, Yucatán	10	90
Cenote Xtolok, Yucatán	14	86

* Incluye datos de Laguna Yalac, Guatemala

** Zona Arqueológica de Xel-há.

Cuadro 4. Variables consideradas dentro de las funciones lineales discriminantes (FLD).

	λ de Wilks	F (25, 124)	P	Redundancia
Altura máxima	2.91×10^{-05}	4.21	4.07×10^{-08}	0.3994
Longitud cefálica	2.30×10^{-05}	2.29	0.0015	0.6806
Altura cefálica	3.11×10^{-05}	4.84	1.52×10^{-09}	0.4942
Ancho cefálico	2.39×10^{-05}	2.58	0.0003	0.3701
Altura 12ª espina dorsal	2.15×10^{-05}	1.82	0.0168	0.4605
Radio dorsal más largo	2.37×10^{-05}	2.53	0.0004	0.2915
Altura última espina anal	2.18×10^{-05}	1.93	0.0099	0.4494
Radio anal más largo	2.10×10^{-05}	1.68	0.0340	0.3742
Longitud aleta pectoral	2.21×10^{-05}	2.02	0.0063	0.4643
Longitud aleta pélvica	2.17×10^{-05}	1.87	0.0132	0.4071
Longitud predorsal	2.05×10^{-05}	1.52	0.0714	0.5120
Longitud prepectoral	1.93×10^{-05}	1.12	0.3346	0.6454
Longitud prepélvica	2.27×10^{-05}	2.19	0.0025	0.5194
Longitud preanal	2.17×10^{-05}	1.89	0.0120	0.3162
Longitud base de la dorsal	2.02×10^{-05}	1.41	0.1104	0.4129
Longitud base de la anal	2.01×10^{-05}	1.39	0.1237	0.3655
Altura del pedúnculo caudal	2.36×10^{-05}	2.47	0.0006	0.3815
Longitud del pedúnculo caudal	2.17×10^{-05}	1.87	0.0131	0.3985
Diámetro ocular	2.49×10^{-05}	2.89	5.60×10^{-05}	0.4416

Cuadro 4. Continuación...

	λ de Wilks	F (25, 124)	P	Redundancia
Ancho interorbital	2.26×10^{-05}	2.15	0.0031	0.3671
Ancho suborbital	2.54×10^{-05}	3.06	2.21×10^{-05}	0.5585
Longitud postocular	2.20×10^{-05}	1.99	0.0073	0.2017
Longitud maxilar superior	2.70×10^{-05}	3.57	1.33×10^{-06}	0.4466
Longitud del hocico	2.14×10^{-05}	1.78	0.0207	0.5401

Cuadro 5. Puntajes de clasificación obtenidos para los ejemplares únicos, de acuerdo con las funciones lineales discriminantes empleadas. Los valores de la población de asignación se resaltan con negritas.

“C”. u. conchitae “C”. u. aguadae Río Salado

Progreso	3220.05	3389.84	3017.90
Celestun	3214.34	3355.74	3002.70
Nohpolac	3223.42	3381.00	3015.41
Perdido	3231.22	3393.65	3022.24
Xlaka	3223.16	3377.19	3008.95
Huolpoch	3208.47	3369.75	3007.49
Sambula	3206.68	3359.65	2988.98
Xcalac	3221.89	3364.37	2998.26
Chuncopo	3215.55	3368.66	3006.11
Xtolok	3224.47	3353.64	3010.93
Términos	3210.44	3373.68	3006.08
Xcanha	3225.78	3380.62	3012.14
Xpujil	3200.48	3357.79	3011.57
Contoy	3202.83	3361.36	2998.21
Nagigo	3155.90	3356.94	2998.54
Mujeres	3196.80	3339.91	3012.48
Bonfil	3217.12	3381.54	3007.26

Cuadro 5. Continuación...

	<i>"C". u. conchitae</i>	<i>"C". u. aguadae</i>	Río Salado
P. Laguna	3217.41	3350.11	2998.27
Xel-há	3218.62	3362.59	2987.74
Viejo	3209.34	3373.73	2992.25
Xhazil	3205.77	3358.69	3000.12
Calderas	3217.55	3349.27	3003.59
Tabasco	3208.71	3379.92	3001.08
Veracruz	3201.74	3348.46	3021.73
Petén	3220.76	3370.00	3022.06
Caballos	3224.40	3374.67	3014.55

Cuadro 6. Comparación morfométrica entre la subespecie nominal “*C*”. *u. conchitae* y la muestra de la población del cenote Perdido (Sinanché, Yucatán), en cuyo caso se incluye la media y la desviación estándar.

	“<i>C</i>”. <i>u. conchitae</i>	Cenote Perdido
	(Holotipo)	(n= 6)
Altura cefálica	35.16	42.51 ± 1.13
Diámetro ocular	29.20	21.19 ± 1.29
Longitud predorsal	47.19	42.95 ± 0.71
Longitud prepectoral	43.75	39.53 ± 0.71
Radio dorsal más largo	28.59	23.31 ± 1.05
Longitud base de la anal	22.97	26.34 ± 0.89

Cuadro 7. Comparación morfométrica entre la subespecie nominal “C”. *u. aguadae* y la muestra de la población del cenote Perdido (Sinanché, Yucatán), en cuyo caso se incluye la media y la desviación estándar.

	“C”. <i>u. aguadae</i>	Cenote Perdido
	(Holotipo)	(n= 6)
Altura cefálica	33.86	42.51 ± 1.13
Altura última espina anal	19.60	15.97 ± 0.54
Longitud del pedúnculo caudal	9.85	12.77 ± 0.54
Radio dorsal más largo	29.04	23.31 ± 1.05
Longitud predorsal	46.54	39.53 ± 0.71
Ancho interorbital	36.10	31.28 ± 1.47
Diámetro ocular	25.13	21.19 ± 1.29
Altura 12 ^a espina dorsal	14.88	12.75 ± 0.71
Altura mínima	16.04	17.33 ± 0.45

Cuadro 8. Comparación morfométrica entre el ejemplar de Río Salado (Honduras) y la muestra de la población del cenote Perdido (Sinanché, Yucatán), en cuyo caso se incluye la media y la desviación estándar.

	Río Salado	Cenote Perdido
	(n= 1)	(n= 6)
Longitud postocular	29.96	44.94 ± 1.45
Altura cefálica	31.09	42.51 ± 1.13
Altura última espina anal	19.71	15.97 ± 0.54
Altura 12 ^a espina dorsal	15.18	12.75 ± 0.71
Longitud del pedúnculo caudal	10.95	12.77 ± 0.54
Diámetro ocular	10.95	21.19 ± 1.29

Cuadro 9. Ajuste de las variables merísticas incluidas en el presente estudio a la escala ordinal.

CARÁCTER	X²	g.l.	P	P_A
Radios dorsales	292.94	20	2.23 x 10 ⁻⁵⁰	0.0036
Espinas dorsales	218.44	20	2.44 x 10 ⁻³⁵	0.0038
Radios pectorales	157.69	20	2.09 x 10 ⁻²³	0.0042
Escamas base de la caudal	137.46	19	5.58 x 10 ⁻²⁰	0.0045
Escamas porción inferior LL	109.51	19	9.81 x 10 ⁻¹⁵	0.0050
Radios anales	110.20	19	7.32 x 10 ⁻¹⁵	0.0056
Radios caudales	110.36	19	6.84 x 10 ⁻¹⁵	0.0062
Escamas base de la dorsal	70.95	20	1.27 x 10 ⁻⁰⁷	0.0071
Escamas en LL	69.02	19	1.33 x 10 ⁻⁰⁷	0.0083
Escamas porción superior LL	66.75	19	3.16 x 10 ⁻⁰⁷	0.0100
Branquiespinas en el primer arco	31.01	18	0.0287	0.0125
Elementos en dorsal y anal	16.37	17	0.4978	0.0167
Escamas predorsales	13.53	16	0.6337	0.0250
Escamas base de la anal	8.66	17	0.9503	0.0500

LL= Línea lateral.

Cuadro 10. Comparación morfológica entre “*C*”. *conchitae* y “*C*”. *zamaconai* sp. nov. En el caso de los caracteres morfométricos se incluye la media y el intervalo, mientras que para los merísticos la moda y/o el intervalo.

	“<i>C</i>”. <i>conchitae</i>	“<i>C</i>”. <i>zamaconai</i>
Longitud prepectoral	44 %	40% (39-41)
Longitud base de la anal	23%	25% (24-26)
Longitud del hocico	31%	39% (35-40)
Longitud predorsal	47%	44% (42-45)
Longitud del pedúnculo caudal	12%	15% (13-16)
Branquiespinas totales	13	10-12
Escamas predorsales	9	13 (12-13)
Escamas base de la caudal	8	9-11

Cuadro 11. Comparación morfológica entre “*C*”. *hondurensis* sp. nov. y “*C*”. *trispilum*. En el caso de los caracteres morfométricos se incluye la media y el intervalo, mientras que para los merísticos la moda y el intervalo.

	“<i>C</i>”. <i>hondurensis</i>	“<i>C</i>”. <i>trispilum</i>
Altura máxima del cuerpo	49%	(41-47)
Longitud postocular	30%	45% (42-49)
Branquiespinas totales	11	12 (12-13)
Escamas base de la anal	14	12 (11-13)

Cuadro 12. Comparación morfológica entre “*C*”. *mayorum* y “*C*”. *zebra*. En el caso de los caracteres morfométricos se incluye la media y el intervalo, mientras que para los merísticos la moda y el intervalo.

	“<i>C</i>”. <i>mayorum</i>	“<i>C</i>”. <i>zebra</i>
Longitud del maxilar	33% (31-36)	35% (31-39)
Radios dorsales	10 (10-11)	11 (9-12)
Elementos en dorsal y anal	40 (39-41)	41 (38-43)
Escamas predorsales	12 (9-12)	11 (10-12)
Escamas porción inf. línea lateral	10 (9-12)	11 (10-11)
Escamas en la línea lateral	30 (29-31)	31 (28-31)

Cuadro 13. Comparación morfológica entre “*C*”. *trispilum* y “*C*”. *urophthalmus*. En el caso de los caracteres morfométricos se incluye la media y la desviación estándar, mientras que para los merísticos se incluye sólo el intervalo.

	“<i>C</i>”. <i>trispilum</i>	“<i>C</i>”. <i>urophthalmus</i>
Longitud de la aleta pectoral	29% (29-31)	27% (24-30)
Longitud del pedúnculo caudal	10% (9-11)	12% (10-17)
Longitud postocular	45% (42-49)	40% (37-44)
Espinas dorsales	16-18	16

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Espacio fenético delimitado por las dos primeras funciones canónicas (FC). En la parte superior derecha se destacan los individuos del estero Tatagapilla, Veracruz y en la inferior izquierda los del cenote Golondrinas, Quintana Roo.

Figura 2. “*Cichlasoma*” *aguadae*, de la aguada Tuxpeña, Campeche.

Figura 3. “*Cichlasoma*” *alborum*, de Montecristo, Tabasco.

Figura 4. “*Cichlasoma*” *amarum*, de Isla Mujeres, Q. Roo.

Figura 5. “*Cichlasoma*” *cienagae*, de Progreso, Yucatán.

Figura 6. “*Cichlasoma*” *conchitae*, del cenote Conchita, Yucatán.

Figura 7. “*Cichlasoma*” *erycimba*, de la cueva Sambulá, Yucatán.

Figura 8. “*Cichlasoma*” *hirundarum* sp. nov., del cenote Golondrinas, Q. Roo.

Figura 9. “*Cichlasoma*” *hondurensis* sp. nov., de Río Salado, Honduras.

Figura 10. “*Cichlasoma*” *hubbsi* sp. nov., de Laguna Celestún, Yucatán.

Figura 11. “*Cichlasoma*” *janetae* sp. nov., de la Bahía de Chetumal, Q. Roo.

Figura 12. “*Cichlasoma*” *mayorum*, del cenote Xtolok, Yucatán.

Figura 13. “*Cichlasoma*” *milleri* sp. nov., del estero Tatogepilla, Veracruz.

Figura 14. “*Cichlasoma*” *resendezi* sp. nov., de Laguna de Términos, Campeche.

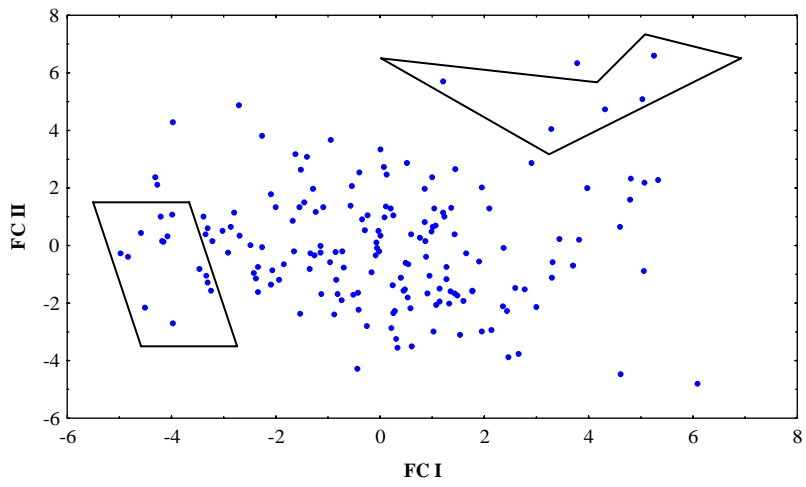
Figura 15. “*Cichlasoma*” *tenuissimum* sp. nov., de Laguna Punta Laguna, Q. Roo.

Figura 16. “*Cichlasoma*” *trispilum*, del Paso de los Caballos, Guatemala.

Figura 17. “*Cichlasoma*” *urophthalmus* sensu stricto, del Lago Petén.

Figura 18. “*Cichlasoma*” *zamaconai* sp. nov., del cenote Huolpoch, Yucatán.

Figura 19. “*Cichlasoma*” *zebra*, del cenote Xlaká, Yucatán.

