



The Biologist (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

DIET OF *GIRARDINICHTHYS MULTIRADIATUS* (MEEK, 1904) (PISCES: GOODEIDAE) IN THE CIENEGA OF CHIGNAHUAPAN, MEXICO

DIETA DE *GIRARDINICHTHYS MULTIRADIATUS* (MEEK, 1904) (PISCES: GOODEIDAE) EN LA CIÉNEGA DE CHIGNAHUAPAN, MÉXICO

Adolfo Cruz-Gómez^{1*}; Jonathan Franco-López¹ & Elías Piedra-Ibarra¹

¹Laboratorio de Ecología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM. Av. de los Barrios Núm. 1 C. P. 54090. Tlalnepantla de Baz, Estado de México, México.

*Corresponding author: adolfocg@unam.mx

Adolfo Cruz-Gómez: <https://orcid.org/0000-0003-3713-9383>

Jonathan Franco-López: <https://orcid.org/0000-0002-6006-6031>

Elías Piedra-Ibarra: <https://orcid.org/0000-0002-7030-4769>

ABSTRACT

The diet of *Girardinichthys multiradiatus* (Meek, 1904) in the swamp of Chignahuapan, State of Mexico, was analyzed. The organisms were collected in 2012 covering the climatic dry and rainy seasons. For the analysis of stomach contents, 602 organisms (336 females and 266 males) with sizes between 1.0 and 4.6 cm were studied. The results showed a consumption of 13 food types, of which cladocerans and copepods were the most consumed in both seasons. Similar data showed ontogenic factors. The niche amplitude, according to the Levins index, was low for both sexes due to the high consumption of cladocerans, while the Zander Main Food Index, showed cladocerans and diptera as essential prey in their diet. These data change slightly by climatic season, since it depends on the environmental characteristics of the system, as well as the composition and abundance of the resources consumed by this species. In this sense, and according to Zander, only male's copepods were essential prey during rains, while. Female, hemipterans and diptera were main prey during dry season. In general, these results contribute to the knowledge of the food ecology of this species in the State of Mexico, and being endemic, it is necessary to know more about its biology and ecology to establish strategies that contribute to its conservation.

Keywords: Conservation – Food importance – Trophic ecology – Trophic niche

doi:10.24039/rtb20222011279

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza la dieta de *Girardinichthys multiradiatus* (Meek, 1904) en la Ciénega de Chignahuapan, Estado de México. Los organismos fueron recolectados durante el año 2012 cubriendo las temporadas climáticas de secas y lluvias. Para el análisis del contenido estomacal se revisaron 602 organismos (336 hembras y 266 machos) con tallas entre 1,0 y 4,6 cm. Los resultados mostraron un consumo un total de 13 tipos alimenticios, de los cuales, los cladóceros y copépodos fueron los más consumidos en ambas temporadas. Datos semejantes mostró el análisis ontogénico. La amplitud de nicho, de acuerdo con el índice de Levins estandarizado por Hurlbert, fue baja para ambos sexos debido al elevado consumo de cladóceros, mientras que, el Índice de alimento principal de Zander, mostró a los cladóceros y dípteros como presas esenciales en su dieta. Estos datos cambian ligeramente por temporada climática, ya que depende de las características ambientales en el sistema, así como de la composición y abundancia de los recursos que consume esta especie. En este sentido y de acuerdo con Zander, para los machos solo los copépodos fueron presas esenciales durante las lluvias, mientras que, para las hembras los hemípteros y dípteros fueron presas principales durante la temporada de secas. En general, estos resultados contribuyen al conocimiento de la ecología alimentaria de esta especie en el Estado de México y siendo endémica, es necesario conocer más acerca de su biología y ecología con el fin de establecer estrategias que coadyuven en su conservación.

Palabras clave: Conservación – Ecología trófica – Importancia alimentaria – nicho trófico

INTRODUCCIÓN

La alimentación es una de las funciones más importantes mediante la cual, los peces, obtienen la energía para sus funciones básicas de crecimiento, desarrollo, reproducción y ecológicamente, determina su posición en la red trófica. (Lagler *et al.*, 1977; Wootton, 1992).

En este sentido, Granado (2002), menciona que el conocimiento de los hábitos alimenticios de las especies permite evaluar su estado dentro de una comunidad y el efecto que puede producirse sobre ésta, debido entre otras cosas, al manejo y control de la calidad del agua, la disponibilidad los recursos en el ambiente, la presencia o ausencia de depredadores y la introducción de especies exóticas.

