

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
UNIDAD OAXACA**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y
APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES
(BIODIVERSIDAD DEL NEOTRÓPICO)**

**HÁBITOS ALIMENTARIOS DE *Poeciliopsis fasciata* (Meek, 1904) Y
Poeciliopsis gracilis (Heckel, 1948) EN LA PORCIÓN OAXAQUEÑA DE
LA RESERVA DE LA BIOSFERA TEHUACÁN-CUICATLÁN**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
PRESENTA:**

DAN GERSON RODRÍGUEZ CÁZARES

DIRECTOR DE LA TESIS:

DR. EMILIO MARTÍNEZ RAMÍREZ



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 04 del mes de Septiembre del 2008 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAXACA)** para examinar la tesis de grado titulada: **Hábitos alimentarios de *Poeciliopsis fasciata* (Meek, 1904) y *Poeciliopsis gracilis* (Heckel, 1948) en la porción oaxaqueña de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán**

Presentada por el alumno:

Rodríguez	Cázares	Dan Gerson
Apellido paterno	materno	nombre(s)

Con registro:

B	0	6	1	4	2	5
---	---	---	---	---	---	---

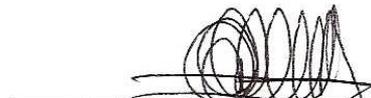
aspirante al grado de: **MAESTRO EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

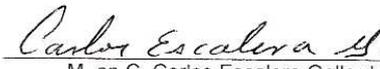
Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

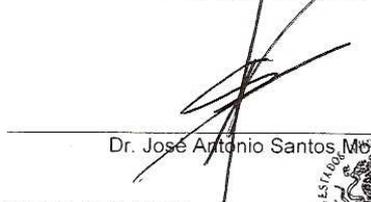
LA COMISION REVISORA
Director de tesis


Dr. Emilio Martínez Ramírez

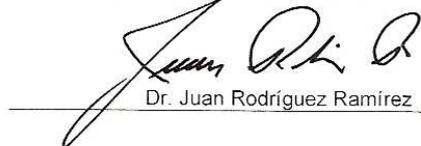

Dr. Rafael Felipe del Castillo Sánchez


Dr. Marcelo Ulises García Guerrero


M. en C. Carlos Escalera Gallardo


Dr. José Antonio Santos Moreno

EI PRESIDENTE DEL COLEGIO


Dr. Juan Rodríguez Ramírez





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 04 del mes **septiembre del año 2008**, el (la) que suscribe Rodríguez Cázares Dan Gerson alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro **B061425**, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Emilio Martínez Ramírez y cede los derechos del trabajo titulado: **Hábitos alimentarios de *Poeciliopsis fasciata* (Meek, 1904) y *Poeciliopsis gracilis* (Heckel, 1948) en la porción oaxaqueña de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: posgradooax@ipn.mx ó danubius20@hotmail.com Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

RODRÍGUEZ CÁZARES DAN GERSON

Hábitos alimentarios de *Poeciliopsis fasciata* (Meek, 1904) y *Poeciliopsis gracilis* (Heckel, 1948) en la porción oaxaqueña de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán

RESUMEN

Se analizaron los tractos digestivos de 284 individuos de *Poeciliopsis fasciata* y 200 organismos de *P. gracilis* que fueron colectados en las temporadas de secas y lluvias en la porción oaxaqueña de la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, obtenidos de la Colección de Peces Continentales del CIIDIR IPN Oaxaca, con el objetivo de conocer los hábitos alimenticios de las dos especies de poecílidos en la zona. El contenido intestinal fue analizado de acuerdo con los métodos numérico (NO) y de frecuencia de ocurrencia (FO). Se aplicó el índice de Albertaine para determinar la preferencia de los alimentos. Se utilizó el índice de traslape de nicho de MacArthur y Levin. *Poeciliopsis fasciata* presentó la ingestión de 49 componentes alimenticios; los insectos fueron siempre los más consumidos; se encontró mayor diversidad de alimentos en hembras que en machos, siendo los insectos el alimento preferente para los dos sexos, así como para los dos grupos de tallas en ambas temporadas del año; en la subcuenca del Salado los insectos fueron el grupo alimenticio preferente, seguido por el detrito. Para *Poeciliopsis gracilis* se encontró que ingirió 30 tipos de alimento; el detrito registró los porcentajes más altos independientemente del sexo, tamaño, temporada del año y subcuenca. Ambas especies comparten 21 componentes alimenticios, pero en bajas proporciones (índice de traslape= 0.73).



