

**Forma de citar:** Ayestarán-Hernández, L. M., O. Domínguez-Domínguez, V. Carrasco-Carballido, A. Alemán-Octaviano, M. G. Rangel-Altamirano e I. Abad-Fitz. 2014. *Girardinichthys multiradiatus*, Proyecto KF004 Especies emblemáticas del Estado de Morelos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

		<i>Girardinichthys multiradiatus</i>
<b>i. Descripción de la especie</b>		
<b>Nombres comunes</b>		Mexcalpique de Zempoala, mexcalpique, doradilla, pez amarillo, "darkedged splitfin" (CONABIO 2008; ITIS 2014; Navarrete-Salgado et al. 2007a).
<b>Información taxonómica</b>	<b>Nombre científico</b>	Reino Animalia Phylum Chordata Clase Actinopterygii Orden Cyprinodontiformes Familia Goodeidae Género <i>Girardinichthys</i> Especie <i>Girardinichthys multiradiatus</i> Meek, 1904. (CONABIO 2008; ITIS 2014).
	<b>Sinónimos</b>	<i>Characodon multiradiatus</i> Meek, 1904. (Contreras-Balderas y Almada-Villela 1996).
	<b>Descripción general de la especie</b>	Pez pequeño que alcanza tallas no mayores a 80 mm de longitud, de coloración amarilla. Los machos presentan las aletas dorsal y anal muy desarrolladas y de color amarillo, en la aleta caudal además de la coloración amarilla presentan una línea negra (González-Zuñiga y Macías-García 2006).
	<b>Diagnóstico de la especie</b>	Pez vivíparo de hasta 80 mm de longitud total. Presenta dimorfismo sexual. El macho exhibe una aleta anal modificada (espermatopodio) que funciona como órgano que facilita la fecundación interna. Las hembras son de mayor talla que los machos (Miller et al. 2009). Presenta dientes claramente bifidos; el origen de la dorsal se encuentra en la mitad anterior de la longitud total. El ovario está dividido en dos cámaras por un septo recto completo y carente de tejido ovígero, pues éste se encuentra restringido a un par de procesos, uno en cada cámara, adheridos a la región dorsolateral de la pared ovárica. La trofotenia embrionaria tiene consistentemente cuatro procesos, dos pequeños anteriores y dos mayores posteriores (Álvarez del Valle 1970 <b>citado en Navarrete et al. 2007b</b> ). El nombre de la especie alude a que entre la familia es la que muestra el mayor número de elementos de sostén en dos de las aletas impares y por tanto es una de sus características diagnósticas la presencia de 26 a 34 radios en las aletas dorsal y anal. Tiene de 35 a 45 escamas en una serie longitudinal; la altura máxima del cuerpo va de 2.7 a 3.3 veces y la longitud cefálica poco menos de 4 veces en la longitud patrón (Álvarez del Valle 1970 <b>citado en Navarrete et al. 2007b</b> ). Cuerpo típicamente más de un tercio tan alto como largo; los machos nupciales de color oscuro, pero nunca negros, a menudo con amarillo en las aletas medias, manchas de pigmento encima del ano, siempre grande, conspicua y negruzca; base de la dorsal en los machos mayor en longitud que la base anal (Miller et al. 2009).