Girardinichthys multiradiatus (Meek, 1904), conocido también como mexclapique del Lerma o pez amarillo, es una especie endémica de México que no se encuentra exenta de estas afectaciones, ya que su distribución y permanencia dentro de los cuerpos de agua en la Cuenca del Río Lerma en el Estado de México depende básicamente, de las condiciones ambientales, las interrelaciones con otras especies y que la disponibilidad de los

recursos, sean adecuadas para que su ciclo de vida pueda desarrollarse de forma adecuada (Domínguez & Ponce de León, 2007).

Los mexclapiques son peces cuya distribución se limita prácticamente a la parte del altiplano mexicano llamada Mesa Central (Miller *et al.*, 2005, 2009). En el Estado de México se distribuye en varios de los sistemas localizados en las cuencas hidrológicas que atraviesan este Estado; la cuenca del Balsas, la del Lerma y la del Panuco (Navarrete-Salgado *et al.*, 2006). A pesar de su importancia como especie endémica, la Norma Oficial Mexicana (SEMARNAT, 2010) aun no la tiene catalogada en su lista de especies en riesgo, no así la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2021) quien la ha considerado como especie vulnerable. En este sentido, es necesario realizar más estudios para conocer su estatus en estos sistemas, así como los niveles de aprovechamiento de los recursos alimenticios, lo que nos permitirá conocer particularidades sobre sus hábitos, posición trófica y las interrelaciones que pueda tener con otras especies que coadyuven al entendimiento de su comportamiento y función ecológica en estos sistemas (Cruz-Gómez *et al.*, 2019, 2020).

Entre los trabajos sobre su alimentación, realizados

en el Estado de México, se tienen los de Trujillo-Jiménez & Espinoza (2006), en las Lagunas de Zempoala; el de Cruz-Gómez *et al.* (2005) en la Presa Ignacio Ramírez; Navarrete *et al.* (2006) en el embalse La Goleta, Flores (2007) en la presa de Villa Victoria, De la Cruz (2010) en la presa Ignacio Ramírez y más recientemente Cruz-Gómez *et al.* (2020) en la Laguna de Salazar. En todos ellos se mencionan datos sobre la composición de la dieta y la amplitud de nicho trófico, pero en pocos se mencionan los valores de importancia de los alimentos consumidos, necesarios para entender cuál o cuáles son los alimentos que predominan en la dieta de esta especie y no solo por la abundancia en su consumo.

Considerando que son aproximadamente 150 cuerpos de agua entre presas y bordos (Arreguín-Cortés *et al.*, 2013) que tiene el Estado de México, los reportes sobre la especie son escasos lo que sugiere que faltan aún muchos sitios por estudiar. Garvey & Chipps (2012) mencionan que el saber cuándo, dónde y que comen los peces, es fundamental en el manejo de pesquerías, conservación y acuicultura, ya que la información de las dietas y las interrelaciones tróficas son necesarias para una buena interpretación de los estudios, lo que nos permitan conocer el papel ecológico que juega el pez amarillo en los sistemas que habita.

Por lo anterior y considerando la importancia de *G. multiradiatus* como especie endémica, el objetivo de este trabajo fue analizar su ecología trófica en la Ciénega de Chignahuapan, en el Estado de México, área que está considerada como protegida pero que está sometida a una fuerte presión ambiental y antrópica y que pone en riesgo su permanencia.

MATERIAL Y MÉTODOS

La Ciénega de Chignahuapan, que forma parte de Las Ciénegas del Lerma, está incluida como zona RAMSAR (Ceballos, 2003) y está localizada en las coordenadas 19° 08' 51" latitud norte y 99° 29' 59" longitud oeste a una altitud de 2580 msnm, posee una extensión aproximada de 596 ha, pertenece al municipio de Almoloya del Río y se ubica en el curso alto de la cuenca alta del río Lerma en el

Estado de México (Fig. 1).

Se realizaron doce muestreos mensuales durante el año 2012 que abarcaron las temporadas climáticas de secas y lluvias. Para la captura de los peces se utilizó una red de cuchara con las siguientes dimensiones; malla de 0,5 cm, área de boca de 0,34 m² cm y 64 cm de profundidad, la recolecta fue realizada en pozas localizadas en las orillas del sistema y con presencia de vegetación sumergida de acuerdo con los hábitos reportados para la especie (Miller *et al.*, 2005; Cruz-Gómez *et al.*, 2020).