**Feed habits of *Poeciliopsis fasciata* (Meek, 1904) and *P. gracilis*
(Heckel, 1948) of the Oaxacan portion of the Biosphere
Reserve of Tehuacan-Cuicatlan**

ABSTRACT

The results of the analysis of the digestive tract contents of 284 specimens of *Poeciliopsis fasciata* and 200 of *P. gracilis* collected during the dry and rainy seasons in the Biosphere Reserve of Tehuacan-Cuicatlan of Oaxaca state, were obtained from the Collection of Continental Fish of CIIDIR IPN Oaxaca, with the aim of know the feeding habits of these species at the zone. The intestinal contents was analyzed in agreement with numerical and frequency of occurrence methods. The Albertaine index was used for determining food preference and the MacArthur and Levin's index for niche overlap. The diet of *Poeciliopsis fasciata* was composed of 49 food components; the insects were the most consumed in both seasons; there was a higher food diversity in females than in males; insects were the most common food find independently of sex and size; in the Salado sub-basin insects were the preferred food group, followed by the detritus. *Poeciliopsis gracilis* ingested 30 types of food; detritus recorded the most common food regardless of sex, size, age and sub-basin. Both species share 21 food components, but with low overlap index (0.73).



**A Mis Padres Por Apoyarme En
Todo Momento**

A Todos Mis Hermanos

**A Yazmín Por Permitirme
Ser Parte De Su Vida**

**A Mi Preciosa Abigail Por Venir
En El Momento Menos Esperado
A Recordarme Lo Bello Que Es Vivir**



AGRADECIMIENTOS

Son muchísimas las personas que de alguna u otra forma colaboraron en la elaboración de esta tesis, por lo que antes que nada agradezco de una manera más bien informal a cada una de ellas.

Particularmente agradezco al Dr. Emilio Martínez Ramírez por permitirme ser parte de sus proyectos de investigación y realizar esta tesis en el laboratorio que tiene a su cargo, así como a todas sus orientaciones realizadas a lo largo de dos años. No olvidare esta etapa de mi desarrollo profesional.

A los Doctores Rafael del Castillo y Antonio Santos por apoyarme de manera desinteresada desde el inicio hasta la conclusión de esta investigación. Gracias por todos sus comentarios y observaciones hechas al documento.

Al Dr. Marcelo García y al M. en C. Carlos Escalera que fueron parte del comité revisor y ayudaron para la terminación del trabajo. A la M. en C. Graciela González por todo su apoyo.

A la Dra. Martha Signoret por haberme permitido trabajar en el Laboratorio de Plancton y Bioenergética de la UAM Xochimilco para la identificación de los organismos.

A todos los profesores con los que tuve la oportunidad de tomar clase durante la maestría.

A la M. en C. Patricia Trujillo-Jiménez por su orientación en la parte metodológica y la revisión del documento de esta investigación.

A todos mis compañeros de laboratorio que hicieron mi estancia más placentera: Ufe, Gabriel, Iovanni, Carlos, Ana, Paty.

A mis amigos de la UAM que nunca dejan de apoyarme: Martha Rodríguez, Karina, Denise, Ara, y en especial a Itzel (La China) por su ayuda en el trabajo de laboratorio.

A mis amigos más cercanos del CIIDIR: Gaby, Yunuhé, Aremi, Santos.

A todo el personal del Centro que me ayudo en muchos aspectos a salir adelante, entre ellos: Maestra Elia Mendez, Ing. Vicente Ríos, las secretarias Guille y Mari y demás personas que no olvidare.

A mis padres y mis suegros, con los que estoy en infinita deuda.

