



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

Campus IZTACALA

**Hábitos alimentarios de *Astyanax fasciatus*
(Cuvier, 1850) en la Barranca Los Guayabos,
Cuautla, Morelos.**



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A

LEANDRO CHAIRES MARTINEZ
ASESOR: BIOL. MARIO ALFREDO FERNANDEZ ARAIZA

LOS REYES IZTACALA, EDO. MEX. 2000

277244



Universidad Nacional
Autónoma de México



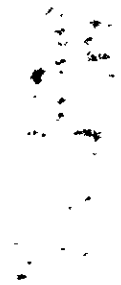
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos



A MIS PADRES:

Valentín Chaires Gutiérrez
Y
Margarita Martínez Sanabria

Con cariño, admiración y respeto, porque siempre me han apoyado a salir adelante.

A MI HERMANA CECI:

Por su apoyo y compañía.

A LA ENEP- IZTACALA:

Agradezco principalmente a mi asesor *Biol. Mario Alfredo Fernández Araiza* por su invaluable ayuda en la dirección de este proyecto y por su amistad brindada.

A mis sinodales- *Biol. Asela del C. Rodríguez V.*
Biol. Hector Barrera E.
Biol. José del C. Benitez F.
Biol. Ma. de los Angeles Sanabria E.

Por sus observaciones y comentarios sobre el trabajo escrito.

A mis compañeros y amigos de la carrera de *Biología*, en especial a **Manuel, Paty, Omar, Javier, Vero y Nico**, por los buenos momentos que pasamos.

INDICE

1.	RESUMEN.....	1
2.	INTRODUCCION.....	2
3.	ANTECEDENTES.....	3
4.	JUSTIFICACION.....	5
5.	OBJETIVOS.....	6
6.	AREA DE ESTUDIO.....	7
7.	METODOLOGIA.....	8
8.	RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSION.....	11
8.1	PARAMETROS FISICO- QUIMICOS.....	11
8.2	PARAMETROS BIOLÓGICOS.....	15
8.2.1	DISTRIBUCION TEMPORAL DE <i>A. fasciatus</i>	15
8.2.2	ANÁLISIS DEL CONTENIDO ESTOMACAL.....	17
8.2.2.1	VARIACION ESTACIONAL.....	19
8.2.2.2	VARIACION POR TALLAS.....	34
9.	CONCLUSIONES.....	46
10.	LITERATURA CITADA.....	47
11.	RECOMENDACIONES.....	52

1. RESUMEN

Esta tesis, contribuye al conocimiento biológico de *Astyanax fasciatus*, evaluando en condiciones naturales los hábitos y tipos alimentarios que conlleven a un aprovechamiento adecuado de este organismo, o que sean la base de estudios posteriores. Los peces fueron colectados en La Barranca Los Guayabos, Cuautla, Morelos y se hizo un análisis del contenido estomacal por medio de los métodos: numérico, de frecuencia, gravimétrico, índice de importancia relativa, índice de importancia alimentaria y valor de importancia. De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis del contenido estomacal por tallas se puede decir que el tipo de hábito alimentario que presenta *Astyanax fasciatus* es carnívoro, ya que preferentemente selecciona los alimentos de origen animal. El ódonato *Archifestes sp.* y el efemeróptero *Ephemerella sp.* fueron los organismos de mayor consumo por *A. fasciatus*. Esto se debió a que presentaron una amplia distribución y abundancia de formas inmaduras en el sistema. La presencia de otros grupos alimentarios en la dieta de *A. fasciatus* se observó principalmente cuando las condiciones del sistema cambiaron en la temporada de lluvias y los principales tipos alimentarios escasearon.

2. INTRODUCCION

El estudio sistemático de los cuerpos de agua y los organismos que en ellos se desarrollan, constituye el punto de partida de su conocimiento científico (Sevilla, 1981).

Las aguas interiores de México son consideradas de gran importancia debido a su extensión y potencial de pesca (Gómez, 1995), ya que en ellas existe una gran diversidad de peces que agrupa cerca de 500 especies, 375 de ellas confinadas a aguas dulces (Torres, 1991; Espinosa, 1993; Valdés, 1997).

La variedad y el aislamiento de las cuencas del país han propiciado la existencia de endemismos (Cohen, 1970; Toledo, 1988; Torres, 1991) y como principales centros de estos destacan las cuencas de:

- a) El sistema Lerma - Santiago con el 50 % de especies endémicas.
- b) El sistema Grijalva - Usumacinta con 36 %.
- c) Río Balsas con 35 %.
- d) Río del Tunal con 62 %.
- e) Río Ameca con 32 % (Torres, 1991).

En los últimos años se han incrementado en México los estudios ictiológicos. Estos han abordado aspectos de biología, fisiología, distribución, ecología, relaciones evolutivas, cultivo y aprovechamiento (Sevilla, 1981; Marqués y Valdés, 1997).

Actualmente, los trabajos referentes a especies endémicas atraen la atención de investigadores dedicados a la conservación biológica, ya que estos organismos presentan áreas restringidas de distribución y en muchos casos, poblaciones pequeñas (Toledo, 1988).

Es evidente, la necesidad de estudiar a los peces nativos de las diferentes regiones con el objeto de conocer sus características para su producción en cautiverio y repoblar sistemas naturales (Sevilla, 1981; Ross, 1995). Por otro lado, es necesario señalar la importancia de aprovechar adecuadamente a las especies silvestres, considerando que son esenciales dentro de la economía y desarrollo de los diferentes grupos sociales de nuestro país (Kato, 1981). Tal es el caso de *Astyanax fasciatus*, el cual es considerado de interés económico debido a que ha sido utilizado en la dieta de las poblaciones rurales del centro del país y que actualmente se ha manejado en el mercado como una especie de ornato (SEPESCA, 1987).

La platerilla o tetra mexicano, como comúnmente se reconoce a *Astyanax fasciatus* exhibe gran habilidad para adaptarse a distintos ambientes; su hábitat comprende las partes bajas y medias de los ríos y arroyos, así como lagos y embalses artificiales, preferentemente en aguas transparentes y sobre fondos rocosos o arenosos (Minckley, 1973). En México se han localizado en temperaturas cálidas que en ocasiones llegan a los 36 °C o en arroyos de montaña donde la temperatura baja hasta los 13 °C (Paulo, 1994).

Astyanax fasciatus es un pez de talla pequeña (12- 15 cm), posee cuerpo fusiforme- comprimido, cabeza robusta y boca pequeña, oblicua y no protráctil con dientes pequeños dispuestos en series sobre ambas mandíbulas. La aleta dorsal posee 9- 12 radios y va seguida de una aletilla adiposa. La aleta anal es más larga que la dorsal con 18- 23 radios. La aleta caudal es bilobulada; las pectorales cortas y las pélvicas se encuentran en posición abdominal. El cuerpo esta cubierto de escamas lisas al tacto y muy caedizas, de 32 a 40 en una serie longitudinal. Su coloración varía dependiendo de la localidad de origen, aunque predominan las formas plateadas- grisáceas (Alvarez, 1950; Koster, 1957).

Generalmente, se ha observado que *A. fasciatus* forma pequeños bancos de peces cuando se desplaza de un lugar a otro, además de que se reproduce principalmente en los meses de Noviembre- Julio dependiendo de la región en la que se encuentre y se ha reportado que en algunas regiones las poblaciones de este pez han disminuido debido a las alteraciones ocasionadas en el medio por diversas actividades (Brown, 1982; Sublette, 1990).

3. ANTECEDENTES

Los trabajos que se han realizado con *A. fasciatus* se han centrado en ubicarlo taxonómicamente y a descifrar las diferencias genéticas entre dos variedades (pez ciego y oculado).

En relación con su ubicación taxonómica, se reportan por primera vez a estos peces como *Tetragonopterus mexicanus* de la Ciudad de México (Filippi, 1853 en Jordan y Evermann, 1896).

La platerilla o tetra mexicano, como comúnmente se reconoce a *Astyanax fasciatus* exhibe gran habilidad para adaptarse a distintos ambientes; su hábitat comprende las partes bajas y medias de los ríos y arroyos, así como lagos y embalses artificiales, preferentemente en aguas transparentes y sobre fondos rocosos o arenosos (Minckley, 1973). En México se han localizado en temperaturas cálidas que en ocasiones llegan a los 36 °C o en arroyos de montaña donde la temperatura baja hasta los 13 °C (Paulo, 1994).

Astyanax fasciatus es un pez de talla pequeña (12- 15 cm), posee cuerpo fusiforme- comprimido, cabeza robusta y boca pequeña, oblicua y no protráctil con dientes pequeños dispuestos en series sobre ambas mandíbulas. La aleta dorsal posee 9- 12 radios y va seguida de una aletilla adiposa. La aleta anal es más larga que la dorsal con 18- 23 radios. La aleta caudal es bilobulada; las pectorales cortas y las pélvicas se encuentran en posición abdominal. El cuerpo está cubierto de escamas lisas al tacto y muy caedizas, de 32 a 40 en una serie longitudinal. Su coloración varía dependiendo de la localidad de origen, aunque predominan las formas plateadas- grisáceas (Alvarez, 1950; Koster, 1957).

Generalmente, se ha observado que *A. fasciatus* forma pequeños bancos de peces cuando se desplaza de un lugar a otro, además de que se reproduce principalmente en los meses de Noviembre- Julio dependiendo de la región en la que se encuentre y se ha reportado que en algunas regiones las poblaciones de este pez han disminuido debido a las alteraciones ocasionadas en el medio por diversas actividades (Brown, 1982; Sublette, 1990).

3. ANTECEDENTES

Los trabajos que se han realizado con *A. fasciatus* se han centrado en ubicarlo taxonómicamente y a descifrar las diferencias genéticas entre dos variedades (pez ciego y oculado).

En relación con su ubicación taxonómica, se reportan por primera vez a estos peces como *Tetragonopterus mexicanus* de la Ciudad de México (Filippi, 1853 en Jordan y Evermann, 1896).

Posteriormente, se han realizado estudios con la finalidad de corroborar y precisar la ubicación de *A. fasciatus* en un taxón específico. Se puede mencionar los trabajos de Gunther (1862), Bocourt (1868), Meek (1904), Eigenmann (1921), Hildebrand (en Paulo, 1994), Alvarez (1950), Schuppa (1984), Miller (1986), Espinosa (1993) y por último Valdés (1997) quien con base en un estudio comparativo osteológico concluye que existe una especie norteña denominada *A. mexicanus* con distribución en el Río Bravo, en el Pánuco hasta Cucharas; *A. mexicanus* x *A. aeneus* en el Río Solteros y la Antigua, y para el sur *A. aeneus* aunque su identidad no será resuelta hasta definir los límites de distribución de *A. fasciatus* sudamericano.

En cuanto a hábitos alimentarios, Vela en 1991 hizo un estudio en el lago Xolotlan en Nicaragua y determinó que *A. fasciatus* y *Melaniris sardina* se alimentan principalmente de cladóceros, mientras que para *Dorosoma chavesi* su dieta se compone de rotíferos. Arcifa, en el mismo año, reportó que *A. fasciatus* y *A. bimaculatus* procedentes de una reserva ecológica en Brasil son zooplanctófagos facultativos.

Esteves y Galetti (1995) reportan la repartición del alimento por algunos carácidos en la cuenca del Río Paraná en Brasil, determinando que *A. fasciatus* y *A. bimaculatus* son especies omnívoras, mientras que *A. schuberti* y *Cheirodon stenodon* son predominantemente herbívoras.

Actualmente, la línea de investigación que se sigue con este pez esta encaminada a dilucidar como y cuando las variedades que posee esta especie (formas oculadas y no oculadas) se separaron de su ancestro común y como ha evolucionado a través del tiempo. Por ejemplo, Borowsky y Espinasa (1997) examinaron las relaciones entre *A. fasciatus* oculado y ciego mediante una técnica de secuenciación y amplificación de segmentos de DNA para construir un árbol filogenético de estos organismos. Ellos concluyen que *A. fasciatus* ciego constituye una línea evolutiva separada de las formas oculadas y que son genéticamente divergentes.

4. JUSTIFICACION

Ya que los aspectos biológicos como alimentación, reproducción, cultivo, no se han trabajado a profundidad y solo se tienen algunos reportes aislados, principalmente en otros países, este proyecto pretende contribuir al conocimiento biológico del pez *Astyanax fasciatus* del Estado de Morelos, evaluando en condiciones naturales hábitos y tipos alimentarios que conlleven a un aprovechamiento adecuado de este organismo o que sirva de pauta a trabajos posteriores, ya que se posee solo información sobre su identificación taxonómica y su biología aun no se conoce con exactitud.

La importancia de conocer los hábitos y tipos alimentarios en este tipo de peces puede contribuir al estudio de las relaciones tróficas de las especies, el flujo de energía en las comunidades, las relaciones presa- depredador, o bien, establecer métodos adecuados para la administración correcta de los recursos pesqueros.

5. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar en condiciones naturales hábitos y tipos alimentarios de *Astyanax fasciatus*.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Comparar los hábitos y tipos alimentarios en diferentes tallas de *Astyanax fasciatus*.
- Estudiar las variaciones estacionales en la alimentación de *Astyanax fasciatus* durante el período de Marzo de 1998 a Febrero de 1999.

6. AREA DE ESTUDIO

Los ejemplares, objeto de este estudio proceden de la Barranca Los Guayabos, ubicada en Cuautla, Morelos. Las coordenadas de este sitio son: 18° 45' Latitud Norte y 98° 55' Longitud Este a una altitud de 1300 msnm (INEGI, 1970).

El clima de la región es el cálido subhúmedo con una temperatura media anual mayor a 22 °C y en el mes más caliente de 27 °C. El suelo predominante es el Feozem háplico combinado con el Vertisol pélico y el Regosol eutrítico, también se encuentran depósitos de suelo aluvial en las barrancas de la zona y el tipo de rocas es de origen sedimentario conformadas por arenisca y conglomerado. La Barranca Los Guayabos pertenece a la región hidrológica del Balsas (INEGI, *op. cit.*) (Fig. 1).

