

Herichthys minckleyi Kornfield & Taylor, 1983



Información general

Hendrickson, D. A. 2006. Ficha técnica de *Herichthys minckleyi*. En: Schmitter-Soto, J. J. (compilador). Evaluación del riesgo de extinción de los cíclidos mexicanos y de los peces de la frontera sur incluidos en la NOM-059. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. CK001. México. D.F.

Correo electrónico: deanhend@mail.utexas.edu
Fotografía: Juan Miguel Artigas Azas
Mapa: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-CONABIO, (2006). "Mapa base del estado de Coahuila de Zaragoza. Formato Geotiff".
Compilación cartográfica. México.
Fecha de publicación: 26/02/2007

Información taxonómica

Reino: ANIMALIA
Phylum: CHORDATA
Clase: ACTINOPTERYGII
Orden: PERCIFORMES
Familia: CICHLIDAE
Nombre científico: *Herichthys minckleyi* Kornfield & Taylor, 1983

Basónimo / Nombre original

Cichlasoma minckleyi Kornfield & Taylor, 1983

Nombre común

Minckley's cichlid. inglés. mojarra de Minckley

ND

mojarra caracolera de Cuatrociénegas. español.

MEXICO
COAHUILA

mojarra de Cuatrociénegas. español.

MEXICO
COAHUILA

Colección(es) de referencia

ASU, Arizona State University; CAS, California Academy of Sciences; IBUNAM, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México; IPN, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional; KU, Kansas University; MCZ, Museum of Comparative Zoology, Harvard University; TNHC, Texas Natural History Collections; UANL, Universidad Autónoma de Nuevo León; UMMZ, University of Michigan Museum of Zoology; USNM, United States National Museum. Smithsonian Institution.

Descripción de la especie

Se distingue de otros miembros del género por ser polimórfico, con presencia simpátrica de individuos de dos distintas formas de cuerpo (una alargada y delgada, otra mucho más profunda), ambos tipos de individuo a su vez con dientes faríngeos de dos tipos: molariforme y papiliforme; dientes orales cónicos. Aleta dorsal XVI, 10-11; anal V, 8-9; radios pectorales 14; arcos branquiales 11-12; vértebras 29. Pedúnculo caudal con longitud igual o mayor que su altura.

Los adultos presentan bicromatismo sexual durante el desove y en cuidados paternos: el macho es de color verde-oscuro a negro con puntas azules en cuerpo y aletas; y la hembra es blanca con marcas negras en los flancos. En organismos no activos sexualmente la coloración es muy variable y son capaces de cambiar su color muy rápido dependiendo de su estado de ánimo, condiciones sociales, etc. El color base del cuerpo presenta tonos que van del gris claro a ocre, pasando por el amarillo verdoso al verde oscuro o gris. Presentan marcas en el cuerpo de color negro, aunque son muy variables de individuo a individuo. En la mayoría se observan puntos azules o amarillentos sobre los flancos, cabeza y aletas.

Información sobre especies similares

En algunas localidades del valle de Cuatrociénegas *H. cyanoguttatus* es muy parecida y vive en simpatria con *H. minckleyi*. Algunas diferencias características entre ambos son: a) la forma de los dientes orales (bicúspides en *H. cyanoguttatus* y cónicos en *H. minckleyi*); b) alta incidencia de dientes faríngeos molariformes en *H. cyanoguttatus*, mientras que sólo uno de los morfos de *H. minckleyi* los tienen así; c) color del cuerpo en organismos maduros durante el periodo de reproducción (las hembras y machos de *H. cyanoguttatus* presentan la parte anterior del cuerpo blanco y oscuro en la parte posterior, mientras que las hembras de *H. minckleyi* son blancas con excepción de unas manchas negras en los costados y en la base de la aleta caudal; y los machos son negros o muy oscuros).

Distribución

Histórica/actual

MEXICO

COAHUILA

Poza de la Becerra, 15.7 km SSW de Cuatrociénegas de Carranza, Coah. (26°55'N, 102°05'W, 740 msnm), localidad tipo.

Poza Mojarral Oeste [=Poza Azul] (26°55'N, 102°07'W).

Poza Churince (26°50'N, 102°07'W).

Ejido Antiguos Mineros (26°43'N, 101°50'W).

