

## Espectro trófico de *Ilyodon whitei* (Pisces: Goodeidae) en el río del Muerto, Morelos, México

Patricia Trujillo-Jiménez<sup>1</sup> y Edmundo Díaz-Pardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Ictiología de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa CP 62210 Cuernavaca, Morelos, México.

<sup>2</sup> Laboratorio de Ictiología y Limnología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. Prol. de Carpio y Plan de Ayala México, D.F. 11340. México.

(Rec. 8-II-1994. Rev. 20-X-1994. Ac. 21-VII-1995)

**Abstract:** The diet and feeding habits of *Ilyodon whitei* were studied in relation to size, sex and season of the year, by monthly samples taken at Río Muerto, Morelos, México (18° 29' 32" N y 99° 43' 32" W). Gut contents were analyzed quantitatively by the numeric and frequency of occurrence methods, revealing variations in relation to size and season of the year. Small individuals mainly fed on animal matter, while larger individuals preferred plants; in the wet season plant matter dominated, as did animal matter in the dry season. General diet justifies classification of *I. whitei* as an euryphagous and opportunistic species since it tends either toward an herbivorous or carnivorous diet according to availability.

**Key words:** *Ilyodon whitei*, México, diet, feeding habits, euryphagous opportunistic species.

Los estudios relacionados con ecología y biología de los peces en México generalmente se han centrado en aquellas especies que tienen importancia comercial, haciendo a un lado a las nativas, a las endémicas o a las que, por presentar tamaños pequeños, quedan fuera de esta consideración.

Tal es el caso de *Ilyodon whitei* (Meek 1904) conocido comúnmente como "mixpapal" o "mojarrita", pequeño pez endémico de la cuenca del Río Balsas. Pertenece a la familia Goodeidae que agrupa peces dulceacuícolas exclusivamente mexicanos, caracterizados por presentar marcado dimorfismo sexual, cortejo prenupcial y viviparismo, fenómenos que conllevan una serie de adaptaciones morfológicas, anatómicas y fisiológicas propias del grupo (Díaz-Pardo y Ortíz-Jiménez 1986).

*I. whitei*, como la mayoría de las especies de la familia, no tiene valor comercial debido a su pequeño tamaño, pero es importante desde el punto de vista ecológico, dado el papel que juega en la trama trófica de los ecosistemas que habita.

El presente estudio pretende contribuir al conocimiento de la biología de *I. whitei*, teniendo

los siguientes objetivos: 1) Reconocer la dieta y hábitos alimentarios a lo largo de un ciclo anual, 2) Determinar la variación de la dieta con respecto al tiempo, sexo y clases de talla y 3) Establecer el reparto intraespecífico de los recursos alimentarios.

### MATERIAL Y METODOS

El área de estudio pertenece al Estado de Morelos, el cual se ubica en la parte meridional de la zona central de México, al sur del Eje Neovolcánico. Dentro del Estado se localizan dos grandes subcuencas, ambas afluentes del Río Balsas, la del Amacuzac y la del Nexapa, en ésta última se localiza el área de estudio que comprende el Río del Muerto, Municipio de Axochiapan, Morelos (18° 29' 32" N y 99° 43' 32" W) a una altitud de 1 020 m.s.n.m. (Anónimo 1970). Macroclimáticamente la región se caracteriza por ser una zona cálida con temperatura media anual mayor de 23°C; el mes más caliente es por lo general abril o mayo registrándose temperaturas máximas promedio de

hasta 32°C; en contraste, el mes más frío es diciembre o enero con temperaturas mínimas promedio de 15°C.

El clima que caracteriza al área de estudio, según el sistema de Koopen modificado por García (1981), es un cálido subhúmedo con presencia de canícula, con poca oscilación y con marcha de temperatura tipo Ganges. Se registra una precipitación total anual de 910 mm, principalmente durante el período de lluvias en verano (mayo a octubre); junio, por lo regular, es el mes más húmedo con hasta 200 mm de precipitación, en tanto que el mes más seco es febrero con sólo 2 mm; el porcentaje de lluvia invernal es de 2% (Taboada *et al.* 1992).