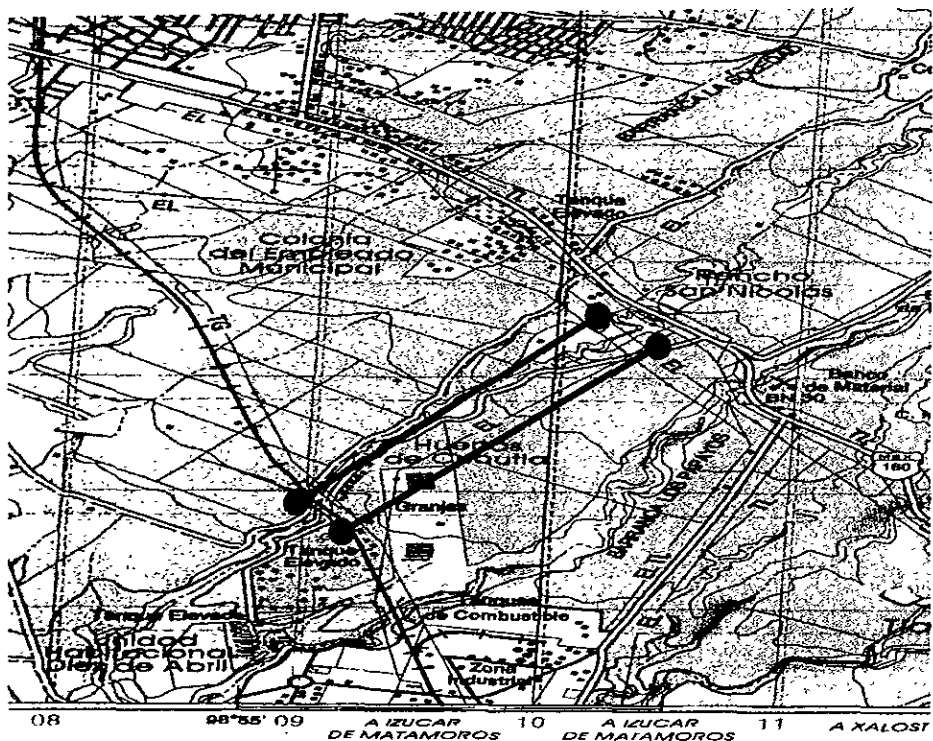


Fig. 1 Mapa donde se muestra la ubicación de la Barranca Los Guayabos en el municipio de Cuautla, Morelos. ●—●

7. METODOLOGIA

Se llevó a cabo el reconocimiento de la zona de estudio y se establecieron cinco estaciones de muestreo. Mensualmente, durante el período Marzo de 1998 a Febrero de 1999 se registró *in situ* temperatura con un termómetro graduado de 0 a 100 °C, pH con un pHmetro de campo, oxígeno disuelto con oxímetro, dureza por el método de titulación con EDTA 0.1 M y conductividad (Franco, 1982; Contreras, 1994).

Con la misma frecuencia se realizó la colecta de peces con redes de cuchara de diferentes tamaños y chinchorro charalero de cuatro metros de largo x un metro de caída, con luz de malla de ocho milímetros (Solorzano, 1961; Flores, 1991). Una vez capturados se fijaron *in situ* con formol al 4 % y se colocaron en bolsas de plástico (Solorzano, 1961; Aguilar, 1993; Marqués y Valdés, 1997).

En el laboratorio se determinó peso y longitud patrón de cada organismo y se corroboró su posición taxonómica mediante las claves de Alvarez (1950). Enseguida se establecieron tamaños de clase con intervalos de 5 milímetros y se determinó la frecuencia de organismos en cada clase.

Se disectaron los organismos, se extrajo el tracto digestivo y se realizó el análisis del contenido estomacal. El tracto digestivo se colocó sobre papel absorbente para eliminar el exceso del fijador, se pesó en una balanza analítica y se hizo un corte longitudinal para vaciar el contenido. El tipo de alimento encontrado se separó por grupos de organismos y se identificó hasta el nivel taxonómico más fino posible con las claves de Chu (1949), Usinger (1956), Ross (1973), Merrit (1984) y Borror (1989).

El análisis cuantitativo de los grupos encontrados se hizo mediante los métodos numérico, de frecuencia y gravimétrico, además de utilizar el índice de importancia relativa, índice de importancia alimentaria y el valor de importancia, para obtener información más clara sobre las preferencias alimenticias de *A. fasciatus*.

El método numérico (Richard, 1960) evalúa el porcentaje de los elementos de un grupo trófico determinado con relación al número total de elementos de todos los grupos tróficos identificados. Se representa con la siguiente expresión:

$$N = \frac{nee}{Nee}(100)$$

Donde:

N= Porcentaje numérico de un grupo trófico dado.

ne= Suma de elementos de este grupo.

Nee= Suma de elementos de todos los grupos tróficos en todos los estómagos.

El método de frecuencia (Gulland, 1971; Hyslop, 1980) indica la preferencia del pez a ingerir determinado tipo de organismo, utilizando para esto la expresión:

$$F = ne/Ne(100)$$

Donde:

F= Frecuencia en porcentaje de aparición de un tipo de alimento.

ne= Número de estómagos con un tipo de alimento.

Ne= Número de estómagos examinados.

El método gravimétrico (Ricker, 1971; Windel, 1978) estima el porcentaje del peso de un grupo trófico con relación al peso total del contenido estomacal de todos los estómagos analizados. Su expresión matemática es la siguiente:

$$G = pe/Pe(100)$$

Donde:

G= Porcentaje en peso de un grupo alimenticio dado.

pe= Suma del peso de este grupo en todos los estómagos.

Pe= Suma del peso del contenido estomacal en todos los estómagos.

El índice de importancia relativa (Yañez, 1976) y el valor de importancia (González, 1991) permite la cuantificación de un grupo trófico determinado dentro de la alimentación de una especie. El (IIR) se expresa así:

$$IIR = F(G)/100$$

Donde:

F= Frecuencia.

G= Peso

El valor de importancia se expresa así

$$V_i = P_i + P_{ei} + P_{vi}$$

Donde:

V_i = Valor de importancia de la presa uno.

P_i = Proporción de la presa uno en el total de presas registradas.

P_{ei} = Frecuencia de aparición de la presa uno en el total de estómagos analizados.

P_{vi} = Proporción que del peso total registrado corresponde a la presa uno.

El índice de importancia alimentaria (Acosta, 1982) indica en porcentaje la importancia de un tipo de alimento y se expresa de la siguiente manera:

$$I = V'_{ij} + N'_{ij} + F'_{ij}/3$$

Donde:

$V'_{ij} = V_{ij}/V_{ij_1} + V_{ij_2} + \dots + V_{ij_n}$

$N'_{ij} = N_{ij}/N_{ij_1} + N_{ij_2} + \dots + N_{ij_n}$

$F'_{ij} = F_{ij}/N_j$

V_{ij} = Peso del tipo alimentario i en la especie.

$V_{ij}/V_{ij_1} + V_{ij_2} + \dots + V_{ij_n}$ = Peso del contenido estomacal.

N_{ij} = Número de elementos del tipo alimentario i en la especie.

$N_{ij}/N_{ij_1} + N_{ij_2} + \dots + N_{ij_n}$ = Número total de elementos en el contenido estomacal.

F_{ij} = Número de contenidos estomacales donde se presenta el tipo alimentario i .

N_j = Número total de estómagos analizados.

8. RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSION

8.1 Parámetros físico- químicos

Temperatura

Los registros de temperatura representados en la figura 2 muestran valores que fluctúan entre 22 y 24 °C a lo largo del muestreo, excepto en el mes de diciembre (17 °C) y enero (19.4 °C). Sin embargo, estos valores no intervienen directamente en la distribución y abundancia de *Astyanax fasciatus*, ya que se ha reportado que esta especie puede vivir en temperaturas que oscilan entre 13 y 36 °C (Paulo, 1994).

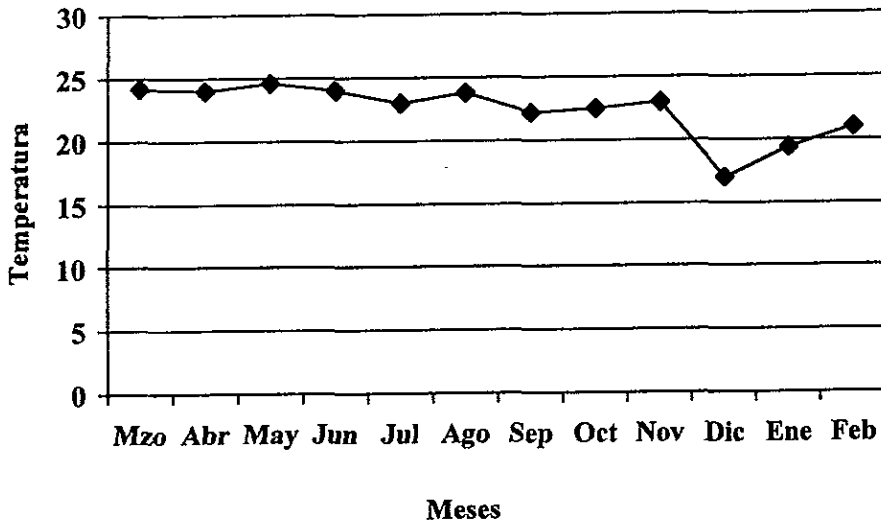


Fig. 2 Valores promedio de temperatura registrados durante el período de Marzo de 1998 a Febrero de 1999.

Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto presentó valores de sobresaturación en los meses de Marzo, Abril, Mayo, Enero y Febrero (de 12 a 14 ppm). Esto se debió al bajo nivel de agua que se presentó y que permitió una mayor incidencia de luz en la zona y

por tanto una mayor actividad fotosintética por parte de la vegetación sumergida. En *Junio*, *Noviembre* y *Diciembre* se registraron valores normales de saturación (8 ppm) reportados para estos sistemas acuáticos (Rodier, 1981). De *Julio* a *Octubre* se encontraron los valores más bajos de oxígeno disuelto y se infiere que esto fue provocado por el mayor aporte de materia orgánica en descomposición al sistema en la temporada de lluvias, ya que en estas condiciones es mayor la cantidad de oxígeno que se necesita para la oxidación química y biológica del sistema (APHA, 1989) (Fig. 3).

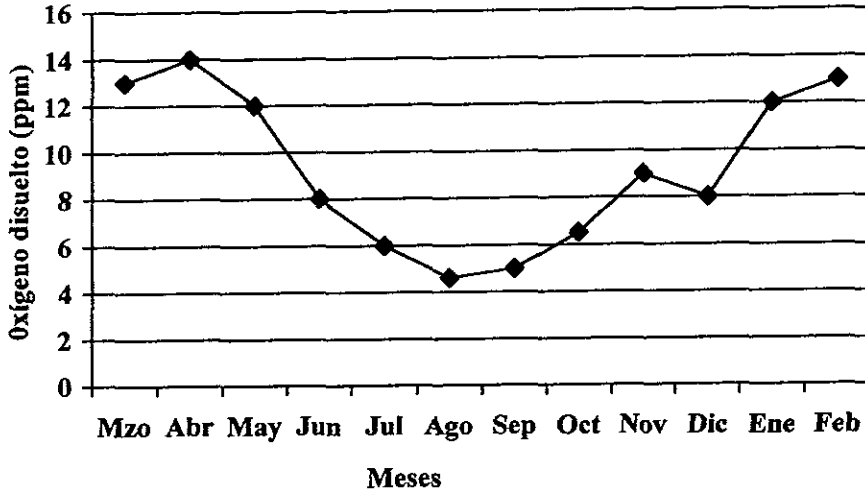


Fig. 3 Valores promedio de oxígeno disuelto (ppm) registrados en el período de *Marzo* de 1998 a *Febrero* de 1999.

pH, dureza y conductividad

Los valores de pH registrados presentaron una tendencia a niveles básicos (fig. 4), coincidiendo en la mayoría de meses con concentraciones elevadas de dureza y por lo tanto, al encontrarse más solutos en suspensión (CaCO_3), se presenta una mayor facilidad al paso de corrientes eléctricas, lo cual se refleja en el incremento de conductividad (Margalef, 1983). En el período comprendido entre *Julio* y *Octubre* los valores de dureza y conductividad disminuyeron debido a un aporte mayor de agua al sistema proveniente de lluvias, lo cual provoca la disminución en la concentración de sales (Arredondo, 1982) (fig. 5 y 6).

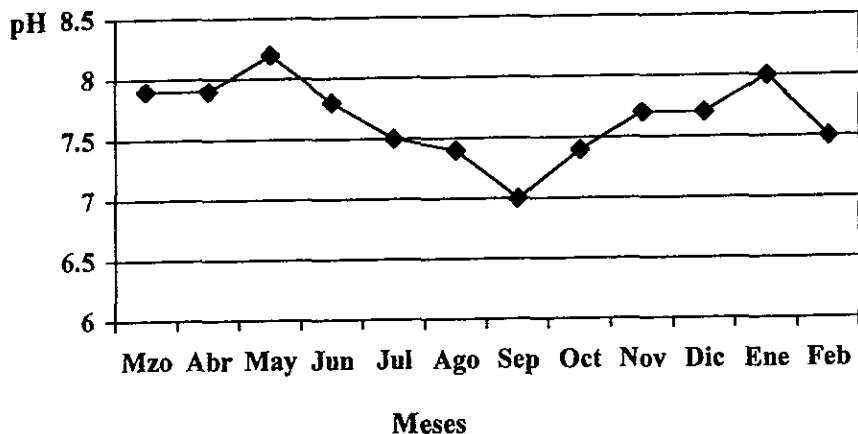


Fig. 4 Valores promedio de pH registrados en el período de Marzo de 1998 a Febrero de 1999.