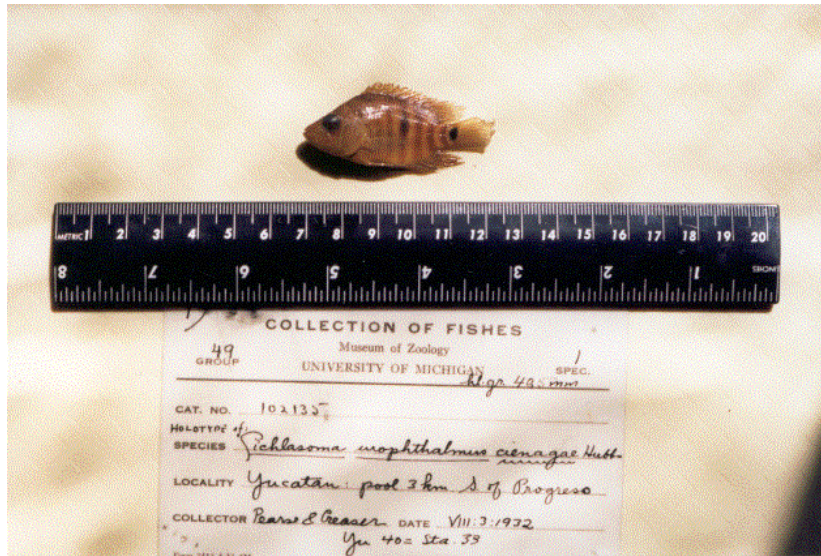


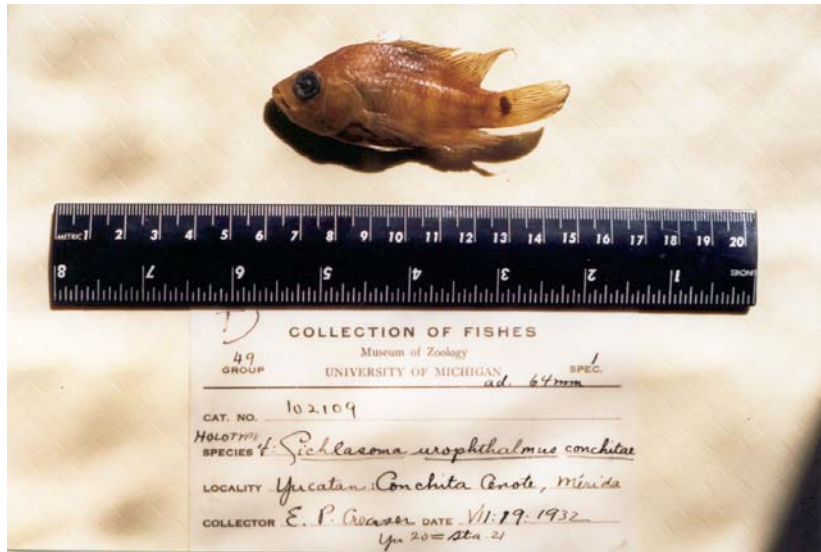




USNM 093425
CICHLASOMA UROPTHALMUS AMARU
(214) MEXICO

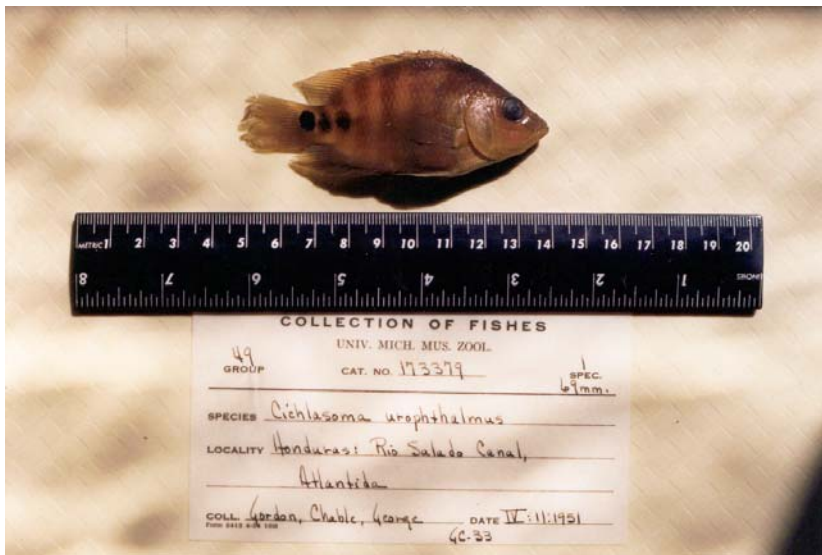
USNM 093425 - FISH - 214 SPEC 095
CICHLASOMA UROPTHALMUS AMARU
FACULTAD
NORTH AMERICA, MEXICO, YUCATAN
CITY OF MEXICO, MEXICO, YUCATAN
COLLEGE OF AQUACULTURE
MEXICO, YUCATAN































Apéndice 1. Listado detallado del material biológico examinado para el desarrollo del presente trabajo. Se indica el nombre de referencia, el museo o colección respectiva y el número de ejemplares revisados y en su caso, al material tipo (entre paréntesis).

A. Yucatán

Cichlasoma urophthalmus cienagae UMMZ 102132 (holotipo), UMMZ 143154 (7). 3 km. al sur de Progreso.

Cichlasoma urophthalmus CINV NEC 2646 (1). Cenote Pájaros, Progreso.

Cichlasoma urophthalmus CINV NEC 2124 (1). Cenote Homochén, Sisal.

Cichlasoma urophthalmus UADY 303 (2). Cenote Tzin-Tzin, Sisal.

Cichlasoma urophthalmus UADY 250 (4). Cenote Lagartero, Sisal.

Cichlasoma urophthalmus UADY 038 (3), UADY 040 (2), UADY 045 (2), UADY 213 (2).

Laguna Celestún.

Cichlasoma urophthalmus UADY S/N (5). Cenote Noh Polac, Celestún.

Cichlasoma urophthalmus CINV NEC 2398 (6). Cenote Perdido, Sinanché.

Cichlasoma urophthalmus zebra UMMZ 102123 (holotipo), UMMZ 102124 (7 paratipos), UADY 171 (5), UADY 172 (3), UADY 178 (3). Cenote Xlaká, Dzibichaltún.

Cichlasoma urophthalmus conchitae UMMZ 102109 (holotipo). Cenote Conchita, Mérida.

Cichlasoma urophthalmus conchitae UADY 177 (5), UADY S/N (3). Cenote Huolpoch, Mérida.

Cichlasoma urophthalmus erycimba UMMZ 116091 (holotipo), UMMZ 116092 (paratipo).
Cenote Sambulá, Mérida.

Cichlasoma urophthalmus UADY 088 (2), UADY 090 (5). Cenote Xcalac, Izamal.

Cichlasoma urophthalmus UADY 089 (2). Cenote Yaax Ek, Izamal.

Cichlasoma urophthalmus UADY S/N (3). Lagunas de Yalahau, Homún.

Cichlasoma urophthalmus UADY 047 (2), UADY 048 (1), UADY 094 (2), UADY 101 (1).
Cenote San Isidro Chuncopó, Tizimín.

Cichlasoma urophthalmus mayorum UMMZ 92098 (holotipo), UMMZ 92099 (paratipo), UMMZ 92100 (6), UADY 071 (4), UADY 130 (2), UADY 134 (2). Cenote Xtolok, Chichén Itzá.

B. Campeche.

Cichlasoma urophthalmus aguadae UMMZ 64477 (holotipo). Aguada Tuxpeña, Champotón (?).

Cichlasoma urophthalmus CINV NEC 1347 (3), CINV NEC 1535 (2). Xcan-Há, Calakmul.

Cichlasoma urophthalmus ECO CH 5158 (1). Laguna Silvituc, Escárcega.

Cichlasoma urophthalmus CINV NEC 1204 (1), CINV NEC 1438 (1). Gasolinera de Xpujil.

Cichlasoma urophthalmus IBUNAM 454 (9). Laguna de Términos.

C. Quintana Roo.

Cichlasoma urophthalmus CINV NEC 266 (1), CINV NEC 286 (1). Isla Contoy.

Cichlasoma urophthalmus amarum USNM 93425 (5 paratipos). Isla Mujeres.

Cichlasoma urophthalmus ECO CH 5159 (2). Ría Nagigo, Chacmochuch.

Cichlasoma urophthalmus ECO CH 2584 (2). Cenote Leona Vicario, Benito Juárez.

Cichlasoma urophthalmus ECO CH 1511 (1), ECO CH 2588 (1). Cenote San Justo, Benito Juárez.

Cichlasoma urophthalmus ECO CH 1521 (8). Cenote Bonfil, Benito Juárez.

Cichlasoma urophthalmus ECO CH 1286 (8). Laguna Punta Laguna, Cozumel.

Cichlasoma urophthalmus ECO CH 180 (1), ECO CH 247 (5), ECO CH 582 (9). Cenote Golondrinas, Zona Arqueológica de Xel-Há.

Cichlasoma urophthalmus ECO CH 654 (4), ECO CH 724 (2). Cenote Viejo, Rancho San Carlos.

Cichlasoma urophthalmus ECO CH 1493 (8). X-Hazil, X-Hazil Sur y Anexos.

Cichlasoma urophthalmus ECO CH ? (4). Charca el Refugio, carretera Cafetal-Mahahual, km. 19.5.

Cichlasoma urophthalmus ECO CH 1494 (8). Manantial Calderas-Barlovento, Bahía de Chetumal.

D. Tabasco.

Cichlasoma urophthalmus alborum USNM 50498 (paratipo), USNM 50500 (paratipo), USNM 50502 (paratipo), USNM 50503 (paratipo). Montecristo, Río Usumacinta.

E. Veracruz.

Cichlasoma urophthalmus UMMZ 187781 (5). Estero Tatagapilla, 115 km. al oeste sur-oeste de Tenochtitlán.

F. Guatemala.

Cichlasoma urophthalmus UMMZ 146067 (8), ECO CH 5157 (5). Lago Petén Itzá.

Cichlasoma urophthalmus UMMZ 144064 (8). Laguna Yalac.

Cichlasoma urophthalmus trispilum UMMZ 95520 (holotipo). Paso de los Caballos, Río San Pedro.

G. Honduras.

Cichlasoma urophthalmus UMMZ 173379 (1). Río Salado, Atlántida.

EMPIRICAL MANAGEMENT OF AN ENDEMIC CICHLID FISH, “*Cichlasoma*” *cienagae* HUBBS, 1936

MANEJO EMPÍRICO DE UNA MOJARRA ENDÉMICA, “*Cichlasoma*” *cienagae* HUBBS, 1936

Roberto C. Barrientos-Medina¹ and Lizbeth Chumba-Segura²

¹Corresponding author. Depto. de Ecología, Cuerpo Académico de Ecología Tropical. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Mérida-Xmatkuil, km. 15.5. A.P. 4-116, C.P. 97100. Mérida, Yucatán, México. E-mail: rcarlos@tunku.uady.mx.

²Depto. de Zoología, Cuerpo Académico Biodiversidad de la Península de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Mérida-Xmatkuil, km. 15.5. A.P. 4-116, C.P. 97100. Mérida, Yucatán, México. E-mail: csegura@tunku.uady.mx.

ABSTRACT

Cichlids are freshwater fishes that comprise a very important part of the diet of rural communities in Yucatan Peninsula. Despite of this importance, there is a lack of information related with the management and exploitation of these fishes. In the present paper we describe the empirical management of an endemic cichlid fish, “*Cichlasoma*” *cienagae*, which is performed by a group of organized fishermen in Progreso, Yucatan. The entire process is an extensive aquaculture program, that involves several stages and is supported by an empirical background of knowledge related with fish biological traits and local aquatic ecosystems. The results obtained by Progreso fishermen could be the basis for develop an appropriated and sustainable plan of management and exploitation of native cichlids in Yucatan Peninsula.

Keywords: Native cichlids, small-scale fishery, traditional knowledge, Yucatan Peninsula

RESUMEN

Las mojarra de agua dulce son parte importante de la dieta de las comunidades rurales en la Península de Yucatán. A pesar de lo anterior, hay un vacío de información relacionada con el manejo y explotación de estos peces. En el presente trabajo se describe el manejo empírico de una mojarra endémica, “*Cichlasoma*” *cienagae*, que llevan a cabo pescadores organizados en Progreso, Yucatán. El proceso es un programa acuicultural extensivo, el cual comprende diversas etapas y está basado en el conocimiento empírico de las características biológicas de los peces y de los ambientes acuáticos locales. Los resultados obtenidos por los pescadores de Progreso pueden ser la base para desarrollar planes adecuados y sustentables para el manejo y explotación de las mojarra nativas en la península de Yucatán.

Palabras clave: Mojarra nativas, pesquerías artesanales, conocimiento tradicional, Península de Yucatán

INTRODUCTION

Cichlid fishes, commonly known as freshwater *mojarras*, have been extensively studied in México and Central America, mainly due to their extraordinary diversity. Presently, information about basic biological traits such as ecophysiology and reproductive biology has been gathered for several species. On the other hand, studies related with management issues (*v. gr.* Tabasch and Gauadamuz, 2000) are scarce.

In southeastern Mexico, freshwater *mojarras* are important fish resources for rural communities. Due to this several studies have been carried out on these species, but only few of these are linked with culture topics (*v. gr.* Hernández-López, 1987) or their suitability in aquaculture (Chavez-Lomeli *et al.* 1989; Martínez-Palacios and Ross, 1994).

In Yucatan Peninsula, freshwater *mojarras* support a small-scale fishery. However, the extant studies related with fish management in many cases only cover specific topics such as culture in rustic ponds, or adoption of culture strategies originally developed for introduced species (Lazcano-Barrero and Vogt, 1992).

The objective of the present paper is two-fold: first, to describe the empirical management of “*Cichlasoma*” *ciénaga* (Fig. 1), an endemic cichlid which belongs to the “*C.*” *urophthalmus* complex (Kullander, 2003; Barrientos-Medina and Schmitter-Soto, 2004) and second, to point out some difficulties related with the management of freshwater *mojarras*.

<Figure 1 near here>

METHODS

Information about the empirical management of “*C.*” *ciénaga* implemented by the SSS “El Corchito” cooperative society, a group of organized fishermen in Progreso, Yucatan, Mexico was collected on September 2001, mainly through personal interviews with prominent members, identified using the snow-ball sampling technique (Neis *et al.*, 1999).

During these interviews, we asked about the historical relationship of the fishermen with this cichlid fish, their traditional knowledge on its biological traits and the empirical management of this species. Additionally, the cooperative chair board members provided us some activity-reports, both private and public. The latter are written especially for the whole community of Progreso.

Based on these sources of information, we proceed to describe the empirical management carried over by fishermen. This management is largely based on traditional knowledge acquired by decades of observations on cichlid behavior, and was developed by the enthusiastic initiative of fishermen.

RESULTS AND DISCUSSION

The consumption of freshwater *mojarras* is traditional in coastal communities of Yucatan Peninsula. This could explain why fishermen’s relationship with “*C.*” *ciénaga* is an ancient one: the species has been used as protein source in times of low captures of other fish targets, mostly marine species, by previous generations of fishermen, who really appreciated the value of this cichlid in their diet. Based on its importance, some fishermen started a series of preliminary tests on the culture of this cichlid fish, in natural conditions, in 1985. These previous assays were done without any technical assistance, based only in the fishermen’s field observations (Palomo, *com. pers.*).

By February 1998, with an empirical knowledge accumulated with a lot of years of observations, the members of “El Corchito” established an extensive aquaculture program for “*C.*” *ciénaga*, structured in different stages (Table 1). At this time, the cooperative deposited 178 young fishes, obtained in two nearby and natural hatcheries (*Cenote* Pájaros and adjacent channels) located in a wetland locally known as “El Corchito” (21° 17’ N, 89° 38’ W). These water bodies, of variable salinity (between 1 and 25 ppm) and almost constant temperature (ca. 28°C) on a spatial basis, were used as nursery sites where fishes grow and feed naturally. The entire wetland, a fresh-brackish water system, comprises several water bodies, including some cenotes (Rey, Helechos, Pájaros and Venados among others), *aguadas* and channels that join up some of the main water bodies.

<Table 1 near here>

In October 1998, the first release documented by the fishermen was carried out: approximately 5,000 juvenile fishes (from 40 to 60 mm of total length) were incorporated to the main aquatic biotope, a brackish environment commonly known as *La Ciénega* (Fig. 1). In this site, a lagoon system with ephemeral connections to the sea, from nearly marine to hyperhaline features (Zizumbo, 1989), fishes mature and complete their life cycle. After this first release, two other similar events took place, in September 1999 and September 2000. According to their own annotations, fishermen estimate around one million as the number of young fishes that have been released along several decades of assays. Most of these releases are not well documented.

<Figure 2 near here>

Through the entire process, fishermen made observations on the reproductive traits of the species, as well as valuable recommendations upon the management of “*C.*” *ciénegae*. Reproduction takes place two times through the year in the nursery sites, which agrees with previous reports on reproductive traits: freshwater mojarra has a long reproductive season, from April to October (Martínez-Palacios and Ross, 1994). There is a winter break, mainly due to low temperatures produced by the cold winds locally known as *nortes*.