La variación térmica del agua del río a lo largo del ciclo anual de muestreo fue mínima, puesto que osciló entre 20° y 23° C.

Se trabajó con un total de 391 ejemplares, que mensualmente se recolectaron entre abril de 1988 y marzo de 1989, excepto agosto y septiembre en que no fue posible su captura, debido al gran aumento del caudal del río. El arte de pesca utilizado fue un chinchorro de ocho metros de largo y una abertura de malla de una pulgada. Los ejemplares se determinaron con las claves de Alvarez del Villar (1970) y se les tomó la longitud patrón (LP) con aproximación a milímetros y se sexaron.

Debido a que *I. whitei* no presenta un estómago bien definido se siguió la técnica utilizada por Godínez (1989) en la cual el tubo digestivo se dividió en tres porciones iguales empleando el tercio medio para el estudio. El análisis de su contenido se realizó con el auxilio de una lupa estereoscópica y se le identificó hasta el taxon más particular posible, basándose en los criterios de Pennak (1978), Bland (1978), Chu (1979) y Needham y Needham (1987). Para la cuantificación del contenido se aplicaron dos métodos: el numérico, que determina la cantidad de alimento ingerido y que consiste en una cuadrícula de diez por diez cuadros, en donde cada uno representa el 1%; una vez distribuido en forma homogénea, el número de cuadros que ocupa el alimento procedente de un pez representa el 100% de ingestión; ya debidamente identificado, el área que abarca cada tipo de alimento del mismo estómago es el porcentaje que ocupa en la dieta de ese individuo. El otro método empleado fue el de frecuencia de presencia u "ocurrencia", el cual se basa en el número de

veces en que aparecen los diferentes componentes del contenido estomacal, de modo que el número de contenidos donde cada alimento aparece se expresa como un porcentaje del número total de contenidos examinados (Lagler 1975). A diferencia del método numérico, el análisis por frecuencia de presencia establece la preferencia sobre uno o más componentes alimentarios.

Los resultados obtenidos por los métodos antes mencionados se evaluaron por medio de un análisis de agrupación, el cual es una relación de técnicas multivariadas para conjuntar poblaciones o individuos en grupos similares entre sí. Esto se realizó por medio del programa de cómputo Systat, del cual se obtiene una gráfica en donde a criterio del investigador se marca la distancia métrica del corte de agrupación de acuerdo con una escala de 0 a 1 (Ludming y Reynolds 1988). Este análisis se utilizó con los resultados de los meses y clases de talla. Para la evaluación por sexos se empleó el Índice de Diversidad de Simpson, el cual se representa con valores que van de 0, diversidad baja, hasta casi 1 (1 - 1/s) que significa alta diversidad (Krebs 1989).

## RESULTADOS

**Composición general de la dieta:** El análisis del contenido estomacal demostró que *I. whitei* es un organismo que presenta una amplia dieta (14 táxones), en la que los vegetales fueron los que registraron los mayores valores. El alga clorofita *Ulothrix zonata* y la crisofita *Vaucheria* sp fueron las que presentaron las más altas cifras tanto en ingestión (14.32% y 13.55%, respectivamente) como en preferencia (30.86% y 34.97%, en el mismo orden). El resto de las algas, así como las semillas y los restos vegetales, presentó bajos valores de ingestión y preferencia. En cuanto a los componentes animales, los crustáceos holopedidos, los dípteros simúlidos y otros dípteros fueron los que presentaron el mayor porcentaje de ingestión y preferencia, que va de 7.0 a 7.7% y de 15.0 a 29.8% en ese orden (Fig.1).