Para el análisis, los peces fueron sexados, medidos con un vernier digital con precisión de 0,1 mm y pesados con una balanza digital con precisión de 0,001g y a ambos sexos se les extrajo el tracto digestivo para realizar el análisis del contenido estomacal. Los grupos encontrados en el estómago se identificaron al nivel máximo permisible utilizando literatura especializada como Chu (1949), Needham & Needham (1978), McCafferty & Provonsha (1998), Throp & Covich (2001) y Smith (2001). Para el análisis de la dieta por sexo y temporada climática, se obtuvo la abundancia relativa (AR), biomasa relativa (BR) y frecuencia de ocurrencia (FO) de cada uno de los grupos identificados.

La amplitud de nicho trófico se determinó mediante el Índice de Levins estandarizado por Hurlbert (Krebs, 1989). Este índice propone, que la amplitud puede ser estimada a partir de la uniformidad de la distribución de los individuos entre los diversos recursos alimenticios y se expresa de la siguiente forma.

$$B = \frac{1}{\sum pi^2}$$

Donde:

B es el índice de Levins

pi es la proporción con la cual cada categoría de la presa *i* contribuye a la dieta.

Para hacer más fácil la interpretación, los valores obtenidos se estandarizaron con el método de Hurlbert para ser expresados en una escala de 0 (nicho angosto) a 1 (nicho amplio) con la siguiente

$$Ba = \frac{B-1}{N-1}$$

Donde:

B = Es el valor obtenido de Levins

N = número de tipos alimentarios:

Para el análisis del contenido estomacal se utilizó el Índice de Alimento Principal de Zander (Granado, 2002) quien utiliza los valores de frecuencia de ocurrencia (FO), abundancia relativa (AR) y biomasa relativa (BR) de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$MFI = \sqrt{\left(\frac{\%N + \%F}{2}\right)} * \%P$$

Donde:

MFI = Índice de alimento principal por sus siglas en ingles.

%N = Abundancia relativa (AR)

%F = Frecuencia de ocurrencia (FO)

P = % Peso o biomasa relativa (BR)

La interpretación del MFI de Zander es: valores mayores de 75 son presas esenciales; entre 51 y 75

presas principales; entre 26 y 50 presas secundarias y menor de 26 presas accesorias.

Aspectos éticos:

Para el presente trabajo se atendieron las recomendaciones de la Comisión de Ética y Bioseguridad (CE) de la Institución, así como los criterios que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-059-2001, para especies silvestres bajo protección (SEMARNAT, 2001).

RESULTADOS

Los resultados del contenido estomacal de las 336 hembras y 266 machos analizados de *G. multiradiatus*, muestran un total de 13 tipos alimentarios consumidos durante las dos temporadas climática (Secas y lluvias), los más consumidos fueron cladóceros y copépodos. Así mismo se observa que, durante la temporada climáticas de secas, es cuando más tipos alimentarios son consumidos por ambos sexos (Tabla 1).

Tabla 1. Abundancia relativa de los tipos alimentarios consumidos por sexo durante las temporadas climáticas de secas y lluvias en le Ciénega de Chignahuapan, Estado de México.

	Hembras		Machos	
	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias
Rotifera	0,32		0,47	
Copepoda	22,36	10,30	21,64	14,95
Cladocera	71,30	87,34	73,48	83,96
Gastropoda	0,15		0,02	
Amphipoda	1,09	0,60	0,37	0,63
Isopoda	0,06	0,16	0,05	
Collembola	0,17	0,12	0,25	0,09
Odonata	0,02		0,09	
Hemiptera	0,49	0,29	0,41	0,06
Coleoptera	0,21		0,18	
Diptera	3,73	1,19	2,97	0,16
Hydrachnida	0,09		0,07	0,13
Hymenoptera				0,03

Los cambios ontogénicos en la alimentación por sexos y temporadas se muestran en la figura 2, las tallas para hembras fluctuaron de 1 a 4,6 cm, mientras que la de los machos fue de 1,3 a 3,7. Los alimentos más consumidos por ambos sexos durante las dos temporadas climáticas fueron los cladóceros y copépodos en todas las tallas. En hembras y machos durante las secas, se observa un incremento en los tipos alimentarios consumidos a partir de la talla de 2,5 cm siendo los dípteros y anfípodos los más consumidos.

La amplitud de nicho trófico de ambos sexos, de acuerdo con Levins y modificado por Hurlbert, fue baja debido al elevado consumo de cladóceros en ambas temporadas (Tabla 2).