Finalmente mi más profundo agradecimiento a la persona que me motiva a ser mejor cada día, a mirar siempre hacia el frente y no agachar la mirada, y que me ha entregado el mejor regalo que una persona pueda recibir jamás, una nueva vida, Abigail. Gracias por todo Yaz, mi vida.



CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. LA CONSERVACIÓN DE PECES DE AGUA DULCE	1
1.2. LA ALIMENTACIÓN	2
1.3. LAS ESPECIES	4
1.3.1. <i>Poeciliopsis fasciata</i>	5
1.3.2. <i>Poeciliopsis gracilis</i>	5
2. ANTECEDENTES	7
3. JUSTIFICACIÓN	10
4. OBJETIVOS	11
4.1. GENERAL	11
4.2. PARTICULARES	11
5. ZONA DE ESTUDIO	12
6. METODOLOGÍA	14
6.1. SELECCIÓN DE INDIVIDUOS	14
6.2. ESTUDIOS DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE CADA ESPECIE	14
6.3. ANÁLISIS CUALITATIVO DEL CONTENIDO INTESTINAL	15
6.4. ANÁLISIS CUANTITATIVOS DEL CONTENIDO INTESTINAL	15
6.5. ÍNDICES CUANTITATIVOS	15
7. RESULTADOS	18
7.1. CLASIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES ALIMENTICIOS	18
7.2. <i>POECILIOPSIS FASCIATA</i>	20
7.2.1. <i>Dieta general</i>	20
7.2.2. <i>Variación de la dieta por temporadas</i>	22
7.2.3. <i>Variación de la dieta por sexos</i>	24
7.2.4. <i>Variación de la dieta por clases de talla</i>	26
7.2.5. <i>Variación de la dieta por subcuencas</i>	28
7.2.6. <i>Variación de la dieta por tallas y temporadas</i>	30
7.2.6.1. <i>Secas</i>	30
7.2.6.2. <i>Lluvias</i>	32
7.2.7. <i>Variación de la dieta por temporadas y sexos</i>	34
7.2.7.1. <i>Secas</i>	34
7.2.7.2. <i>Lluvias</i>	36
7.3. <i>POECILIOPSIS GRACILIS</i>	38
7.3.1. <i>Dieta general</i>	38
7.3.2. <i>Variación de la dieta por temporadas del año</i>	39
7.3.3. <i>Variación de la dieta por sexos</i>	42



7.3.4. <i>Variación de la dieta por tallas</i>	43
7.3.5. <i>Variación de la dieta por subcuencas</i>	45
7.3.6. <i>Variación de la dieta por tallas y temporadas</i>	47
7.3.6.1. <i>Secas</i>	47
7.3.6.2. <i>Lluvias</i>	49
7.3.7. <i>Variación de la dieta por temporadas y sexos</i>	50
7.3.7.1. <i>Secas</i>	50
7.3.7.2. <i>Lluvias</i>	51
7.4. TRASLAPE DE NICHOS TRÓFICOS ENTRE ESPECIES	53
8. DISCUSIÓN	56
8.1. DIETA GENERAL	56
8.2. VARIACIÓN DE LA DIETA POR TEMPORADAS DEL AÑO	60
8.3. VARIACIÓN DE LA DIETA POR SEXOS	62
8.4. VARIACIÓN DE LA DIETA POR TALLAS	64
8.5. VARIACIÓN DE LA DIETA POR SUBCUENCAS	65
8.6. TRASLAPE DE NICHOS TRÓFICOS ENTRE ESPECIES	66
9. CONCLUSIONES	69
10. LITERATURA CITADA	70