**Variación mensual de la dieta:** La clorofita *U. zonata* sólo se registró en cuatro meses, con su máxima ingestión y preferencia en junio (51.19 y 97.0%), *Compsopogon coe-*

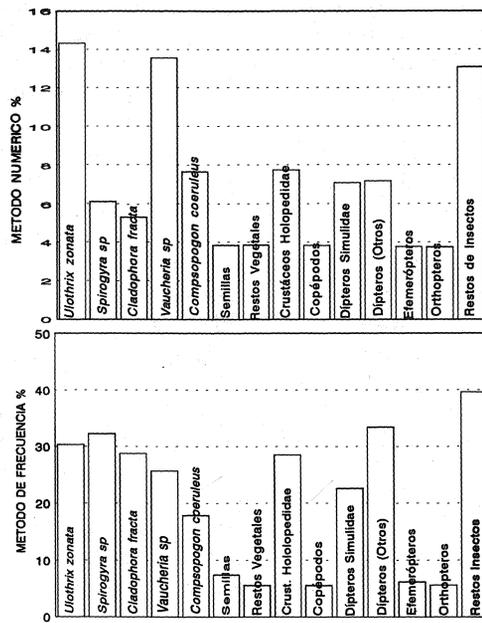


Fig. 1. Variación general de la dieta, de acuerdo a los métodos numérico y de frecuencia de presencia.

*ruleus* y *Vaucheria sp* se ingirieron a lo largo de ocho meses, sus máximos de ingestión y preferencia ocurrieron en mayo para la primera y en febrero para la segunda; las algas *Spirogyra sp* y *Cladophora fracta* se registran en los primeros cuatro meses del muestreo, excepto la primera que también se encontró en enero con un bajo valor de ingestión; las dos algas presentan sus máximos en junio y julio. Las semillas y los restos vegetales se hallaron en tres meses, con el máximo para ambas en julio.

En relación con los componentes alimenticios de origen animal, los crustáceos holopepidos presentaron sus valores de ingestión más altos en abril y noviembre (26.04 y 20.91%) y son alimento preferente en abril y febrero (83.0 y 60.0%); mientras que los copépodos sólo estuvieron presentes en mayo y con un valor bajo. Los dípteros simulidos y otros dípteros tienen su máxima ingestión en octubre. Los efemerópteros únicamente se presentan en cuatro meses, de los cuales octubre y noviembre fueron en donde estuvieron mejor representados (Cuadro 1).

CUADRO 1

Variación mensual de la dieta, expresada en porcentajes, de acuerdo con el método numérico

Grupos	Abr	May	Jun	Jul	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
<i>Ulothrix zonata</i>	24.93	28.48	51.19							16.38
<i>Compsopogon coeruleus</i>	13.26	26.73	4.62		18.79	18.12		3.42	0.90	16.15
<i>Vaucheria sp.</i>	10.16	4.85	4.46	16.09			11.43	45.47	54.2	14.35
<i>Spirogyra sp</i>	4.22	6.84	15.27	16.54				0.99		
<i>Cladophora fracta</i>	3.64	2.12	11.2	17.91						
Semillas		2.67		16.06						13.13
Restos vegetales	3.07	2.89		16.09						
Crustáceos holopepidos	26.04	4.96	2.68			20.91	10.02	1.86	13.2	13.26
Copépodos		2.67								
Dípteros simulidos	4.96	10.17	2.59		24.75	19.37	12.85	9.14	3.36	13.27
Dípteros (Otros)	4.96	1.79	2.98		18.02		15.69	14.91	8.2	
Efemerópteros		1.74	1.4		17.97	18.22				
Ortópteros								0.99		
Restos de insectos	4.32	1.81	3.44	17.15	20.32	23.32	46.88	23.02	20.03	13.31

La Fig. 2 muestra la conjunción de los alimentos de tipo vegetal y de la misma forma los de origen animal, resulta claro que los primeros predominan en el inicio del período de lluvias alcanzando su máximo valor en junio y disminuyendo conforme transcurre dicho período. En cambio la materia animal prevalece al principio de la época de sequía con su más alto porcentaje en diciembre. Ambos tipos de alimento se ingieren en proporciones semejantes entre enero y abril.