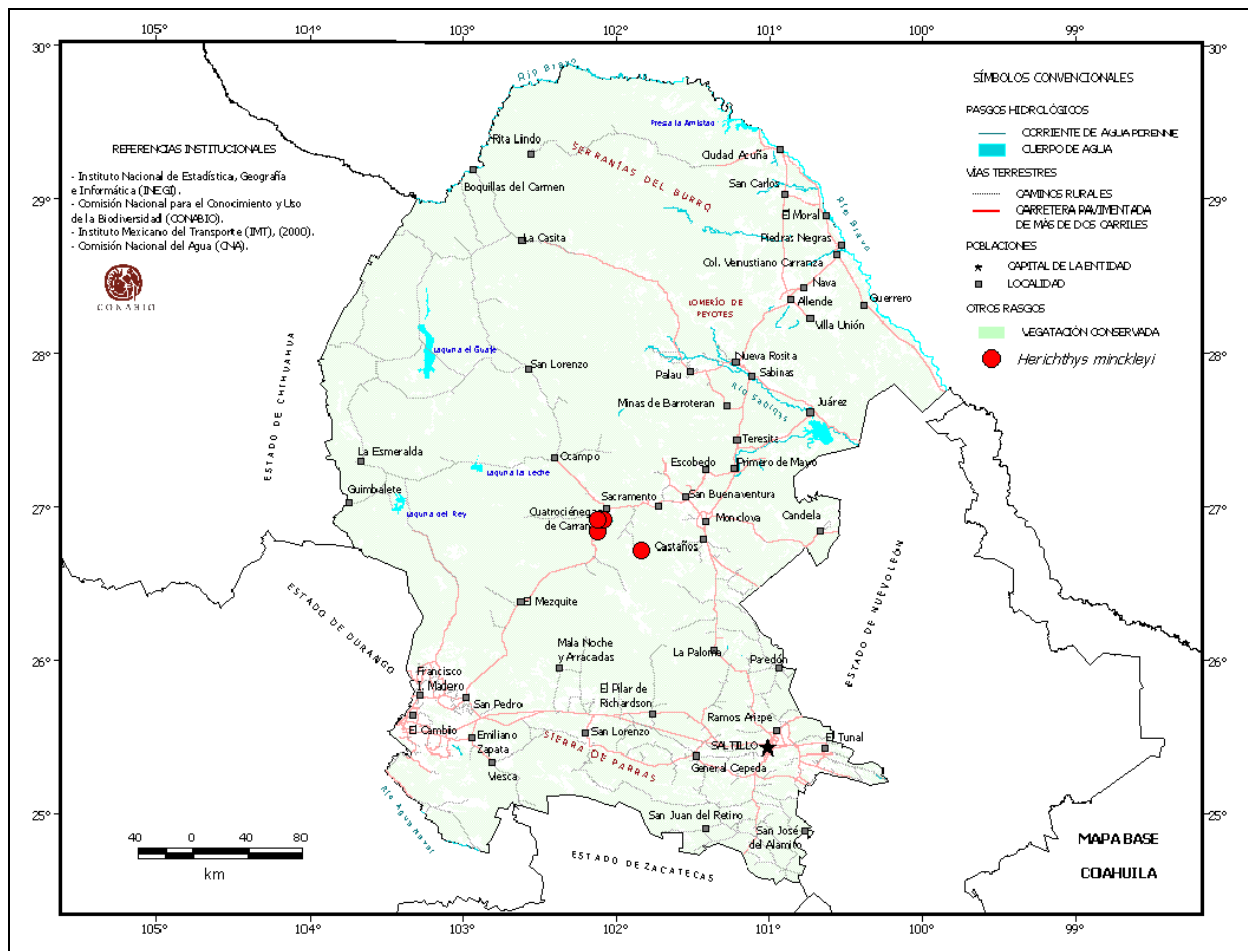
CUATROCIENEGAS

Ejido Antiguos Mineros

Poza Churince

Poza Mojarral Oeste o Azul

Poza de la Becerra



Ambiente

Macroclima

El valle de Cuatrociénegas es desértico, de muy seco a semicálido, con muy bajo porcentaje de lluvias

invernales. Se caracteriza por una fuerte variación en su temperatura, con extremos de 0°C a 44°C (Minckley 1969); las escasas precipitaciones pluviales varían entre 100 y 440 mm anuales y se presentan en su gran mayoría en verano (de mayo a octubre), manifestándose en escasos aguaceros; es relativamente común la condición de sequía. La media mensual más alta rebasa los 30°C y la mínima es menor a los 12°C (SEMARNAT 1999).

Hábitat

Prefiere aguas termales de pozas donde nace agua cristalina (visibilidad alta: 20 m o más) de temperatura entre 30 y 34°C. Estos nacimientos de agua son de temperatura muy estable (variación anual de menos de un grado centígrado), así como de nivel y de calidad de agua sin grandes variaciones (Winsborough 1990; Hendrickson *et al.*, 2005).

La especie se encuentra de forma activa y es abundante en pozas (50 cm a 5 m de profundidad) con lechos profundos de capas de detritus, donde brota el agua atravesando fondos limpios y rocosos (de travertino o pedazos de estromatolitos). Muchas de estas pozas presentan diversos estromatolitos que aparentan ser piedra madre, y en otros casos tienen la forma de algunos corales, como si fueran arrecifes marinos. Río abajo, más lejos de los nacimientos en los arroyos y ciénegas, se logra observar a la especie; sin embargo, durante el invierno, cuando la temperatura disminuye drásticamente, la presencia de *H. minckleyi* es escasa o bien está inactiva o definitivamente ausente. No se ha logrado colectar a la especie en las aguas más salobres y poco estables del valle, como la Laguna Grande, donde normalmente son altas las fluctuaciones de temperatura, salinidad y nivel de agua.

En las pozas se encuentran especies acuáticas tales como el lirio acuático (*Nymphaea*) y *Chara*, muchas veces con plantas emergentes en las orillas (*Typha*, *Scirpus*, *Phragmites*, *Eleocharis*, etc.). En muchos hábitat de la especie se encuentran diversas formas de estromatolitos formados por diversas comunidades de diatomeas y cianobacterias (Winsborough 1990; Winsborough *et al.*, 1994; Elser *et al.*, 2005 a,b).

La vegetación alrededor de las pozas donde habita la especie consiste sobre todo de hierbas y gramíneas halófitas de hojas pequeñas y carnosas y altura menor a 1 m. Las especies dominantes incluyen *Distichlis spicata*, *Clappia suaedaefolia*, *Suaeda mexicana*, *Sporobolus tiroides*, *Salicornia sp.* y *Atriplex sp.*

Situación actual del hábitat con respecto a las necesidades de la especie

La mayoría de las pozas donde se realizaron las primeras colectas en los años 60 y 70 se encuentran actualmente en buen estado de conservación; sin embargo, el valle ha sufrido fuertes cambios afectando la distribución de hábitat acuáticos (Minckley 1969, 1992; Hendrickson *et al.* 2005). El río Garabatal, antes muy grande, que nacía de la Poza la Becerra, hoy día se encuentra seco o con muy poco agua, debido a que su caudal fue desviado en los años 60 con fines de riego (Hendrickson *et al.*, 2005).