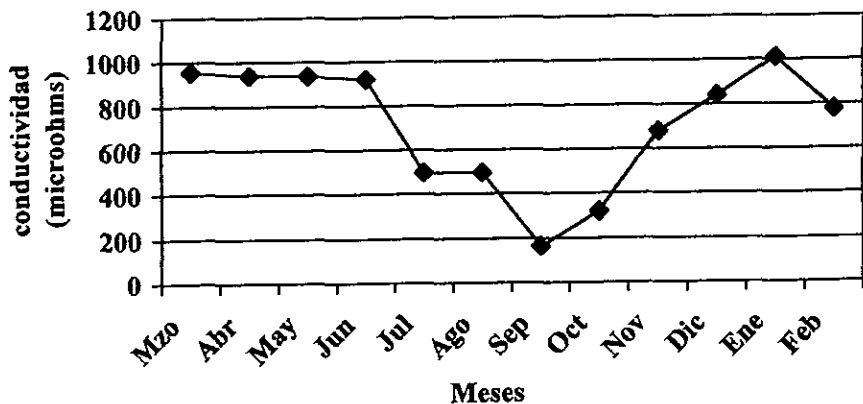


Fig. 5 Valores promedio de conductividad registrados en el período de Marzo de 1998 a Febrero de 1999.

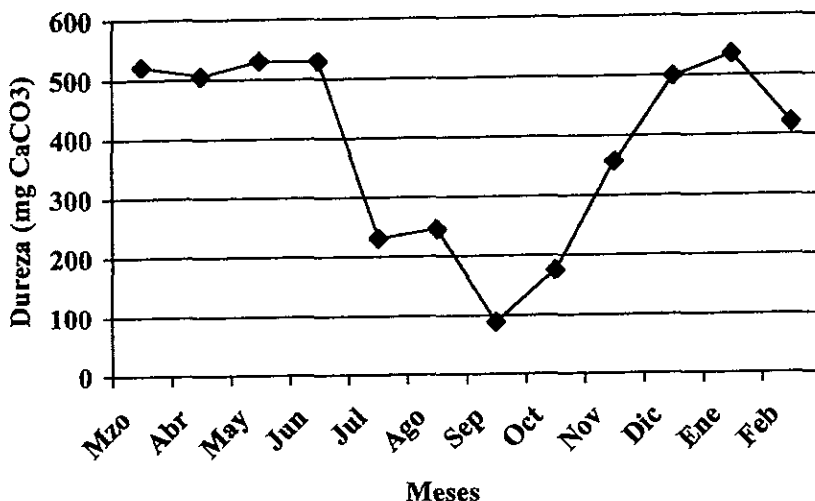


Fig. 6 Valores promedio de Dureza registrados en el período de Marzo de 1998 a Febrero de 1999.

Como se ha mencionado, los valores registrados de los parámetros físico-químicos varían de la temporada de estiaje hacia la temporada de lluvias. En el caso de la temperatura se sabe que tiene una relación inversamente proporcional con la concentración de oxígeno en sistemas acuáticos, es decir, que a temperaturas altas, la solubilidad de oxígeno es menor y a temperaturas bajas se incrementa (Margalef, 1983). Sin embargo, esta relación no se observó en los muestreos ya que la temperatura se mantuvo constante a lo largo del año, mientras que la concentración de oxígeno disminuyó considerablemente en la temporada de lluvias. En cambio, los valores de oxígeno disuelto presentaron un comportamiento parecido a los valores de pH registrados, ya que en la temporada de lluvias al encontrarse una mayor cantidad de materia orgánica en el sistema, el consumo de oxígeno se incrementó por efecto de la oxidación biológica, además de que en estas condiciones se da una mayor producción de compuestos de desecho (compuestos nitrogenados) que producen H^+ libres que acidifican el sistema. En la temporada de secas no se observó este comportamiento debido a que se presentó una menor cantidad de materia orgánica en descomposición, además, la concentración elevada de sales (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+) en el sistema impidieron cambios drásticos en la variación de pH, debido a que actúan como buffer en el sistema (Arredondo, 1982).

8.2 Parámetros biológicos

8.2.1 Distribución temporal de *A. fasciatus*

Se colectó un total de 657 organismos de la especie *A. fasciatus*, estableciéndose 13 tamaños de clase para su análisis por tallas (Tabla I).

En el primer muestreo (Marzo, 1998) se colectaron 99 organismos pertenecientes a casi todos los tamaños de clase establecidos, observándose hacia el mes de Mayo una disminución en el número de clases representadas y en el número de organismos colectados (Fig. 7).

Tabla I. Número de organismos, longitud patrón y pesos registrados por tamaño de clase.

Clase	Tamaño de clase (cm)	Número de organismos	Longitud patrón promedio (cm)	Peso promedio (g)
1	0.0-0.5	0	0.0000	0.00000
2	0.6-1.0	0	0.0000	0.00000
3	1.1-1.5	113	1.3490	0.07087
4	1.6-2.0	123	1.8513	0.14660
5	2.1-2.5	82	2.3490	0.30550
6	2.6-3.0	39	2.8180	0.49430
7	3.1-3.5	64	3.3647	0.72130
8	3.6-4.0	44	3.8223	1.06380
9	4.1-4.5	75	4.3586	1.59500
10	4.6-5.0	63	4.8000	2.16300
11	5.1-5.5	25	5.3349	3.34000
12	5.6-6.0	16	5.7363	4.41647
13	6.1-6.5	7	6.4270	5.73447
14	6.6-7.0	1	6.8300	8.93570
15	7.1-7.5	1	7.2000	8.29930
16	7.6-8.0	2	7.7500	8.52640

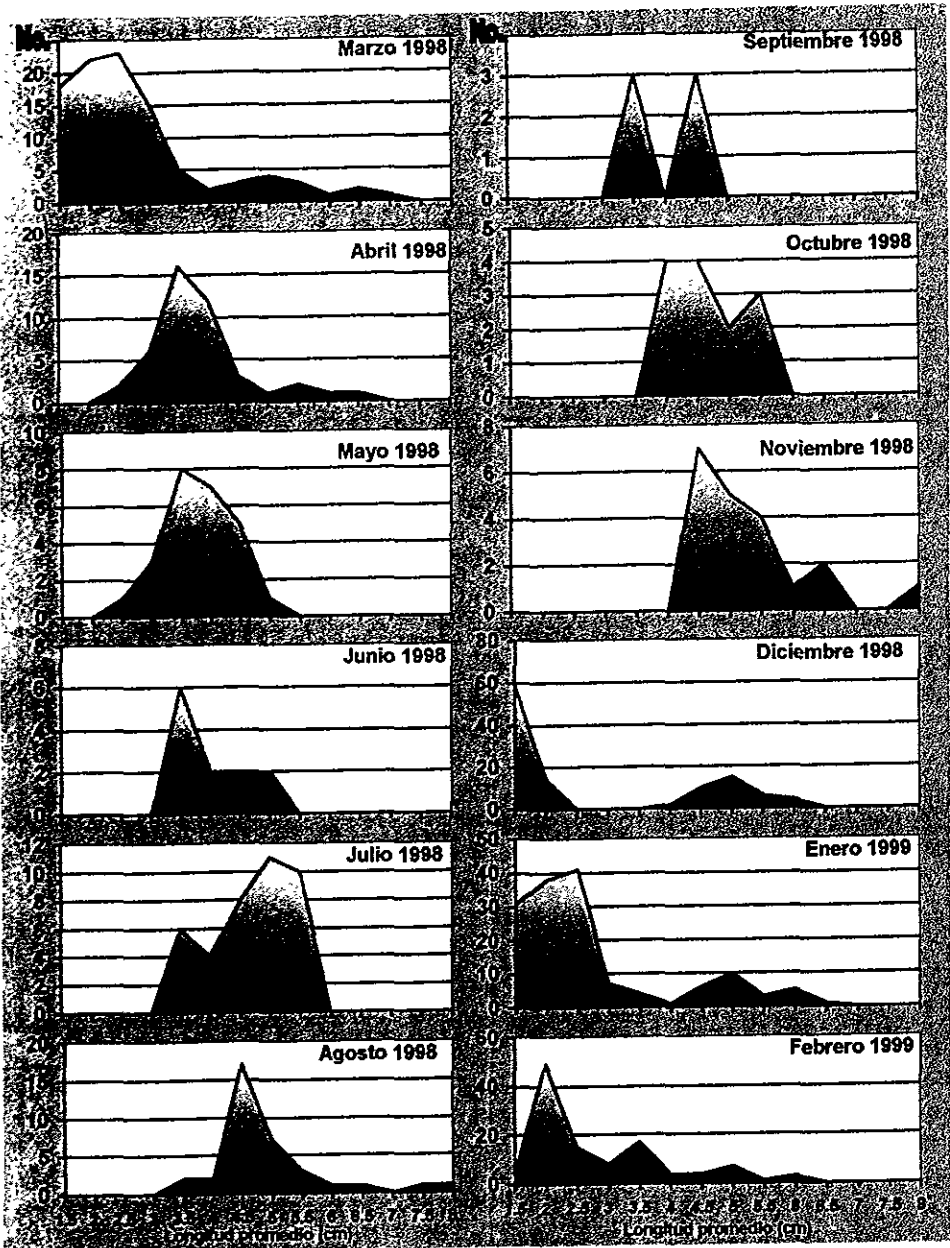


Fig. 7 Distribución mensual de frecuencia de tallas y numero de organismos de *A. fasciatus* colectados en el periodo de Marzo de 1998 a Febrero de 1999.

En el período de Junio- Noviembre el número de organismos colectados y de tallas disminuyó aún más, de 26 organismos registrados en Mayo a 13 en Octubre. El número de tallas disminuyó por efecto del desarrollo de los organismos en las primeras tallas (1.5 a 3 cm) durante los primeros meses del año (hasta Mayo), por lo cual en meses posteriores (hasta Septiembre) se observaron solo tallas de 3 a 5 cm principalmente.

Se infiere que el aumento en la cantidad de agua y velocidad de corriente en el período comprendido entre Julio y Octubre pudo haber provocado el arrastre de algunos peces a áreas más alejadas de las zonas de muestreo. Además, se observó que las poblaciones de *A. fasciatus* se encontraban principalmente en lugares protegidos. Este hecho, dificultó la colecta de peces en el lugar. Por otro lado, las tallas menores no se encontraron debido a que *A. fasciatus* no se reproduce en ese período.

. Las tallas presentes en los meses de Octubre y Noviembre (4.5 a 8 cm) ya habían alcanzado la madurez sexual, por lo cual, se infiere que en estos meses los organismos se reprodujeron y por consiguiente a partir de Diciembre hasta el último muestreo (Febrero, 1999) se observaron peces de tallas menores (1.5 cm) y por tanto se pudo colectar un mayor número de organismos y de tallas diferentes. Estas observaciones concuerdan con el trabajo de Mejía (1991) quien reporta que el período de reproducción de *Astyanax fasciatus* está comprendido principalmente en los meses de Noviembre- Marzo, y, para un porcentaje menor de la población hasta el mes de Julio.

8.2.2 Análisis del contenido estomacal

Se analizaron 466 estómagos de *A. fasciatus* y de los grupos alimentarios encontrados, siete se identificaron hasta género, cuatro hasta orden, además de observar materia orgánica no identificada (denominada como MONI). Debido al avanzado estado de digestión del contenido estomacal analizado algunos organismos no se identificaron hasta género. Los grupos alimentarios están representados principalmente por odonatos, efemerópteros y coleópteros, entre otros (Tabla 2).

Tabla II. Organismos encontrados en el contenido estomacal de *Astyanax fasciatus*.

Taxa	Estómagos donde se presenta	Número de organismos
Animalia		
Artrópoda		
Clase Insecta		
Orden Odonata		
Suborden Anisóptera		
Fam. Libellulidae		
<i>Brachymesia sp.</i>	14	14
Suborden Zigóptera		
Fam. Lestidae		
<i>Archilestes sp.</i>	72	138
Orden Ephemeroptera		
Fam. Ephemerellidae		
<i>Ephemerella sp.</i>	101	248
Orden Hemiptera		
Fam. Naucoridae		
<i>Cryphocricos sp.</i>	19	34
Orden Coleóptera		
Fam. Halplidae		
<i>Peltodytes sp.</i>	22	37
Coleópteros no identificados	33	132
Orden Megalóptera	4	4
Orden Díptera	8	9
Orden Dermáptera	2	1
Clase Chilopoda	2	2
Clase Arácnida	2	2

Tabla II (continuación). Organismos encontrados en el contenido estomacal de *Astyanax fasciatus*.

Subphylum Crustacea Clase Branchiópoda Orden Cladocera Fam. Daphniidae <i>Daphnia sp.</i>	1	1
Chordata Subphylum Vertebrata Clase Actinoptergii División Teleostei Orden Cyprinodontiformes Fam. Poeciliidae <i>Gambusia sp.</i>	5	5
Fungi	2	
Plantae Algae División Chlorophycota	44	
Restos vegetales no identificados	35	

8.2.2.1 Variación estacional

Al hacer el análisis de las variaciones mensuales de alimento se observó lo siguiente:

Marzo. En este mes se analizaron 71 organismos y se observó que *Ephemerella sp.* es el alimento con mayor cantidad de individuos consumidos por *A. fasciatus* (43.2 %) mientras que la materia orgánica no identificada se encontró en el contenido estomacal con mayor frecuencia (43.24 %) y volumen consumido en este mes (32.72 %) (Fig. 8).