Los resultados obtenidos por medio del análisis de agrupación indican que los diferentes meses del estudio forman tres conjuntos, donde junio, mayo, abril y marzo pertenecen al primer grupo, cuando existen los valores más altos de ingestión de alimento vegetal (86.74%, 74.58%, 59.28% y 60.01%, respectivamente); el segundo grupo corresponde a los meses de octubre, noviembre y diciembre en los cuales se registran los mayores porcentajes de animales ingeridos (81.06, 81.82 y

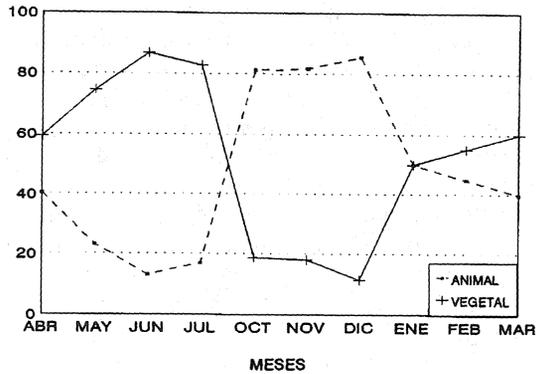


Fig. 2. Variación mensual de la dieta por tipo de alimento, de acuerdo con el método numérico.

85.44%, respectivamente); el tercer grupo se encuentra representado por enero y febrero, cuando *I. whitei* ingiere animales y vegetales en proporciones similares (49.88% vegetal y 49.92% animal en enero y 55.10% y 44.8% en febrero). De acuerdo con el contenido estomacal el mes de julio debiera agruparse con el primer conjunto, sin embargo se separa de los tres grupos debido a la ausencia de *U. zonata* y *C. coeruleus*, así como al predominio de las semillas y los restos vegetales (Fig. 3).

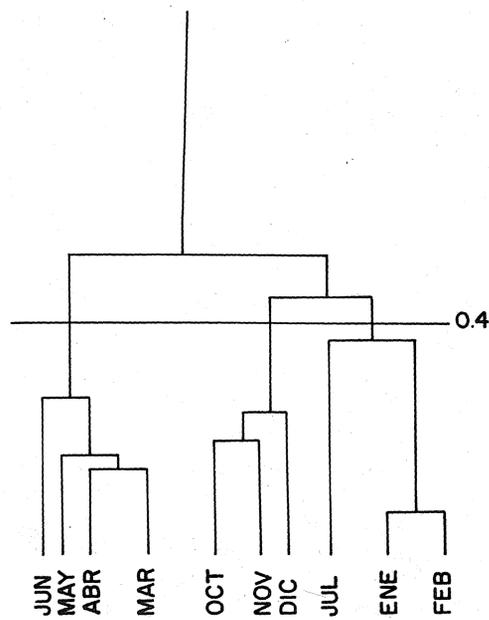


Fig. 3. Análisis de agrupación por meses de la dieta de *Ilyodon whitei*.

**Variación de la dieta por sexos:** El análisis del contenido estomacal de 176 hembras y 183 machos determinó que las hembras apenas muestran mayor diversidad de componentes alimenticios que los machos (15 táxones contra 13); de la misma manera demostró que ambos sexos relativamente consumen en las mismas proporciones los diferentes componentes de la dieta, si bien los vegetales tienen mayor consumo por los machos (59.26%), pues en las hembras el grupo vegetal representa el 50.39%.