In the fishermen’s judgment, individuals of “*C.*” *ciénegae* could be harvested at 200 mm of total length, when fishes are considered of acceptable size for consumption. The only fishing gear approved by them is hook and line; in contrast, throw nets and beach seine are strongly forbidden. Young fishes incidentally captured must be released immediately and nursery sites are restricted to fishing activities. Rowing is not allowed, due to the possible damage to the nests. According to their observations, the fishermen think that the population of “*C.*” *ciénegae* in *La Ciénega* has been regenerated, as the consequence of the restriction that only specimens over 200 mm of total length should be captured. In addition, they promote their utilization in a subsistence approach, that is, for local consumption.

The empirical management developed by Progreso fishermen, involving the application of the traditional knowledge of resources and ecosystems, does not impact only in the conservation of an endemic component of the local fish fauna. This anecdotic knowledge could also be invaluable as strategy for the improvement of management policies, a major goal in the case of similar data-less fisheries (Pauly, 1995; Kurien, 1998). In the fishermen’s point of view, the experience was successful: with low expenses and efforts, they could obtain animal protein for their families and by the way, they contribute in the conservation of natural nursery sites, such as *petenes* and springs. The property of this accumulated, empirical knowledge is collective, and its transmission and sharing is based in one principle: the well-being of fishermen and their families.

The next step is to develop a research plan with fishermen’s contribution, using their knowledge and experience as background, for the biological assessment of the “*C.*” *ciénegae* population in Progreso. This study could serve as technical support of some management ideas planned by the cooperative’s members, which include the design of a sustainable exploitation project, in terms of ecoturistic and aquaculture activities. This kind of studies, exemplifying the interaction between scientists and resource users, will serve to promote the culture and consumption of native cichlids, over exotic species of mojarra (*tilapias*) of well-know ecological disadvantages (Contreras-Balderas and Escalante, 1984; Nirchio and Pérez, 2000).

Although this kind of use for “*C.*” *ciénegae* would have some ecological and social benefits, there are some restrictions for the extrapolation of previous experiences in a broader context. The main difficulties include the problematic taxonomic identity of freshwater mojarra, inter-populations differences in reproductive biology (Faunce and Lorenz, 2000), low biomass production and growth rates obtained with other mojarra in similar systems (Flores-Nava and Sánchez-Crespo, 1994) and the scarcity of knowledge on basic biological traits, such as the genetic structure of local populations (Policansky and Magnuson 1998).

We think, based on the success of the empirical management made by fishermen in Progreso, that the culture of native freshwater mojarra could be an excellent alternative for the development and nourishment of coastal and rural communities. The topic was stated almost ten years ago, with excellent perspectives (Martínez Palacios and Ross, 1994). A better agreement, in terms of efforts and resources, between fishermen and government, together with fisheries managers and scientists, could lead to achieve this purpose. Experience in other regions of the world (*v. gr.* Amarashinge and de Silva, 1999) can demonstrate the feasibility of this type of interaction.

ACKNOWLEDGMENTS

Thanks are given to José Palomo Castillo, Jorge A. Casanova Dzul and other chair board members of “El Corchito” Cooperative Society, for sharing their knowledge and efforts. Silvia Hernández-Betancourt, Jorge A. Navarro-Alberto and J.J. Schmitter-Soto reviewed an earlier version of the manuscript. This study is part of the M. Sc. first author’s thesis at ECOSUR, supported by CONACyT (grant number, 162829).

REFERENCES

- Amarashinge, U.S. and de Silva, S.S. 1999. Sri Lankan reservoir fishery: a case for introduction of co-management strategy. *Fisheries Management and Ecology*. 6: 387-399.
- Barrientos-Medina, Roberto C. and Schmitter-Soto, J.J. 2004. La mojarra rayada, “*Cichlasoma*” *urophthalmus* (Günther, 1862): ¿especie politépica o complejo de especies? Resúmenes del IX Congreso Nacional de Ictiología. Villahermosa, Tabasco, México del 13 al 16 de Septiembre de 2004. pp: 135.
- Chávez-Lomelí, M.O., Mattheeuws, A.E. and Pérez-Vega, M.H. 1989. Biología de los peces del río San Pedro en vista de determinar su potencial para la piscicultura. INIREB/FUCID, México. 222 p.
- Contreras-Balderas, S. and Escalante, M.A. 1984. Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico. In: Courtenay Jr., W.R. and Stauffer Jr., J.R. (eds.). *Distribution, biology and management of exotic fishes*. John Hopkins University Press, USA. pp: 102-130.
- Faunce, C.H. and Lorenz, J.J. 2000. Reproductive biology of the introduced Mayan cichlid, *Cichlasoma urophthalmus*, within an estuarine mangrove habitat of southern Florida. *Environmental Biology of Fishes*. 58: 215-225.
- Flores-Nava, A. and Sánchez-Crespo, M. 1994. Análisis del potencial acuacultural de una pequeña cantera de grava abandonada en Yucatán, México. *Ciencia ergo sum*. 1: 200-207.
- Hernández-López, A. 1987. La piscicultura tropical en la Selva Lacandona. *Acuavisión*. 9: 29-31.
- Kurien, J. 1998. Traditional ecological knowledge and ecosystem sustainability: new meaning to Asian coastal proverbs. *Ecological Applications*. 8(Suppl.): S2-S5.
- Kullander, S.O. 2003. Cichlidae. In: Reis, R.E., Kullander, S.O. and Ferraris Jr., C.J. (Eds.). *Checklist of freshwater fish from South and Central America*. EDIPRUCS, Brazil. pp: 605-664.
- Lazcano-Barrero, M.A. and Vogt, R.C. 1992. Peces de la Selva Lacandona, un recurso potencial. In: Vásquez-Sánchez, M.A. and Ramos, M.A. (eds.). *Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación*. Ecosfera, Publicación Especial 1, México. pp: 135-144.
- Martínez-Palacios, C.A. and Ross, L.G. (eds). 1994. *Biología y cultivo de la mojarra latinoamericana Cichlasoma urophthalmus*. Secretaría de Educación Pública / Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México. 203 p.
- Neis, B., Schneider, D.C., Felt, L., Haedrich, R.L., Fischer, J. and Hutchings, J.A. 1999. Fisheries assessment: what can be learned from interviewing resources users? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 56: 1949-1963.
- Nirchio, M. and Pérez, J.E. 2000. Riesgos del cultivo de *Tilapias* en Venezuela. *Interciencia*. 27: 39-44.
- Pauly, D. 1995. Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *Trends in Ecology and Evolution*. 10: 459.
- Policansky, D. and Magnuson, J.J. 1998. Genetics, metapopulations and ecosystem management of fisheries. *Ecological Applications*. 8(Suppl.): S119-S123.
- Tabasch, B. and Gauadamuz, E. 2000. A management plan for the sport fishery of *Parachromis dovii* (Pisces: Cichlidae) in Hule Lake, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 48: 473-485.
- Zizumbo, D. 1986. El deterioro del sistema ecológico Ciénega de Progreso. Gob. del Estado de Yucatán, México. 66 p.

Table 1. Description of the empirical management of “*C.*” *cienagae*, endemic cichlid fish from Progreso, Yucatan.

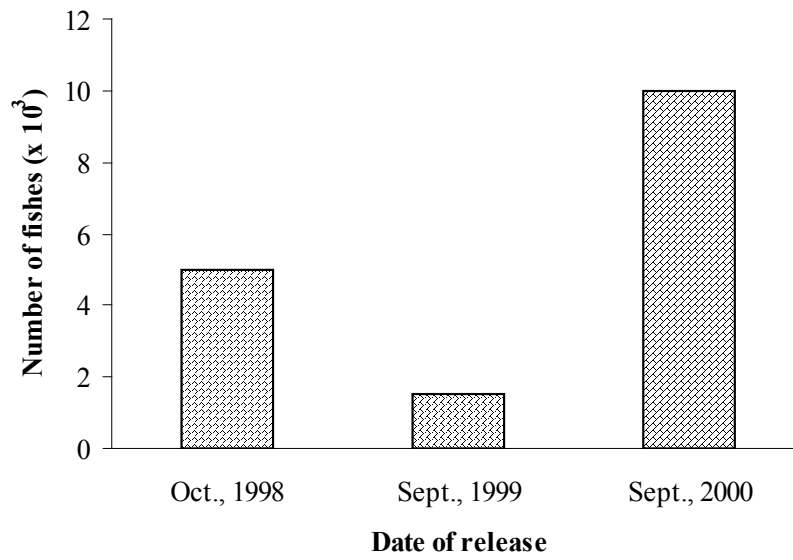
	STAGE	DESCRIPTION
1.	Transfer	Small fishes (<40 mm SL), obtained in several parts of the wetland, are deposited in natural nurseries (cenotes).
2.	Release	Young fishes (40-60 mm SL) are released in La Cienega.
3.	Natural feeding and growth	Fishes feed and mature naturally at La Cienega.
4.	Capture and consumption	Fishes are captured for self-consumption, only by hook and line, when reached over 200 mm SL.

LIST OF FIGURES

Figure 1. "*Cichlasoma*" *cienagae* (91 mm LP) from la Draga, Progreso, Yucatan (UADY 138). Photograph by Víctor Cobos.

Figure 2. Number of young fishes released from October 1999 to September 2000, according to fishermen observations.





DIVERSIDAD DE MOJARRAS (TELEOSTEI: CICHLIDAE) EN EL SUROESTE DE CAMPECHE, MÉXICO

Diversity of "Mojarras" (Teleostei: Cichlidae) in Southwest Campeche, México

ROBERTO CARLOS BARRIENTOS-MEDINA

Laboratorio de Necton. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Chetumal. Av. Centenario km 5.5, A.P. 424. Chetumal, Quintana Roo, México. 77900 e-mail: rcarlos@tunku.uady.mx

RESUMEN. La familia Cichlidae constituye una de las familias más representativas de la ictiofauna continental de la Península de Yucatán. Esta ictiofauna es importante debido a su gran plasticidad morfológica, así como su potencial acuicultural (consumo y ornato). Se analizan los patrones de diversidad de la familia (taxonómica y ecológica) en la región sur del estado de Campeche, México. En esta zona, se conocen 17 especies de cíclidos, las cuales ocupan una gran variedad de biotopos (desde manantiales hasta lagunas costeras). La mayoría de las especies son omnívoras (generalistas) y sólo unas cuantas pueden considerarse especialistas. Se destaca la presencia de dos especies exóticas (*Oreochromis niloticus* y *Parachromis managuensis*) y una endémica ("*Cichlasoma*" *aguadae*). Se discute la relevancia de los resultados en el

conocimiento de la biodiversidad de peces de la región.

Palabras Clave: Cíclidos, diversidad, taxonomía, ecología, Campeche.

ABSTRACT. The family Cichlidae is one of the most representative families of the continental ichthyofauna from the Yucatan peninsula, Mexico. This ichthyofauna is important because of its ample morphological plasticity as well as its potential for aquaculture (food and ornate purposes). An analysis of the taxonomical and ecological diversity of these fishes in the southern Campeche, Mexico was carried out. Eighteen species are reported here, which occur in several biotopes (from springs to coastal lagoons). Most species are omnivorous and ones have trophic

235

HOMENAJE AL DOCTOR ANDRÉS RESÉNDEZ MEDINA

specializations. The presence of two exotic (*Oreochromis niloticus* and *Parachromis managuensis*) and one endemic ("*Cichlasoma*" *aguadae*) species is highlighted and the relevance of this study for the knowledge of the fish fauna of Yucatan is discussed.

Key Words: Cichlidae, diversity, taxonomy, ecology, Campeche.

INTRODUCCIÓN

La parte mexicana de Península de Yucatán constituye un paisaje con características peculiares, sobre todo en lo que a hidrogeología se refiere. Si bien las manifestaciones cársticas, como los cenotes y aguadas, son los cuerpos de agua más conspicuos (principalmente en la parte norte), en las porciones sureste y suroeste encontramos una serie de ambientes no-cársticos, entre los que sobresalen ríos y lagunas (Schmitter-Soto 2002), de diversa extensión.

Aunado a lo anterior, la juventud geológica de la región ha sido un factor que ha influido en los procesos de colonización de la ictiofauna dulceacuícola: el patrón observable en la provincia ictiológica del Usumacinta (escasez de especies primarias, estrictas de agua dulce, contra el elevado número de especies secundarias y de invasores marinos) es más evidente en la subprovincia yucateca. La fauna de peces ha derivado ecológica y evolutivamente, en su mayor parte, de lagunas costeras desde el Plioceno (Wilkens 1982) y del *Viejo Componente Meridional* de Bussing (1985). Los cambios eustáticos en el nivel del mar (regresiones y transgresiones) ocurridos en tiempos holocénicos, han jugado un papel importante en la historia de colonización de los

peces en la península de Yucatán (Schmitter-Soto, 2002).

Las mojarras de agua dulce (Teleostei: Cichlidae) forman parte de la ictiofauna yucateca y, junto con los pecílidos y ciprinodóntidos, constituyen el grueso de las especies secundarias (Schmitter-Soto 2002). El objetivo de este trabajo es realizar una descripción de la diversidad de la familia (en términos taxonómicos y ecológicos) en la región suroeste del Estado de Campeche, incluyendo información acerca de su distribución espacial.

ÁREA DE ESTUDIO

La región suroeste del Estado de Campeche, que, para los fines de este estudio, se encuentra delimitada hacia el norte por el río Champotón, al sur por el río San Pedro y tierra adentro por la meseta de Zohlaguna (Fig. 1). Esta región presenta una serie de características hidrológicas y geológicas muy interesantes, además de ser la frontera entre las dos provincias sedimentológicas del Golfo de México, la terrígena y la carbonatada (Ayala-Pérez et al. 1993). Otro rasgo importante es la presencia de una serie de sistemas fluvio-lagunares asociados, principalmente, a la Laguna de Términos (Gío-Argáez 1996), así como la presencia de la división ictiolimnológica entre la cuenca del Usumacinta (en sentido estricto) y la Península de Yucatán, considerada como una subprovincia del Usumacinta (Miller 1986).