A pesar de que la especie aún se encuentra en los hábitat vestigiales del sistema, la población mas grande y que ocupaba extensas ciénegas, ríos y pozas se encuentra actualmente muy fragmentada, poco abundante y con altas probabilidades de desaparecer en un futuro no muy distante (Hendrickson *et al.*, 2005).

En la Poza de la Becerra se logra encontrar todavía todos los morfos de *H. minckleyi*; sin embargo, las poblaciones están sujetas a fuerte presión, debido a que su hábitat se encuentra bajo impacto por turismo y fluctuaciones de nivel de agua relacionadas con el manejo del sistema de riego. Los estromatolitos antes comunes en la poza se han muerto debido a la actividad humana en este balneario. Fuera del caracol tornillo (*Melanoides tuberculata*) no existen especies invasoras en el sistema; algunas especies registradas con anterioridad ya se han extirpado ahí, como la lobina negra nativa (*Micropterus salmoides* ssp.). La pérdida del río Garabatal en el valle de Cuatro Ciénegas es uno de los impactos faunísticos más fuertes que se han registrado hasta la fecha.

La especie también se encuentra amenazada por efecto de especies exóticas, como el pez joya manchado (*Hemichromis guttatus*) (Contreras-Balderas & Ludlow 2003; Hendrickson *et al.* 2005) y se encuentra establecido en casi todos los hábitat de *H. minckleyi*. Estudios realizados con isótopos estables indican que la dieta de *H. guttatus* se sobrelapa en forma significativa con la dieta de los juveniles de *H. minckleyi* y adultos de *Cyprinodon bifasciatus*, otra especie endémica de las pozas termales (Hendrickson *et al.*, 2005).

La tilapia (*Oreochromis aureus*) es abundante en la parte sureste del valle y ha sido registrada en la parte media y baja del sistema del río Mezquites (Hendrickson *et al.*, 2005).

Otras amenazas potenciales son indudablemente el caracol invasivo, *Melanoides tuberculata*, establecido en el canal de la Becerra y sistema Churince; el acocil exótico *Procambarus clarkii* (en los ríos Mezquites y Garabatal) (Hendrickson *et al.*, 2005), así como las plantas invasoras *Arundo donax* y *Tamarix ramosissima* (Hendrickson *et al.*, 2005; Hendrickson & McGaugh 2005).

Refugios

No los hay. Todos los hábitat dentro del ámbito de la especie muestran evidencia de impacto humano.

Tipo de ambiente

Dulceacuícola, léntico y lótico.

Historia natural de la especie

Antecedentes del estado de la especie o de las poblaciones principales

No hay datos puntuales sobre tamaños poblacionales, pero las notas de colectores y las capturas indican que fueron abundantes en muchos sitios de colecta.

Historia de la vida

La especie es famosa por su polimorfismo (Sage & Selander 1975; Kornfield 1981; Kornfield *et al.*, 1982; Kornfield & Taylor, 1983). Dentro de la misma especie se encuentran tres tipos morfológicos ("morfos") tan obviamente distintos entre si que los primeros en descubrirlas consideraron que eran especies distintas (Taylor & Minckley 1966; LaBounty 1974; Minckley 1969; Kornfield & Koehn 1975), pero estudios genéticos subsecuentes no detectaron diferencias genéticas entre los morfos y documentaron falta de aislamiento sexual entre ellos.

El principal polimorfismo es de los dientes faríngeos, o sea los dientes internos de la garganta, y por eso no es muy obvio externamente. Sin embargo, al inspeccionar los dientes faríngeos, se encuentran individuos con dientes muy grandes y fuertes (molariformes), mientras que otros muestran dientes muy finos, puntiagudos y delicados (papiliformes).

Los dientes molariformes se encuentran anclados en huesos fuertes y gruesos, asociados con músculos fuertes y grandes. Los individuos con dientes papiliformes tienen huesos faríngeos mucho más finos y con menos desarrollo en los músculos asociados (Liem & Kaufman 1984).

Los individuos con dientes molariformes comen caracoles, mientras que los de dientes papiliformes no. Los diversos y abundantes caracoles endémicos de Cuatro Ciénegas de la familia Hydrobiidae (Hershler 1984, 1985; Hershler & Minckley 1986; Hershler & Hayek 1988) tienen las conchas más fuertes que cualquier otro caracol del planeta (Hulseley *et al.*, 2005a) y es probable que su dureza haya sido adquirida por medio de coevolución con su depredador *H. minckleyi*, es decir, que la evolución del morfo molariforme tenga que ver con la depredación sobre caracoles de concha tan dura.

Los individuos con dientes papiliformes no pueden romper la concha de estos caracoles, y por lo tanto no los pueden aprovechar y no los comen. En relación con estas diferencias de dieta, los individuos del morfo papiliforme tienen el intestino de dos a cuatro veces más largo que los individuos del mismo tamaño del morfo molariforme (LaBounty 1974; Kornfield & Koehn 1975).