En cuanto al alimento de origen vegetal, las algas *U. zonata* y *Vaucheria* sp fueron las que presentaron los valores más altos de ingestión, en las hembras 13.37 y 10.37% de ingestión y 30.34 y 28.78% de preferencia, en los machos fueron de 15.93 y 14.06% de ingestión y 33.78 y 30.19% de preferencia respectivamente. Mientras que *C. coeruleus*, *Spirogyra* sp y *C. fracta* representan el segundo nivel de ingestión en ambos sexos. En cuanto al grupo animal, se observó que los restos de insectos fueron los que alcanzaron el mayor porcentaje, en hembras 14.39 y en machos 15.16, seguidos por los crustáceos holopédidos y los dípteros. Los copépodos y los ortópteros sólo se observaron en las hembras (Figs. 4 y 5).

La aplicación del Índice de Simpson en los dos sexos demostró que ambos presentan alta diversidad alimentaria, puesto que las hembras registran un valor de 0.9302 y los machos de 0.9194; además, la semejanza de estos valores determina que no existen diferencias alimentarias sexuales.

**Variación de la dieta por clases de tallas:** Con base en la longitud patrón los ejemplares se agruparon en siete clases con intervalos de 10 mm. El análisis de agrupación de los resultados obtenidos por el método numérico determinó la formación de tres conjuntos, de los cuales el primero corresponde con las clases I, II y III, dado que éstas son las que presentan los más altos valores de ingestión de alimento animal (69.55, 54.95 y 48.06%, respectivamente), del cual los más abundantes fueron los restos de insectos.

En el segundo grupo se encuentran las tallas IV, V y VI, todas ellas con altos valores de consumo de vegetales (64.42, 79.34 y 71.8%, respectivamente), en los especímenes de menor longitud de este conjunto *Vaucheria* sp. fue la predominante, mientras que en las otras dos clases lo fue *U. zonata*.

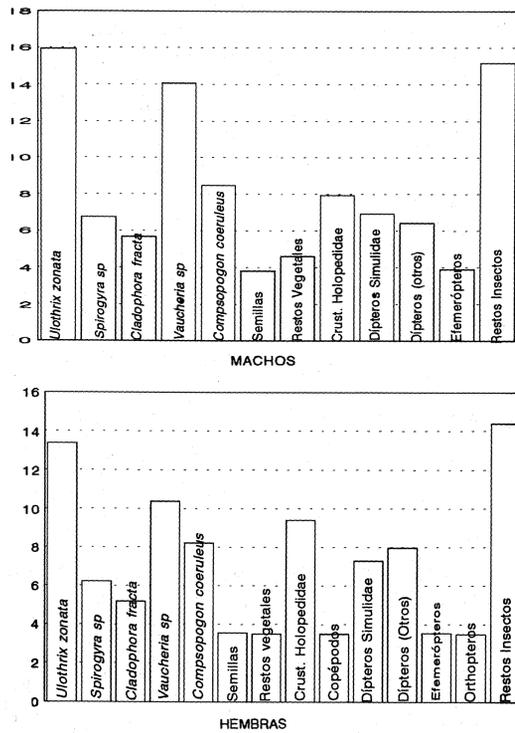


Fig. 4. Variación de la dieta por sexos, de acuerdo con el método numérico.

El tercer grupo está representado sólo por la talla VII, en la que su alimentación se compone de sólo tres Táxones, todos vegetales con valores de ingestión semejante entre sí (Fig. 6 y cuadro 2).

DISCUSION

El análisis de la dieta de *Ilyodon whitei* permitió conocer en detalle su tendencia alimentaria, la cual se vió modificada en los diferentes meses del año y clases de talla.

En los sistemas abiertos, como los ríos, los diferentes organismos que sirven de alimento para los peces no siempre se encuentran disponibles desde el punto de vista numérico, debido a que estos ecosistemas presentan fluctuaciones ambientales que determinan su presencia y abundancia.