En términos puramente hidrológicos, la región es una región de contrastes. Hacia el occidente, hacia la zona de costa, se presentan una serie de cuencas fluviales de importancia: Usumacinta-Grijalva, Candelaria, Chumpán -, Mamantel y Champotón (Gío-Argáez 1996); hacia el centro, se presentan lagunas endorreicas como Laguna Noh y Zohlaguna, así como cuerpos de agua aislados y

de origen cárstico (cenotes y aguadas), principalmente en la zona de Calakmul (INE-SEMARNAP 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el análisis de la diversidad de la familia Cichlidae en esta región de Campeche, se recopiló los registros existentes sobre peces de la región, a través de cuatro fuentes principales:

a) *Registros obtenidos de la literatura.* Aquí cabe distinguir aquellos registros publicados en: exploraciones ictiológicas (Hubbs 1936, Toral y Reséndez 1974, Reséndez 1981, Yáñez-Arancibia et al. 1982, 1988, Ayala-Pérez et al. 1993), trabajos sobre especies particulares, como "*Cichlasoma*" *urophthalmus* (Caso-Chávez et al. 1984) y *Thorichthys pasionis* (Artigas-Azas 1999); estudios ecológicos o faunísticos en los cuales la diversidad de los peces no constituye el principal objeto de estudio (Vera-Herrera et al. 1988, Yáñez-Arancibia y Aguirre-León 1988, Cu-Sarmiento y Arreguín-Sánchez 1997, Vidal-Martínez et al. 2000) y planes de manejo de las áreas naturales protegidas en la zona (INE-SEMARNAP 1997, 1999).

b) *Registros curatoriales de colecciones científicas.* Se consultó la base de datos de la Colección Ictiológica Regional de la Universidad Autónoma de Yucatán, la de mayor antigüedad en la Península, que incluye principalmente peces continentales (Chumba-Segura y Barrientos-Medina 2002). Se obtuvieron 106 registros adicionales de diferentes localidades de la región, al consultar la base de datos del proyecto NEODAT II (NEODAT 2003) (ver Fig. 1), los registros provienen de las colecciones de tres instituciones: El Colegio de la Frontera Sur (ECO-CH P), el Museo de Zoología de la Universidad de Michigan

(UMMZ) y la Colección Nacional de Peces, del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM)..

c) *Registros obtenidos de trabajos no publicados,* donde se incluyen informes de proyectos de investigación (Acosta-Lugo y Ricalde-Flores 1994), trabajos presentados en reuniones científicas (Heredia-Hernández y Vega-Cendejas 2002, Vega-Cendejas y Hernández 2002) y tesis de Licenciatura (Valencia-Díaz 2001).

d) *Registros obtenidos durante una exploración ictiológica* de algunos cuerpos de agua continentales ubicados principalmente en el tramo Champotón-Escárcega y áreas circunvecinas, realizado durante la época de lluvias (7-9 de agosto) de 2002. Como arte de pesca se utilizó un chinchorro playero de 20 m de largo por 1.5 de caída, con copo, luz de malla de 1 cm. Los ejemplares se fijaron en formalina al 10%, amortiguada con el agua dura local y se depositaron, conservados en etanol al 70%, en ECO-CH P.

Con los datos obtenidos, se generó una matriz de datos de especies, localidades y tipo de biotopo. Para depurar el listado taxonómico, se realizaron las siguientes consideraciones:

1. A raíz de la revisión de Kullander (1983), en la cual se restringió el uso del género *Cichlasoma* a especies sudamericanas, las especies centroamericanas quedaron sin designación genérica formal. En este trabajo se han ubicado las especies en los distintos géneros propuestos hasta el momento, con base en las revisiones más recientes (Allgayer 1991, Kullander 1996, Kullander y Hartel 1997, Roe et al. 1997, Martin y Bermingham 1998, Miller y Norris en prensa).

2. Los registros previos de "*Cichlasoma*" *fenestratum* en realidad corresponden a *Vieja synspila* (cf. Reséndez

1981).

3. "*C.*" *champtonis* Hubbs es un sinónimo de *Thorichthys helleri* Steindachner (Miller y Taylor 1984).

4. "*C.*" *urophthalmus*, considerada como la especie más abundante y mejor distribuida, es en realidad un complejo de especies. Algunas de las subespecies descritas por Hubbs (1936), se consideran ahora especies válidas (Kullander 2001, Barrientos-Medina y Schmitter-Soto 2002). En particular, para el presente trabajo se considera como especie válida la registrada en la aguada La Tuxpeña ("*C.*" *aguadae* Hubbs). El resto de los registros se agrupan como *C.*" *aff. urophthalmus*.

5. No se consideraron los registros de "*C.*" *intermedium* y "*C.*" *geddesi* (Vidal-Martínez et al. 2000), debido a que son especies de presencia poco probable en la región (cf. Miller 1986 y Espinosa-Pérez et al. 1993), y a que los registros no se encuentran respaldados ni en la literatura ni en los registros museológicos consultados. En general, los trabajos ictiofaunísticos de Miller (1986) y Espinosa-Pérez et al. (1993) sirvieron como punto de referencia para reforzar o descartar la presencia de las especies reportadas en la literatura.

Para evaluar la diversidad taxonómica, se consideró el número de géneros, el número de especies y el número de especies por género. En cuanto a la diversidad ecológica, se tomaron como parámetros el número de biotopos ocupados y las tendencias alimenticias de cada especie. Como biotopo se consideró todo aquel cuerpo de agua continental presente en la región, que pudiera delimitarse con claridad y sin ambigüedades, con base en los datos ambientales y descripción de las localidades (Cuadro 1). En este trabajo no se incluyen, por ejemplo, biotopos potenciales para las mojaras como los petenes, humedales y pozas de excavación de material calizo

(sascaberías), debido a la falta de registros de estos ambientes, lo cual no significa que algunas especies de la familia puedan habitar en ellos.

Las preferencias alimenticias de las especies se obtuvieron a través de lo reportado en la literatura, considerando dos categorías: *fuentes originales* (Caso-Chávez et al. 1984, Chávez-Lomelí et al. 1989, Acosta-Lugo y Ricalde-Flores 1994, Cu-Sarmiento y Arreguín-Sánchez 1997, Valtierra-Vega y Schmitter-Soto 2000) y *compilaciones* (Conkel 1997, Bussing 1998, Froese y Pauly 2003).

A partir de los datos de presencia-ausencia de las especies por biotopo, se confeccionó un índice *ad hoc* de amplitud ecológica:

$$AE_i = (B_o/B_d) * 100$$

Donde AE_i es la amplitud ecológica de la i -ésima especie, B_o es el número de biotopos ocupados y B_d el número de biotopos disponibles. Si $AE_i > 50\%$, la especie se consideró euritópica (de amplia distribución) y si $AE_i < 25\%$, la especie se consideró estenotópica (de distribución restringida).

Finalmente, se estudiaron las tendencias de distribución de las especies, en términos de su coexistencia, desde dos perspectivas: simpatria y sintopía, es decir, la tendencia a ocupar las mismas localidades o los mismos biotopos (cf. Contreras-Balderas 2000). Para analizar los datos, se crearon matrices de datos de presencia-ausencia de las especies por localidad o tipo de biotopo, las cuales se sometieron a un análisis de clasificación jerárquica por conglomerados de tipo inverso (modo R), utilizando como criterio de similitud el índice de Jaccard y como criterio de agrupamiento el método UPGMA

(Kovach 2003). Se incluyeron las especies, localidades y biotopos que tuvieran por lo menos dos registros positivos ("presencias").

RESULTADOS

Diversidad taxonómica

En los sistemas acuáticos del suroeste de Campeche habitan un total de 18 especies y 7 géneros de cíclidos (Apéndice 1), siendo los géneros más diversos *Thorichthys* y *Vieja*, con 4 especies cada uno. Todas las especies son nativas de la región, excepto dos: *Parachromis managuensis* y *Oreochromis niloticus*. El único taxón endémico es "*Cichlasoma*" *aguadae* Hubbs.

Dentro de la región se pudieron detectar zonas en las cuales hay una gran riqueza específica de mojaras: Laguna de Términos, con sus sistemas fluvio-lagunares asociados, y la Reserva de la Biosfera de Calakmul, con sus ambientes cársticos, temporales y permanentes (principalmente aguadas). Mención aparte merecen dos cuerpos de agua endorreicos, Laguna Noh (conocida también como Centenario o Silvituc) y Laguna Zohlaguna: en estos cuerpos de agua se presentan ocho especies de mojaras (Cuadro 2).

Diversidad ecológica

Las mojaras habitan desde aguas salobres o marinas (Laguna de Términos) hasta ambientes dulceacuícolas de origen cárstico, como cenotes y aguadas, que por lo general presentan aguas duras con altos contenidos de carbonato de calcio. De acuerdo con sus valores de amplitud ecológica, se pudo determinar la existencia de espe-

cies euritópicas y estenotópicas (Cuadro 3). Entre las primeras destaca *Vieja synspila*, que presenta mayor tolerancia a los cambios de salinidad, por lo que puede habitar en las aguas salobres de Laguna de Términos; entre las estenotópicas, sobresalen *Archocentrus spilurus* (restringida a la meseta de Zohlaguna y Calakmul) y *Vieja argentea*, registrada únicamente en sistemas fluviales cercanos a Laguna de Términos. El resto de las especies presentó valores intermedios entre los dos extremos arriba señalados.

En el rubro de las preferencias alimenticias, la mayor parte de las especies son omnívoras (Fig. 2), y cinco aparecen con algún tipo de especialización trófica: herbívoras (*Vieja pearsei* y *Vieja synspila*) o carnívoras (*Parachromis friedrichsthalii*, *P. managuensis* y *Petenia splendida*).

Simpatría y sintopía

Se encontró una cierta tendencia de simpatría entre las especies de mojaras que habitan en la región suroeste de Campeche (Fig. 3), a pesar de que la similitud es muy baja. A un nivel de corte de 0.20, se observa la segregación de *Thorichthys affinis*, *V. argentea*, *Archocentrus spilurus* y *V. heterospilum*, además de la presencia de tres grupos de especies. El primer grupo (I), se encuentra formado por los pares "*Cichlasoma*" *salvini*-*Astatheros robertsoni* y *A. octofasciatum*-*T. meeki*. En el segundo grupo (II), sobresale el par *V. synspila*-*V. pearsei* y la coexistencia del carnívoro *Petenia splendida* con "*C.*" *aff. urophthalmus*.

El caso de la sintopía es semejante al descrito líneas arriba: baja similitud, pero con algunos agrupamientos diferenciables (Fig. 4). A un nivel de corte de 0.36, se

separan *A. spilurum* y *T. affinis*, a la vez que se observan dos grupos de especies. En el primer grupo (I), destacan los pares *Astatheros robertsoni*-*P. splendida* y *A. octofasciatum*-*"C." salvini*, los cuales tiende a presentarse en los mismos biotopos. El segundo grupo (II) contiene a casi todas las especies del género *Vieja* (excepto *V. argentea*, no incluida en el análisis) y al par *T. helleri*-*T. pasionis*.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Diversidad taxonómica

La diversidad taxonómica de las mojarra de la familia Cichlidae en la región suroeste del estado de Campeche es alta (7 géneros, 18 especies), comparable sólo a la presentada por los pecílidos y ciprinodóntidos (cf. Schmitter-Soto 2002). Las mojarra sin embargo, podrían considerarse como la familia más diversa, en virtud de presentar un mayor número de géneros, incluso omitiendo las especies introducidas.

Del total de especies, 15 son originarias de la cuenca del Usumacinta y 2 son introducidas. La presencia de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) se explica por la introducción de la especie en México con fines acuiculturales, procedente de Panamá (Contreras-Balderas y Escalante-Cavazos 1984, Espinosa-Pérez et al. 1993, Contreras-Balderas, 1999). El caso del cíclido jaguar, *Parachromis managuensis*, es menos fácil de explicar. Esta especie, propia de la provincia Chiapas-Nicaragua (Bussing 1998), pudo haber sido introducida accidentalmente en la región.

Dentro de las especies nativas, sobresale el registro de *Vieja argentea*. Esta especie, considerada hasta ahora como endémica de la cuenca del Río Usumacinta y

presente en el Petén (Guatemala) y zonas adyacentes de México (Espinosa-Pérez et al. 1993), se incluye en el presente trabajo considerando su presencia en el río San Pedro (Chávez-Lomelí et al. 1989) y los registros de Vidal-Martínez et al. (2000) en dos ríos de la zona de Laguna de Términos. Con base en esta información, se amplía el ámbito endémico de esta especie.

Sólo "*Cichlasoma.*" *aguadae* Hubbs es endémica de la región. Esta especie, de la cual sólo se conoce el holotipo (depositado en UMMZ), se distingue claramente de "*C.*" *urophthalmus* sensu stricto y es más afín a las formas que habitan en la parte norte de la Península de Yucatán. Difiere de estas últimas en ciertas proporciones del cuerpo (altura cefálica, altura de la última espina anal) y en el número de elementos merísticos de las aletas dorsal y anal, particularmente en el número de espinas (Barrientos-Medina, en prep.).

La diversidad taxonómica podría ser mayor. Existen otras poblaciones de "*C.*" aff. *urophthalmus*, principalmente aquellas presentes en localidades aisladas, como las aguadas de la región de Calakmul, que presentan características morfológicas divergentes del *urophthalmus* típico y de otras poblaciones de la Península de Yucatán (Barrientos-Medina, en prep.). Sin embargo, es necesario realizar estudios más detallados para llegar a conclusiones taxonómicas más sólidas.

Diversidad ecológica

La especie "*V. synspila* es la única que puede recibir el calificativo de euritópica, con excepción de algunas poblaciones de lo que aquí se denomina "*C.*" aff. *urophthalmus*, capaz de establecerse con éxito en los ambientes estuarinos de la región. De hecho, hay un cam-

bio en la dominancia, en sentido norte-sur, en el cual "C". aff. *urophthalmus* es reemplazada por *V. synspila* al sur de la sierrita de Ticul (Schmitter-Soto, 2002). Especies que en la región pueden considerarse de amplia distribución, como *Astatheros robertsoni*, "C." *salvini*, *Parachromis friedrichsthalii* y *Petenia splendida*, disminuyen su representatividad o se encuentran ausentes en la parte noreste de la Península de Yucatán.

Por otro lado, existen especies con distribución restringida. Por ejemplo, *Archocentrus spilurus*, limitada a la Laguna Zohlaguna y ciertas aguadas en Calakmul; *Thorichthys affinis* al parecer está ausente de los sistemas fluvio-lagunares asociados a Laguna de Términos, pues sólo se ha registrado en ambientes cársticos de la zona de Calakmul (Valencia-Díaz 2001), mientras que *Vieja argentea* sólo se ha registrado en los sistemas asociados a Laguna de Términos, quizá por ser los que están mejor conectados con la cuenca del Usumacinta (en sentido estricto).

Si bien al parecer la mayor parte de las especies presentan hábitos alimenticios generalistas, se pueden presentar diferencias ontogénicas, interespecíficas y geográficas en los patrones y hábitos de alimentación (Valtierra-Vega y Schmitter-Soto 2000), lo cual podría explicar la alta riqueza de ensambles locales de mojarra, como los presentes en Laguna Noh y Laguna Zohlaguna. Los datos no son muchos ni muy precisos, pero es muy probable que esta diversidad local o puntual se vea favorecida por un bajo traslape trófico y un reparto del ambiente (biotopo, hábitat y posición dentro de la columna de agua). Esto explicaría la presencia no sólo de distintos géneros sino de distintas especies de un mismo género como *Thorichthys* en un mismo cuerpo de agua.

Colonización y especiación

La alta diversidad que las mojarra presentan en esta región de la península yucateca puede explicarse por razones ecológicas e históricas. Las primeras saltan a la vista, pues la mayor parte de las especies son omnívoras y, al ser especies secundarias, son capaces de tolerar ciertos cambios en las condiciones ambientales. Esto ha permitido que ocupen en la región una amplia variedad de biotopos, incluso aquellos más agrestes y característicos, como los cenotes y las aguadas.

La baja similitud en términos de la coexistencia de las especies, simpátrica y sintópicamente, parece un argumento a favor de una segregación espacial y un reparto del ambiente. Incluso especies relacionadas filogenéticamente, como las de los géneros *Thorichthys* y *Vieja*, tienden a presentarse en localidades o biotopos distintos.

En el aspecto histórico, la Península de Yucatán, aunque es una región geológicamente joven, ha estado influenciada por los cambios eustáticos (regresiones y transgresiones) que ha sufrido el nivel del mar, sobre todo en tiempos pliocénicos y pleistocénicos (Schmitter-Soto, 2002). Ciertas localidades y zonas, como la meseta de Zoh Laguna, pudieron contener hábitats-refugio durante tales eventos.