<b>ii. Distribución en México y en el estado de Morelos</b>		
<b>Región</b>	<b>Estado</b>	Morelos.
	<b>Municipio</b>	Esta especie es nativa del Parque Nacional Lagunas de Zempoala (Contreras-MacBeath 2005), que incluye al municipio de Huitzilac, en Morelos. Además se ha colectado en el municipio de Tlaltizapán (Tabla 2 del Proyecto CONABIO KF004).
<b>Distribución</b>	<b>Histórica</b>	Se estima que el área de distribución histórica de esta especie y la que se reporta actualmente no ha presentado cambios (De la Vega-Salazar 2006).
	<b>Actual</b>	La especie se distribuye en las partes altas de los ríos Lerma y Balsas y las Lagunas de Zempoala, así como algunos reservorios en los estados de México, Michoacán, Querétaro y Morelos (Cruz-Gómez et al. 2010; Navarrete-Salgado et al. 2007a; Trujillo-Jiménez y Espinosa 2006).
	<b>Amplía o restringida</b>	Restringida.
<b>Tipo de Vegetación</b>		ND.
<b>iii. Ambiente en donde se desarrolla la especie en el estado de Morelos</b>		
<b>Clima</b>		De acuerdo a los municipios en donde se reporta su distribución, el tipo de clima que corresponde a la parte sur, cercano a Tlaltizapán, corresponde al tipo Aw <sub>o</sub> (w) (i') g, cálido subhúmedo con lluvias en verano, el más seco de los subhúmedos, con poca oscilación y marcha de temperatura tipo Ganges (García 1988, 1989). El tipo de clima que corresponde al municipio de Huitzilac, y en general al Parque Nacional Lagunas de Zempoala es del tipo C (w <sub>2</sub> ) (w) big, que se refiere a templado subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos, con una temperatura media anual entre 12 y 18, presenta canícula, con un porcentaje de lluvia invernal menor de cinco, verano fresco y largo, la variación de la temperatura es menor a 5°C, es decir isotermal y con marcha de temperatura tipo Ganges. El mes más frío es enero, con una temperatura mínima promedio de 1.6°C, temperatura que aumenta paulatinamente hasta llegar a su máximo durante los meses de abril y mayo (22 °C), disminuyendo luego con las lluvias del mes de julio. El régimen de precipitación es de lluvias en verano, con un promedio de 1550.6 mm anuales, éstas comienzan generalmente a mediados del mes de mayo y terminan la primera quincena de octubre. En los meses de julio y agosto se presenta canícula (CONANP 2008; García 1988, 1989).
<b>Altitud</b>		ND.
<b>Humedad relativa</b>		ND.
<b>Tipo Ambiente</b>		Acuático.
<b>Tipo de hábitat</b>		En el embalse San Miguel Arco, en el Estado de México, se caracterizó el sitio en donde se encontró esta especie. La profundidad promedio fue de 0.36 ± 0.14 m; temperatura 19.52 ± 2.19 °C; transparencia 0.13 ± 0.19 m; oxígeno 8.78 ± 2.40 mg/l; ph 7.84 ± 1.94; conductividad 112.64 ± 16.98 imhos/cm; dureza 72.73 ± 6.38 mg CaCO <sub>3</sub> /l; y alcalinidad 35.16 ± 3.90 mg CaCO <sub>3</sub> /l