Los resultados obtenidos permiten apreciar que *I. whitei*, es un organismo que se adapta a los cambios que presenta su habitat y a la disponibilidad temporal del alimento, tal y como se observó en mayo, cuando su dieta registró la mayor diversidad, pero con las algas como alimento preferente. Todo lo contrario ocurrió en

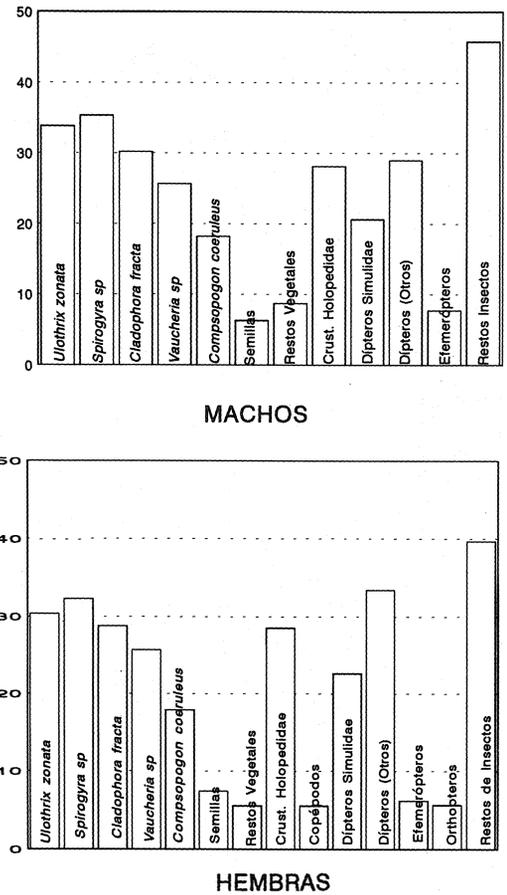


Fig. 5. Variación de la dieta por sexos, de acuerdo con el método de frecuencia de presencia.

diciembre que fue el mes con menor diversidad y cuando su alimento principal fue los insectos.

Todo esto puede relacionarse con los cambios que se observan en el sistema en estudio, el cual sólo tiene dos estaciones bien definidas, la de lluvias y la de estiaje. Cuando la primera está avanzada, el río se caracteriza por presentar un abundante caudal de agua turbia que imposibilita la existencia de vegetación acuática, sin embargo, abundan los insectos, muchos de los cuales tienen etapas larvianas acuáticas y por lo tanto durante estos meses son vulnerables a la depredación por *I. whitei*. Durante la época de estiaje el río sufre una serie de cambios, puesto que al empezar a reducirse el caudal los materiales arrastrados se sedimentan hasta quedar el agua transparente, lo que sucede entre diciembre a enero dependiendo de la intensidad del temporal;

CUADRO 2

Variación de la dieta por clases de talla, expresada en porcentajes de acuerdo con el método numérico

Grupos	I 11-20mm	II 21-30mm	III 31-40mm	IV 41-50mm	V 51-60mm	VI 61-70mm	VII 71-80mm
<i>Ulothrix zonata</i>		15.82	16.81	11.82	24.52	26.00	35.05
<i>Compsopogon coeruleus</i>	8.63	6.99	6.7	11.94	13.59	16.36	32.88
<i>Vaucheria</i> sp.	15.31	9.53	16.08	20.93	18.38	12.29	
<i>Spirogyra</i> sp.		4.98	6.00	6.79	9.675	7.59	32.05
<i>Cladophora fracta</i>		4.07	3.88	5.57	7.18	9.56	
Semillas	6.12	3.44	3.00	3.33			
Restos vegetales				4.13	6.00		
Crustáceos holopédidos	7.91	7.41	10.8	9.12	6.66	16.51	
Copépodos	6.12						
Dípteros simulidos	20.61	7.97	9.3	3.77	5.85	5.36	
Dípteros (Otros)	12.38	8.71	6.92	4.69			
Efemérotos		3.58	3.00				
Ortópteros			3.04				
Restos de insectos	22.53	27.28	15.00	5.7	7.93	6.07	