Los sistemas fluvio-lagunares relacionados con Laguna de Términos han favorecido la dispersión de la fauna de cíclidos, sobre todo de aquellos provenientes de la cuenca del Usumacinta en sentido estricto. Por otro lado, los cenotes y aguadas de la región de Calakmul, al ser

ambientes relativamente estables y aislados (INE 1999), podrían estar jugando el papel de islas virtuales, en donde se estén llevando a cabo procesos de especiación incipiente o incompleta, pues las mojarra no son capaces, hasta donde se conoce, de utilizar los pasajes y galerías subterráneas que pueden servir de conexión entre los cuerpos de agua cársticos. Un ejemplo de este proceso sería "*C. aguadae*."

En esta región, las condiciones históricas, ecológicas y geohidrológicas han permitido la aparición y diversificación de una fauna de cíclidos que resulta muy diferente de aquella que se encuentra en las zonas norte y oeste de la Península de Yucatán. Llama la atención, por ejemplo, la diversidad que se encuentra al interior de los géneros *Thorichthys* y *Vieja* (4 especies cada uno), así como la presencia de especies que están ausentes en otras partes de la península.

Con relación a la biología de la conservación, es conveniente resaltar que la mayoría de las especies se encuentran representadas en las dos áreas naturales protegidas de la región (Laguna de Términos y Calakmul). Sin embargo, cuerpos de agua endorreicos como Laguna Zoh Laguna y Laguna Noh, en vista de la diversidad de mojarra que contienen, bien podrían estar sujetas a algún tipo de conservación. Principalmente, debe tenerse en cuenta que podría presentarse algún patrón no definido de anidamiento o estructuración de los ensambles locales de mojarra, con lo cual no bastaría proteger zonas o cuerpos de agua de mayor extensión para garantizar la conservación de las especies. Cabe señalar que ninguna de las especies mencionadas en este trabajo está incluida en la NOM-059-ECOL-2001.

Muchas de estas mojarra tienen un valor de aprovechamiento por parte de los habitantes de la zona, princi-

palmente de las comunidades rurales, como fuente de alimento y tienen potencial como peces de ornato, debido a su llamativa coloración. Sin embargo, aún no se cuantifica con planes ni estrategias de aprovechamiento económica y ecológicamente sustentables.

Finalmente se puede concluir, que, la fauna de cíclidos que habita en la zona sur-oeste de Campeche puede considerarse como la más rica de la Península de Yucatán. La presencia de biotopos de naturaleza diversa, desde sistemas fluviales y lagunares hasta ambientes cársticos, ha favorecido la dispersión y, muy probablemente, la diferenciación morfológica de las especies, a pesar de la juventud geológica de la península yucateca.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de la tesis de maestría del autor en ECOSUR, dirigida por J.J. Schmitter-Soto y financiada por el CONACyT (beca no. 162829). Mi más sincero agradecimiento a Roberto Herrera Pavón por su invaluable ayuda en el campo, a Lizbeth Chumba-Segura, por las facilidades otorgadas para revisar la base de datos de la Colección Ictiológica Regional de la UADY y a S. Kullander, por el envío de literatura relevante. J. Jacobo Schmitter-Soto, Lizbeth Cumba-Segura, Silvia Hernández y J. Navarro-Alberto comentaron una versión previa del trabajo. Las sugerencias y comentarios de dos revisores anónimos permitieron mejorar el manuscrito. Este trabajo es dedicado al Dr. Andrés Reséndez Medina, estudioso de la fauna de cíclidos del sureste de México.

LITERATURA CITADA

ACOSTA-LUGO, E. Y H. RICALDE-FLORES. 1994. Los peces

- de la reserva de la Biosfera de Calakmul: una evaluación exploratoria de un complejo faunístico virtualmente desconocido. Reporte final de proyecto. PRONATURA Península de Yucatán, U.S. Fish Y Wildlife Service, Secretaría de Desarrollo Social.
- ALLGAYER, R. 1991. *Vieja argentea* (Pisces, Teleostei, Cichlidae), une espece nouvelle d' Amerique centrale. *Revue fr. des Cichlidophiles*. 114: 2-15.
- ARTIGAS-AZAS, J.M. 1999. Introducing *Thorichthys pasionis*. *Cichlid News Magazine*. 8(4): 6-15.
- AYALA-PÉREZ, L.A., A. AGUIRRE-LEÓN, O.A. AVILÉS-ALATRISTE, M.T. BARREIRO-GÜEMES Y J.L. ROJAS-GALAVIZ. 1993. Peces de los sistemas fluvio-lagunares, Laguna de Términos, Campeche. In "Biodiversidad Marina y Costera de México." S. Salazar-Vallejo Y N. E. González (Eds.) CONABIO/CIQRO, Chetumal. pp: 596-608.
- BARRIENTOS-MEDINA, R.C. Y J.J. SCHMITTER-SOTO. 2002. Diagnosis de *Cichlasoma mayorum* Hubbs, stat. nov. (Teleostei: Cichlidae), con análisis morfométrico de *Cichlasoma urophthalmus* Günther s. lat. en Yucatán. Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Ictiología. Puerto Ángel, Oaxaca. p. 61.
- BUSSING, W.A. 1985. Patterns of distribution of the Central American ichthyofauna. In "The Great American Biotic Interchange". F.G. Stiheli Y S.D. Webb (Eds). Plenum, Nueva York. pp: 453-473.
- BUSSING, W.A. 1998. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 46 (Supl. 2): 1-468.
- CASO-CHÁVEZ, M., A. YÁÑEZ-ARANCIBIA Y A. LARA-DOMÍNGUEZ. 1986. Biología, ecología y dinámica de poblaciones de *Cichlasoma urophthalmus* (Günther) (Pisces: Cichlidae) en hábitat de *Thalassia testudinum* y *Rhizophora mangle*, Laguna de Términos, Sur del Golfo de México. *Biótica*. 11(2): 79-111.
- CHÁVEZ-LOMELÍ, M.O., A.E. MATTHEUWS Y M.A. PÉREZ-VEGA. 1989. Biología de los peces del río San Pedro en vista de determinar su potencial para la piscicultura. *INIREB*. Xalapa. 222 p.
- CHUMBA-SEGURA, L. Y R.C. BARRIENTOS-MEDINA. 2002. La Colección Ictiológica Regional de la Universidad Autónoma de Yucatán. Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Ictiología. Puerto Ángel, Oaxaca. p. 88.
- CONKEL, D. 1997. *Cichlids of North and Central America*. TFH Pub. 64 p.
- CONTRERAS-BALDERAS, S. 2000. Biodiversidad mexicana de peces continentales. *Mexicoa*. 2(1): 80-84.
- CONTRERAS-BALDERAS, S. Y M.A. ESCALANTE-CAVAZOS. 1984. Distribution and knowm impacts of exotic fishes in México. En: Courtenay Jr., W.R. Y Stauffer, Jr., J.R. (eds.). *Distribution, biology and management of exotic fishes*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. pp: 102-130.
- CONTRERAS-BALDERAS, S. 1999. Annotated checklist of introduced invasive fishes in Mexico, with examples of some recent introductions. En: Claudi, R. Y Leach, J.H. (eds.). *Nonindigenous freshwater organisms: vectors, biology, and impacts*. Lewis Publishers, Boca Raton. pp: 31-52.
- CU-SARMIENTO, I.N. Y F. ARREGUÍN-SÁNCHEZ. 1997. Crecimiento y eficiencia alimentaria de la mojarra *Cichlasoma heterospilum* (Cichlidae: Perciformes) al sur del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*. 45: 1167-1172.
- ESPINOSA-PÉREZ, H., M.T. GASPARDILLANES Y P. FUENTES-MATA. 1993. Los peces dulceacuícolas mexicanos. Listados faunísticos III. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 98 p.
- FROESE, R Y D. PAULY. (Eds). *Fish Base*. World Wide Web publication. Disponible en: <http://www.fishbase.org/search.cfm>
- GÍO-ARGÁEZ, F.R. 1996. Campeche y sus recursos naturales. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Vol. Esp. 247 p.
- HEREDIA-HERNÁNDEZ, M.A. Y M.E. VEGA-CENDEJAS. 2002. Contribución al conocimiento taxonómico y ecológico de la familia Cichlidae: ictiofauna de la reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche. Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Ictiología. Puerto Ángel, Oaxaca. p. 94.
- HUBBS, C.L. 1936. *Fishes of the Yucatan Peninsula*. Carnegie Institute of Washington Publication. 457: 157-287.
- INE-SEMARNAP. 1997. Plan de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. México. 167 p.

- INE-SEMARNAP. 1999. Plan de Manejo de la reserva de la Biosfera de Calakmul. México. 167 p.
- KOVACH, W. 2003. MultiVariate Statistical Package versión 3.13f. Copia de evaluación. Disponible en <http://www.kovcomp.com/>
- KULLANDER, S.O. 1983. A revision of the Southamerican cichlid genus *Cichlasoma* (Teleostei: Cichlidae). Naturhistoriska Riksmuseet. Estocolmo. 296 pp.
- KULLANDER, S.O. 1996. *Heroina isonycterina*, a new genus and species of cichlid fish from western Amazonia, with comments on cichlasomine systematics. Ichthyological Explorations of Freshwaters. 7: 149-172.
- KULLANDER, S.O. Y K.E. HARTEL. 1997. The systematic status of cichlid genera described by Louis Agassiz in 1859: *Amphilophus*, *Baiodon*, *Hysophrys* and *Parachromis*. Ichthyological Exploration of Freshwaters. 7: 193-202.
- KULLANDER, S.O. 2001. Checklist of the freshwater fishes of South and Central America (Cichlidae), en preparación. En : Froese, R y D. Pauly (Eds). Fish Base. World Wide Web publication. Disponible en: <http://www.fishbase.org/search.cfm>
- MARTIN, A.D. Y E. BERMINGHAM. 1998. Systematics and evolution of lower Central American cichlids inferred from cytochrome b gene sequences. Molecular Phylogenetics and Evolution. 9: 192-203.
- MILLER, R.R. Y S. NORRIS. en prensa. Freshwater fishes of Mexico. University of Chicago Press, Chicago.
- MILLER, R.R. Y J.N. TAYLOR. 1984. *Cichlasoma socolofi*, a new species of cichlid fish of the *Thorichthys* group from northern Chiapas, Mexico. Copeia 1984:933-940.
- MILLER, R.R. 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of Mexico. Anales de la Escuela nacional de Ciencias Biológicas, México. 30: 121-153.
- NELSON, J.S. 1994. Fishes of the world. 3a. Edición. J. Wiley Y Sons. Nueva York. 600 p.
- NEODAT. 2003. Inter-Institutional Database of Fish Biodiversity in the Neotropics. Disponible en: <http://www.neodat.org>.
- RESÉNDEZ, A. 1981. Estudio de los peces de la Laguna de Términos, Campeche, México II. Biótica 6(4): 345-430.
- ROE, K.J., D. CONKEL Y C. LYDEARD. 1997. Molecular systematics of Middle American cichlid fishes and the evolution of trophic-types in '*Cichlasoma* (*Amphilophus*)' and '*C. (Thorichthys)*'. Molecular Phylogenetics and Evolution. 7: 366-376.
- SCHMITTER-SOTO, J.J. 2002. Ictiogeografía de Yucatán, México. In "Libro Jubilar en honor al Dr. Salvador Contreras Balderas." Ma. de L. Lozano-Vilano (Ed.). Universidad Autónoma de Nuevo León. pp: 103-123.
- TORAL, S. Y A. RESÉNDEZ. 1974. Los cíclidos (Pisces: Perciformes) de la Laguna de Términos y sus afluentes. Revista de Biología Tropical. 21: 259-279.
- VALENCIA-DÍAZ, X. 2001. Fluctuaciones estacionales de la densidad de peces en aguadas de la región de Calakmul, Campeche. Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis de Licenciatura inédita. 36 p.
- VALTIERRA-VEGA, T. Y J.J. SCHMITTER-SOTO. 2000. Hábitos alimentarios de las mojarras (Perciformes: Cichlidae) de la Laguna Caobas, Quintana Roo, México. Revista de Biología Tropical. 48: 503-508.
- VEGA-CENDEJAS, M.E. Y M. HERNÁNDEZ DE S. 2002. Ictiofauna de la reserva de Calakmul, Campeche. Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Ictiología. Puerto Ángel, Oaxaca. p. 6.
- VERA-HERRERA, F., J.L. ROJAS-GALAVIZ, C. FUENTES-YACO, L. AYALA-PÉREZ, H. ÁLVAREZ-GUILLÉN. 1988. Descripción ecológica del sistema fluvio-lagunar-deltaico del río Palizada. In "Ecología de los ecosistemas costeros del sur del Golfo de México: la región de Laguna de Términos." A. Yáñez-Arancibia Y J.W. Day, Jr. (Eds.), Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México Y Coastal Ecology Institute, Louisiana State University. pp: 51-88.
- VIDAL-MARTÍNEZ, V.M., M.L. AGUIRRE-MACEDO, T. SCHOLZ, D. GONZÁLEZ-SOLÍS Y E.F. MENDOZA-FRANCO. 2001. Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico. Academy of Sciences of Czech Republic. Praga. 165 p.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. Y A. AGUIRRE-LEÓN. 1988. Pesquerías en la región de la Laguna de Términos. In "Ecología de los ecosistemas costeros del sur del Golfo de México: la región de Laguna de Términos." A. Yáñez-Arancibia Y

- J.W. Day, Jr. (Eds.), Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México Y Coastal Ecology Institute, Louisiana State University. pp: 431-452.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., F. AMEZCUA-LINARES Y M. TAPIA-GARCÍA. 1982. Prospección ictioecológica del estuario del río Champotón, Campeche, México, verano de 1979. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad nacional Autónoma de México. 9: 395-398.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., A.L. LARA-DOMÍNGUEZ, P. SÁNCHEZ-GIL Y H. ÁLVAREZ-GUILLÉN. 1988. Evaluación ecológica de las comunidades de peces en la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche. In "Ecología de los ecosistemas costeros del sur del Golfo de México: la región de Laguna de Términos." A. Yáñez-Arancibia Y J.W. Day, Jr. (Eds.), Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México Y Coastal Ecology Institute, Louisiana State University. pp: 323-356.
- WILKENS, H. 1982. Regressive evolution and phylogenetic age: the history of colonization of freshwaters of Yucatan by fish and crustacea. Assoc. Mexican Cave Stud. Bull. 8: 237-243/ Texas Mem. Mus. Bull. 28: 237-243.

Cuadro 1. Biotopos ocupados por los cíclidos en la región sur de Campeche, México.

NO CÁRSTICOS	CÁRSTICOS	ARTIFICIALES
Laguna costera	Manantial	Jagüey
Laguna interior	Aguada	
Río	Cenote	
Arroyo		
Poza		

Cuadro 2. Ensamblajes de cíclidos en Laguna Noh y en Laguna Zoh Laguna. Se incluyen las especies presentes en la región de Calakmul como comparación.