Los primeros investigadores reportaron una baja proporción de individuos intermedios en cuanto a morfología de los dientes faríngeos, pero la cuantificación y descripción de la morfología dental, generalmente inadecuadas, complican la comparación con los datos históricos. Stephens (2002) revisó muchos especímenes examinados por los primeros investigadores y encontró proporciones de individuos con dientes intermedios en colectas recientes más altas que las encontradas por ellos, por lo cual sugirió que la proporción de individuos intermedios ha aumentado en años recientes, tal vez debido a cambios ambientales, y consideró los individuos intermedios como otro morfo discreto del sistema polimórfico.

Estudios genéticos con más alta resolución están en marcha con la esperanza de resolver éstas y otras preguntas sobre detalles de la evolución y mantenimiento del polimorfismo (García de León inédito, Hendrickson inédito, Hulsey inédito).

Aunque los estudios siguen en curso, es probable que exista otro morfo, que difiere de los demás por la forma del cuerpo y cabeza. Si se considera que individuos de los principales morfos tienen cuerpos y cabezas "normales", este morfo, llamado "piscívoro", tiene la cabeza y el cuerpo mucho más alargados. Su dieta incorpora peces, sobre todo *C. bifasciatus*. Los piscívoros pueden tener dientes faríngeos molariformes, pero esta combinación es rara y la mayoría de los individuos de cuerpo y cabeza de los piscívoros tienen dientes papiliformes (D. Hendrickson, obs. pers.). Los dos morfos principales de cuerpo "normal" son ampliamente simpátricos, mientras que los piscívoros se encuentran sobre todo restringidos a zonas más cercanas a los nacimientos de aguas termales. Los piscívoros adoptan una coloración críptica de bandas verticales que les permite un comportamiento de depredación de "sit and wait" (sentarse y esperar) sobre los *Cyprinodon*.

Estudios de laboratorio indican que la morfología de los dientes faríngeos está determinada en parte por factores genéticos, pero que también hay efectos del ambiente (Trapani 2001, 2003a,b, 2004; Stephens 2002). Las proporciones de los morfos varían entre las diferentes pozas del valle y en el tiempo (Stephens 2002).

Relevancia de la especie

Relevancia ecológica.- La abundancia y el amplio espectro de su dieta dejan poca duda de que la especie es clave en el funcionamiento de los ecosistemas de pozas termales del valle de Cuatro Ciénegas. Es conocido el impacto de las especies de caracoles introducidas sobre los estromatolitos (Elser *et al.* 2002, 2005a,b); la ausencia de *H. minckleyi* seguramente permitiría un mayor tamaño de las poblaciones silvestres de caracoles, lo que provocaría un efecto negativo sobre toda la cadena trófica de los únicos ecosistemas acuáticos del valle.

Relevancia taxonómica.- Los primeros ictiólogos que la colectaron consideraron que los distintos morfos de esta especie representaban especies distintas, pero estudios genéticos demostraron falta de diferencias entre ellos y por lo tanto *H. minckleyi* fue descrita como una especie polimórfica. Datos genéticos preliminares más detallados que los estudios iniciales, pero aún no publicados, apoyan la hipótesis expuesta en la descripción que la especie representa un complejo de especies incipientes en el proceso actual de especiación. Por lo tanto, la especie se considera muy importante para estudios del proceso de especiación en la región.

Relevancia económica.- No tiene valor directo económico pero es de gran valor económico indirecto tanto para la ciencia pura como para el ecoturismo. La especie es muy visible y conocida por todos los turistas y frecuentemente aparece en el arte popular en artículos de venta al turismo local (camisetas, esculturas, etc.).

Relevancia cultural.- Su alta visibilidad en las aguas cristalinas de las pozas y sus colores han resultado en que esta especie sea uno de los símbolos más conocidos (junto con la tortuga de bisagra, *Terrapene coahuila*) de la fauna endémica del valle. Todos los residentes y turistas del valle la conocen. Antes de la veda de pesca impuesta después de la declaración del Área Protegida, era objeto de frecuente pesca. Es común escuchar que "su carne es la más fina del mundo" por lo que la "mojarra frita de Cuatro Ciénegas" era considerada un manjar.

Categoría de edad, tamaño o estadio

Talla máxima, unos 175 mm LP (Conkel 1993).

Fecundidad

Datos preliminares de laboratorio indican que la fecundidad anda entre 50 y 100 huevecillos para hembras de talla mínima (60 mm LP). Hembras de 150 mm de LP han puesto en laboratorio entre 1,200 a 1,800 huevecillos.

Tasa de crecimiento

El crecimiento se ve afectado por la dieta y la temperatura. Hay datos preliminares de edad y crecimiento disponibles en estudios no publicados de Hendrickson (2005). En el laboratorio, el crecimiento es muy variable entre los individuos hermanos de cada generación.

Algunos individuos han sido recapturados seis años después de haber sido marcados en diferentes hábitat de Cuatro Ciénegas. Un espécimen en el laboratorio tiene por lo menos 11 años de edad (Hendrickson inédito). El crecimiento de una muestra de más de 200 individuos recapturados en una localidad de Cuatro Ciénegas (más de tres veces en varios años) fue en promedio de 0.02 mm diarios.

Reclutamiento

La talla de primera madurez es de alrededor de 60 mm LP en las hembras.

Reproducción

Ovíparos, dioicos. Las parejas depositan huevos normalmente en depresiones en el fondo o en pequeñas cuevas y otras áreas que les dan cobertura y protección. La pareja protege su territorio alrededor del nido antes y después de poner los huevos, pero el macho normalmente abandona a la hembra poco después. La hembra protege los huevos y a los alevines durante varias semanas hasta que alcanzan un estado de desarrollo suficiente para escapar de la mayoría de los depredadores.