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CLAVES DE COLECTA DE ACUERDO A LA COLECCIÓN DE PECES CONTINENTALES DEL CIIDIR IPN OAXACA. SE MUESTRAN LAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE CADA SITIO DONDE SE OBTUVIERON LOS EJEMPLARES DE LAS DOS ESPECIES DE POECILIDOS.....	13
TABLA 2. COMPONENTES ALIMENTICIOS DE ORIGEN VEGETAL REGISTRADOS EN LOS TRACTOS DIGESTIVOS DE LOS INDIVIDUOS ANALIZADOS DE <i>P. FASCIATA</i> Y <i>P. GRACILIS</i>	18
TABLA 3. COMPONENTES ALIMENTICIOS DE ORIGEN ENTOMOLÓGICO REGISTRADOS EN LOS TRACTOS DIGESTIVOS DE LOS INDIVIDUOS ANALIZADOS DE <i>P. FASCIATA</i> Y <i>P. GRACILIS</i>	19
TABLA 4. COMPONENTES ALIMENTICIOS DE ORIGEN ANIMAL (NO ENTOMOLÓGICOS) REGISTRADOS EN LOS TRACTOS DIGESTIVOS DE LOS INDIVIDUOS ANALIZADOS DE <i>P. FASCIATA</i> Y <i>P. GRACILIS</i>	19
TABLA 5. COMPONENTES ALIMENTICIOS REGISTRADOS EN LOS TRACTOS DIGESTIVOS DE LOS INDIVIDUOS ANALIZADOS DE <i>P. FASCIATA</i> . SE MUESTRAN LOS RESULTADOS DE LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).....	21
TABLA 6. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. FASCIATA</i> EN LAS DOS TEMPORADAS DE ESTUDIO DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).....	23
TABLA 7. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. FASCIATA</i> EN LOS MACHOS Y LAS HEMBRAS DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).....	25
TABLA 8. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. FASCIATA</i> EN LAS DOS CLASES DE TALLA DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS RESULTADOS ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).....	27
TABLA 9. COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE <i>P. FASCIATA</i> EN LAS DOS SUBCUENCAS DEL PAPALOAPAN DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).....	29
TABLA 10. COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE <i>P. FASCIATA</i> EN LAS DOS CLASES DE TALLA DE LA TEMPORADA DE SECAS DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).	31
TABLA 11. COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE <i>P. FASCIATA</i> EN LAS DOS CLASES DE TALLA DE LA TEMPORADA DE LLUVIAS DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).	33
TABLA 12. COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE <i>P. FASCIATA</i> EN LOS SEXOS DE LA TEMPORADA DE SECAS DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).....	35
TABLA 13. COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE <i>P. FASCIATA</i> EN LOS SEXOS DE LA TEMPORADA DE LLUVIAS DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).....	37
TABLA 14. COMPONENTES ALIMENTICIOS REGISTRADOS EN LOS ESTÓMAGOS DE LOS INDIVIDUOS ANALIZADOS DE <i>P. GRACILIS</i> . SE MUESTRAN LOS RESULTADOS DE LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (ESTOS VALORES ESTAN DADOS EN PORCENTAJES) DE LA DIETA GENERAL DE ESTA ESPECIE, ASÍ COMO LOS VALORES DEL ÍNDICE DE ALBERTAINE.	39



TABLA 15. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. GRACILIS</i> EN LA TEMPORADA DE SECAS Y DE LLUVIAS DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).....	41
TABLA 16. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. GRACILIS</i> EN LOS MACHOS, LAS HEMBRAS Y ORGANISMOS INMADUROS DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).	43
TABLA 17. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. GRACILIS</i> EN LAS DOS CLASES DE TALLA DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).....	45
TABLA 18. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. GRACILIS</i> EN LA SUBCUENCA DEL QUIOTEPEC Y DEL SALADO DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).	47
TABLA 19. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. GRACILIS</i> EN LAS DOS CLASES DE TALLA DE LA TEMPORADA DE SECAS DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).	49
TABLA 20. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. GRACILIS</i> EN LAS DOS CLASES DE TALLA DE LA TEMPORADA DE LLUVIAS DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).	50
TABLA 21. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. GRACILIS</i> EN LOS SEXOS DE LA TEMPORADA DE SECAS DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).	52
TABLA 22. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. GRACILIS</i> EN HEMBRAS Y MACHOS DE LA TEMPORADA DE LLUVIAS DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS NUMÉRICO (NO) Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).	53
TABLA 23. COMPONENTES ALIMENTICIOS DE LA DIETA GENERAL REGISTRADOS EN <i>P. FASCIATA</i> Y <i>P. GRACILIS</i> (LOS VALORES ESTÁN DADOS EN PORCENTAJES).	55