CALAKMUL	LAGUNA NOH	LAGUNA ZOHLAGUNA
<i>Archocentrus octofasciatus</i>	<i>Astatheros robertsoni</i>	<i>Archocentrus octofasciatus</i>
<i>Archocentrus spilurus</i>	" <i>Cichlasoma</i> " <i>salvini</i>	<i>Archocentrus spilurus</i>
<i>Astatheros robertsoni</i>	" <i>Cichlasoma</i> " aff. <i>urophthalmus</i>	<i>Astatheros robertsoni</i>
" <i>Cichlasoma</i> " <i>salvini</i>	<i>Parachromis managuense</i>	" <i>Cichlasoma</i> " <i>salvini</i>
" <i>Cichlasoma</i> " aff. <i>urophthalmus</i>	<i>Petenia splendida</i>	<i>Parachromis friedrichsthalii</i>
<i>Parachromis niloticus</i>	<i>Thorichthys meeki</i>	<i>Petenia splendida</i>
<i>Parachromis friedrichsthalii</i>	<i>Thorichthys pasionis</i>	<i>Thorichthys meeki</i>
<i>Petenia splendida</i>	<i>Vieja synspila</i>	<i>Vieja synspila</i>
<i>Thorichthys affinis</i>		
<i>Thorichthys meeki</i>		
<i>Vieja synspila</i>		

Cuadro 3. Caracterización de los cíclidos, con base en su amplitud ecológica.

Euritópicas	Estenotópicas
<i>Archocentrus octofasciatus</i>	<i>Archocentrus spilurus</i>
<i>Astatheros robertsoni</i>	<i>Vieja heterospila</i>
" <i>Cichlasoma</i> " <i>salvini</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>
<i>Vieja synspila</i>	<i>Parachromis managuense</i>
<i>Parachromis friedrichsthalii</i>	<i>Thorichthys affinis</i>
<i>Petenia splendida</i>	<i>Vieja argentea</i>
<i>Thorichthys meeki</i>	

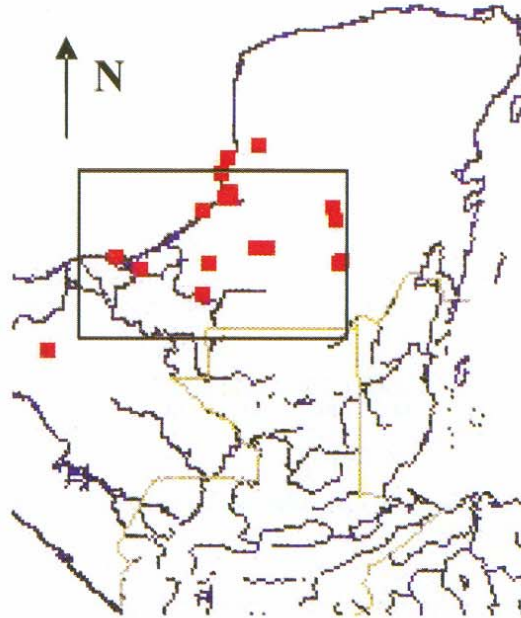
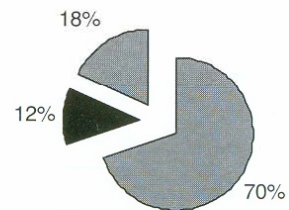


Fig. 1. Registros geográficos de distintas especies de mojarras (Cichlidae) en el estado de Campeche, México. Los cuadros indican localidades muestreadas y el recuadro el área de estudio del presente trabajo. Fuente: Proyecto NEODAT II.



■ Omnívoras ■ Herbívoras ■ Carnívoras

Fig. 2. Preferencias alimenticias de los cíclidos en la región sur de Campeche, México.

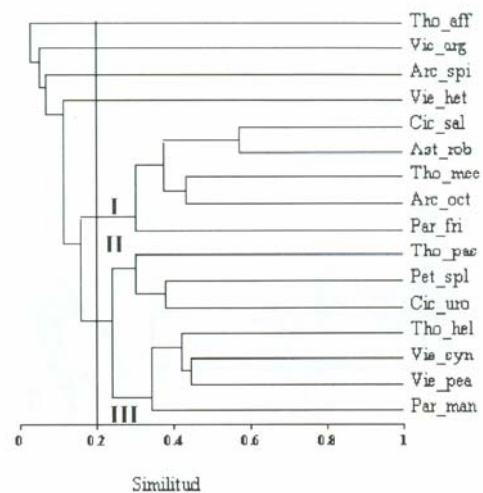


Fig. 3. Relaciones entre las especies de mojarra de acuerdo con sus coexistencias por localidad. Abreviaturas según lo señalado en el Apéndice 1.

248

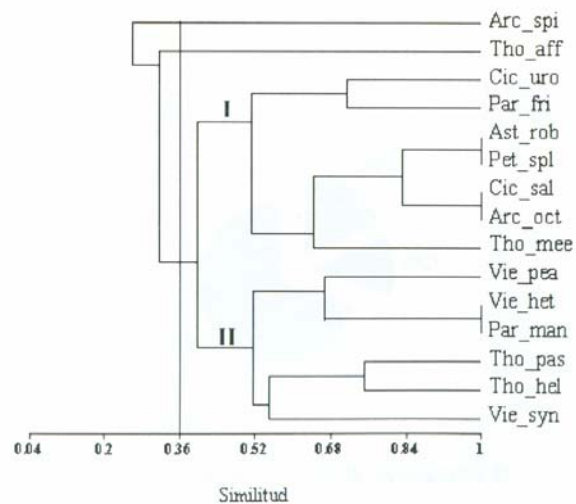


Fig. 4. Relaciones entre las especies de mojarra de acuerdo con sus coexistencias por biotopo. Abreviaturas según lo señalado en el Apéndice 1.

Apéndice 1. Lista taxonómica de los cíclidos del suroeste de Campeche, México. Las categorías supragenéricas siguen los criterios de Nelson (1994), los géneros en las revisiones de Kullander (1996), Kullander y Hartel (1997) y Roe et al. (1997). Las especies están en orden alfabético, mientras que la nomenclatura y autoridad taxonómica se basa en la literatura consultada. En negrillas, se señala la abreviatura utilizada en las figuras 3 y 4.

Phylum Chordata

Clase Actinopterygii

Subclase Neopterygii

Orden Perciformes

Suborden Labroidei

Familia Cichlidae

Género *Archocentrus* Gill, 1877

1. *Archocentrus octofasciatus* (Regan, 1903) Arc_oct
2. *Archocentrus spilurus* (Günther, 1862) Arc_spi

Género *Astatheros* Pellegrin, 1904

3. *Astatheros robertsoni* (Regan, 1905) Ast_rob

Género "*Cichlasoma*" incerta sedis

4. "*Cichlasoma*" *aguadae* (Hubbs, 1936)

5. "*Cichlasoma*" *salvini* (Günther, 1862) Cic_sal

6. "*Cichlasoma*" aff. *urophthalmus* Cic_uro

Género *Oreochromis* Günther 1889

7. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) Ore_nil

Género *Parachromis* Agassiz, 1858

8. *Parachromis friedrichsthalii* (Heckel, 1840) Par_fri

9. *Parachromis managuense* (Günther, 1868)

Par_man

Género *Petenia* Günther, 1862

10. *Petenia splendida* Günther, 1862 Pet_spl

Género *Thorichthys* Meek, 1904

11. *Thorichthys affinis* (Günther, 1862) Tho_aff

12. *Thorichthys helleri* (Steindachner, 1864) Tho_hel

13. *Thorichthys meeki* (Brind, 1918) Tho_mee

14. *Thorichthys pasionis* (Rivas, 1862) Tho_pas

Género *Vieja* Fernández Yépez, 1969

15. *Vieja argentea* Allgayer, 1991 Vie_arg

16. *Vieja heterospila* (Hubbs, 1936) Vie_het

17. *Vieja pearsei* (Hubbs, 1936) Vie_per

18. *Vieja synspila* (Hubbs, 1935) Vie_syn

Barrientos-Medina, Roberto C. 2004. Diversidad de mojarras (Teleostei: Cichlidae) en el suroeste de Campeche, México. pp: 235-249 *In* Lozano-Vilano, M. y A. Contreras-Balderas (Eds.). *Homenaje al Doctor Andrés Reséndez Medina, un ictiólogo mexicano*. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey.

FE DE ERRATAS

1. En el resumen dice: "En esta zona, se reconocen 17 especies de cíclidos..."
DEBE DECIR: "En esta zona, se reconocen 18 especies de cíclidos"
2. En la descripción del área de estudio (párrafo 2, página 236) dice: "...se presentan una serie de cuencas fluviales de importancia: Usumacinta-Grijalva, Candelaria, Chumpán-, Mamantel y Champotón..."
DEBE DECIR: "...se presentan una serie de cuencas fluviales de importancia: Usumacinta-Grijalva, Candelaria, *Chumpán*, Mamantel y Champotón..."
3. En el apartado de discusión y conclusiones, en la sección de diversidad taxonómica (párrafo 4, página 240) dice: "Sólo '*Cichlasoma*.' *aguadae* Hubbs es endémica..."
DEBE DECIR: "Sólo '*Cichlasoma*' *aguadae* Hubbs es endémica..."
4. En el apartado de discusión y conclusiones, en la sección de diversidad taxonómica (párrafo 4, página 240) dice: "La especie '*V. synspila* es..."
DEBE DECIR: "La especie *V. synspila* es..."
5. En el apartado de discusión y conclusiones, en la sección de colonización y especiación (párrafo 3, página 242) dice: "... o cuerpos de agua *me* mayor extensión..."
DEBE DECIR: "... o cuerpos de agua *de* mayor extensión..."
6. En el apartado de discusión y conclusiones, en la sección de colonización y especiación (párrafo 5, página 242) dice: "Finalmente se puede concluir, que la fauna de cíclidos..."
DEBE DECIR: "Finalmente se puede concluir *que* la fauna de cíclidos..."
7. En el apartado de agradecimientos (página 242) dice: "... Lizbeth *Cumba*-Segura..."
DEBE DECIR: "... Lizbeth *Chumba*-Segura..."
8. En el apartado de literatura citada (página 243) dice: "... F.G. *Stheli*..."
DEBE DECIR: "... F.G. *Stehli*..."
9. En el cuadro 2 (página 246) los nombres de las especies que habitan en la zona de Calakmul están *incompletos*.
DEBE DECIR: *Archocentrus octofasciatus*, *A. spilurus*, *Astatheros robertsoni*, "*Cichlasoma*" *salvini*, "*C.*" aff. *urophthalmus*, *Oreochromis niloticus*, *Parachromis friedrichsthali*, *Petenia splendida*, *Thorichthys affinis*, *Th. meeki*, *Vieja synspila*.
10. En el apéndice (página 249) dice: "4. '*Cichlasoma*' *aguadae* (Hubbs, 1936)"
DEBE DECIR: "4. '*Cichlasoma*' *aguadae* Hubbs, 1936"



The Cichlid Room Companion



The Mayan cichlid, "*Cichlasoma*" *urophthalmus*: An Overview

By Roberto Carlos Barrientos Medina*, 2003.



Sponsor Advertise here!
The Cichlid Room Companion

Version:

English



The Cichlid Room Companion <http://www.cichlidae.info>

© Juan M. Gómez

Figure 1. Mayan cichlid, "*Cichlasoma*" *urophthalmus*, from an unnamed aguada, near to Celestún, Yucatán. Photo by Juan M. Gómez.

* Laboratorio de Necton. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Chetumal. Zona Industrial No. 2, Carr. Chetumal-Bacalar. Apdo. Postal 424, C.P. 77000, Chetumal, Quintana Roo, México. E-mail: rcarlos@tunku.uady.mx.

One of the most ubiquitous fishes in Yucatan continental waters is the Mayan cichlid, "*Cichlasoma urophthalmus*" (Fig. 1). This species, endemic to the Usumacinta Province, is known with several local names (mojarra castarrica, mojarra rayada, mojarra latinoamericana and mojarra del sureste). Its range cover from Coatzacoalcos river (Mexico) to Prinzapolka river (Nicaragua), along the Atlantic slope of Central America (Espinosa-Pérez et al., 1993). Mayan cichlid's main morphological features are a conspicuous ocellated blotch at caudal base (from which the specific epithet is derived) and seven dark bands (of variable width) across the body. Due to its abundance, this fish supports a small-scale fishery in Yucatan and has been extensively studied for aquaculture purposes (for a review, see Martínez-Palacios & Ross, 1994). The aim of this contribution is to present some relevant features of this fascinating cichlid fish.

Taxonomic Account

The Mayan cichlid was first described by Günther (1862) as *Heros urophthalmus*, based on material from Lake Petén (Guatemala). Regan (1905), in his review of Central American cichlids, placed it in a new genus (*Parapetenia*). Later, *Parapetenia* was relegated as a section of *Cichlasoma* (Regan, 1906-1908). Kullander (1983) restricted *Cichlasoma* to type species (*C. bimaculatum*) and other 11 species, and Central American cichlids were left without formal generic status. To avoid this situation, previous generic names were proposed. *Heros* is now restricted to *H. severus* and some related forms (Kullander, 1997). *Parapetenia* is a genus name not available, since its type species is the same for *Nandopsis* (Kullander, 1983). Although the latter has chronological priority and is valid, it has been restricted to the Greater Antilles (Miller, 1996). *Herichthys* was also proposed (Burgess and Walls, 1993), but it has been currently assigned to *H. cyanoguttatus* and other forms, distributed from the north of Veracruz to the southern portion of Texas (Miller, 1996). At present times, the generic position of Mayan cichlid (and other species, like "*Cichlasoma salvinii*") remains unsolved.

Regarding to the correct taxonomic status of Mayan cichlid, a further complication arises: the presence of wide variation in morphological traits, along the species' range. In a series of papers, Hubbs (1935, 1936 & 1938) described eleven subspecies, most of them endemic to Yucatan Peninsula (Fig. 2). Although the validity of these forms has been questioned (Alfaro-Bates, 1989), geographic variation in morphology certainly exists (Shingler, 1997; Barrientos-Medina, 1999).



The Cichlid Room Companion <http://www.cichlidae.info>

© Juan M. Gómez

Figure 2. "*Cichlasoma urophthalmus cienagae*", from Progreso, Yucatán. Photo by Juan M. Gómez.

Selected Topics on Biology and Ecology

Mayan cichlid is, by far, an eurytopic species: rivers, lakes, lagoons, brackish waters (coastal lagoons, cienegas), karstic features (cenotes, aguadas, caves), environments with marked marine influence (betenes).

mangroves and seagrass beds) are common biotopes of this fish. Moreover, is able to colonize and grow in sascaberas, flooded quarries located in several parts of Yucatan, e.g. in the vicinity of Merida City (Fig. 3) or in Xcalak, a small town near Chetumal Bay. A high plasticity in physiological traits could explain this wide ecological tolerance (Chávez-Sánchez et al., 2000).

According to its food habits, the species has been considered as omnivorous, with some carnivore tendencies (Caso-Chávez et al., 1986; Martínez-Palacios & Ross, 1988). Major food items are: organic matter, crustaceans, plant material, shrimps, amphipods, mollusks, isopods, polychaetes, eggs of several invertebrates and rests of fishes.

Although sexual dimorphism is no evident, there are some differences between sexes: males are, seemingly, slenderer and larger than females (Martínez-Palacios & Ross, 1992; Faunce et al., 2000). Reproduction takes place between March and October, covering dry and rainy seasons (Caso-Chávez et al., 1986). Apparently, this activity is regulated by temperature and wind patterns; there is parental care (substrate-breeder), and the size of fry is relatively low. Young fishes (at hatching time) have 6 mm of standard length (SL) and present a strong geotactic behavior (Martínez-Palacios et al., 1994). Fishes ranging between 70 and 130 mm SL, have already completed their first spring and they are active, in reproductive sense (Martínez-Palacios & Ross, 1992).

The Mayan cichlid is a transient or definitive host of many parasites: flatworms (Monogenea), thorny-headed worms (Acanthocephala), tapeworms (Cestoda), roundworms (Nematoda) and particularly flukes, Digenea (Vidal-Martínez et al., 2000). Hence, this cichlid has been used as model in the study of the colonization and evolution processes of its helminth fauna.