Tasa de entrecruzamiento

Estudios moleculares preliminares recientes comprueban hibridación entre esta especie y *H. cyanoguttatus* (D. Hulse, com. pers.).

Alimentación

La dieta consiste en plantas, algas, detritus, moluscos (caracoles de la familia Hydrobiidae), otros invertebrados acuáticos y terrestres, y peces. Solo los individuos del morfo molariforme pueden ingerir caracoles, pero fuera de eso, los morfos se sobrelapan mucho en cuanto a sus dietas (Smith 1982; Hulse *et al.* 2005b). Sin embargo, estudios de isótopos estables de carbón y nitrógeno detectaron diferencias en las dietas entre los diferentes morfos y entre adultos y juveniles.

Conducta

Es una especie muy social, con complejos sistemas de jerarquías y dominancia. En acuarios la reproducción requiere mucho espacio y áreas donde la hembra y otros puedan escapar de la agresión del macho. En cautividad es difícil mantener a la especie con fines de reproducción y maduración, en general se producen agresiones entre machos hasta provocar la muerte de los machos no dominantes e incluso de hembras.

En el medio silvestre parece ser que la hembra elige el sitio del nido, que es normalmente una cavidad que ofrece cobertura y acceso restringido por otros (Kornfield *et al.* 1982); se ha documentado que más de la mitad de las parejas analizadas eran entre morfos, o que se forman parejas al azar entre los morfos. Hay evidencia también de que los machos pueden hacer parejas con más de una hembra.

La pareja prepara el sitio del desove excavando y limpiando la superficie y lo protege vigorosamente. La hembra pone huevos adhesivos en hileras en la superficie del nido y el macho pasa por la misma hilera pocos segundos después, fertilizándolos. El color de la hembra cambia de color normal a blanco con el desove y el macho se torna más oscuro.

Ambos progenitores protegen los huevos al principio, pero al cabo de pocos días normalmente el macho abandona el nido, dejando a la hembra al cuidado de sus huevos y alevines.

La hembra defiende el nido contra todo tipo de depredadores (sobre todo otros individuos de la misma especie); limpia meticulosamente los huevos, eliminando los infectados por hongos y los muertos, y usa sus aletas pectorales para circular agua sobre ellos. Los huevos eclosionan en más o menos dos días

(dependiendo de la temperatura), pero las larvas quedan pegadas a la superficie del nido durante dos días aproximadamente, cuando la hembra, en ocasiones, se traslada con sus crías a otro lugar. Mientras crecen y empiezan a moverse en cardúmenes alrededor de la hembra, ésta sigue protegiéndolos hasta que desarrollan la capacidad de escapar independientemente de los depredadores (lo que sucede en varias semanas y cuando alcanzan 15 a 20 mm LP) y se mueven hacia las orillas y partes poco profundas con bastante cobertura para su protección y crecimiento. La hembra recupera entonces su coloración normal.

Uso de hábitat

La especie prefiere aguas termales y zonas no muy distantes río abajo, aparentemente tomando refugio en zonas de temperatura más alta durante los inviernos. Dentro de las pozas, estudios recientes han demostrado distintas preferencias entre los diferentes morfos en cuanto a sustratos, así como variaciones estacionales (Swanson 2001; Swanson *et al.* 2003; Cohen *et al.* 2005).

Las temperaturas en el área de los nidos se encuentran normalmente entre 29 y 30°C (obs. pers.). En el laboratorio del autor, cuando falló un aparato de calefacción, cuatro individuos fueron encontrados vivos y aparentemente cómodos a 40°C. En estanques experimentales y manteniendo temperaturas de 30 +/- 2°C durante por lo menos 6 meses muchos individuos sobrevivieron más de tres días con temperaturas menores de 12°C, incluyendo 20 horas de temperaturas seguidas entre 10.9 y 11.5°C.

En el laboratorio se ha notado que en temperaturas menores a 20°C la actividad de la especie es escasa. Sin embargo, poblaciones mantenidas en estanques al aire libre han sobrevivido en temperaturas hasta de 10°C (obs. pers.).

Ámbito hogareño

Los cambios de abundancia que se registran en algunas pozas durante el invierno indican probables desplazamientos de algunos individuos (o falta de actividad en ciertas áreas), posiblemente para buscar refugio en áreas cercanas a los nacimientos termales. Sin embargo, los estudios de marcaje y recaptura no han registrado movimientos entre dos pozas cercanas (Mojarral Oeste y Mojarral Este), que muestran entre sí una diferencia de 1 a 3°C, a pesar de haberse marcado y liberado miles de ejemplares (obs. pers.). Este hecho indica (en forma preliminar) que la población de la poza termal es bastante cerrada.

El programa de marcaje y recaptura en Mojarral Oeste (=Poza Azul) durante seis años, con múltiples capturas (hasta 11 veces) de muchos individuos, indica que por lo menos algunos (y probablemente la mayoría) de los individuos nunca, o raramente, salen de esa poza termal. Asimismo, la proporción de individuos ya marcados se encuentra entre 40 y 70%, encontrándose en casi todas las muestras algunos individuos adultos no marcados, lo que indica probablemente una baja inmigración.

Tendencia poblacional

No existen estimaciones publicadas del número total de individuos. Datos preliminares de estimaciones de población en una sola poza (Hendrickson inédito) indican fluctuaciones anuales, pero no se puede concluir nada en cuanto a tendencias a largo plazo.

Sin embargo, no hay duda de que la población total de la especie ha disminuido durante los últimos 50 años, debido a que se han secado varios hábitats antes ocupados (el más notable es el caso del río Garabatal).