De acuerdo al índice de importancia relativa, la materia orgánica no identificada presenta el valor más alto. Sin embargo, no se le puede considerar como un tipo alimentario específico ya que esta conformada por restos de organismos que ya habían sido digeridos. En adelante, se dará mayor importancia a los grupos alimentarios que fueron identificados. Por otra parte, es necesario aclarar que la materia orgánica no identificada, las algas y los restos vegetales que se reportan no pueden analizarse por el método numérico, índice de importancia alimentaria y valor de importancia debido a que no se pudieron cuantificar por número de individuos presentes en la dieta.

El índice de importancia alimentaria y el valor de importancia muestran que *Ephemerella sp.* es el principal alimento seguido por *Archilestes sp.* y *Peltodytes sp.* Este último fue consumido con frecuencia y en cantidades similares a *Ephemerella sp.*, sin embargo su peso hace que disminuya su importancia al ser evaluado (Fig. 9). Se observó que la presencia de estos organismos en el sistema era abundante en comparación con otros organismos (hemípteros y coleópteros). Aunque no se cuantificó el total de odonatos y efemerópteros presentes en el sistema, las observaciones en el campo concuerdan con reportes de otros trabajos en los cuales se menciona que estos organismos son elementos biológicos importantes, especialmente en sistemas acuáticos lénticos, no solo por su gran abundancia, sino también por que constituyen la principal fuente de alimento de depredadores como peces, aves e invertebrados (Chacón, 1993).

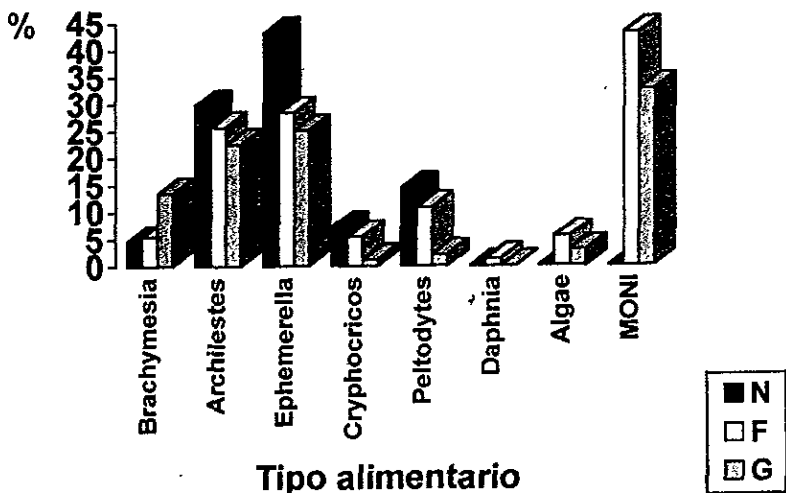


Fig. 8 Porcentajes del método numérico (N), de frecuencia (F) y gravimétrico (G) de los tipos alimentarios encontrados en el mes de Marzo.

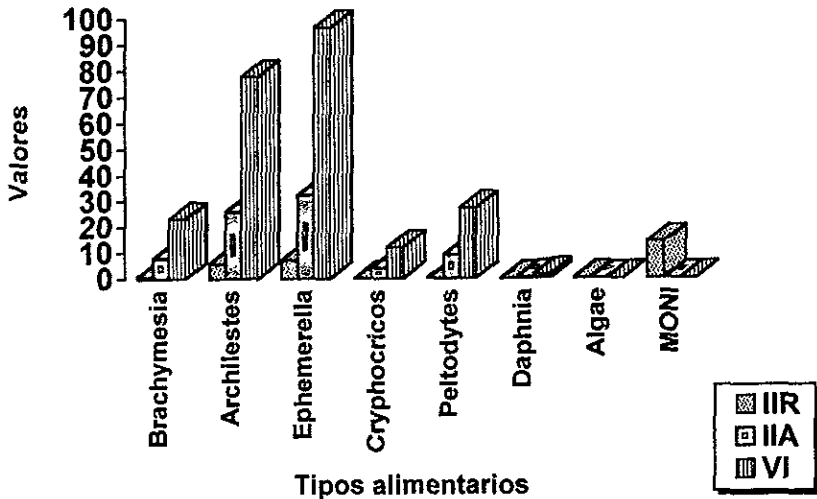


Fig. 9 Valores del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los grupos alimentarios encontrados en el mes de Marzo.

Abril. En este mes se analizaron 40 peces y se observó que el efemeróptero *Ephemerella sp.* aportó el mayor número de elementos en la dieta de *A. fasciatus* mientras que la materia orgánica no identificada aparece con mayor frecuencia en el contenido estomacal y es el de mayor volumen.

Por otro lado, el índice de importancia relativa, el índice de importancia alimentaria y el valor de importancia indican que *Ephemerella sp.* es el alimento de mayor importancia debido principalmente a que fue el organismo de mayor consumo y peso registrado. Le sigue en importancia *Cryphocricos sp.* debido al número de individuos y a la frecuencia de aparición en la dieta de este mes. Estos resultados son similares al mes de Marzo, ya que se mantuvieron constantes las condiciones ambientales así como la disponibilidad de alimento en el sistema, en este caso, larvas de odonatos y efemerópteros, principalmente (Tabla III).

Tabla III. Porcentajes promedio del método numérico (N), de frecuencia (F), gravimétrico (G) y valores promedio del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los grupos alimentarios encontrados en el mes de Abril.

Tipo alimentario	Método de análisis					
	Numérico	Frecuencia	Gravimétrico	IIR	VI	IIA
<i>Archifestes sp.</i>	10.76	12.50	9.65	1.20	32.91	10.97
<i>Ephemerella sp.</i>	46.15	42.50	36.79	15.6	125.8	41.84
<i>Peltodytes sp.</i>	6.10	5.00	0.08	0.04	11.10	3.70
<i>Cryphocricos</i>	29.23	17.50	3.70	0.64	50.43	16.81
<i>Brachymesia sp.</i>	3.00	5.00	3.82	0.19	11.82	3.94
Diptero	3.00	2.50	0.02	0.06	5.50	1.83
Algae		5.00	0.09	0.04		
Fungi		2.50	1.73	0.04		
RVNI (*)		2.50	1.00	0.02		
MONI		37.50	41.00	15.3		

(*)= Restos vegetales no identificados.

Mayo. Para este mes se analizaron 23 peces y se encontró el mismo patrón de organismos consumidos que en Abril, siendo *Ephemerella sp.* el alimento preferido por *A. fasciatus*.

Junio. En este mes se observa un cambio importante en la composición de la dieta de *A. fasciatus* (11 organismos analizados), ya que las algas son el grupo más importante y los grupos como ódonatos y efemerópteros disminuyen considerablemente (Fig. 10). Esto se debe a que cambian las condiciones del sistema, en este caso en el comienzo de la temporada de lluvias, lo cual pudo provocar: 1) que estos organismos hayan sido transportados aguas abajo por acción del aumento en la cantidad y velocidad de corriente de agua (proceso conocido como Deriva), o bien, 2) como el desarrollo de sus formas inmaduras se lleva a cabo en aguas claras (característica del sistema en el período de estiaje), hayan abandonado el sistema al pasar a la forma adulta en esta temporada.

Comparando los resultados de este mes con los demás, se puede inferir que el hábito alimentario de *A. fasciatus* cambia según la disponibilidad y variabilidad del alimento en el sistema.

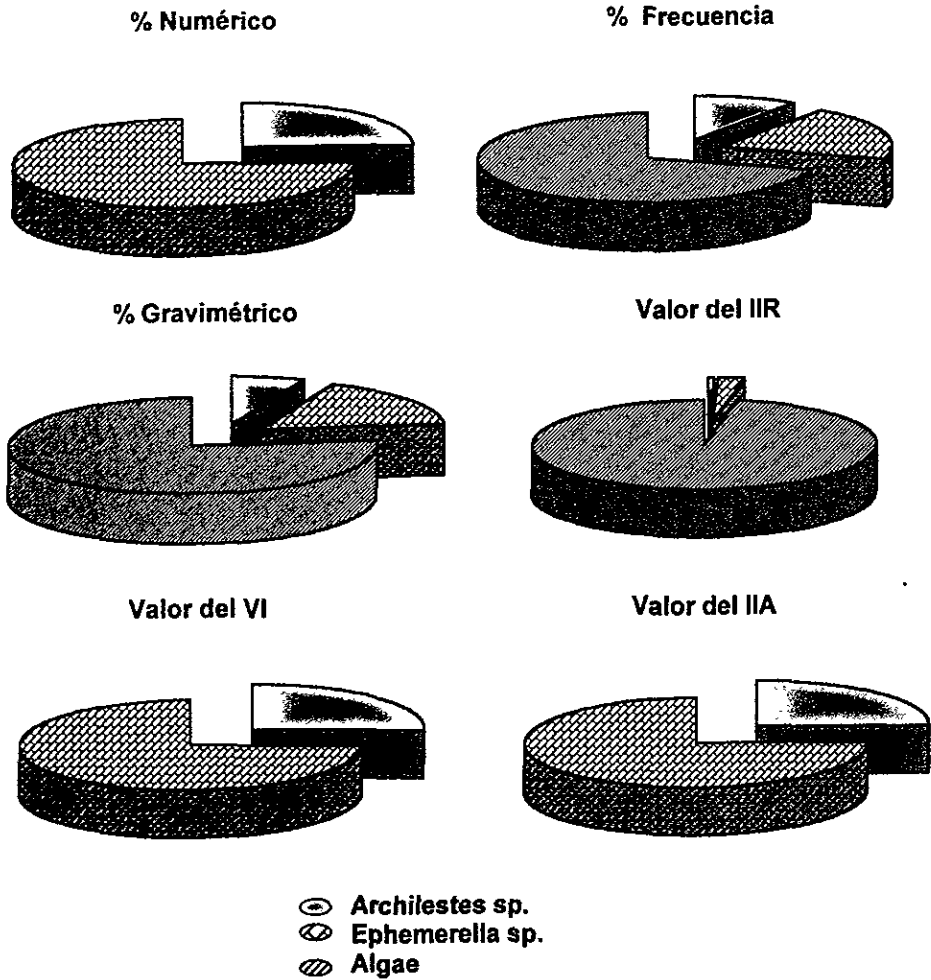


Fig. 10 Porcentajes del método numérico, de frecuencia, gravimétrico y valores del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los tipos alimentarios encontrados en el mes de Junio.

Julio. El método numérico indica que *Ephemerella sp.* es el organismo con mayor número de individuos (54.83 %) registrados en el contenido estomacal de 32 peces analizados, la materia orgánica no identificada aparece con mayor frecuencia en la dieta (21.87 %) y también es superior en el volumen registrado en el contenido estomacal (35.28 %).

En este mes, aparecen dentro de la dieta organismos que no se habían encontrado en los muestreos anteriores, por ejemplo, *Gambusia sp.* y los restos de plantas (hojas y raíces). Estos tipos alimentarios son consumidos cuando los principales tipos alimentarios escasean, observándose este cambio durante la temporada de lluvias en los meses de Junio – Julio. En esta época las algas y restos de plantas constituyen la parte más importante en la dieta de *A. fasciatus*.

De acuerdo al índice de importancia relativa, los restos vegetales obtienen el valor más alto en el mes de Julio, debido a la frecuencia de aparición y al peso registrado en el contenido estomacal, mientras que en el índice de importancia alimentaria y en el valor de importancia se observa que todos los tipos alimentarios encontrados son parte importante en la dieta de *A. fasciatus*, siendo *Ephemerella sp.* el que posee valores más elevados debido principalmente al número de individuos consumidos (Tabla IV).

Agosto. En este mes se analizaron 31 peces, observándose que en el método numérico indica que los coleópteros y el díptero son los organismos con mayor número de elementos en la dieta (42.77 y 28.57 %, respectivamente), en estos resultados se debe considerar que se registraron pocos individuos en el contenido estomacal y por tanto se realza la importancia de estos grupos alimentarios. Los restos vegetales se encuentran con mayor frecuencia (35.48 %) mientras que la materia orgánica no identificada ocupa el mayor volumen (48.34 %) seguido por *Gambusia sp* (24.62 %) (Fig. 11)

Tabla IV. Porcentajes promedio del método numérico (N), de frecuencia (F), gravimétrico (G) y valores promedio del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los tipos alimentarios encontrados en el mes de Julio.