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PORCIÓN OAXAQUEÑA DE LA CUENCA DEL RÍO PAPALOAPAN. LAS FLECHAS SEÑALAN LOS RÍOS SALADO Y QUIOTEPEC.....	13
FIGURA 2. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. FASCIATA</i> DE ACUERDO A LOS PORCENTAJES DE INGESTIÓN DE LOS PRINCIPALES GRUPOS TRÓFICOS. EN EL RECUADRO SE OBSERVA LA PROPORCIÓN DE LOS ÓRDENES DE INSECTOS ENCONTRADOS EN LOS TRACTOS DIGESTIVOS ANALIZADOS.	20
FIGURA 3. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. FASCIATA</i> EN LAS TEMPORADAS DE SECAS Y LLUVIAS DE ACUERDO A LOS PRINCIPALES GRUPOS TRÓFICOS.....	22
FIGURA 4. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE HEMBRAS Y MACHOS DE <i>P. FASCIATA</i> DE ACUERDO A LOS PRINCIPALES GRUPOS TRÓFICOS.	24
FIGURA 5. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. FASCIATA</i> EN LAS DOS CLASES DE TALLA DE ACUERDO A LOS PRINCIPALES GRUPOS TRÓFICOS.....	26
FIGURA 6. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. FASCIATA</i> EN LAS DOS SUBCUENCAS DEL RÍO PAPALOAPAN DE ACUERDO A LOS PRINCIPALES GRUPOS TRÓFICOS.	28
FIGURA 7. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. FASCIATA</i> EN LAS DOS CLASES DE TALLAS DURANTE LA TEMPORADA DE SECAS DE ACUERDO A LOS PRINCIPALES GRUPOS TRÓFICOS.....	30
FIGURA 8. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE <i>P. FASCIATA</i> EN LAS DOS TALLAS EN TEMPORADA DE LLUVIAS DE ACUERDO A LOS PRINCIPALES GRUPOS TRÓFICOS.	32
FIGURA 9. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE MACHOS Y HEMBRAS DE <i>P. FASCIATA</i> EN LA TEMPORADA DE SECAS DE ACUERDO A LOS PRINCIPALES GRUPOS TRÓFICOS.....	34
FIGURA 10. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE HEMBRAS Y MACHOS DE <i>P. FASCIATA</i> DURANTE LA TEMPORADA DE LLUVIAS DE ACUERDO A LOS PRINCIPALES GRUPOS TRÓFICOS.	36
FIGURA 11. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA POR LOS PRINCIPALES GRUPOS DE ALIMENTO QUE SE ENCONTRARON EN LOS ESTÓMAGOS ANALIZADOS DE <i>P. GRACILIS</i>	38
FIGURA 12. COMPOSICIÓN POR GRUPOS DE COMPONENTES ALIMENTICIOS ENCONTRADOS EN LOS ESTÓMAGOS DE <i>P. GRACILIS</i> DURANTE LA TEMPORADA DE SECAS Y DE LLUVIAS...	40
FIGURA 13. COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE <i>P. GRACILIS</i> EN MACHOS Y HEMBRAS DE ACUERDO A LOS PRINCIPALES GRUPOS DE COMPONENTES TRÓFICOS.....	42
FIGURA 14. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE LAS CLASES DE TALLA I Y II DE <i>P. GRACILIS</i> DE ACUERDO A LOS PRINCIPALES GRUPOS TRÓFICOS.	44
FIGURA 15. COMPOSICIÓN DE LA DIETA POR LOS PRINCIPALES GRUPOS DE ALIMENTO ENCONTRADOS EN LOS ESTÓMAGOS ANALIZADOS DE <i>P. GRACILIS</i> EN LAS DOS SUBCUENCAS DEL RÍO PAPALOAPAN.	46
FIGURA 16. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE LAS CLASES DE TALLA I Y II DE <i>P. GRACILIS</i> DURANTE LA TEMPORADA DE SECAS.	48
FIGURA 17. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA DIETA DE HEMBRAS Y MACHOS DE <i>P. GRACILIS</i> DURANTE LA TEMPORADA DE SECAS.	51