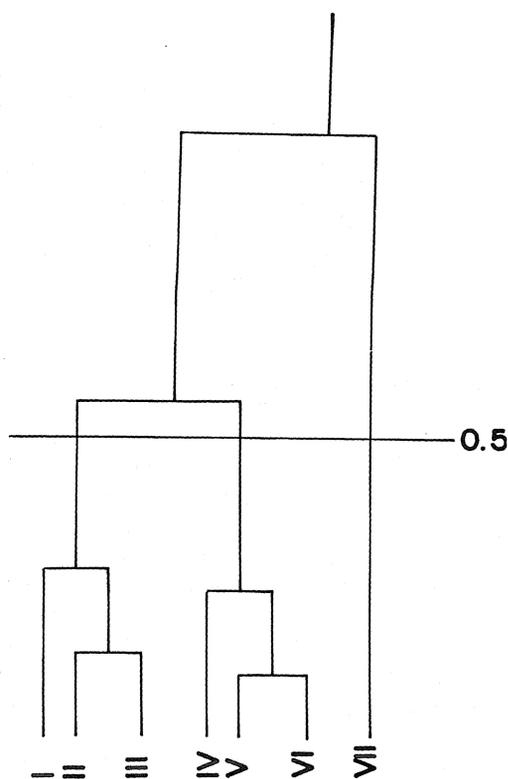


Fig. 6. Análisis de agrupación por clases de tallas de la dieta de *Ilyodon whitei*. Clases: I(11-20mm), II(21-30mm), III(31-40mm), IV(41-50mm), V(51-60mm), VI(61-70mm), VII(71-80mm).

debido a la penetración de luz en forma gradual, el fondo se cubre por un manto verdoso constituido principalmente por algas filamen-

tosas; también, de manera gradual, emergen del lecho del río macrofitas enraizadas que para abril constituyen una exuberante cubierta de la cual se alimentan los peces en esta temporada.

Díaz-Pardo *et al.* (1989) mencionan que *Xenotoca variata*, miembro de la misma familia, presenta características semejantes a *I. whitei*, dado que la dieta de ambas especies está en función con los cambios que presenta el hábitat que ocupan y a la disponibilidad estacional o temporal del alimento, de manera que estos autores consideran a *X. variata* como un organismo eurifágico, puesto que se alimenta de una amplia variedad de componentes alimenticios, tal y como sucede con la especie de este estudio.

El análisis por sexos de *I. whitei* estableció que no existen diferencias significativas en la dieta, puesto que ambos presentan mayor preferencia por los vegetales, con inclinación por las algas *U. zonata* y *Vaucheria* sp. También, Duarte (1981) analizó el contenido estomacal de ocho especies de la familia Goodeidae (*Goodea atripinnis*, *Xenotoca variata*, *Neotoca bilineata*, *Skiffia lermae*, *Hubbsina turneri*, *Allotoca dugesii*, *Allophorus robustus* y *Zoogeneticus quitzeoensis*) y de acuerdo con los resultados obtenidos por sexos, se demostró que no presentan diferencias alimentarias.

Los resultados obtenidos del análisis por clase de talla reveló que existen ciertas variaciones en cuanto a la cantidad y variedad del alimento ingerido, puesto que las tallas pequeñas

principalmente se inclinaron por alimento de origen animal, mientras que las intermedias prefirieron los vegetales, la clase de talla mayor sólo mostró la ingestión de algas, si bien cabe mencionar que en esta última clase el número de peces examinados fue reducido (dos ejemplares), lo cual puede marcar un artificio en los resultados obtenidos. Martínez (1989), menciona que el pecílido *Poecilia sphenops* no presenta diferencias alimentarias por clase de talla, puesto que ingieren los mismos componentes, en contraste con el presente estudio en donde sí se registraron tales diferencias.

La ausencia de marcadas discrepancias alimentarias sexuales probablemente se debe a que los recursos alimentarios son abundantes, que en conjunción con el reparto de esos recursos entre las diferentes clases de talla evita la competencia intraespecífica.