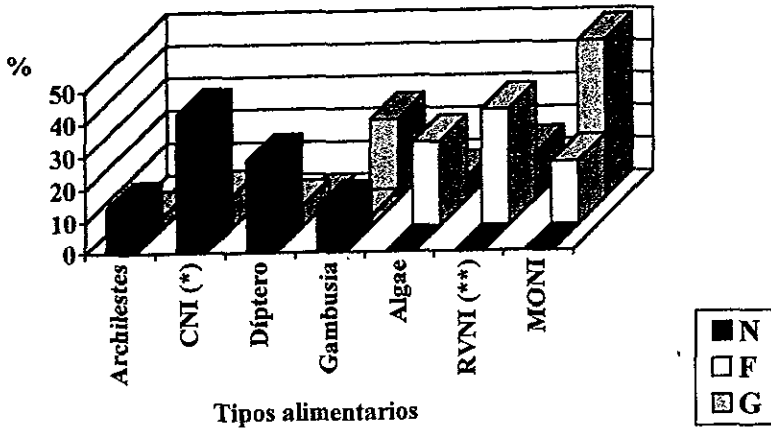
Tipo alimentario	Método de análisis					
	Numérico	Frecuencia	Gravimétrico	IIR	VI	IIA
<i>Archilestes sp.</i>	9.60	6.20	0.07	0.01	15.80	5.26
<i>Ephemerella sp.</i>	54.83	6.20	5.33	0.33	66.36	22.12
CNI (*)	12.80	9.30	9.97	0.62	32.03	10.67
Megalóptero	3.20	3.10	6.51	0.20	12.81	4.27
<i>Gambusia sp.</i>	3.20	3.10	11.10	0.34	17.40	5.80
<i>Cryphocricos sp</i>	3.20	3.10	0.01	0.01	9.50	3.16
Algae		9.30	2.20	0.20		
RVNI (**)		18.75	30.50	5.71		
MONI		21.87	35.28	7.71		

(*) Coleópteros no identificados

(**) Restos vegetales no identificados

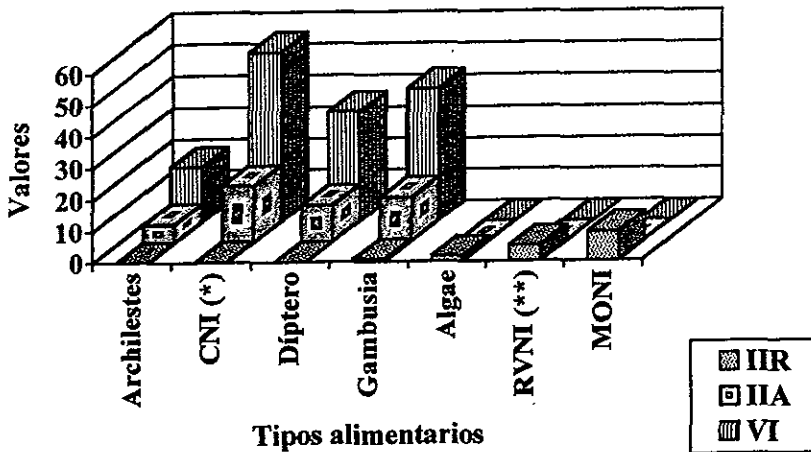
En el índice de importancia relativa se muestra que los restos vegetales adquieren mayor importancia, mientras que el índice de importancia alimentaria y el valor de importancia indican que los coleópteros son el alimento más importante, seguidos por *Gambusia sp.* (Fig. 12)

En este mes, se mantiene el amplio espectro trófico de organismos consumidos en comparación con los organismos presentes en la dieta hasta el mes de Mayo. Esto se debe a que los coleópteros y hemípteros son los insectos más tolerantes al cambio en las condiciones del medio (toleran amplios cambios en pH y oxígeno disuelto) en comparación con odonatos y efemerópteros (Hutchinson, 1993; Kellog, 1994), que en esta temporada ya no están disponibles como alimento para *A. fasciatus*.



(*) Coleópteros no identificados
 (**) Restos vegetales no identificados

Fig. 11 Porcentajes del método numérico (N), de frecuencia (F) y gravimétrico (G) de los tipos alimentarios encontrados en el mes de Agosto



(*) Coleópteros no identificados
 (**) Restos vegetales no identificados

Fig. 12 Valores del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los tipos alimentarios encontrados en el mes de Agosto.

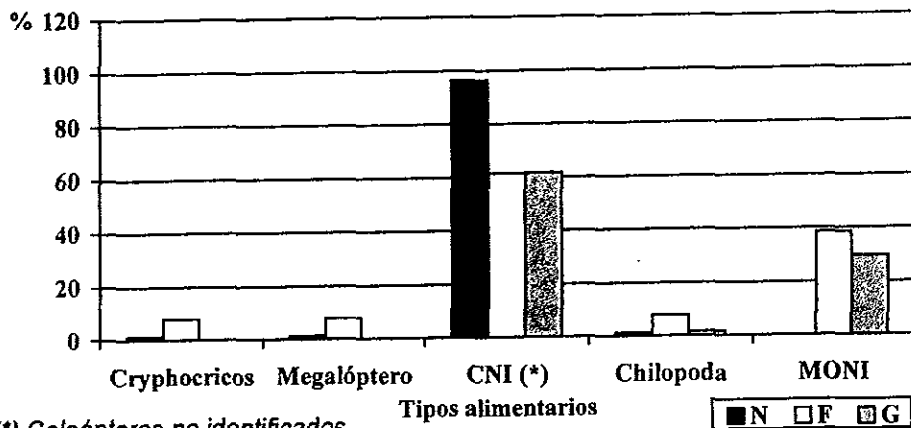
Septiembre. En la Tabla V se observa que la materia orgánica no identificada (MONI) alcanza los valores más altos en los métodos de análisis utilizados, ya que en la dieta de este mes sólo se presentó un megalóptero y la demás parte la constituye MONI.

Estos resultados no son significativamente representativos si consideramos el bajo número de organismos colectados en este mes (seis) de los cuales en tres de ellos se encontraron estómagos vacíos. Generalmente, los muestreos se realizaron entre 10 a.m. y 12 p.m. y para este mes se realizó el muestreo más tarde (aproximadamente a las 2:00 p.m). De acuerdo a los resultados obtenidos y a la hora en que se realizaron los muestreos se infiere que *A. fasciatus* ingirió su alimento en las mañanas y que por tal motivo en este mes se encontró material muy digerido en el contenido estomacal.

Tabla V. Porcentajes del método numérico (N), de frecuencia (F), gravimétrico (G) y valores del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los tipos alimentarios encontrados en el mes de septiembre.

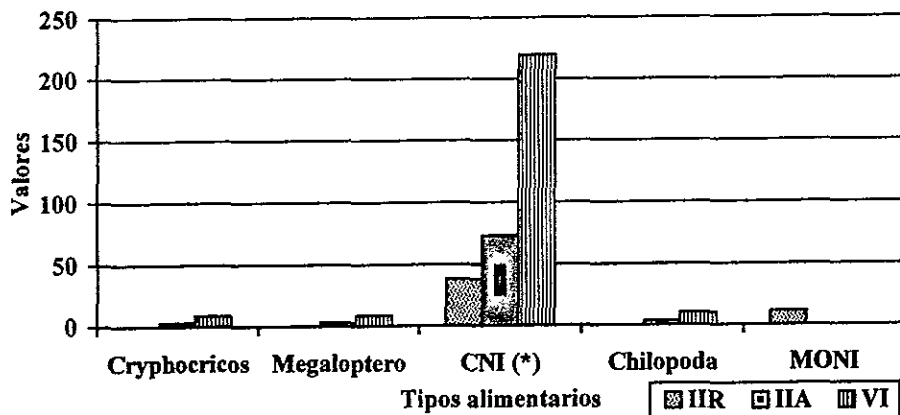
Tipo alimentario	Método de análisis					
	Numérico	Frecuencia	Gravimétrico	IIR	VI	IIA
Megalóptero	100	16.66	5.89	0.98	122	40.8
MONI		66.66	94.11	62.7		

Octubre. En este mes se analizaron 13 organismos y se observó que los coleópteros constituyen el principal alimento en la dieta de *A. fasciatus* (Fig. 13 y 14). Se observó que varios de los coleópteros que se registraron en la dieta pertenecen a sistemas terrestres, o están asociados a la vegetación, por lo que se infiere que estos fueron arrastrados al sistema acuático por la acción de vientos y lluvias. La identificación de estos organismos no fue posible debido a que carecían de algunas partes corporales importantes (cabeza, antenas, extremidades) necesarias para ubicarlos taxonómicamente.



(*) Coleópteros no identificados

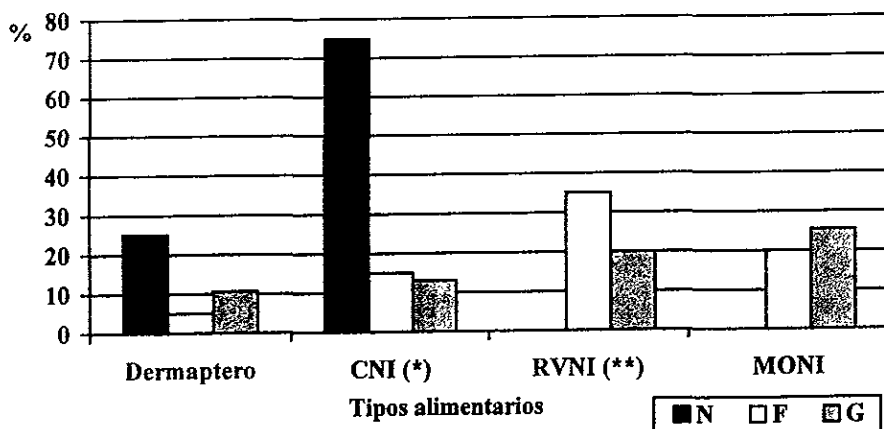
Fig. 13 Porcentajes del método numérico (N), de frecuencia (F), gravimétrico (G) de los tipos alimentarios encontrados en el mes de Octubre



(*) Coleópteros no identificados

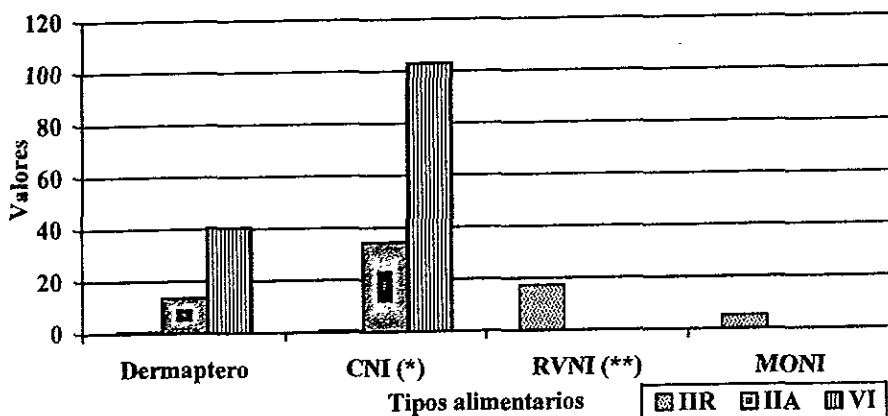
Fig. 14 Valores del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los grupos alimentarios encontrados en el mes de Octubre.

Noviembre. Se analizó el contenido estomacal de 20 peces en este mes y se encontró que el número de individuos registrados en el contenido estomacal es muy bajo y en consecuencia la importancia de un grupo alimentario dado en este mes radica en la frecuencia y peso registrados. Así, los restos vegetales son el principal alimento encontrado en la dieta (Fig. 15). Sin embargo, los coleópteros alcanzan los valores más altos en el índice de importancia alimentaria y en el valor de importancia, ya que estos métodos evalúan el número de individuos registrados (Fig. 16).



(*) Coleópteros no identificados
 (**) Restos vegetales no identificados

Fig. 15 Porcentajes del método numérico (N), de frecuencia (F), gravimétrico (G) de los tipos alimentarios encontrados en el mes de Noviembre.



(*) Coleópteros no identificados

(**) Restos vegetales no identificados

Fig. 16 Valores del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los grupos alimentarios encontrados en el mes de Noviembre.

Diciembre. Para este mes se analizaron 71 peces y *Ephemerella sp.* vuelve a ser el principal alimento debido a que contribuye con más individuos en la dieta que el resto de los organismos encontrados. Le sigue en importancia la materia orgánica no identificada, la cual domina en frecuencia de aparición y peso en la dieta, aunque los valores que tiene *Ephemerella sp.* son muy cercanos a esta (Tabla IV). Esto se debe a que las condiciones del sistema vuelven a ser similares a las de la época de estiaje en los muestreos de Marzo- Mayo de 1998, aunque en este mes se encuentran organismos que constituyen la dieta de *A. fasciatus* en la temporada de lluvias, pero en menor porcentaje.

Tabla VI. Porcentajes promedio del método numérico (N), de frecuencia (F), gravimétrico (G) y valores promedio del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los tipos alimentarios encontrados en el mes de Diciembre.

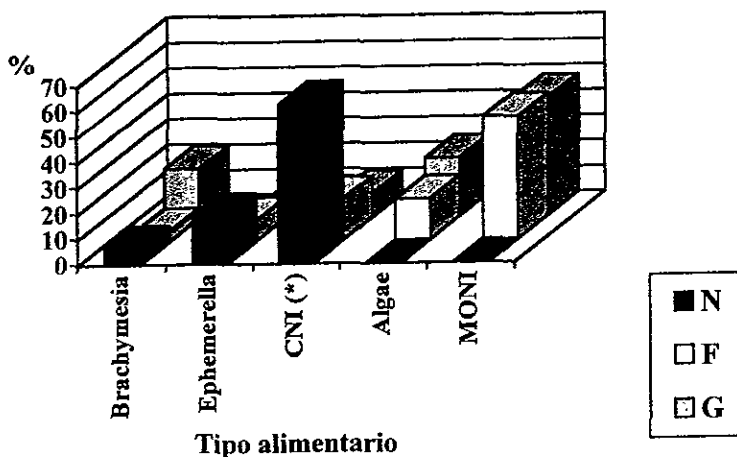
Tipo alimentario		Método de análisis				
	Numérico	Frecuencia	Gravimétrico	IIR	VI	IIA
<i>Archilestes sp.</i>	8.33	5.88	0.64	0.03	14.85	4.95
<i>Ephemerella sp.</i>	66.66	23.52	10.28	3.34	100.4	33.48
Arachnida	5.50	3.92	8.00	0.31	17.42	5.80
Megalóptero	2.77	1.96	0.46	0.09	5.19	1.73
<i>Gambusia sp.</i>	2.77	1.96	29.39	0.57	34.12	11.37
<i>Cryphocricos sp</i>	2.77	1.96	2.20	0.43	6.93	2.31
CNI (*)	8.27	5.88	2.08	0.05	16.17	5.41
Algae		13.72	17.66	0.24		
RVNI (**)		1.96	0.96	0.18		
MONI		39.21	53.33	20.5		

(*) Coleópteros no identificados

(**) Restos vegetales no identificados

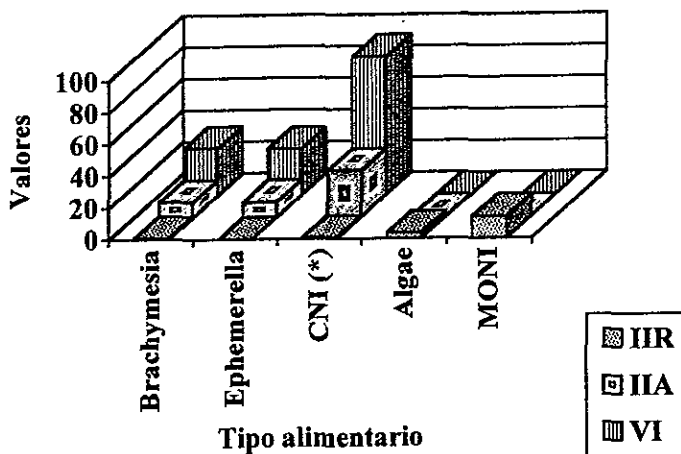
Enero. En la figura 17 se observa que los coleópteros aparecen de nuevo y su importancia se expresa en la cantidad de individuos registrados (62.5 %), mientras que la materia orgánica no identificada aparece con mayor frecuencia y peso, seguido por Algae. Esta misma relación se observa en el índice de importancia relativa, índice de importancia alimentaria y valor de importancia en 76 peces analizados (Fig. 18)

Los coleópteros no identificados formaron parte muy importante en la dieta de *A. fasciatus* principalmente en Octubre, Noviembre y Enero, ya que se encontraron en mayor cantidad en el sistema en comparación con los demás insectos y probablemente se debe al ciclo de vida que poseen estos organismos, siendo en esta temporada cuando se reproducen.