De acuerdo con Zander y sus valores de interpretación, los cladóceros se consideran como los alimentos esenciales para ambos sexos en ambas temporadas y los dípteros sólo durante estación de secas. El resto de los alimentos son considerados como secundarios o accesorios (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de la amplitud de nicho trófico por sexo y temporada, de acuerdo con Levins, modificado por Hurlbert (Krebs, 1989).

	Hembras		Machos	
	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias
Levins	1,79	1,29	1,70	1,37
Hurlbert	0,07	0,05	0,06	0,05

Tabla 3. Valores del Índice de Alimento Principal (MFI) de Zander para hembras y machos durante el periodo de estudio. (valores mayores de 75 presas esenciales; entre 51 y 75 presas principales; entre 26 y 50 presas secundarias y menor de 26 presas accesorias).

	Hembras		Machos	
	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias
Rotifera	0,004		0,01	
Copepoda	34,42	37,93	43,83	92,38
Cladocera	129,46	430,78	170,96	605,19
Gastropoda	11,99		1,42	
Amphipoda	4,78	10,12	1,65	11,54
Isopoda	0,40	6,66	0,32	
Collembola	0,01	0,03	0,02	0,02
Odonata	0,19		2,29	
Hemiptera	22,81	54,91	23,78	5,92
Coleoptera	39,29		41,07	
Diptera	78,11	70,17	77,86	7,52
Hydrachnida	0,04		0,04	0,46
Hymenoptera				2,94

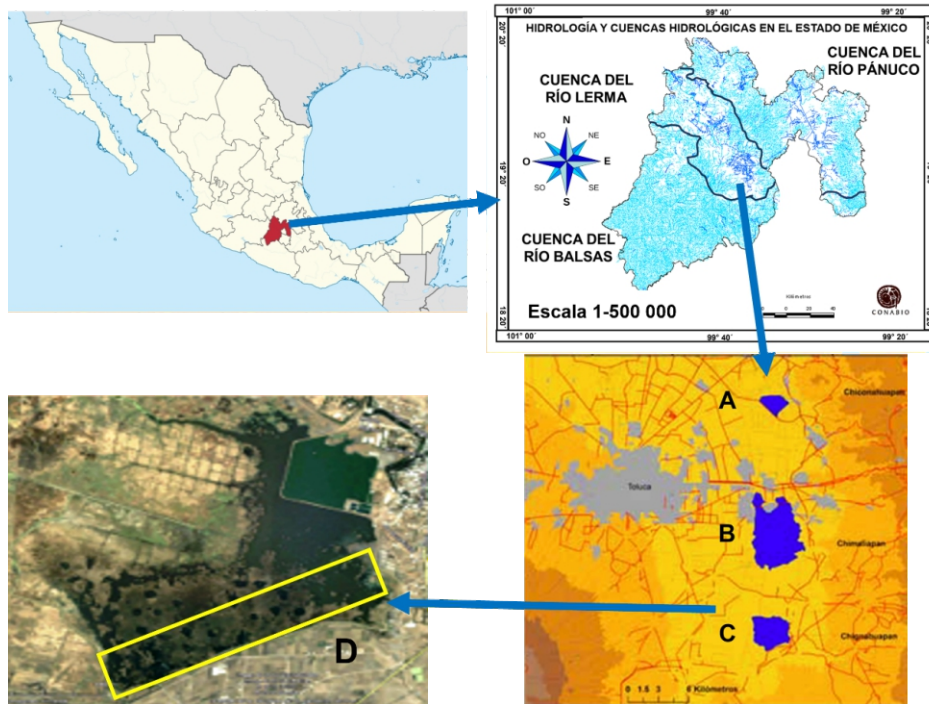


Figura 1. Localización del área de estudio, Ciénegas de Lerma: A.- Chiconahuapan, B.- Chimaliapan, C.- Chignahuapan y D.- Área de recolecta de los peces.