1. INTRODUCCIÓN

1.1. La conservación de peces de agua dulce

Se ha estimado que en la tierra hay solamente 35 029 000 km³ de agua dulce, lo que representa el 2.5% de todos los recursos acuáticos, y únicamente el 23.5% está en forma líquida, el resto está en capas de hielo y principalmente en glaciares (Shiklomanov, 1993; Smith, 1998 en Nguyen y De Silva, 2006). La cantidad de agua dulce disponible en ríos, lagos, lagunas y otros cuerpos de agua dulce, es tan solo del 0.01% de los recursos acuáticos de la tierra (Nguyen y Da Silva, 2006), y un grupo importante que los habita son los peces, los cuales tienen la más grande diversidad de especies entre todos los taxa de vertebrados, habiendo estimaciones cercanas a las 28 400 especies en el mundo, de las cuales cerca del 43% son de agua dulce (Nelson, 2006). A pesar de esta gran diversidad de peces dulceacuícolas, para muchos investigadores la biodiversidad de estos sistemas está en peligro de desaparecer en la mayor parte del mundo (Allan y Flecker, 1993; Leidy y Moyle, 1998; Master *et al.*, 1998; Ricciardi y Rasmussen, 1999). Ahora se sabe que la biodiversidad de los cuerpos de agua dulce ha declinado más rápido que la biodiversidad de ambientes terrestres o marinos durante los últimos 30 años (Jenkins, 2003). La tasa futura de extinción de animales de agua dulce se ha predicho en ser cinco veces más grande que la de animales terrestres y tres veces más grande que la de mamíferos marinos costeros (Ricciardi *et al.*, 1999).

De acuerdo a la Lista Roja de la Internacional Union for Conservation of Nature (IUCN, 2007), de todas las formas de vida, 16 116 especies a nivel global están bajo alguna amenaza de extinción (en peligro crítico, en peligro y vulnerables), de las cuales 1 201 son peces. En nuestro país Miller *et al.* (2005), informan que al menos 29 especies han sido extintas o extirpadas en el último siglo.

Estos animales autóctonos son considerados como buenos indicadores de la calidad del medio (Karr, 1981; Fausch *et al.*, 1990), por lo que una gran diversidad y abundancia de peces nativos en los ríos, lagos y mares indican que es un ambiente sano para todas las demás formas de vida (Helfman *et al.*, 1997)

El principal objetivo de las Reservas de la Biosfera es la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, la mayoría de los planes de conservación de estas áreas naturales protegidas están enfocados a los recursos terrestres. Dichas reservas están delimitadas geográficamente y protegidas (Dudgeon *et al.*, 2005), hecho que no ocurre, por ejemplo, con los ríos. Estas “fortalezas de la conservación” (las Reservas) no esta funcionando en cuerpos de aguas dulces (lóticos y lénticos) (Boon, 2000) y puede quizá ser contraproducente (Moss, 2000; Dunn, 2003) para segmentos de ríos o lagos que se encuentran fuera de la zona



protegida, los cuales pueden estar seriamente afectados por el impacto ambiental antropogénico y dañar a las secciones de ríos que se encuentren dentro de las reservas debido a la corriente de los mismos, por lo que de todas formas afectará los ambientes “protegidos”. La protección de la biota de los ríos requiere control sobre los escurrimientos río arriba, la tierra circundante y la zona riparia, y en el caso de la fauna acuática migratoria en el curso río abajo (Pringle, 2001; Pusey y Arthington, 2003). Es muy importante conservar los recursos naturales de los biomas dulceacuícolas, ya que la diversidad biológica que albergan es muy alta y el espacio es muy pequeño.