(*) Coleópteros no identificados

Fig. 17 Porcentajes del método numérico (N), de frecuencia (F), gravimétrico (G) de los tipos alimentarios encontrados en el mes de Enero de 1999.

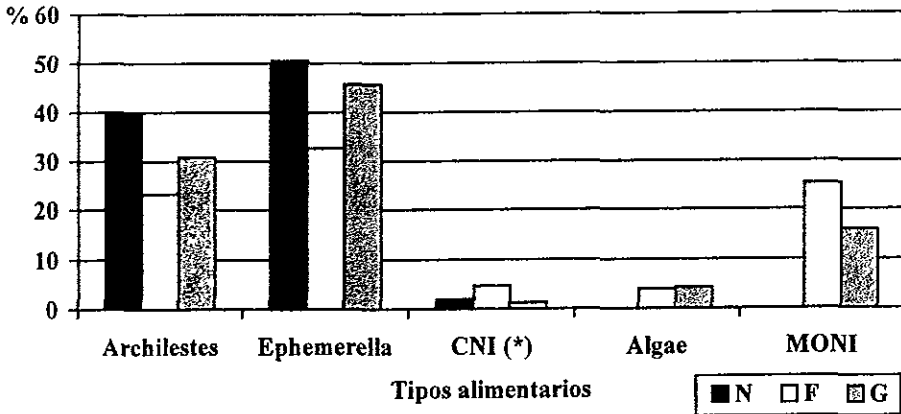


(*) Coleópteros no identificados

Fig. 18 Valores del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los grupos alimentarios encontrados en el mes de Enero de 1999.

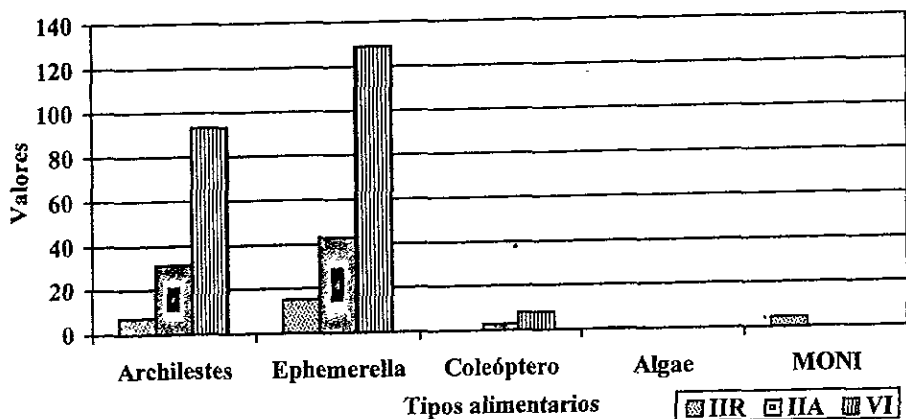
Febrero. Este fue el último mes de muestreo y se analizaron 72 peces en total. Se observó que *Ephemerella sp.* domina en todos los métodos de análisis utilizados y le sigue en importancia *Archilestes sp.* (Fig. 19 y 20).

Como se menciona en el mes de Diciembre, esto se debe a que se tienen de nuevo las condiciones características de la temporada de estiaje, aunque en este mes ya no se presentan los tipos alimentarios que se presentan en la temporada de lluvias.



(*) Coleópteros no identificados

Fig. 19 Porcentajes del método numérico (N), de frecuencia (F), gravimétrico (G) de los tipos alimentarios encontrados en el mes de Febrero de 1999.



(*) Coleópteros no identificados

Fig. 20 Valores del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los grupos alimentarios encontrados en el mes de Febrero de 1999.

8.2.2.2 Variación por tallas

En cuanto a la composición de la dieta de *A. fasciatus* entre tallas se observó lo siguiente:

Talla 3- 7 (1.1- 3.5 cm). El ódonato *Archilestes sp.* es el tipo alimentario de mayor importancia en la talla 3, ya que presenta valores superiores a los demás grupos alimentarios en los métodos de análisis empleados (Fig. 21 y 22). Esto se debe a que estas tallas ya pueden alimentarse de larvas de odonatos y efemerópteros, además de que se presentaron en los meses de Marzo (1998) y Diciembre- Febrero (1999) en los cuales la abundancia de estos insectos es mayor como se ha discutido anteriormente.

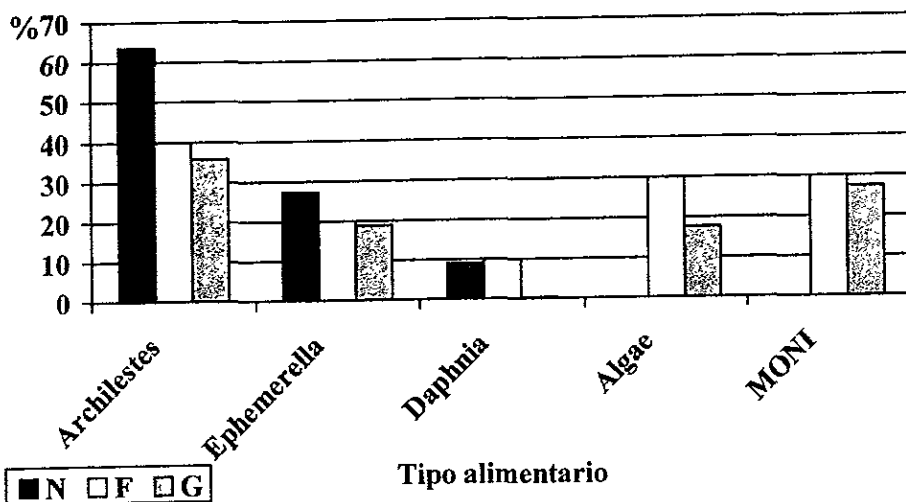


Fig. 21 Porcentajes del método numérico (N), de frecuencia (F), gravimétrico (G) de los tipos alimentarios encontrados en la talla 3.

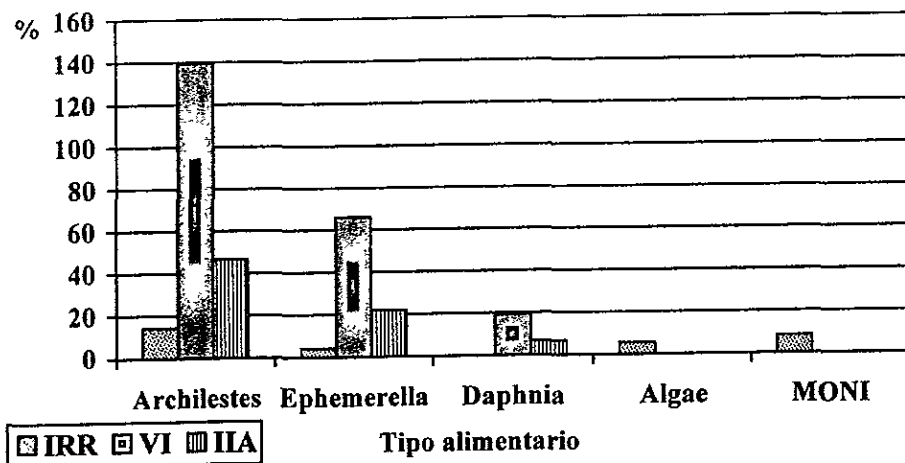


Fig. 22 Valores del Índice de importancia relativa (IRR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los tipos alimentarios encontrados en la talla 3.

En la Tabla VII se observa que en las tallas 4- 7 el efemeróptero *Ephemerella sp.* es el alimento más consumido en estas tallas. *Ephemerella sp.* y *Archilestes sp.* tienen gran importancia en la dieta de las tallas menores y esto se debe a que presenta formas larvarias de diferentes tamaños que pueden ser aprovechadas por *A. fasciatus*. Aunque en este trabajo no se analizaron los peces con tallas de 0 a 0.9 cm en las cuales tal vez *A. fasciatus* se alimenta de protozoarios, rotíferos o microalgas, si se pudo observar que a partir de 1 cm estos peces ya pueden alimentarse de organismos más grandes, en este caso de larvas de odonatos y efemerópteros.

Tabla VII. Porcentajes promedio del método numérico (N), de frecuencia (F), gravimétrico (G) y valores promedio del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los tipos alimentarios encontrados en las tallas 4- 7.

Tipo alimentario		Método de análisis				
	Numérico	Frecuencia	Gravimétrico	IIR	VI	IIA
<i>Archilestes sp.</i>	23.46	21.52	21.05	4.72	66.01	22.00
<i>Ephemerella sp.</i>	50.28	39.10	43.58	17	132.8	44.29
<i>Peltodytes sp.</i>	10.44	8.73	1.94	0.23	21.26	7.08
Megalóptero	1.87	2.56	2.23	0.07	6.71	2.23
CNI (*)	9.50	3.44	3.84	0.12	12.99	4.03
<i>Cryphocricos sp.</i>	11.39	11.74	2.65	0.49	25.61	8.53
<i>Brachymesia sp.</i>	0.98	1.89	0.33	0.01	3.33	1.11
Díptero	1.80	1.69	0.12	0.00	3.77	1.25
Algae		8.23	6.85	0.57		
MONI		38.33	27.40	7.74		

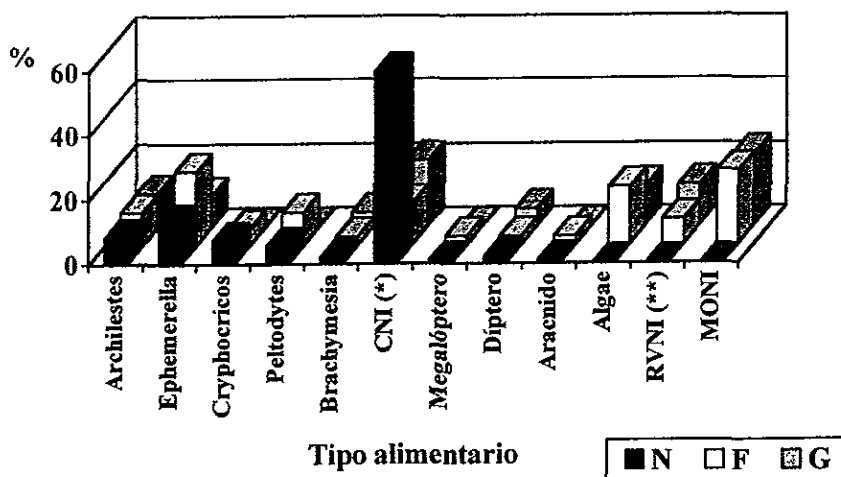
(*) Coleópteros no identificados

Talla 8 (3.6- 4.0 cm). En esta talla, la composición de la dieta es más amplia y se observa que en el método numérico los coleópteros son el alimento con mayor número de individuos registrados en el contenido estomacal (59.9 %), mientras que la materia orgánica no identificada (MONI) se presenta con mayor frecuencia y peso en la dieta (23 y 22.3 % respectivamente), seguido por Algae (17.9 y 12.2 %) y coleópteros (12.7 y 20.6 %) (Fig. 23).

En el índice de importancia relativa la materia orgánica no identificada alcanza los valores más altos (5.12), ya que este método de análisis evalúa peso y frecuencia.

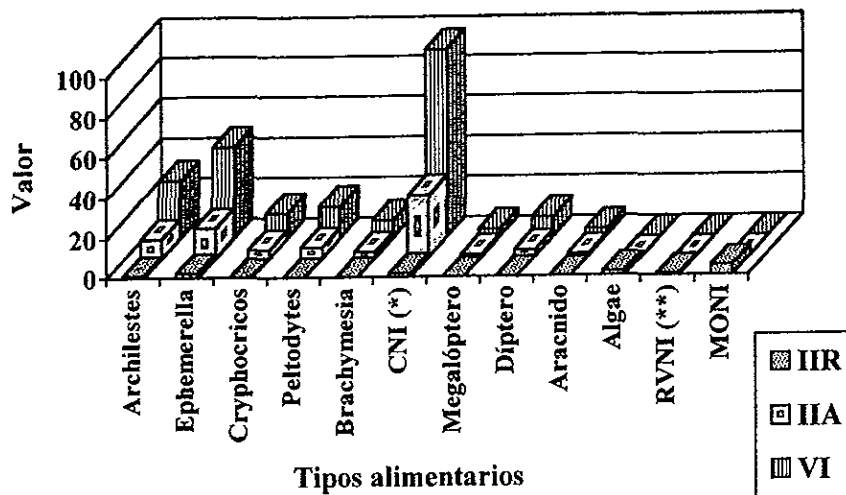
Por otro lado, el índice de importancia alimentaria y el valor de importancia indican que los coleópteros son el principal tipo alimentario encontrado en la dieta de *A. fasciatus* (Fig. 24).