		<p>(Navarrete-Salgado et al. 2007b).</p> <p>En el embalse “La goleta”, localizado en el municipio de Soyaniquilpan, Estado de México, el cuerpo de agua presentó una temperatura mínima de 13°C en enero y 20°C de máxima en el mes de junio. La concentración de oxígeno mínima fue en el mes de julio (0.1 m) y la máxima en enero (0.22 m). El valor de alcalinidad en el mes de octubre fue el mínimo con 24.6 mg CaCO<sub>3</sub>/l y el máximo en el mes de junio de 43.6 mg CaCO<sub>3</sub>/l. Los valores de dureza fueron desde 54.4 mg CaCO<sub>3</sub>/l en octubre, hasta 74 mg CaCO<sub>3</sub>/l en marzo (Carrasco-Calderón 2005).</p>
<b>iv. Biología de la especie</b>		
<b>Alimentación</b>		<p>Es una especie omnívora. Los peces de talla pequeña consumen principalmente alimento de origen animal, mientras que los adultos se alimentan tanto de recursos de origen animal y vegetal (Navarrete-Salgado et al. 2007a).</p> <p>Consumen una gran variedad de insectos del orden, Hymenoptera y Collembola (principalmente), Odonata, Ephemeroptera, Diptera, Thysanoptera, Hemiptera, Coleoptera (Trujillo-Jiménez y Espinosa 2006). También consume algas filamentosas; de los géneros <i>Fragilaria</i> (la más abundante), <i>Microcystis</i>, <i>Oscillatoria</i>, <i>Cymbella</i>, <i>Gomphonema</i>, <i>Melosira</i>, <i>Navicula</i>, <i>Surirella</i>, <i>Eunotia</i>, <i>Closterium</i>, <i>Stigeoclonium</i>, <i>Closterium</i>, <i>Ankistrodesmus</i>, <i>Oedogonium</i>, <i>Cosmarium</i> y <i>Microspora</i> (Navarrete-Salgado et al. 2007a).</p>
<b>Conducta</b>		<p>Estos peces son capaces de reconocer marcas visuales en su entorno para guiarse. Esta capacidad se observó en organismos que habitan cuerpos de agua turbia, en comparación con aquellos que se encuentran en aguas claras (Burt-de Perera y Macías-García 2003).</p> <p>Por otra parte, debido a que se alimentan de insectos que están asociados a orillas de cuerpos de agua y vegetación acuática, se infiere que se alimenta en la superficie del agua (Trujillo-Jiménez y Espinosa 2006).</p>
<b>Reproducción animal</b>	<b>Sistemas de apareamiento</b>	ND.
	<b>Reproducción</b>	<p>Las evidencias de colecta de hembras grávidas y con embriones oculados o recién nacidos sugieren un periodo reproductivo de diciembre a mayo (Miller 2009). En diversos estudios se reporta una proporción sexual promedio de 1.5 hembras por macho, sin embargo esta proporción varía temporalmente, alcanzando su madurez sexual entre los 30 y 33 mm de longitud estándar, el número de embriones varía de 10 a 68 embriones, con un promedio de 18 embriones por hembra. El periodo reproductivo que va de mayo a septiembre, con un pico reproductivo en julio, se ha observado que la reproducción cesa en el mes de noviembre, cuando la temperatura del agua alcanza los 9-12°C (Cruz-Gómez et al. 2010; 2011; 2013; Navarrete-Salgado 2007a).</p>
	<b>Edad a la primera reproducción</b>	<p>Se determinó como una medida de inicio de la edad reproductiva, como aquellas hembras que alcanzan los 33 mm de longitud (Carrasco-Calderón 2005). La época de desove ocurre en julio (Cruz-Gómez et al. 2013)</p>
	<b>Duración de la vida reproductiva</b>	ND.

	<b>Época y frecuencia del apareamiento</b>	Se reproducen durante todo el año (Miller 2009).
	<b>Número de huevos o crías</b>	En el Estado de México se registraron hembras con 20 o hasta 37 embriones (Carrasco-Calderón 2005).
	<b>Cuidado parental</b>	ND.
<b>v. Ecología y demografía de la especie</b>		
<b>Tamaño poblacional (por localidad)</b>		ND.
<b>Parámetros poblacionales</b>		<p>En el embalse San Miguel Arco se capturaron 627 individuos, de los cuales 327 eran machos y 236 hembras. De éstas, el 31% presentaban embriones (Navarrete-Salgado et al. 2007b).</p> <p>En este mismo sitio se estimó que los peces de mayor longitud se registraron en primavera (5.8 cm), y la menor en verano (2.25 cm). La longitud máxima fue mayor en primavera (7.27 cm) y menor en verano (4.64 cm). El crecimiento en longitud fue mayor en primavera y menor en verano. En cuanto al peso fue mayor en invierno y menor en verano. La mayor supervivencia se registró en invierno (16%) y la menor en primavera (0.2 %) (Navarrete-Salgado et al. 2007b).</p> <p>En un embalse en el Estado de México, se documentó una proporción sexual promedio de hembras:machos de 1.51:1; sin embargo esta proporción varía a lo largo del año (Cruz-Gómez et al. 2013).</p>
<b>Tendencia poblacional</b>		ND.
<b>vi. Importancia de la especie</b>		
<b>Importancia biológica</b>		ND.
<b>Importancia económica</b>		ND.
<b>Usos tradicionales</b>		ND.
<b>Justificación del estatus de emblemática para el estado</b>		Esta especie se considera de interés especial, debido a su confinada distribución y abundancia. Se conoce poco de su biología y ecología como para elaborar estrategias de conservación de sus poblaciones o su domesticación para reproducirlo en cautiverio y repoblar los ecosistemas donde esté a punto de desaparecer. Nombrar a esta especie llamativa como emblemática podría impulsar estrategias de conservación.
<b>vii. Estado de conservación</b>		
<b>Amenazas a la especie</b>		<p>De manera general, se han considerado cuatro amenazas que hacen de los peces extremadamente vulnerables: 1) el estado de alteración de los ecosistemas acuáticos, 2) su incapacidad para atravesar barreras geográficas, 3) la falta de compromisos institucionales para su manejo y mantenimiento, y 4) la falta de criterios de sustentabilidad con respecto al manejo de ecosistemas acuáticos (Contreras-MacBeath 2005).</p> <p>Esta especie es depredada por la serpiente de agua <i>Thamnopsis melanogaster</i>. Además, en presencia de este depredador, se ha observado una disminución en la talla de las hembras (Feria-Cuevas</p>