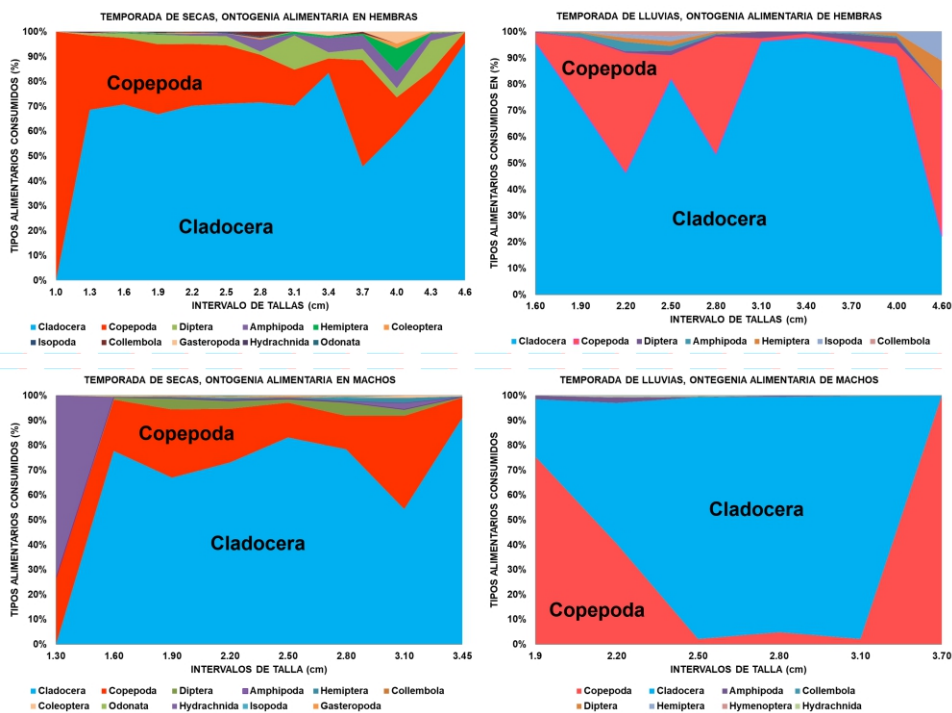


Figura 2. Tipos alimentarios consumidos por sexo y talla durante las temporadas climáticas de secas y lluvias en la Ciénega de Chignahuapan, Estado de México.

DISCUSIÓN

Girardinichthys multiradiatus en la Ciénega de Chignahuapan hace uso de una variedad de recursos tanto del zooplancton como del zoobentos, y aun algunos del perifiton como los colémbolos o ácaros. Si bien, los alimentos más consumidos en abundancia fueron los cladóceros y copépodos, no dejan de ser importantes en la dieta otros grupos como los anfípodos, dípteros y hemípteros tan comunes en estos cuerpos de agua (Hanson *et al.*, 2010; Gómez-Márquez *et al.*, 2013).

En los sistemas estudiados en el Estado de México, se han registrados datos semejantes, por ejemplo, Cruz-Gómez *et al.* (2005) en la Presa Ignacio Ramírez resalta la importancia de los insectos principalmente dípteros en la dieta de *G. multiradiatus*; Trujillo-Jiménez & Espinosa (2006) en Lagunas de Zempoala hace hincapié en el consumo de insectos por parte de esta especie, siendo dípteros, himenópteros y colémbolos los que presentaron mayor porcentaje de consumo. Navarrete-Salgado *et al.* (2006) en el embalse La Goleta, reportan que los alimentos más consumidos por *G. multiradiatus* fueron dípteros y copépodos; De la Cruz (2010) en la Presa Ignacio, y Flores (2007) en la presa Villa victoria, mencionan que los cladóceros, copépodos y dípteros tuvieron el mayor porcentaje de consumo y se presentaron durante todo el año y más recientemente Cruz-Gómez *et al.* (2020) registran para la laguna de Salazar, México a los cladóceros y anfípodos como los más consumidos además de los moluscos. En otros estudios aun no publicados que comprenden las presas, El Molino y Brockman y el Parque Sierra Morelos también en el Estado de México, los alimentos más consumidos fueron cladóceros, copépodos, ostrácodos, dípteros y anfípodos en ese orden.

Aún por tallas (figura 2), la tendencia en el consumo de estos tipos alimentarios es la misma, pero se nota una deferencia en cuanto a las temporadas climáticas, durante las lluvias se consumen menos tipos alimentarios, pero sobresalen los cladóceros y copépodos mientras que, en secas, cuando se consumen más alimentos aparecen con más frecuencia los insectos, principalmente dípteros y hemípteros, más

consumidos hacia tallas más grandes después de los 2,2 cm. Esto es un hábito normal, ya que, generalmente los consumidores carnívoros muestran una clara tendencia a comer presas más grandes a medida que van creciendo (Granado, 2000). Además, este cambio en el patrón alimentario de *G. multiradiatus* se debe también, entre otras cosas, a los cambios estacionales y en la disponibilidad del alimento (García de Jalón *et al.*, 1993).