El tamaño de los organismos consumidos es variable y se observa que no existe un tamaño específico del alimento que sea requerido para que pueda ser consumido por *A. fasciatus* en esta talla.



(*) Coleópteros no identificados
 (**) Restos vegetales no identificados

Fig. 23 Porcentajes del método numérico (N), de frecuencia (F), gravimétrico (G) de los tipos alimentarios encontrados en la talla 8.



(*) Coleópteros no identificados
 (**) Restos vegetales no identificados

Fig. 24 Valores del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los grupos alimentarios encontrados en la talla 8.

Talla 9- 13 (4.1- 6.5). *Ephemerella sp.* es el alimento que aporta más elementos a la dieta de las tallas 9- 10 (50.9 %), mientras que la materia orgánica no identificada constituye el mayor volumen (22.75 %) y aparece con mayor frecuencia (20.58 %). Por tal motivo, alcanza los valores más altos en el índice de importancia relativa. Por otro lado, el índice de importancia alimentaria y el valor de importancia muestran a *Ephemerella sp.* (21.87 y 7.29) como el principal tipo alimentario seguido por *Archilestes sp.* (14.13 y 4.71) y los coleópteros (Tabla VIII).

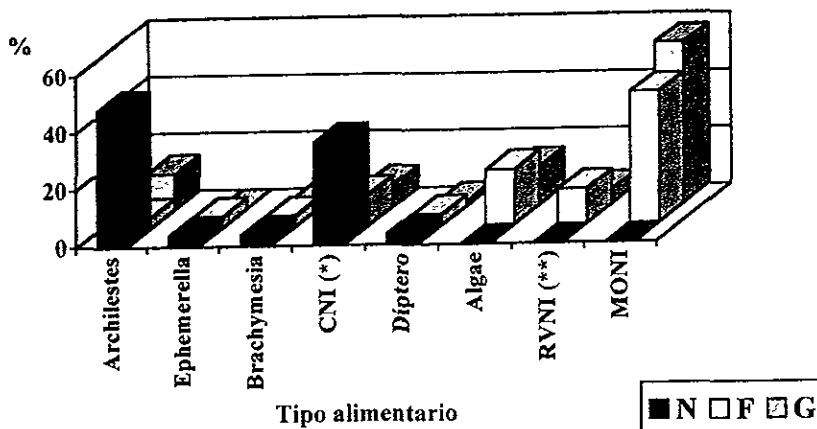
Tabla VIII. Porcentajes promedio del método numérico (N), de frecuencia (F), gravimétrico (G) y valores promedio del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria de los tipos alimentarios encontrados en las tallas 9- 10.

Tipo alimentario		Método de análisis				
	Numérico	Frecuencia	Gravimétrico	IIR	VI	IIA
<i>Archilestes sp.</i>	8.40	4.85	0.88	0.05	14.13	4.71
<i>Ephemerella sp.</i>	50.95	12.70	8.75	1.38	21.87	7.29
<i>Brachymesia sp.</i>	5.60	2.80	0.04	0.01	8.44	2.81
CNI (*)	31.15	1.40	2.60	0.03	9.60	3.20
Megalóptero	2.80	1.40	2.10	0.02	6.30	3.10
<i>Gambusia sp.</i>	2.80	1.40	3.70	0.05	7.90	2.63
Chilopoda	2.80	1.40	2.40	0.03	6.60	2.20
<i>Cryphocricos sp</i>	2.80	4.30	1.30	0.05	8.40	2.80
Arácnido	1.80	1.80	5.70	0.09	9.10	3.03
Algae		11.70	10.85	1.35		
Fungi		2.30	0.05	0.01		
RVNI (**)		14.55	16.15	2.28		
MONI		22.75	20.58	16.8		

(*) Coleópteros no identificados

(**) Restos vegetales no identificados

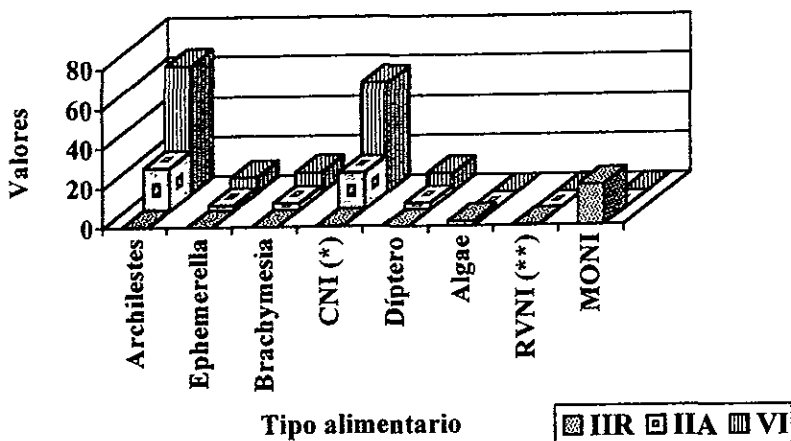
En la talla 11 *Archilestes sp.* domina en el método numérico (48 %), mientras que la materia orgánica no identificada representa el alimento de mayor frecuencia (42.3 %) y volumen (47.7 %) en la dieta y por consiguiente obtiene el valor más elevado en el índice de importancia relativa (Fig. 25).



(*) Coleópteros no identificados (**) Restos vegetales no identificados

Fig. 25 Porcentajes del método numérico (N), de frecuencia (F) y gravimétrico (G) de los tipos alimentarios encontrados en la talla 11.

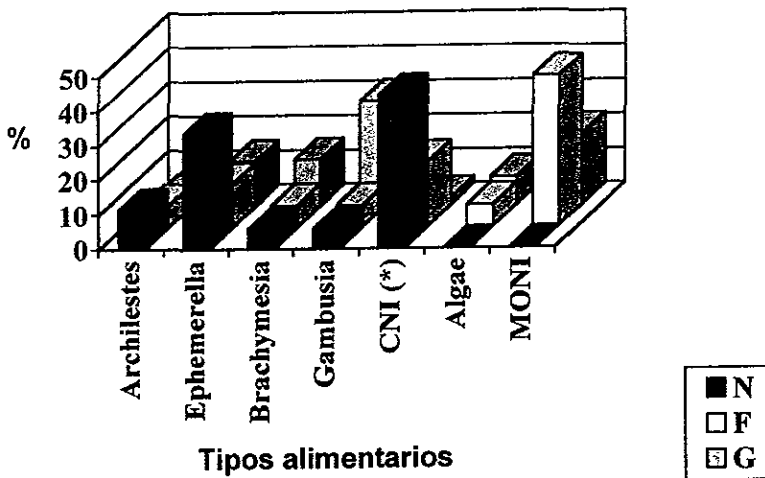
En el valor de importancia y en el índice de importancia alimentaria se observa que *Archilestes sp.* es el principal tipo alimentario encontrado en la dieta de esta talla (64.2 y 21.4), seguido en importancia por los coleópteros (Fig. 26).



(**) Restos de vegetales no identificados (*) Coleópteros no identificados

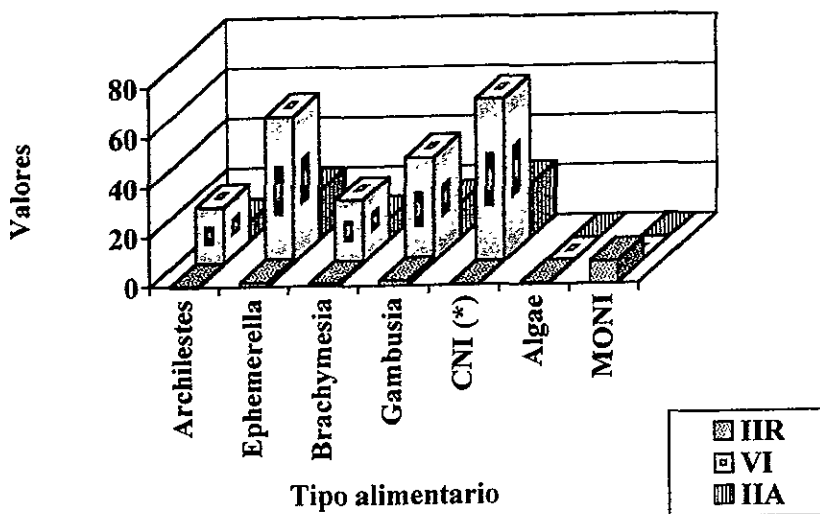
Figura 26. Valores del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los tipos alimentarios encontrados en la talla 11.

En la figura 27 se observa que en la talla 12 los coleópteros contribuyen con más individuos a la dieta de *A. fasciatus* (44.5 %), mientras que la materia orgánica no identificada aparece con más frecuencia (43.7 %) y *Gambusia sp.* es el alimento con mayor peso registrado (30.3 %). Sin embargo, el índice de importancia alimentaria y el valor de importancia indican que los coleópteros son el principal alimento (Fig. 28).



(*) Coleópteros no identificados

Fig. 27 Porcentajes del método numérico (N), de frecuencia (F), gravimétrico (G) de los tipos alimentarios encontrados en la talla 12.

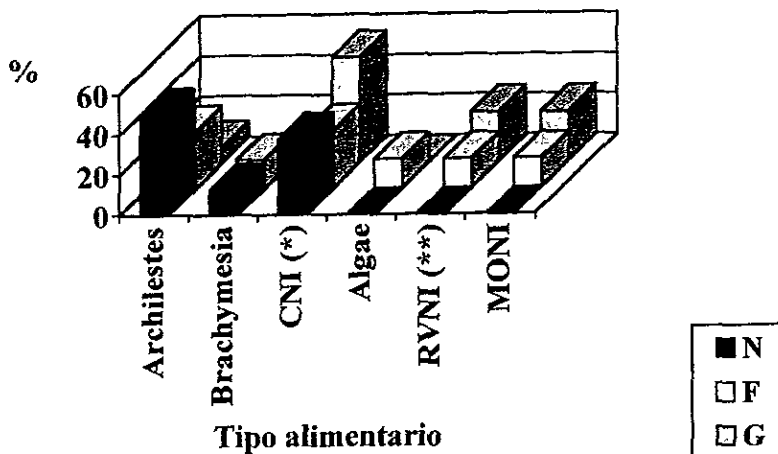


(*) Coleópteros no identificados

Fig. 28 Valores del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los tipos alimentarios encontrados en la talla 12.

En la talla 13, *Archilestes sp.* es el más importante en cuanto a número y frecuencia se refiere (50 y 28.6 %), mientras que los coleópteros constituyeron el de mayor peso registrado en la dieta (Fig. 29). Por tanto, el índice de importancia relativa indica que los coleópteros son el principal alimento, mientras que *Archilestes sp.* domina en el índice de importancia alimentaria y en el valor de importancia (Fig. 30)

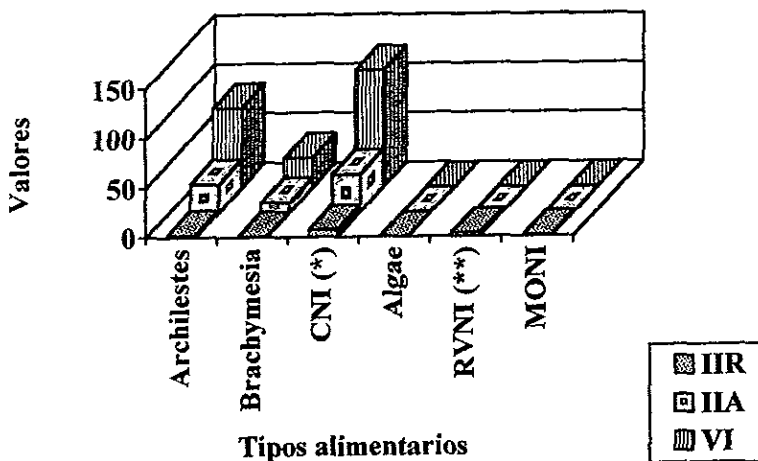
En las tallas 9- 13 aún se observó un amplio espectro trófico de organismos consumidos por *A. fasciatus*, ya que estas tallas se encuentran en la mayoría de los meses del año, principalmente las tallas 9 y 10 (4.1- 5.0 cm). Por tal motivo, se encontraron todos los grupos alimentarios en el contenido estomacal que se registraron durante todo el trabajo.



(*) Coleópteros no identificados

(**) Restos vegetales no identificados

Fig. 29 Porcentajes del método numérico (N), de frecuencia (F), gravimétrico (G) de los tipos alimentarios encontrados en la talla 13.



(*) Coleópteros no identificados

(**) Restos vegetales no identificados

Fig. 30 Valores del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los tipos alimentarios encontrados en la talla 13.

Talla 14- 16 (6.6 a 8.0 cm). En la talla 14 sólo se encontró al odonato *Brachymesia sp.*. En la talla 15 *Gambusia sp.* tiene los valores más altos en los métodos de análisis empleados para la talla 15, debido principalmente a su mayor peso en comparación con el díptero registrado (Tabla IX). Por otro lado, en la talla 16 el dermáptero es el principal alimento (Tabla X).

Sin embargo, estos resultados no pueden generalizar la preferencia de *A. fasciatus* en estas tallas a consumir los tipos alimentarios registrados. Esto se debe a que se colectaron muy pocos organismos en estas tallas (cuatro en total).

Tabla IX. Porcentajes del método numérico (N), de frecuencia (F), gravimétrico (G) y valores del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los grupos alimentarios encontrados en la talla 15.