A diferencia de los ecosistemas terrestres, los acuáticos han sido hasta ahora poco estudiados y comprendidos, ya que estos ambientes son más difíciles de muestrear y estudiar. Es necesario hacer estudios básicos de la biología y ecología de las especies para tener buenos elementos básicos en el manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de los ambientes dulceacuícolas.

1.2. La alimentación

Entre las características más importantes sobre la vida de un organismo animal está la que se refiere a su alimentación, y el interés radica en llegar a conocer la posición que dicho organismo ocupa dentro de la cadena trófica y entonces saber cuál es el papel que desempeña en un ecosistema. Las relaciones tróficas son un aspecto importante de la biología de las especies, ya que constituyen un elemento del nicho ecológico y determinan en gran medida algunos parámetros poblacionales, como la abundancia y la densidad (Berry, 1977), por lo que el conocimiento de la alimentación y los hábitos alimentarios en los peces en el contexto sinecológico es significativo, ya que al estudiar las relaciones depredador-presa y la amplitud y traslape del espectro trófico, es posible conocer la dinámica trófica en la comunidad, y contribuir a la evaluación del flujo de energía en el ecosistema (Trujillo-Jiménez, 1998), además pueden conocerse las posibles variaciones de la dieta, en función de determinados parámetros como la estacionalidad e indicar su distribución espacial al menos durante el momento en que se alimentaron. También los estudios de alimentación de las especies nativas aportan las bases para realizar experimentos de pruebas de dietas, los cuales servirán para hacer piscicultura, cuyo objetivo sea la producción y la conservación de las especies de interés económico y/o estén en riesgo de desaparecer.

El estudio de la alimentación de los peces ha recibido mucha importancia en investigaciones previas para ayudar a entender el funcionamiento de los ecosistemas, y así poder manejarlos correctamente (Zavalla-Camin, 1996). En la mayoría de los peces la dieta



tiene una estrecha relación con la disponibilidad de alimentos (García de Jalón *et al.*, 1993). Se ha mencionado que más que preferencias alimenticias de una especie de pez, las condiciones ecológicas (como la abundancia y disponibilidad de los alimentos) son un factor determinante en el momento de definir la alimentación, por lo que los peces con mayor adaptabilidad trófica tienen mayores probabilidades de sobrevivir en ambientes heterogéneos y variables temporalmente y por ello los peces con un rango alimenticio extenso pueden tener un hábitat amplio (Gerking, 1994). La adaptabilidad trófica es responsable de la flexibilidad en los hábitos alimenticios (planctívoros, herbívoros, carnívoros, omnívoros, etc.), fenómeno abundantemente observado en los peces probablemente como respuesta a la variabilidad en la disposición de los alimentos (Dill, 1983).

La depredación y la competencia son algunas de las interacciones más importantes que afectan la estructura de las comunidades biológicas (Fisher y Pearson, 1987), puesto que cuando dos o más especies ocupan simultáneamente el mismo hábitat pueden llegar a competir por el alimento disponible, y cuando esto sucede una de las especies podría ser excluida del hábitat. Se ha mencionado que tal presión competitiva es minimizada cuando los organismos utilizan estrategias que permiten la explotación del mismo nicho en forma distinta, con lo que evitan la exclusión competitiva de alguna de las especies que interactúan en el hábitat. Lo anterior se puede observar cuando en una comunidad de peces, a pesar de que exista un traslape en la dieta, se presentan segregaciones de microhábitat con respecto a la posición vertical en la columna de agua, morfología del pez, uso del hábitat y hora de mayor actividad alimentaria (Baker y Ross, 1981), con lo cual se puede deducir que la separación espacial, temporal y las diferencias de actividad o morfológicas son importantes para la repartición del recurso, evitando con esto el traslape trófico (Zaret y Rand, 1971). Además este traslape puede favorecerse por la gran abundancia de los recursos alimenticios.

Werner y Hall (1979) mencionan que una especie podría cambiar su hábitat trófico (y espacial) dentro de un número de componentes alimenticios aceptables o accesibles dependiendo del aprovechamiento relativo de los componentes individuales. Tales cambios pueden ser observados de estación en estación del año (Zaret y Rand, 1971), de año a año (Werner y Hall, 1979), en los cambios ontogénicos (Lagler *et al.*, 1984) y en las variaciones diarias (Wootton, 1990).