Categorías y factores de riesgo

Factores de riesgo

Sin duda la amenaza más importante son las modificaciones en el hábitat, desviación de cauces y desecación de ciénegas, que provocan cambios drásticos en niveles y temperatura del agua. El desarrollo de la agricultura a gran escala e intensiva utilizando riego basado en la extracción de agua subterránea en otros valles adyacentes es una amenaza fuerte. Aunque el caso de la conexión

hidrológica subterránea entre Valle del Hundido (al sur del valle de Cuatro Ciénegas) y el valle de Cuatro Ciénegas sigue siendo objeto de mucho debate entre los hidrólogos, no sucede así con la conexión entre Valle Calaveras (al norte) y Cuatro Ciénegas. La extracción de agua subterránea en Valle Calaveras afectó en forma muy rápida la fuente de agua que abastece al municipio de Cuatro Ciénegas, con graves impactos sobre el municipio. Como aún es desconocida la fuente y zona de recarga de los acuíferos que alimentan a las pozas del valle, no se ha podido realizar ninguna medida de control. Por lo anterior es fundamental y urgente realizar estudios hidrológicos que proporcionen información específica sobre el origen y volúme del acuífero, así como la zona y nivel de recarga.

Las plantas invasoras representan un riesgo considerable, fundamentalmente las especies de *Arundo donax* y *Tamarix ramosissima*. Ambas son muy demandantes de agua, por lo que pueden aumentar la evapotranspiración y por consecuencia bajar los niveles y descarga de las pozas y ríos; además, ambas podrían afectar la geomorfología de los ríos y pozas y limitar la insolación, tan importante para los ecosistemas del valle.

El turismo tiene ya un fuerte impacto, fundamentalmente en semana santa, cuando llegan miles de visitantes a las Pozas la Becerra y Churince, Río Mezquites y Las Playitas, a pesar de encontrarse en una zona protegida, por lo que es necesario realizar una vigilancia estricta en todo el valle y prohibir el acceso a muchas áreas que son importantes para la conservación de la especie.

Asociado al turismo se han introducido nuevas especies exóticas y se ha fomentado la dispersión a nuevos hábitat. Estas especies representan fuertes amenazas, y probablemente aún más cuando se encuentran combinadas con otros impactos de tipo físico-químico. En algunos sitios, la contaminación por desechos humanos y de basura representa amenazas adicionales.

Utilización nacional

Ninguna conocida

Comercio internacional ilícito

Muy poco. La especie es difícil de mantener en acuario y no es muy popular entre acuaristas, fuera de los más aficionados a los cíclidos.

Comercio lícito

La especie rara vez se encuentra en el comercio, pero se ha observado en algunos negocios de acuarismo en EEUU y Europa, aparentemente a partir de reproducción en cautiverio (obs. pers. en Austin, Texas, EUA).

Efectos reales o potenciales del comercio

Todo el comercio parece estar basado en reproductores en cautiverio, no en captura directa de Cuatro Ciénegas, por lo tanto no representa amenaza directa a las poblaciones naturales.

Conservación

Todo el ámbito de la especie está incluido dentro del Área Protegida de Flora y Fauna de Cuatro Ciénegas de la CONANP (Secretaría de Desarrollo Social 1994), dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 48, Cuatro Ciénegas (Arriaga Cabrera *et al.*, 2000).

Supervisión de la población

El Área Protegida (APFFCC) considera la especie como focal para el monitoreo. Un proyecto de marcaje y recaptura (con marcas PIT) en una poza (Mojarral Oeste = Poza Azul) llevado a cabo por el autor, está en el sexto año, con más de 2000 individuos marcados. Aunque todavía no están publicados los resultados, el programa está proporcionando datos muy útiles para estudios de biología poblacional y monitoreo, así como información sobre el movimientos de los peces entre localidades.

Conservación del hábitat

El grupo técnico del Área Protegida es responsable de la vigilancia; sin embargo, los recursos (de personal y económicos) son muy limitados, por lo que en esas condiciones es imposible prevenir actividades de pesca ilegal, a pesar de que hay evidencia de esta actividad en muchas partes del APFFCC.

Medidas de gestión

No existen programas, sin embargo esta programado un plan de ordenamiento ecológico que proporcione elementos para la toma de decisiones en cuanto al manejo del área protegida.

Una población se mantiene en cautiverio en la Universidad de Texas, a cargo del autor; sin embargo, se han notado efectos morfológicos en esta población que son aparentemente artefactos del ambiente del laboratorio. Existen otros stocks, mantenidos por diversos acuaristas comerciales internacionales. Sin embargo, las diferencias morfológicas (y tal vez genéticas) entre los individuos del medio silvestre y del laboratorio pueden afectar la utilidad de estos stocks para reintroducciones, etc.

CITES

no enlistada

NOM-059-SEMARNAT-2001

P en peligro de extinción

UICN

VU Vulnerable

VU A1ce+2ce, B1+2c: vulnerable por reducción poblacional real o potencial del 20% en 10 años, inferida por el deterioro y decremento del hábitat disponible, por los efectos de especies introducidas, y por un área ocupada inferior a 2000 km², con una distribución en extremo fragmentada, en menos de 10 localidades, y con el mencionado deterioro y decremento del hábitat (estimación de S. Contreras-Balderas y P. Almada-Villela en 1996).

Otras clasificaciones de riesgo

American Fisheries Society list of vulnerable, threatened, and endangered freshwater and diadromous fishes of North America (Mexico, Canada, and the United States): E: en peligro inminente de extinción en todo su ámbito de distribución o una parte sustancial del mismo (Burkhead *et al.*, in prep.).