Tipo alimentario	Método de análisis					
	Numérico	Frecuencia	Gravimétrico	IIR	VI	IIA
Díptero	50	100	0.3	0.3	150	50
<i>Gambusia sp.</i>	50	100	99.7	99.7	249	83.2

Tabla X. Porcentajes del método numérico (N), de frecuencia (F), gravimétrico (G) y valores del índice de importancia relativa (IIR), valor de importancia (VI) y del índice de importancia alimentaria (IIA) de los grupos alimentarios encontrados en la talla 16.

Tipo alimentario	Método de análisis					
	Numérico	Frecuencia	Gravimétrico	IIR	VI	IIA
<i>Archilestes sp.</i>	50	50	8.8	4.4	108	36.2
Dermáptero	50	50	91.2	45.6	191	63.7

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis del contenido estomacal por tallas se puede decir que el tipo de hábito alimentario que presenta *Astyanax fasciatus* es carnívoro, ya que preferentemente selecciona los alimentos de origen animal. Además, de acuerdo al grado de digestión en que se encontraron los tipos alimentarios en el contenido estomacal y con base en las horas del día en que se realizaron los muestreos se puede decir que *A. fasciatus* obtiene su alimento en las mañanas, posiblemente entre 8 y 11 a.m.

Aunque, en algunos meses del año (Julio- Octubre) se incrementa el consumo de alimentos de origen vegetal, estos no llegan a constituir el 100 % de la dieta, mientras que los alimentos de origen animal se presentaron en mayores cantidades en el contenido estomacal durante casi todo el año. Se infiere que el consumo de organismos vegetales que se da cuando escasean los principales tipos alimentarios en la temporada de lluvias forma parte de los mecanismos de supervivencia de *A. fasciatus* cuando las condiciones del sistema y de la propia biología de los organismos presentes no permiten que exista una variabilidad y disponibilidad de alimento.

La variación en el tipo de alimentación concuerda con los resultados obtenidos por Arcifa (1991), quien menciona que *A. fasciatus* es zooplánctofago facultativo y Esteves (1995) quien reporta que es omnívoro. Sin embargo, existen diferencias en los resultados reportados, quizás, en cuanto a la concepción que se tiene de algunos de los términos utilizados para designar el hábito alimentario de *Astyanax fasciatus*. En esta tesis, el término carnívoro se ha manejado como "el hábito alimentario en el que los organismos presentan diversos mecanismos (por ejemplo, selección y captura) para alimentarse de organismos de origen animal", mientras que el término omnívoro se designa a "aquellos organismos que se alimentan de organismos vegetales y animales por igual".

Al observar y comparar los hábitos alimentarios entre las diferentes tallas de *A. fasciatus* a lo largo de un año, se puede decir de los grupos alimentarios encontrados en el contenido estomacal, *Ephemerella sp.*, *Archilestes sp.* y algunos coleópteros fueron los de mayor preferencia, además de constituir gran parte del total consumido. Los coleópteros aparecieron principalmente en los meses de Agosto- Noviembre y en el caso de los demás tipos alimentarios, no adquieren demasiada importancia, ya que algunos se presentaron en escasas ocasiones (por ejemplo, *Gambusia sp.*) y otros poseían un tamaño menor en comparación con los principales tipos alimentarios. Aunque la materia orgánica no identificada se encontró en la mayoría de muestras analizadas, se observó que estaba conformada principalmente por restos de insectos entre los que figuran ódonatos, efemerópteros y en ocasiones también se observaron restos vegetales.

9. CONCLUSIONES

- El ódonato *Archilestes sp.* y el efemeróptero *Ephemerella sp.* fueron los organismos de mayor consumo por *A. fasciatus*. Esto se debió a que estos organismos presentaron una amplia distribución y abundancia de formas inmaduras en el sistema.

- La presencia de otros grupos alimentarios en la dieta de *A. fasciatus* se observó principalmente cuando las condiciones del sistema cambiaron en la temporada de lluvias y los principales tipos alimentarios escasearon.

- El análisis de la variación estacional en la alimentación de *A. fasciatus* indica que el hábito alimentario de *A. fasciatus* difiere según la variabilidad y disponibilidad del alimento en el sistema, pero, preferentemente consume alimentos de origen animal.

- El análisis y comparación de los hábitos alimentarios por tallas muestran que *A. fasciatus* es selectivo hacia un determinado alimento, aún en las tallas menores.

- El hábito alimentario de *A. fasciatus* corresponde al tipo carnívoro.

10. LITERATURA CITADA

- Acosta, M. (1982). Índice para el estudio del nicho trófico. *Ciencias Biológicas*, Academia de Ciencias de Cuba (7): 125- 127
- Aguilar, J. (1993). Crecimiento, supervivencia y reproducción del charal *Chirostoma humboldtianum* en el Embalse San Felipe Tiacaque, Estado de México. Tesis de Lic. U. N. A. M. Iztacala. pp. 12 - 18
- Alvarez, J. (1950). Claves para la determinación de especies en los peces de las aguas continentales Mexicanas. Dir. Gral. Pesca. México. 90 p.
- APHA, AWWA, WPCF. (1989). *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 17th. pp. 26- 52
- Arcifa, M. (1991). Interactive ecology of two cohabiting characin fishes *A. fasciatus* and *A. bimaculatus* in an eutrophic Brazilian reservoir. *J. Trop. Ecol.* 7 (2): 257 – 268
- Arredondo, F. (1982). Las condiciones físico- químicas y rendimiento pesquero de un estanque temporal. *Revista Latinoamericana de Acuicultura*. México. (12): 1- 28
- Borowsky, R. and Espinasa, L. (1997). Antiquity and origins of troglobitic mexican tetras, *Astyanax fasciatus*. *Proceedings of the 12th International Congress of Speleology*. 3: 359- 361
- Borror, D. (1989). *An introduction to the study of insects*. Holt, Rinehart and Winston. USA. 871 p.
- Boucourt, F. (1868). Note sur les poissons du genre *Tetragonoptere* provenant du Mexique et du Guatemala. 5 Ser. *Sci. Nat. Zool.* 9: 62
- Brown, D. (1982). Biotic communities of the American Southwest, United States and Mexico. *The Univ. Arizona*. 4(1- 4): 342
- Chacón, M. (1993). Reconocimiento taxonómico de las nayades del orden *ephemeróptera* en la deriva de dos ríos de la alta montaña en el estado Mérida, Venezuela. *Boi. Entomol. Venez.* 11(2): 103- 122
- Chu, H. (1949). *How to know the immature insects*. Brown Company Publishers. USA. 234 p.

- Cohen, M. (1970). How many recent fishes are there? Proceedings of the California Academy of Sciences. 38 (17): 341 - 346
- Contreras, F. (1994). Manual de técnicas hidrobiológicas. Trillas. U. N. A. M. México. 171 p.
- Eigenmann, H. (1921). The american Characidae. Cambridge. U. S. A. 65 p.
- Espinoza, H. (1993). Listados faunísticos de México. III. Los peces dulceacuícolas mexicanos. Ins. Biól. U. N. A. M. México. 99 p.
- Esteves, k. and Galetti, P. (1995). Food partitioning among some characids of a small Brazilian floodplain lake from the Parana River Basin. Environ. Biól. Fish. 42 (4): 375 - 389
- Flores, E. (1991). Aportaciones al estudio biológico del charal *Poblana letholepis* (Pisces: Atherinidae) del Lago Maar la Preciosa (Las Minas), México. Tesis de Lic. Biól. U. N. A. M. Iztacala. 73 p.
- Franco, L. (1982). Manual de técnicas hidrobiológicas U. A. M. Iztapalapa. México. pp. 289
- Gómez, M. (1995). Aspectos biológicos de *Carassius auratus* en la presa Santa Elena, Jilotepec, Estado de México. Tesis de Lic. Biól. U. N. A. M. Iztacala. pp. 1
- González, R. (1991). Aspectos de la ecología poblacional de *Sceloporus megalepidurus megalepidurus* (Reptilia, Sauria: Iguanidae) en el oriente de Tlaxcala, México. Tesis de Lic. Biól. U. N. A. M. Iztacala. pp. 4 - 5
- Gulland, J. (1971). Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. FAO- Acibia. España. pp. 39- 45
- Gunther, A. (1862). Catalogue of the fishes in the British Museum. Londres. Vol. V - 1864.
- Hutchinson, G. (1993). A treatise on limnology. Vol. IV. John Wiley and Sons. Canada. 944 p.
- Hyslop, E. (1980). Stomach contents analysis a review of methods and their application. Biology Department, Open University, Walton Hall. England. pp: 65 - 69

- Instituto Nacional de Estadística, Geometría e Informática. (1970). Carta Cuautla. Escala 1: 50, 000.
- Instituto Nacional de Estadística, Geometría e Informática. (1998). Carta Cuautla. Escala 1: 50, 000
- Jordan, D., Evermann, B. (1896). The fishes of the north and middle America. Bul. Nat. Mus. 47: 31 - 345
- Kato, E. (1981). Algunos aspectos biológicos del bagre dulceacuicola nativo *I. balsanus* en el Río Amacuzac, Estado de Morelos. Tesis de Lic. Biol. U. N. A. M. Iztacala. 96 p.
- Kellog, L. (1994). Save our streams. Monitor's guide to aquatic macroinvertebrates. Second Ed. Izaak Walton League of America. 60 p.
- Koster, W. (1957). Guide to the fishes of New Mexico. University of New Mexico Press. USA. 116 p.
- Margalef, R. (1983). Limnología. Omega. España. 1010 p.
- Marqués, A., Valdés, M. (1997). Manual de ictiología. U. N. A. M. Iztacala. 48 p.
- Meek, S. (1904). Fresh waters fishes of Mexico north of the Isthmus of Tehuantepec. Field. Columb. Mus. Chicago. Zool. 5: 1 – 252
- Mejía, H. (1991). Reproductive biology of *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characidae) from the Amacuzac River, Morelos, Mexico. Univ. Cienc. 1(4): 45- 51
- Merrit, R. (1984). An introduction to aquatic insects of North America. USA. 625 p.
- Miller, R. (1986). Composition and derivation of the fresh water fish fauna of Mexico. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. 30: 121 – 153
- Minckley, W. (1973). Fishes of Arizona. Dept. Game and Fish, Phoenix. 293 p.
- Paulo, J. (1994). Análisis morfométrico del genero *Astyanax* (Pisces: Characidae) en México. Tesis de Maestría. I. P. N. Esc. Nac. Cienc. Biol. pp. 4- 17

ESTE LIBRO NO DEBE
 SER PRESTATO
 SIN LA AUTORIZACION
 DEL SERVIDOR

- Richard, V. (1960). Pêches continentales. Biologie et management. Paris Dunov. Francia. 720 p.
- Ricker, W. (1971). Methods for assesment of fish production in fresh water. IBM Handbook (3). Blackwell Scientific Publications. USA. 348 p.
- Rodier, J. (1981). Análisis de las aguas naturales, residuales y de mar. Omega. España. pp. 60- 105
- Ross, H. (1973). Introducción a la entomología general y aplicada. Omega. España. 951 p.
- Ross, L. (1995). Is better strategy necessary for development of native species for acuaculture? A mexican case study. Acuaculture and water resource management an international symposium held at the University of Stirling, 21 - 25, June, 1994. Kelly, L., *et al.* 26 (8): 539 - 547
- Schuppa, M. (1984). Tesis morphometneche und meistiche untersuchungen an verchiedonen *Astyanax* populatronen (Characidae). Mexikos. Thesis. Fachbereich Biologie. Univerolait Hamburg. Alemania.
- Secretaria de Pesca. (1987). Manual técnico para el aprovechamiento de existencias silvestres. SEPESCA. México. 67 p.
- Sevilla, M. (1981). Introducción a la acuicultura. Continental. México. 111 p.
- Solorzano, A. (1961). Contribución al conocimiento de la biología del charal prieto del lago de Pátzcuaro (*Chirostoma bartoni*). Sic. Dir. Grl. Pesc. Ind. Conex. México. 70 p.
- Sublette, J. (1990). The fishes of New Mexico. University of New Mexico Press. 452 p.
- Toledo, V. (1988). La diversidad biológica de México. Ciencia y Desarrollo. 15 (81): 17 - 30
- Torres, E. (1991). Los peces de México. AGT. México. 235 p.
- Usinger, R. (1956). Aquatic insects of California with keys to North American Genera and California species. USA. 488 p.
- Valdés, M. (1997). Estudio comparativo osteológico de las formas oculadas del genero *Astyanax* en diversas cuencas de México. Tesis de Maestría. U. N. A. M. 67 p.

- Vela, L. (1991). Natural diet of fish from lake Xolotlan (Managua). *Hidrobiol. Bull.* 25 (2): 25- 29
- Windel, J. (1978). Methods for study of fish diets based on Analysis of Stomach contents. Methods for assessment of fish production in fresh water. I. B. P. Handbook, 3. Blackwell Scientific Publications. U. S. A. pp. 79- 85
- Yañez, A. (1976). Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caerulescensen* del sistema Lagunar costero de Guerrero, México. *An. Centro. Cienc. Mar. y Limnol. U. N. A. M.* 3 (1): 125 - 180

Recomendaciones

Los estudios con *Astyanax fasciatus* deben encaminarse a la producción en cautiverio que permitan un mayor aprovechamiento de este organismo. Por otro lado, se pueden realizar más estudios relacionados a conocer la biología del pez, por ejemplo, parasitismo, ecología, etc.

Se recomienda que en estudios posteriores relacionados a evaluar los hábitos alimentarios de algún pez en condiciones naturales, se de mayor énfasis a la cuantificación y disponibilidad de los organismos presa en el ambiente.

De este modo, se pueden utilizar otros métodos de análisis de evaluación de los hábitos y tipos alimentarios, además de los que se utilizaron en esta tesis, con la finalidad de tener mayor información sobre las relaciones presa- depredador en el sistema natural.