		1998).
<b>Impacto humano</b>		La presencia de plaguicidas en el agua (metil paratión) en donde habita esta especie, provoca la reducción de peso y talla, incluyendo alteraciones en los caracteres sexuales, como las aletas ornamentales (tanto en tamaño como en coloración). Los machos además, se ven afectados en las conductas de cortejo, siendo menos ágiles. Además, afecta la sobrevivencia de las crías (De la Vega-Salazar 2006).
<b>Estado de conservación de la especie</b>		No se encuentra bajo alguna amenaza inminente que haya disminuido las poblaciones (Semarnat 2010); sin embargo, la IUCN Red List of Threatened, considera a esta especie como vulnerable, ya que puede estar enfrentando un riesgo de extinción a mediano plazo (Contreras-Balderas y Almada-Villela 1996). Por otro lado, se ha demostrado que existe extinción de poblaciones a nivel regional. La cual se asocia a la introducción de especies como <i>Cyprinus carpio</i> , <i>Pseudoxiphophorus bimaculatus</i> y <i>Oreochromis niloticus</i> , así como a la contaminación y desecación de cuerpos de agua (Domínguez-Domínguez et al. 2008; Pedraza-Marrón 2011).
<b>Situación del hábitat con respecto a las necesidades de la especie.</b>		ND.
<b>Manejo</b>		La presencia de esta especie en las Lagunas de Zempoala y de Almoloya del Río, así como en los grandes embalses artificiales del Alto Lerma, aseguran la supervivencia de esta especie, ya que las Lagunas de Zempoala son parte de un área natural protegida, que cuenta con un plan de manejo y conservación de las especies acuáticas (Contreras-MacBeath 2005).
<b>Acciones de conservación</b>		Este pez se encuentra en la lista de prioridad para su conservación en el Corredor Biológico Chichinautzin (Contreras-MacBeath 2005). Por otro lado, desde 1998 el Laboratorio de Biología Acuática de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo ha mantenido y preservado una colección viva de diferentes especies de goodeidos entre ellos <i>Girardinichthys multirradiatus</i> (Domínguez-Domínguez 2010). A partir de 2008 se inició un programa de conservación semi-cautivo en donde fueron construidos estanques artificiales y poblados con esta y otras especies.
<b>viii. Diagnóstico sobre las necesidades de información de las especies seleccionadas.</b>		Debido a que es una especie de distribución restringida, es prioritario conocer el estado de las poblaciones, como número de individuos por localidad, sistemas de apareamiento, reproducción y duración de la vida reproductiva. Esta información permitiría diseñar planes de manejo específicos para ésta especie.

#### Bibliografía:

Burt-de Perera, T., y C. Macías-García. 2003. Amarillo fish (*Girardinichthys multiradiatus*) use visual landmarks to orient in space. *Ethology* **103**:341-350.