En todos los casos, los reportes mencionan, a los cladóceros, copépodos y larvas insectos (principalmente dípteros quironómidos) y en algunos casos a los anfípodos y hemípteros como parte fundamental de la dieta, la cual varía de acuerdo con el sexo y talla del organismo durante los cambios en las temporadas climáticas en los cuerpos de agua donde se ha estudiado a esta especie (Trujillo-Jiménez & Espinoza, 2006; Cruz-Gómez *et al.* 2005; Navarrete-Salgado *et al.* 2006; Flores, 2007; De la Cruz, 2010; Cruz-Gómez *et al.* 2020).

El alto consumo de cladóceros y copépodos se ve reflejado en la amplitud de nicho que de acuerdo con los valores obtenidos de Levins y modificado por Hulbert fue baja, por lo que se consideraría una especie estenófaga o especialista (Krebs, 1989).

El hecho de que *G. multiradiatus* consuma un gran número de cladóceros y copépodos es debido a las condiciones que presenta su hábitat, ya que actualmente las Ciénegas de Lerma se encuentran en un estado trófico variable, con fuerte tendencia eutrófica (Pérez-Ortiz, 2005; Zepeda-Gómez *et al.*, 2012) y de acuerdo con Dantas-Silva & Dantas (2013), los ambientes acuáticos eutrofizados ofrecen mayor diversidad de recursos, como es el caso de la Ciénega de Chignahuapan lo que favorece más el desarrollo de algunos cladóceros y copépodos, siendo los cladóceros más abundantes al ser partenogenéticos y presentar varios periodos de reproducción sexual (Roldan & Ramírez, 2008).

Varios de los trabajos analizados demuestran, que no siempre el alimento más consumido en abundancia es el más importante (Trujillo-Jiménez & Espinoza, 2006; Flores, 2007; De la Cruz, 2010) por lo que se han propuesto varios índices de importancia alimentaria en el que se considera tanto la abundancia como la biomasa y la

frecuencia de consumo (García de Jalón *et al.*, 1993; Granado, 2002).

En este sentido, el índice de Zander (Granado, 2002) mostró, que para ambos sexos y en ambas temporadas, los componentes alimenticios esenciales fueron cladóceros y dípteros, estos últimos, básicamente por su biomasa. Sin embargo, estos valores cambian ligeramente dependiendo de la composición y abundancia de los recursos que consume esta especie debido a los cambios ambientales que se dan en estos ambientes. En la temporada de lluvias, por ejemplo, sólo los copépodos fueron presas esenciales para los machos, mientras que, para las hembras en secas los dípteros y hemípteros, fueron considerados como presas principales, el resto de los tipos alimentarios son consideradas como presas secundarias o accesorias. Esta clasificación varía ligeramente dependiendo del índice utilizado para esta especie como se puede observar en los resultados de Trujillo-Jiménez & Espinosa (2006) utilizando el Índice de Albertaine & Hernández y el Índice de Pinkas.

ero no siempre los más abundantes, y más consumidos, son el alimento más importante, Cruz-Gómez *et al.* (2020) en la Laguna de Salazar, México, reportó con el índice de Zander, a los hemípteros, bivalvos, gasterópodos y anfípodos como presas esenciales a pesar de que los cladóceros en su espectro trófico fueron muy abundantes, pero su biomasa fue menor que los alimentos mencionados. Esto demuestra cómo lo mencionan algunos autores que el valor numérico podría sobreestimar la importancia de los alimentos consumidos (Holden & Raitt, 1975; Hyslop, 1980).

Como se puede observar la alimentación en peces responde a un complejo sistema de adaptaciones, cuyo fin es aprovechar los recursos disponibles para su mantenimiento y desarrollo en el medio, es decir obtener el máximo de ganancia neta de energía (Pike, 1984). En este sentido, Granado (2002) menciona, que el estado evolutivo de las estructuras y órganos que intervienen en el proceso alimenticio, han originado que cualquier especie en el momento actual, tenga las características ecológicas necesarias para explotar los recursos disponibles. Además, se debe de tomar en cuenta la gran adaptabilidad trófica que presentan los

peces, ya que muchas especies no presentan una dieta definida, sino que están adaptadas a un amplio campo de alimentación y que la dieta varía lo largo de su ciclo vital (García de Jalón *et al.*, 1993).