Bibliografía

Arriaga-Cabrera, L., Aguilar Sierra, V. y Alcocer, J. 2000. Aguas continentales y diversidad biológica de México. CONABIO. México.

Burkhead, N., Jelks, H. L., Walsh, S. J., Contreras-Balderas, S., Díaz-Pardo, E., Hendrickson, D. A., Lyons, J. A., Mandrak, N. E., McCormick, F., Nelson, J. S., Platania, S. P., Porter, B. A., Renaud, C. B., Schmitter-Soto, J. J., Taylor, E. B. y Warren, M. L. En preparación. Fishes of North America endangered, threatened, or vulnerable: 2006. Fisheries.

Cohen, A. E., Hendrickson, D. A., Parmesan, C. y Marks, J. C. 2005. Habitat segregation among trophic morphs of the Cuatro Ciénegas cichlid (*Herichthys minckleyi*). Hidrobiológica. 15 (2 especial): 169-181.

- Conkel, D. 1993. Cichlids of North & Central America. TFH Publications. Neptune City, Nueva Jersey.
- Contreras-Balderas, S. y Ludlow, A. M. 2003. *Hemichromis guttatus* Günther, 1862 (Pisces:Cichlidae), nueva introducción en México, en Cuatro Ciénegas, Coahuila. *Vertebrata Mexicana*. 12: 1-5.
- Elser, J., Schampel, J. H., García-Pichel, F., Wade, B., Souza, V., Eguiarte, L., Escalante, A. y Farmer, J. D. 2005. Effects of phosphorus enrichment and grazing snails on modern stromatolitic microbial communities. *Freshwater Biology*. 50: 1808-1825.
- Elser, J., Schampel, J. H., Kyle, M., Watts, J., Carson, E. W., Dowling, T. E., Tang, C. M. y Roopnarine, P. D. 2005. Response of grazing snails to phosphorus enrichment of modern stromatolitic microbial communities. *Freshwater Biology*. 50: 1826-1835.
- Elser, J., Watts, J. y Wade, B. 2002. Effects of grazers and PO₄ enrichment on biomass, C.N.P stoichiometry, and microbial community structure of oncoid stromatolites at Cuatro Cienegas, Coahuila, Mexico. *Astrobiology*. 2: 185-193.
- Eschmeyer, W. Catalog of Fishes [en línea]. California Academy of Sciences. San Francisco www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html [consulta: 4-agosto-2005].
- Espinosa-Pérez, H., Gaspar-Dillanes, M. T. y Fuentes-Mata, P. 1993. Listados faunísticos de México. III. Los peces dulceacuícolas mexicanos. IBUNAM. México.
- Froese, R. y Pauly, D. 2005. FishBase [en línea]. ICLARM. Manila. www.fishbase.org [consulta: 26-abril-2005].
- Hendrickson, D. A. y McGaugh, S. 2005. *Arundo donax* (Carrizo grande/Giant cane) in Cuatro Ciénegas. Desert Fishes Council. Bishop, California.
- Hendrickson, D. A., Marks, J. C., Moline, A. B., Dinger, E. y Cohen, A. E. 2005. Combining ecological research and conservation: a case study in Cuatro Ciénegas, Mexico. En: Stevens, L. & V.J. Meretsky (eds.). *Every Last Drop: Ecology and Conservation of North American Desert Springs*. University of Arizona Press. Tucson.
- Hershler, R. 1984. The Hydrobiid snails (Gastropoda: Rissoacea) of the Cuatro Cienegas Basin: Systematic relationships and ecology of a unique fauna. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Sciences*. 19 (1): 61-76.
- Hershler, R. 1985. Systematic revision of the Hydrobiidae (Gastropoda: Rissoacea) of the Cuatro Cienegas basin, Coahuila, Mexico. *Malacologia*. 26 (1-2): 31-123.
- Hershler, R. y Hayek, L. A. C. 1988. Shell variation of springsnail populations in the Cuatro Cienegas Basin, Mexico: Preliminary analysis of limnocrone fauna. *Nautilus*. 102 (2): 56-64.
- Hershler, R. y Minckley, W. L. 1986. Microgeographic variation in the banded spring snail (Hydrobiidae: Mexipyrgus) from the Cuatro Cienegas basin, Coahuila, Mexico. *Malacologia*. 27 (2): 357-374.
- Hulsey, C. D., García de León, F. J., Sánchez-Johnson, Y., Hendrickson, D. A. y Near, T. J. 2004. Temporal diversification of Mesoamerican cichlid fishes across a major biogeographic boundary. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 31 (2): 754-764.
- Hulsey, C. D., Hendrickson, D. A. y García de León, F. J. 2005. Trophic morphology, feeding performance, and prey use in the polymorphic fish *Herichthys minckleyi*. *Evolutionary Ecology Research*. 7: 1-22.
- Hulsey, C. D., Marks, J. C., Hendrickson, D. A., Williamson, C. A., Cohen, A. E. y Stephens, M. J. 2006. Feeding specialization in *Herichthys minckleyi*: a trophically polymorphic fish. *Journal of Fish Biology*. 68 (5): 1399-1410.
- INE. 1999. Programa de Manejo del Area de Proteccion de Flora y Fauna Cuatrociénegas. Instituto Nacional de Ecología. México.