- Carrasco-Calderón, H. P. 2005. Contribución al conocimiento de la biología de *Girardinichthys multiradiatus* en el embalse "La Goleta", Edo. de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- CONABIO. 2008. Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), editor. 2008. Anteproyecto Programa de Conservación y Manejo. Parque Nacional Lagunas de Zempoala. Páginas 193. 1<sup>ra</sup> edición. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), México.
- Contreras-Balderas, S., y P. Almada-Villela. 1996. *Girardinichthys multiradiatus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2014.2. USA. Disponible en <http://www.iucnredlist.org/details/9195/0> (consultada Septiembre 2013).
- Contreras-MacBeath, T. 2005. Analysis of freshwater fish conservation in Mexico: with emphasis on livebearing fishes. Páginas 383-396 en M. Uribe, y H. Grier, editores. Viviparous fishes: anatomy, systematics, reproducción, ecology and conservation. New Life Publishers, USA.
- Cruz-Gómez, A., A. C. Rodríguez-Varela, y H. Vázquez-López. 2010. Madurez sexual y reproducción de *Girardinichthys multiradiatus* (Meek, 1904) en un embalse del poblado de San Martín, Querétaro, México. *Biocyt* **3**:94-106.
- Cruz-Gómez, A., A. C. Rodríguez-Varela, y H. Vázquez-López. 2011. Reproductive aspects of *Girardinichthys multiradiatus*, Meek 1904 (Pisces: Goodeidae). *Biocyt* **4**:215-228.
- Cruz-Gómez, A., A. C. Rodríguez-Varela, y H. Vázquez-López. 2013. Reproductive aspects of yellow fish *Girardinichthys multiradiatus* (Meek, 1904) (Pisces: Goodeidae) in the Huapango Reservoir, State of Mexico, Mexico. *American Journal of Life Sciences* **1**:189-194.
- De la Vega-Salazar, M. Y. 2006. Estado de conservación de los peces de la familia Goodeidae (Cyprinodontiformes) en la mesa central de México. *Revista de Biología Tropical* **54**:163-177.
- Domínguez-Domínguez, O., L. Zambrano, L. H. Escalera-Vázquez, R. Pérez-Rodríguez, y G. Pérez-Ponce de León. 2008. Cambio en la distribución de Goodeidos (Osteichthyes: Cyprinodontiformes: Goodeidae) en cuencas hidrológicas del centro de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **79**:501-512.
- Feria-Cuevas, Y. 1998. Historias de vida del pez amarillo (*Girardinichthys multiradiatus*). Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- García, E. 1989. Apuntes de climatología. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- González-Zuñiga, C., y C. Macías-García. 2006. Phenotypic differentiation and pre-mating isolation between allopatric populations of *Girardinichthys multiradiatus*. *Proceedings of the Royal Society* **273**:301-307.
- ITIS (Integrated Taxonomic Information System). 2014. Integrated Taxonomic Information System. USA, Canadá y México. Disponible en <http://www.itis.gov/> (consultada Septiembre 2014).
- IUCN. 2014. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2014.1. USA. Disponible en <http://www.iucnredlist.org/amazing-species> (consultada Febrero 2014).
- Miller, R. R., W. L. Minckley, A. Mark-Norris, y M. Hall-Gach. 2009. Los Peces. Familia Goodeidae. Página 158. *Peces Dulce Acuícolas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Usos de la

Biodiversidad, Sociedad Ictiológica Mexicana A. C., El Colegio de la Frontera Sur, Consejo de Peces del Desierto, México.

Navarrete-Salgado, N. A., B. E. Cedillo-Díaz, G. Contreras-Rivero, y G. Elías-Fernández. 2007b. Crecimiento, reproducción y supervivencia de *Girardinichthys multiradiatus* (Pisces, Goodeidae) en el embalse San Miguel Arco, Estado de México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente **13**:15-21.

Navarrete-Salgado, N., M. Rojas-Bustamante, G. Contreras-Rivero, y G. Elías-Fernández. 2007a. Alimentación de *Girardinichthys multiradiatus* (Pisces: Goodeidae) en el embalse La Goleta, Estado de México. Ciencia Ergo Sum **14**:63-68.

Pedraza-Marrón, C. 2011. Cambios en la distribución de los peces de agua dulce del centro de México y sus posibles causas antropogénicas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.

Trujillo-Jiménez, P., y E. Espinosa. 2006. La ecología alimentaria del pez endémico *Girardinichthys multiradiatus* (Cyprinodontiformes: Goodeidae), en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México. Revista de Biología Tropical **54**:1247-1255.

#### **Agradecimientos:**

Agradecemos al Dr. Manuel Rivas y a la Dra. Patricia Trujillo por su colaboración para la elaboración de esta ficha.