En nuestro caso, al parecer, *G. multiradiatus* se ha adaptado a las condiciones tan variadas de los sistemas en los que se distribuye, ya que si bien, los tipos alimentarios que consume son semejantes en todos estos sistemas, la riqueza y abundancia en cada uno de estos varía dependiendo de las características ambientales, su grado de eutroficación y estacionalidad (De la Cruz, 2010; Hanson *et al.*, 2010; Hernández, 2016; Cruz-Gómez *et al.*, 2020).

Considerando lo anterior, aún falta mucho por conocer de esta especie en sus sistemas naturales, no solo con respecto a su alimentación, sino también analizar las condiciones ambientales de los sistemas en que se distribuye y todo esto con el fin de obtener más argumentos que permitan establecer normas de protección.

De acuerdo con el análisis realizado, *G. multiradiatus* puede ser considerada como una especie depredadora ubicada en el tercer nivel trófico o consumidor secundario y carnívoro primario debido al tipo de alimento que consume. De acuerdo con su amplitud de nicho, puede considerarse estenófaga, sin embargo, se debe de reconocer la importancia de todos los alimentos consumidos de acuerdo con los valores de Zander.

Si bien, el alimento que consume el pez amarillo en los ambientes en donde se distribuye es semejante, estudios realizados en otros sistemas, demuestran que el consumo y presencia de estos recursos depende de las características ambientales de cada sistema y de la estacionalidad.

Es importante considerar, que los estudios sobre la alimentación de *G. multiradiatus*, al ser una especie endémica son limitados y para tener un conocimiento más profundo sobre su ecología trófica, habrá que considerar los índices de importancia alimenticia que se utilicen para su interpretación. Sin embargo, es recomendable trabajar, en la medida de lo posible con índices que consideren las tres variables más importantes, frecuencia, abundancia y biomasa relativas.

Este trabajo contribuye al conocimiento de la ecología trófica del pez amarillo en el Estado de México, pero aún hace falta mucho por estudiar, dadas las dimensiones y cuerpos de agua con las que cuenta este Estado. Este trabajo, junto con otros que se están realizando sobre sus aspectos reproductivos, podrán coadyuvar al conocimiento de su estatus y proponer alternativas de conservación.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por la UNAM, a través de los programas: PAPIME: EN203804 (Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza); PAPCA (Programa de Apoyo a los Profesores de Carrera para Promover Grupos de Investigación); PAPIIT: IN225420 (Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arreguín-Cortés, F.I.; Murillo-Fernández, R. & Marengo-Mogollón, H. 2013. Inventario nacional de presas. Tecnología y Ciencias del Agua, 4: 179-185.
- Ceballos, G. 2003. *Ficha Informativa de los Humedales Ramsar: Ciénegas del Lerma*. http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RA_MSAR/Estado_de_Mexico/Cienegas_de_Lerma/Ci%C3%A9negas%20de%20Lerma.pdf.
- Cruz-Gómez A.; Rodríguez-Varela, A. & García-Martínez, D. 2005. Las larvas de insectos en la dieta de *Girardinichthys multiradiatus* (Pisces: Goodeidae) en el embalse Ignacio Ramírez, Estado de México. Entomología Mexicana, 4: 1002-1006.
- Cruz-Gómez A. & Rodríguez-Varela, A. 2019. Ecología poblacional de *Girardinichthys multiradiatus* (Meek, 1904) pez endémico de México. The Biologist (Lima), 17: 61-72.
- Cruz-Gómez, A.; Franco-López, J. & Rodríguez-Varela, A. 2020. Ecología trófica de *Girardinichthys multiradiatus* (Meek, 1904) (Pisces: Goodeidae) en la Laguna de Salazar Estado de México, México. BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología, 13: 918-933.
- Chu, H.F. 1949. *How to Now the immature Insects*. WM. C. Brown Company Publishers.
- Dantas-Silva, L.T. & Dantas, Ê.W. 2013. Zooplâncton (Rotifera, Cladocera e Copepoda) e a Eutrofização em reservatórios Do Nordeste Brasileiro. Oecologia Australis, 17: 243-248.
- De la Cruz, R.G. 2010. *Características tróficas de Girardinichthys multiradiatus (Pisces: Goodeidae) del embalse Ignacio Ramírez, Estado de México*. Tesis de Licenciatura. FES IZTACALA, UNAM, México.
- Domínguez, D.O. & Ponce de León, G.P. 2007. Los goodeidos, peces endémicos del centro de México. CONABIO. Biodiversitas, 75: 12-15.
- Flores, M.I. 2007. *Aspectos tróficos de Girardinichthys multiradiatus (Pisces: Goodeidae) pez endémico del altiplano mexicano en el embalse Villa Victoria, Estado de México*. Tesis Licenciatura. FES IZTACALA, UNAM, México.
- García de Jalón, L.D.; Mayo, M.R.; Hervella, F.R.; Barceló, E.C. & Fernández, T.C. 1993. *Principios y técnicas de gestión de la pesca en aguas continentales*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Garvey, J.E. & Chipps, S.R. 2012. *Diets and energy flow*. pp. 733-780. In: A.V. Zale, D.L. Parrish, and T.M. Sutton, Ed. *Fisheries Techniques*, 3rd edition. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Gómez-Márquez, J.L.G.; Peña-Mendoza, B.; Guzman-Santiago, J.L. & Gallardo-Pineda, V. 2013. Composición, abundancia del zooplankton y calidad del agua en un microreservorio en el Estado de Morelos. Hidrobiológica, 23: 227-240.
- Granado, L.C. 2000. *Ecología de comunidades. El paradigma de los peces de agua dulce*. Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones. España.
- Granado, L.C. 2002. *Ecología de peces*. Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones. España.
- Hanson, P.; Springer, M. & Ramírez, A. 2010.

- Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58: 3-37.
- Hernández, P.C. 2016. *Características alimentarias de Girardinichthys multiradiatus (Meek, 1904) (Pisces: Goodeidae) en la Ciénega de Chignahuapan, Almoloya del Río Estado de México*. Tesis Licenciatura. FES IZTACALA, UNAM, México.
- Holden, M.J. & Raitt, D.F.S. 1975. *Manual de Ciencia Pesquera Parte 2-Métodos para investigar los recursos y su aplicación*. Roma, FAO.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429.
- IUCN. 2021. *Red list of threatened species*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. www.iucnredlist.org.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publisher.
- Lagler, K.F.; Bardach, J.E.; Miller, R.R. & Passino, D.R.M. 1977. *Ichthyology*. 2nd Ed. John Wiley & Sons.
- McCafferty, W.P. & Provonsha, A. 1998. *Aquatic Entomology. The Fishermen's and Ecologist's Illustrated Guide to Insects and their relatives*. Jones and Bartlett Publishers.
- Miller, R.R.; Minckley, W.L. & Norris S.M. 2005. *Freshwater fishes of Mexico*. The University of Chicago Press.
- Needham, J.G. & Needham, P.R. 1978. *Los seres vivos de las aguas dulces*. Editorial Reverté S.A.
- Navarrete-Salgado, A.N.; Rojas-Bustamante, L.M.; Contreras-Rivero, G. & Elías-Fernández, G. 2006. Alimentación de *Girardinichthys multiradiatus* (Pisces: Goodeidae) en el embalse La Goleta, Estado de México. *Ciencia ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 14: 63-68.
- Pérez-Ortiz, G. 2005. *Diagnóstico ambiental como base para la rehabilitación de las Ciénegas de Lerma, Estado de México*. Tesis de maestría en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Pike, G.H. 1984. Optimal Foraging Theory: A critical review. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 15: 523-575.
- Roldan, P.G. & Ramírez, R.J.J. 2008. *Fundamentos de Limnología Neotropical*. Universidad de Antioquia. Medellín. 2^a edición.
- SEMARNAT-2010. *NORMA Oficial Mexicana NOM-059. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación, 30-diciembre-2010. México.
- Smith, D.G. 2001. *Pennak's freshwater invertebrates of the United States. Porifera to Crustacea*. 4th ed. John Wiley and Sons, Inc.
- Trujillo-Jiménez, P. & Espinosa, M.V.E. 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.
- Throp, H.J. & Covich, A.P. 2001. *Ecology and classification of North American Freshwater Invertebrates*. 2^o Ed. Academic Press.
- Wootton, R.J. 1992. *Fish Ecology*. Springer Science & Business Media.
- Zepeda-Gómez, C.; Lot-Helgueras, A.; Antonio, N.X. & Madrigal-Uribe, D. 2012. Florística y Diversidad de las Ciénegas del Río Lerma Estado de México, México. *Acta Botánica Mexicana*, 98: 23-49.

Received October 30, 2021
Accepted December 6, 2021