Nowadays, there are some introduced populations of the Mayan cichlid in Oaxaca (Mexico) and southeastern Florida. In Oaxaca, it has been recorded in Temazcal dam and Papaloapan river basin (Martínez-Ramírez, 1999). In Florida, the species occupy a variety of habitats within the Everglades (Faunce et al., 2002). Fishes from Florida have different growth patterns, in comparison with those from Celestún lagoon population, in Mexico. The impact of these introduced specimens in native fish communities is not well understood yet.

Conservation issues



The Cichlid Room Companion <http://www.cichlidae.info>

© Juan M. Gómez

Figure 3. Sascabera near Central de Abastos, Mérida, Yucatán. *Photo by Juan M. Gómez.*

The Mavan cichlid was listed by ichthvologists (Williams et al., 1989) and the Mexican government (NOM-

ECOL-059-1994) as endangered, due to the restricted range and low densities of certain subspecies, in particular, "*Cichlasoma*" *urophthalmus* *ericymba*. However, in the recent and revised version of the Mexican norm (NOM-ECOL-059-2001), the Mayan cichlid was set-off, because it has a wide range and high abundance. Due to the existence of populations with unique morphological features, which inhabit fragile ecosystems such as cenotes and caves, some conservation effort for protecting them should be addressed (Barrientos-Medina, 1999). Despite of their taxonomic status, their recognition as evolutionary significant units would be a first step in this sense. However, currently there are no data available (on genetics or phylogeny) supporting this point of view. Within the nominal subspecies of Yucatan, "*C.*" *u. ericymba* (from Sambulá cave) and "*C.*" *u. conchitae* (from Conchita cenote), both located in Merida City, could be the most threatened forms. These two forms, since the end of the 30's (Hubbs, 1936 & 1938), have not been registered again. The type locality of "*C.*" *u. ericymba* still exists (Fig. 4), in apparent good conditions. However, in a recent visit, I could not see cichlids there. On the other hand, the catfish (*Rhamdia guatemalensis*) still lives there. Cenote Conchita, another type locality, has probably disappeared, causing the extinction "*C.*" *u. conchitae*. The conservation status of other subspecies is unknown; explicit studies have not been made yet.

Concluding remarks

Currently, I am in the final stages of an extensive study of the geographic variation (on the basis of morphological features) of the Mayan cichlid. This work, which has the goal to clarify the taxonomic status of this species, is based on the revision of type material, complemented with the analysis of specimens from several localities located along the species' range (from Veracruz to the Atlantic slope of Honduras). As partial results, one of the nominal subspecies ("*C.*" *u. mayorum*), from Chichén-Itzá has been recognized as valid species (Barrientos-Medina & Schmitter-Soto, 2002). With certain probability, the Mayan cichlid could be a species' complex, instead a single (polytypic) species. Species within the complex might also present ecological differences and the eurytopic label of the Mayan cichlid could disappear. Other considerations about evolutive, conservation and management issues of the Mayan cichlid may come up after the completion of the study.



The Cichlid Room Companion <http://www.cichlidae.info>

© Margarita Ventura

Figure 4. External view of Sambulá cave, Mérida, Yucatán. Photo by Margarita Ventura.

Acknowledgments

This article is part of the M.Sc. author's thesis at ECOSUR, supported by CONACyT (grant number, 162829). Silvia López-Adrián, Jorge Navarro-Alberto and Juan J. Schmitter-Soto revised an earlier version, making helpful comments to improve it. The project "Ficoflora de la zona urbana y conurbada de Yucatán", supported by the Universidad Autónoma de Yucatán (PRIORI-FMVZ 02-014), provide facilities to visit the Sambulá cave. Juan M. Gómez-González and Margarita Ventura are kindly thanked for the photographs.

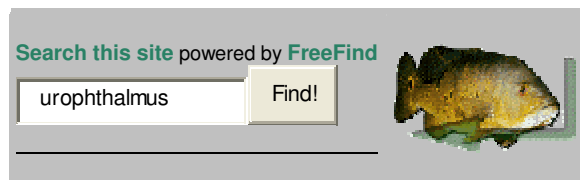
References

- **Alfaro-Bates, R.** 1989. Comparación de las características merísticas y morfométricas de dos subespecies de *Cichlasoma urophthalmus* (Pisces: Cichlidae, C. u. zebra y C. u. mayorum) en dos cenotes de Yucatán. Tesis Profesional. Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán. 41 pp.
- **Barrientos-Medina, R.C.** 1999. Revisión de las subespecies nominales de la mojarra rayada, "*Cichlasoma*" *urophthalmus* Günther, 1862 (Teleostei: Cichlidae), en el estado de Yucatán, México. Tesis Profesional. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. 58 pp.
- **Barrientos-Medina, R.C. & J.J. Schmitter-Soto.** 2002. Diagnósis de "*Cichlasoma*" *mayorum* Hubbs stat. nov. (Teleostei: Cichlidae), con un análisis morfométrico de "*Cichlasoma*" *urophthalmus* s. lat. en Yucatán. Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Ictiología. Puerto Ángel, Oaxaca. pp: 61.
- **Burgess, W.J. & J. Walls.** 1993. *Cichlasoma*: the next step. Tropical Fish Hobbyist Magazine. 41(5): 80-82.
- **Caso-Chávez, M., A. Yáñez-Arancibia & A. Lara-Domínguez.** 1986. Biología, ecología y dinámica de poblaciones de *Cichlasoma urophthalmus* (Günther) (Pisces: Cichlidae) en hábitat de *Thalassia testudinum* y *Rhizophora mangle*, Laguna de Términos, Sur del Golfo de México. *Biótica*. 11(2): 79-111.
- **Chávez-Sánchez, C., C.A. Martínez-Palacios, G. Martínez-Pérez & L.G. Ross.** 2000. Phosphorus and calcium requirements in the diet of the American cichlid *Cichlasoma urophthalmus* (Günther). *Aquaculture Nutrition*. 6: 1-9.
- **Espinosa-Pérez, H., M.T. Gaspar-Dillanes & P. Fuentes-Mata.** 1993. Los peces dulceacuícolas mexicanos. Listados faunísticos III. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 99 pp.
- **Faunce, C.H., H.M. Patterson & J.J. Lorenz.** 2002. Age, growth and mortality of the Mayan cichlid (*Cichlasoma urophthalmus*) from the southeastern Everglades. *Fisheries Bulletin*. 100: 42-50.
- **Günther, A.** 1862. Catalog of the Actinopterygii, Pharyngognathi and Anacanthini in the collection of the British Museum. Vol. 4: 1-534 pp.
- **Hubbs, C.L.** 1935. Freshwater fishes collected in British Honduras and Guatemala. University of Michigan Museum of Zoology Miscellaneous Publications. 28: 1-22.
- **Hubbs, C.L.** 1936. Fishes of the Yucatan Peninsula. In: Pearse, A. & E. Creaser (Eds). *The Cenotes of Yucatan: A zoological and hydrographic survey*. Carnegie Institute of Washington Publication. 457: 157-287.
- **Hubbs, C.L.** 1936. Fishes from the caves of Yucatan Peninsula. In: Pearse, A. & E. Creaser (Ed). *The caves of Yucatan*. Carnegie Institute of Washington Publication. 491: 261-296.
- **Kullander, S.** 1983. A revision of the Southamerican cichlid genus *Cichlasoma* (Teleostei: Cichlidae). *Naturhistoriska Riksmuseet*. Stockholm. 296 pp.
- **Kullander, S.** 1997. *Heroina isonvcterina*. a new genus and species of cichlid fish from western

Amazonia, with comments on cichlasomine systematics. *Ichthyologic Exploration of Freshwaters*. 7(2): 149-172.

- **Martínez-Palacios, C.A. & L. G. Ross**. 1992. The reproductive biology and growth of the Central American cichlid *Cichlasoma urophthalmus* (Günther). *Journal of Applied Ichthyology*. 8: 99-109.
- **Martínez-Palacios, C.A., S. Hernández & K. Rana**. 1994. Biología reproductiva y tecnología de producción masiva de alevines. pp: 53-71. In: Martínez-Palacios, C.A. & L.G. Ross (Eds). 1994. *Biología y cultivo de la mojarra latinoamericana Cichlasoma urophthalmus*. CONACyT. México.
- **Martínez-Palacios, C.A. & L.G. Ross (Eds)**. 1994. *Biología y cultivo de la mojarra latinoamericana Cichlasoma urophthalmus*. CONACyT. México. 203 pp.
- **Martínez-Ramírez, E**. 1999. Taxonomía y zoogeografía de la ictiofauna dulceacuícola del estado de Oaxaca, México. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. 437 pp.
- **Miller, R.R**. 1996. Generic assignments of Middle American cichlids. Available at: <http://biodiversity.uno.edu./cichlid/0475.html>.
- **Regan, T**. 1905. A revision of fishes of the American genus *Cichlasoma* and the allied genera. *Ann. Mag. Nat. Hist. (Ser. 7)* 16: 60-77, 225-243, 316-340, 443-445.
- **Regan, T**. 1906-1908. *Pisces. Biologia Centrali-Americana*. 1-203 pp.
- **Shingler, J**. 1997. *Nandopsis urophthalmus* (Günther). British Cichlid Association. Information Pamphlet 155. 4 pp.
- **Vidal-Martínez, V.M., M.L. Aguirre-Macedo, T. Scholz, D. González-Solís & E. Mendoza-Franco**. 2000. Atlas of the helminth parasites of cichlids fishes of Mexico. Academia. Prague. 185 pp.
- **Williams, J.E., J.E. Johnson, D.H. Hendrickson, S. Contreras-Balderas, J.D. Williams, M. Navarro-Mendoza, D.E. McAllister & J.E. Deacon**. 1989. Fishes of North America endangered, threatened or of special concern: 1989. *Fisheries*. 14: 2-20.

© Copyright 2003, Roberto Carlos Barrientos Medina
All rights Reserved



DISCUSIÓN GENERAL

Estado taxonómico de la mojarra rayada

Se ha definido a la variación geográfica como la presencia de diferencias entre poblaciones espacialmente segregadas de una especie (Gould y Johnston, 1972). Estas diferencias pueden ser morfológicas, genéticas o relacionadas con distintos aspectos de la historia de vida de la especie. En el caso particular de “*Cichlasoma*” *urophthalmus*, se han resaltado las diferencias morfológicas que existen entre distintas poblaciones (Hubbs, 1936; Barrientos-Medina, 1999).

Indudablemente, la variación geográfica juega un papel importante en la comprensión de la naturaleza de las especies y de los procesos de especiación (Gould y Johnston, 1972). Sin embargo, reconocer la presencia de una variación geográfica en los atributos morfológicos puede llevar a tomar distintas posturas con respecto a la naturaleza y grado de extensión de la misma, que es lo que ha ocurrido con la mojarra rayada.

Una primera postura es considerar a “*Cichlasoma*” *urophthalmus* como una sola entidad taxonómica (especie), con la presencia de poblaciones con ciertos rasgos morfológicos únicos. Esta postura presenta dos vertientes: las variaciones morfológicas tienen un trasfondo genético y son útiles para delimitar y reconocer ciertas poblaciones como taxones infraespecíficos válidos (Hubbs, 1936; 1938) o bien, esta variación en la morfología corresponde a una adaptación a condiciones ecológicas particulares, con lo cual el trasfondo sería más ambiental que genético (Alfaro-Bates, 1989).

Otra postura sería reconocer que, dentro de lo que se conocía como “*Cichlasoma*” *urophthalmus* existen una serie de poblaciones que presentan un conjunto o combinación de caracteres diagnósticos, con base en los cuales se pueden delimitar especies válidas (Barrientos-Medina, 1999; Kullander, 2003). ¿Cuál de ambas posturas, a la sazón hipótesis taxonómicas, es más plausible?

Para que la mojarra rayada sea considerada una especie politípica, se necesita que las poblaciones, a pesar de sus diferencias morfológicas, mantuvieran una alta cohesión e identidad genética en la mayor parte del ámbito de la especie. Esto significaría reconocer la existencia de poblaciones parcialmente aisladas y no completamente independientes, desde el punto de vista genético (Slatkin, 1985).

Ciertamente, la interacción entre distintas fuerzas ecológicas y el aislamiento reproductivo puede ocasionar una rápida divergencia entre poblaciones (Orr y Smith, 1998), por lo cual el papel de los factores ecológicos en la diferenciación no puede ser soslayado. Sin embargo, es importante determinar el grado de influencia de estos factores en la diferenciación. Alfaro-Bates (1989), al estudiar las diferencias entre dos subespecies nominales de la mojarra rayada (“*Cichlasoma*” *urophthalmus mayorum* y “*Cichlasoma*” *urophthalmus zebra*) le dio un mayor peso a las diferencias actuales (ecológicas) que existen entre las localidades tipo de ambos taxones, pero pasó por alto las diferencias históricas que se presentan entre ellas. Este tipo de diferencias debe tomarse en cuenta, pues juegan un papel importante en la estructuración de las biotas acuáticas (Strange, 1999).

La hipótesis arriba propuesta, en cualquiera de sus dos versiones, no está sustentada por la evidencia encontrada en el desarrollo de este trabajo ni por las peculiares condiciones geohidrológicas de la Península de Yucatán, aunadas a los cambios eustáticos en el nivel del mar ocurridos desde tiempos pleistocénicos, serían los factores ecológicos e históricos causantes de la diferenciación y especiación de las mojarra y otros peces continentales en esta región (Wilkens, 1982; Schmitter-Soto, 2002). Esta combinación de factores alcanzaría su máxima expresión en la región norte, donde los cuerpos de agua son aislados y de fuerte naturaleza cárstica.

El presente trabajo, que conlleva el estudio sistemático de la variación morfológica de la mojarra rayada, representa el esfuerzo más grande realizado hasta en este sentido si lo

comparamos con experiencias previas (Hubbs, 1936; Barrientos-Medina, 1999; Kullander, 2003). Se revisaron ejemplares provenientes de varias localidades ubicadas a lo largo de la mayor parte del ámbito de la especie, se evaluaron las diferencias morfológicas tanto intra como interpoblacionales y se delimitaron 18 especies válidas, con un marco de referencia conceptual adecuado, basado en la aplicación a priori del concepto evolutivo de especie, operativizado a través del concepto filogenético (en su versión diagnóstica).

Ciertamente, con el reconocimiento de la existencia del complejo “*C.*” *urophthalmus* no se despejan todas las dudas concernientes al estado taxonómico de la mojarra rayada. No conocemos, por ejemplo, las relaciones filogenéticas existentes al interior del complejo ni la correcta posición taxonómica de sus miembros a nivel de género. Existe evidencia molecular que, aunada a la evidencia morfológica presentada en el presente trabajo, pudiera separar con claridad a las especies del complejo del resto de los géneros presentes en la región (O. Rican, *in litt.*). Con base en estas diferencias morfológicas y moleculares, podríamos considerar al complejo como un género distinto, que sería el más característico y diverso de la región, cuya descripción formal queda pendiente.

Hacia una hipótesis zoogeográfica para el complejo “C.” urophthalmus

Tradicionalmente, se había considerado a la mojarra rayada como una especie euritópica, capaz de adaptarse a una amplia variedad de biotopos de naturaleza muy diversa (Stauffer y Boltz, 1994). Esto se usaba para explicar el amplio ámbito geográfico de la especie y su capacidad colonizadora.