- Kornfield, I. L. 1984. Descriptive genetics of cichlid fishes. En: Turner, B.J. (ed.). Evolutionary genetics of fishes. Plenum Publishing Corporation. Nueva York
- Kornfield, I.L. 1981. Biological status of the cichlid fishes of Cuatro Ciénegas. Proceedings of the Desert Fishes Council. 12: 96-97.
- Kornfield, I. L. y Koehn, R. K. 1975. Genetic variation and speciation in New World Cichlids. Evolution. 29: 427-437.
- Kornfield, I. L. y Taylor, J. N. 1983. A new species of polymorphic fish, *Cichlasoma minckleyi*, from Cuatro Ciénegas, Mexico (Teleostei: Cichlidae). Proceedings of the Biological Society of Washington. 96: 253-269.
- Kornfield, I. L., Smith, D. C., Gagnon, P. S. y Taylor, J. N. 1982. The cichlid fish of Cuatro Ciénegas, Mexico: Direct evidence of conspecificity among distinct trophic morphs. Evolution.
- LaBounty, J. F. 1974. Materials for the revision of Cichlids from northern Mexico and southern Texas, USA (Perciformes: Cichlidae). Tesis (doctorado). Arizona State University. Tempe.
- Liem, K. F. y Kaufman, L. S. 1984. Intraspecific macroevolution: Functional biology of the polymorphic cichlid species *Cichlasoma minckleyi*. En: Echelle, A. & I. Kornfield (eds.). Evolution of Fish Species Flocks. University of Maine. Orono
- Miller, R. R., Minckley, W. L. y Norris, S. M. 2005. Freshwater Fishes of México. Museum of Zoology, University of Michigan, & University of Chicago Press. Chicago.
- Minckley, W. L. 1969. Environments of the Bolsón of Cuatro Ciénegas, Coahuila, México. Science Series, University of Texas, El Paso. 2: 1-65.
- Minckley, W. L. 1992. Three decades near Cuatro Ciénegas, México: photographic documentation and a plea for area conservation. Journal of the Arizona-Nevada Academy of Sciences. 26 (2): 89-118.
- Nelson, J. S., Crossman, E. J., Espinosa-Pérez, H., Findley, L. T., Gilbert, C. R., Lea, R. N. y Williams, J. D. 2004. Common and Scientific Names of Fishes from the United States, Canada, and Mexico. 6a ed. American Fisheries Society. Bethesda.
- Sage, R. D. y Selander, R. K. 1975. Trophic radiation through polymorphism in cichlid fishes. Proceedings of the National Academy of Sciences. 72: 4669-4673.
- Secretaría de Desarrollo Social. 1994. Decreto por el que se declara como área protegida, con el carácter de protección de flora y fauna, la región conocida como Cuatrociénegas, municipio de Cuatro Ciénegas, Coahuila. Secretaría de Desarrollo Social. CDXCIV. México.
- Smith, D. C. 1982. Trophic Ecology of the Cichlid Morphs of Cuatro Ciénegas, Mexico. Tesis (maestría). University of Maine at Orono Press. Orono.
- Stephens, M. J. 2002. Pharyngeal morphology and spatial and temporal variation in trophic composition in the polymorphic cichlid, *Herichthys minckleyi* (Teleostei: Cichlidae) from Cuatro Ciénegas Basin, Mexico. Tesis (maestría). San Marcos, Texas.
- Stephens, M. J. y Hendrickson, D. A. 2001. Larval development of the Cuatro Ciénegas cichlid, *Cichlasoma minckleyi*. The Southwestern Naturalist. 46: 16-22.
- Swanson, B. O. 2001. Intra-specific competition in a polymorphic cichlid, *Herichthys minckleyi*: Does variation in jaw morphology lead to resource partitioning?. American Zoologist. 41: 1600-1601.
- Swanson, B. O., Gibb, A.C., Marks, J. C. y Hendrickson, D. A. 2003. Trophic polymorphism and behavioral differences decrease intraspecific competition in a cichlid, *Herichthys minckleyi*. Ecology. 84: 1441-1446.

- Taylor, D. W. y Minckley, W. L. 1966. New world for biologists. *Pacific Discovery*. 19: 18-22.
- Trapani, J. 2001. Variability in the Neotropical cichlid *Cichlasoma minckleyi*: Implications for fossil species and cichlid adaptive radiation. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 21: 108A.
- Trapani, J. 2003. Morphological variability in the Cuatro Ciénegas cichlid, *Cichlasoma minckleyi*. *Journal of Fish Biology*. 62: 276-298.
- Trapani, J. 2003. Geometric morphometric analysis of body-form variability in *Cichlasoma minckleyi*, the Cuatro Ciénegas cichlid. *Environmental Biology of Fishes*. 68: 357-369.
- Trapani, J. 2004. A morphometric analysis of polymorphism in the pharyngeal dentition of *Cichlasoma minckleyi* (Teleostei: Cichlidae). *Archives of Oral Biology*. 49: 825-835.
- Vidal, V. M., Aguirre-Macedo, M. L., Scholz, T., González-Solís, D. y Mendoza-Franco, E. F. 2001. Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico. Academia. Praga.
- Winsborough, B. M. 1990. Some ecological aspects of modern fresh-water stromatolites in lakes and streams of the Cuatro Ciénegas basin, Coahuila, Mexico. Tesis (doctorado). University of Texas. Austin.
- Winsborough, B. M., Seeler, J. S., Golubic, S., Folk, R.L. y Maguire, B. 1994. Recent fresh-water lacustrine stromatolites, stromatolitic mats and oncoids from northeastern Mexico. En: Bertrand-Sarfati, J. & C. Monty (eds.). *Phanerozoic Stromatolites II*. Kluwer. Dordrecht.