Por lo anterior, el estudio minucioso del espectro trófico demostró que *I. whitei* tiene una dieta muy variada, por lo que se le considera, eurifágico oportunista, con tendencias a la carnivoría en la época de estiaje o a la herbivoría en la de lluvias.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a E. Topiltzin Contreras y Oscar J. Polaco por la revisión crítica del manuscrito, y a Eduardo Soto Galera las recomendaciones sobre los métodos estadísticos. E. Díaz-Pardo es becario de COFAA-IPN

#### RESUMEN

Se estudió la alimentación y los hábitos alimentarios de *Ilyodon whitei* con respecto a la talla, sexo y época del año, a partir de muestreos mensuales en el Río del Muerto, Morelos, México (18° 29' 32" N y 99° 43' 32" W). Los contenidos estomacales se analizaron en forma cuantitativa con los métodos numérico y de frecuencia de presencia, que demostraron la existencia de variaciones según sexo y por época del año. Los ejemplares pequeños comen materia animal y los de mayor talla ingieren materia vegetal. En época de lluvias se alimentan de vegetales y de animales en la época de estiaje. El análisis general de la dieta nos lleva a considerar que se trata de una especie eurifágica y oportunista pues, dependiendo de la disponibilidad y abundancia del alimento, presenta tendencia a la herbivoría o a la carnivoría.

#### REFERENCIAS

- Alvarez del Villar J. 1970. Peces Mexicanos (Claves), Secretaría de Industria y Comercio. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras y Comisión Nacional de Pesca. México, D.F. 166 p.
- Anónimo, 1970. Boletín Hidrológico No. 48. Región Hidrológica No. 18 (Parcial) Cuenca de los Ríos Atoyac y Mixteco. Dirección Hidrológica. México. INEGI 1: 48 p.
- Bland, R. G., 1978. How to know. The insects. Brown, Dubuque, Iowa, 409 p.
- Chu, H. F. 1979. How to know. The immature insects. Brown, Dubuque, Iowa, 243 p.
- Díaz-Pardo E. & D. Ortiz-Jiménez. 1986. Reproducción y ontogenia de *Girardinichtys viviparus* (Pisces:Goodeidae). An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx. 30:45-66.
- Díaz-Pardo; E; M.A. Godínez-Rodríguez & C. Guerra-Magaña. 1989. Peces de agua dulce en México: *Xenotoca variata*. Zoología Informa 14:33-44.
- Duarte, S. M. P. 1981. Contribución al conocimiento de los hábitos alimentarios de doce especies de peces en el lago de Cuitzeo, Michoacán. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México.
- García, M. E. 1981. Modificación al sistema de clasificación climática de Koopen. Larios, México, D.F. 153 p.
- Godínez, R. M. A. 1989. Aspectos biológicos y ecológicos de *Xenotoca variata* (Pisces:Goodeidae). Tesis de Licenciatura Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México.
- Krebs, C. J. 1989. Ecological methodology. Harper Collins, Nueva York. 654 p.
- Lagler, F. K. 1975. Freshwater fishery biology. Brown, Dubuque, Iowa. 421 p.
- Ludwing, J. A. & J.F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. Wiley Interscience, Nueva York. 337 p.
- Martínez, T. M. 1989. Contribución al conocimiento de la biología de *Poecilia sphenops* Valenciennes (Pisces:Poeciliidae) en la Presa de Zicuirán, Michoacán. Biologicas U.M.S.N.H. México 2:49-63.
- Needham, J. G. & P. R. Needham. 1987. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Reverté, Madrid. 131 p.
- Pennak, R. W. 1978. Freshwater invertebrates of the United States. Wiley, Nueva York. 803 p.
- Taboada, S. M., T. R. Trujillo & R. O. Guadarrama. 1992. Manual sobre temperaturas del Estado de Morelos. Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Morelos, México. 96 p.