Sin embargo, ahora que la mojarra rayada ha quedado dividida en 18 entidades taxonómicas, encontramos que algunos de estos taxones son de ámbitos muy reducidos y presentan características más bien estenotópicas. ¿Cuál es la utilidad entonces de la supuesta capacidad euritópica que poseen los miembros del complejo?

Si bien ahora sabemos que algunos de los miembros del complejo son más euritópicos que otros (e.g. “*Cichlasoma*” *cienagae* y “*C*”. *R*), eso puede significar que esta condición puede ser un rasgo plesiomórfico, que le habría permitido a la población ancestral de “*C.*” *urophthalmus* utilizar los márgenes costeros para dispersarse y llegar así hasta la Península de Yucatán, desde los primeros tiempos de su emersión y colonizar los cuerpos de agua dulce existentes. Esto permitiría explicar la presencia de poblaciones en terrenos muy antiguos de la Península y en localidades muy aisladas, en las cuales únicamente se encuentran además *Gambusia yucatanana* y *Rhamdia guatemalensis* (Wilkins, 1982; Schmitter-Soto, 2002), dos especies con gran capacidad de dispersión.

A su vez, la divergencia morfológica que se presenta entre las poblaciones y, por ende, el proceso de especiación alopátrido que dio origen a las diversas formas del complejo, tiene bases fisiográficas e históricas: el aislamiento geográfico, causado por diferencias en condiciones fisiográficas e hidrológicas, aunado al aislamiento histórico ocasionado por los cambios eustáticos en el nivel del mar desde tiempos post-pleistocénicos en la Península de Yucatán (Hubbs, 1936) han jugado un papel muy importante en la diferenciación morfológica observada al interior del complejo.

Estas poblaciones, aisladas por barreras fisiográficas, hidrológicas e históricas del stock ancestral, al estar sujetas a una intensa reconstrucción genética y un cambio evolutivo rápido, gracias a los procesos de deriva génica a los que probablemente se vieron sometidas en virtud a su bajo tamaño poblacional, han formado especies nuevas a través de lo que se conoce como principio de los fundadores (Barston y Charlesworth, 1984). Como la trayectoria evolutiva va a depender de los recursos genéticos iniciales de la colonia fundadora, esto explicaría el porque aún localidades geográficamente cercanas (como las localidades tipo ubicadas en la Ciudad de Mérida) presentan una morfología muy disímil.

Las ideas antes expuestas sólo representan premisas para desarrollar una hipótesis zoogeográfica que permita explicar los patrones de distribución y especiación de los diferentes miembros del complejo “*C.*” *urophthalmus*. Dicha hipótesis deberá elaborarse en un futuro trabajo, que involucre el establecimiento de las relaciones filogenéticas entre los miembros del complejo y el estudio de su biogeografía desde una perspectiva histórica.

Bases para el manejo y la conservación del complejo “C.” urophthalmus

Las distintas especies del complejo de la mojarra rayada, al igual de otras especies de mojarra de la región, pueden ser una fuente apreciable de proteínas para los habitantes rurales de la Península de Yucatán. Sin embargo, no se cuentan con planes de manejo adecuados para garantizar la explotación adecuada y sustentable de estos recursos.

El reconocer la naturaleza multiespecífica de la mojarra rayada sería un primer paso en este sentido, pues mucha de la literatura relacionada con el cultivo de “*C.*” *urophthalmus* (e.g. Martínez-Palacios y Ross, 1994), sólo puede aplicarse a algunos miembros del complejo (i.e. “*C.*” H_3). Además, muchas poblaciones presentan muchas características morfológicas e incluso biológicas únicas, lo que debe considerarse al momento de diseñar estrategias de manejo racional y sustentable. En este sentido, es muy poco lo que conocemos acerca del grado de estructura genética de las poblaciones (Tello-Cetina, 1993), el cual es un aspecto sumamente importante en el manejo adecuado de las pesquerías (Policansky y Magnuson, 1998).

Por ejemplo, es posible que algunos miembros del complejo (como “*C.*” *cienagae*) sigan un modelo metapoblacional, en el cual las poblaciones locales (demes) se encuentran ligadas genéticamente mediante procesos de migración, lo cual se ha observado en otros casos (Meffe y Vrijenhoek, 1988). Evidentemente, este tipo de estructuración de las poblaciones debe tomarse en cuenta en las estrategias no sólo de manejo, sino también de conservación.

Como especie, la mojarra rayada había estado incluida en la NOM-ECOL-059-1999, en virtud de que algunas de sus subespecies nominales habitan en biotopos frágiles y presentaban baja densidad poblacional. Sin embargo, tiempo después fue sacada de la lista, en virtud en virtud de su amplia distribución y alta abundancia local. Con la evidencia recabada en el presente trabajo, se reconoce que muchas de las especies incluidas en el complejo “*C.*” *urophthalmus* son endémicas, de ámbitos muy reducidos y con baja abundancia poblacional.

Una primera medida para la conservación de este componente endémico sería incluir estas especies en la versión actual NOM y en otras listas de especies en peligro. Las formas de la porción norte de la región son las más amenazadas, en virtud de la fragilidad de los biotopos que ocupan, su baja densidad poblacional y la presión del desarrollo urbano sobre los ecosistemas. Evidentemente, debe favorecerse la protección legal de las localidades tipo, algo que ya ha sido señalado con anterioridad (Villamil-Martínez, 1986).

Existen formas alternativas de conservación, como el manejo *in situ*, racional y sustentado, basado en el conocimiento tradicional. La experiencia de los pescadores de Progreso con el manejo de “*C.*” *cienagae* es muy alentadora en este sentido (Barrientos-Medina y Chumba-Segura, en prep.). También podrían establecerse unidades de manejo (UMAS) que permitan garantizar no sólo el aprovechamiento racional de las mojarra nativas sino también su conservación.

Sin embargo, hacen falta trabajos explícitamente relacionados con la biología de la conservación del complejo “*C.*” *urophthalmus*, en los cuales se evalúen las probabilidades de extinción de los diferentes miembros del complejo, su viabilidad poblacional y otras características que permitan diseñar estrategias y políticas correctas de aprovechamiento y conservación.

LITERATURA CITADA
(Introducción y Discusión)

- Alfaro-Bates, R. ,1989. Comparación de las características merísticas y morfométricas de dos subespecies de *Cichlasoma urophthalmus* (Pisces: Cichlidae, *C. u. zebra* y *C. u. mayorum*) en dos cenotes de Yucatán. Tesis Profesional. Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán. 41 p.
- Allgayer, R. 2001. Description d'un genre nouveau, *Cryptoheros*, d' Amerique Centrale et d'une espèce nouvelle du Panama (Pises: Cichlidae). *L'an Cichlidae* 1: 13-20.
- Álvarez del Villar, J. 1970. Peces mexicanos (Claves). Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras. México, D.F. 166 p.
- Barrientos-Medina, R.C. 1999. Revisión de las subespecies nominales de la mojarra rayada "*Cichlasoma*" *urophthalmus* Günther, 1862 (Teleostei: Cichlidae), en el estado de Yucatán, México. Tesis Profesional. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. 58 p.
- Barton, N.H. y B. Charlesworth. 1984. Genetic revolutions, founder effects and speciation. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15: 133-164.
- Burgess, W. y J. Walls. 1993. *Cichlasoma*: the next step. *Tropical Fish Hobbyist* 41(5): 80-82.
- Bussing, W.A. 1998. Los peces de las aguas continentales de Costa Rica/ Freshwater fishes of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 46 (Supl. 2):1-468.
- Cracraft, J. 1989. Speciation and its ontology: the empirical consequences of alternative species concepts for understanding patterns and processes of differentiation, pp. 28-57. En: Otte, D. y J.A. Endler (Eds). *Speciation and its consequences*. Sinauer. Sunderland, Massachusetts.
- Crisci, J. 1994. La especie: realidad y conceptos, pp: 53-61. En: Llorente, J. e I. Luna (Comps.). *Taxonomía biológica*. Ed. Científica Universitaria. México, D.F.
- Eschmeyer, W.N. (Ed). 2004. Catalog of fishes (on-line version). California Academy of Sciences.<http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html>.

Barrientos-Medina, Roberto C. 2005. Estado taxonómico de “Cichlasoma” urophthalmus

- Espinosa, H., M.T. Gaspar-Dillanes y P. Fuentes-Mata. 1993. Los peces dulceacuícolas mexicanos. Listados faunísticos III. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 99 p.
- Ferrusquía-Villafranca, I. 1998. Geología de México: una sinopsis, pp: 3-108. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Comps.). *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Gamboa-Pérez, H. 1992. Peces continentales de Quintana Roo, pp: 305-360. En: Navarro, D. y E. Suárez (Eds). *Diversidad Biológica en la Reserva de Sian Ka' an, Quintana Roo, México*. CIQROO, Chetumal.
- Gío-Argáez, F.R. Campeche y sus recursos naturales. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* Vol. Esp. 247 p.
- Gould, S.J. y R.F. Johnston. 1972. Geographic variation. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 457-498.
- Hubbs, C.L. 1935. Freshwater fishes collected in the British Honduras and Guatemala. *University of Michigan Museum of Zoology Miscellaneous Publications* 28: 1-22.
- Hubbs, CL. 1936. Fishes of the Yucatan Peninsula. En: Pearse, A. y E. Creaser (Eds). *The cenotes of Yucatan: A zoological and hydrographic survey*. Carnegie Institute of Washington Publications. 457: 157-287.
- Hubbs, C.L. 1938. Fishes from the caves of Yucatan. En: Pearse, A. (Ed). *The caves of Yucatan*. Carnegie Institute of Washington Publications . 491: 261-296.
- Hulsey, C.D., F.J. García de León, Y. Sánchez-Johnson, D.A. Hendrickson y T.J. Near. 2004. Temporal diversification of Mesoamerican cichlid fishes across a major geographic boundary. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 31(2): 754-764.
- Kullander, S.O. 1983. A revision of the South American cichlid genus *Cichlasoma* (Teleostei: Cichlidae). *Naturhistoriska Riksmuseet*. Estocolmo. 296p.
- Kullander, S.O. 1996. *Heroína isonycterina*, a new genus and species of cichlid fish from western Amazonia, with comments on cichlasomine systematics. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 7(2): 14;9-172.

Barrientos-Medina, Roberto C. 2005. Estado taxonómico de “*Cichlasoma*” urophthalmus

- Kullander, S.O. 2003. Cichlidae, pp: 605-664. En: Reis, R.E., S.O. Kullander y C.J. Ferraris Jr. (Eds.). *Checklist of the freshwater fishes of South and Central America*. EDIPRUCS. Porto Alegre.
- Loftus, W.F. y J.A. Kushlan. 1987. Freshwater fishes of southern Florida. *Bulletin of the Florida State Museum Biological Sciences* 31(4): 147-344.
- Martin, A.P. y E. Bermingham. 1998. Systematics and evolution of lower Central American cichlids inferred from molecular analysis of cytochrome b gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 9(2): 192-203.
- Martínez-Palacios, C.A. y L.G. Ross (Eds.). 1994. Biología y cultivo de la mojarra latinoamericana *Cichlasoma urophthalmus*. SEP/CONACyT. México, D.F. 203 p.
- Meffe, G.K. y R.C. Vrijenhoek. 1998. Conservation genetics in the management of desert fishes. *Conservation Biology* 2(2): 157-169.
- Miller, R.R. y S.M. Norris. 1996. A progress report on the higher classification of the Middle American cichlids. Abstracts of the 76th Meeting, American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Nueva Orleans. p. 219.
- Miller, R.R., W.L. Minckley y S.M. Norris. 2005. Freshwater fishes of Mexico. University of Chicago Press. 652 p. [in press].
- Orr, M.T. y B. Smith. 1998. Ecology and speciation. *Trends in Ecology and Evolution* 13: 502-505.
- Policansky, D. y J.J. Magnuson. 1998. Genetics, metapopulations and ecosystem management of fisheries. *Ecological Applications* 8(1, Suppl.): S119-S123.
- Regan, C.T. 1905. A revision of fishes of the American genus *Cichlasoma* and the allied genera. *Annual Magazine of Natural History* (Ser. 7). 16: 60-77, 225-243, 316-340, 443-445.
- Reséndez, A. 1981. Estudio de los peces de la Laguna de Términos, Campeche, México II. *Biótica* 6(4): 345-430.
- Roe, K.J., D. Conkel y C. Lydeard. 1997. Molecular systematics of Middle American cichlid fishes and the evolution of trophic-types in '*Cichlasoma (Amphilophus)*' and '*Cichlasoma (Thorichthys)*'. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 7(3): 366-376.

Barrientos-Medina, Roberto C. 2005. Estado taxonómico de “Cichlasoma” urophthalmus

- Rosen, D.E. 1979. Fishes from the uplands and intermontane basins of Gualemla: revisionary studies and comparative geography. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 162: 267-376.
- Schmitter-Soto, J.J. 2002. Ictiogeografía de Yucatán, México, pp: 103-123. En: Lozano-Vilano, M. L. (Ed.). *Libro Jubilar en honor al Dr. Salvador Contreras Balderas*. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey.
- Shingler, J. 1997. *Nandopsis urophthalmus*. *British Cichlid Association Information Pamphlet* 155: 1-4.
- Slatkin, M. 1985. Gene flow in natural populations. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 393-430.
- Stauffer Jr., J.R. y S. Boltz. Effect of the salinity on temperature preference and tolerance of age 0 Mayan cichlids. *Transactions of the American Fisheries Society* 123: 101-107.
- Stringfield, V. y H. LeGrand. 1974. Karst hydrology of the northern Yucatan Peninsula, Mexico, pp: 25-44. En: Weidie, A. (Ed.). *Field seminar on water and carbonate rocks of the Yucatan Peninsula*. New Orleans Geological Society. Nueva Orleans.
- Tello-Cetina, J. 1993. Patrón tisular para esterasas de *Cichlasoma urophthalmus* (Günther, 1862). (Perciformes: Cichlidae). *Universidad y Ciencia* 10(20): 17-22.
- Templeton, A.R. 1981. Mechanisms of speciation- a population genetics approach. *Annual Review of Ecology and Systematics* 12: 23-48.
- Villamil-Martínez B., M.T.K. 1986. Bases legales para la protección de la flora y fauna endémica y la conservación de localidades tipo (cenotes). Tesis Profesional. Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán. 48 p.
- Werner, U. y R. Stawikowski. 1987. Ein neuer Buntbarsch aus Südmexiko: *Paratheraps breidohri* gen. nov., sp. nov. *Die Aquarien- und Terrarien- Zeitschrift* 41(1): 20-23.
- Wiley, E.O. 1978. The evolutionary species concept reconsidered. *Systematic Zoology* 27(1): 17-26.
- Wilkens, H. 1982. Regressive evolution and phylogenetic age: the history of colonization of freshwaters of Yucatan by fish and crustacea. *Association for Mexican Caves Studies Bulletin* 8: 237-243/*Texas Memorial Museum Bulletin* 28: 237-243.

Barrientos-Medina, Roberto C. 2005. Estado taxonómico de “Cichlasoma” urophthalmus

- Williams, J.E., J.E. Johnson, D.A. Hendrickson, S. Contreras-Balderas, J.D. Williams, M. Navarro-Mendoza, D.E. McAllister y J.E. Deacon. 1989. Fishes of North America endangered, threatened or of special concern: 1989. *Fisheries* 14(6): 2-20.
- Wilson, E.M. 1980. Physical geography of the Yucatan Peninsula, pp: 5-40. En: Moseley, E. y E. Terry (Eds.). *Yucatan: a world apart*. University of Alabama Press. Birmingham.