Los estudios relacionados con biología y ecología de los peces en México generalmente se han centrado en aquellas especies que tienen importancia comercial y que son principalmente las marinas y de ecosistemas estuarinos, por lo que se han investigado



poco a las dulceacuícolas nativas, endémicas y a las que, por presentar tamaño pequeños, quedan fuera de estas consideraciones (como es el caso de los poecílicos de este estudio).

En México se han estimado 384 especies que son dulceacuícolas estrictas (Espinosa *et al.*, 1998), de las cuales, 254 son endémicas del país (Miller, 1986), y de estas últimas es posible encontrar en Oaxaca 69 (27.2% de las endémicas), que forman parte de las 129 especies continentales registradas para este Estado (Martínez y Gómez, 2006).

Los poecílicos se encuentran en un amplio rango de hábitats: ríos, lagos, ciénegas, zonas costeras con un grado variable de salinidad, entre otros (Alayo, 1973; Meffe y Snelson, 1989). A pesar de ser especies muy numerosas en los lugares que habitan, las dos especies de interés de este estudio, *Poeciliopsis fasciata* y *P. gracilis*, han sido muy poco estudiadas, y hay pocos trabajos que examinen sus tipos de alimentación.

Para el estado de Oaxaca todavía son muy limitados los estudios acerca de la biología y ecología de las especies de aguas dulces autóctonas, por lo tanto se desconoce mucho de su dieta y el papel que desempeñan estas en los ecosistemas. Para *P. fasciata* y *P. gracilis* no se ha realizado ninguna investigación de su biología (especialmente sobre su tipo de alimentación) y ecología (su papel en la red alimenticia) en este estado. El presente estudio pretende hacer una aportación para el mayor conocimiento de la alimentación de estas dos especies.

1.3. Las especies

Los miembros del orden Cyprinodontiformes son cosmopolitas en latitudes tropicales y templadas. El orden se divide en siete familias, de las cuales cuatro (Poeciliidae, Anablepidae, Jenynsiidae y Goodeidae) son endémicas del continente Americano. La familia Poeciliidae incluye 37 géneros y 304 especies (Nelson, 2006), y en México es posible encontrar 22 géneros y 180 especies (Miller *et al.*, 2005). Comprende peces nativos del Nuevo Mundo y de distribución principalmente tropical (Rosen y Bailey, 1963), encontrándose en cuerpos de agua dulce, salobre y marina desde el noreste de los Estados Unidos hasta el sur del Río de la Plata en la parte norte de Argentina, con gran diversidad en América Central, México y las Indias Occidentales (islas de Caribe denominadas Antillas y Bahamas) (Alayo, 1973; Meffe y Snelson, 1989). Los poecílicos son peces pequeños, ninguno rebasa los 20 cm de longitud, y la mayoría son menores a la mitad de esa medida (Nelson, 2006). Tienen fertilización interna por medio del gonopodio de los machos (Miller *et al.*, 2005) que funciona en la transferencia de los espermatozoides al poro genital de las hembras,



las cuales tienen ovarios que han sido modificados para tener una fertilización, gestación y desarrollo de los embriones intra-ovárica (Rosen y Bailey, 1963).

Debido a esta gran adaptabilidad a diferentes ambientes, el grupo se caracteriza por ser un excelente colonizador, con un amplio espectro de hábitos tróficos (Hess y Tarzwell, 1942; Miley, 1978; Greenfield *et al.*, 1983; Turner y Snelson, 1984; Meffe y Snelson, 1989; Parenti y Rauchenberg, 1989). A pesar de que los poecílicos han servido como modelos en estudios genéticos (Doadrio *et al.*, 1999; Mateos *et al.*, 2002) y fisiológicos (Reznick y Braun, 1987; Constantz, 1989; Arias y Reznick, 2000) desde hace varios años, es notable el atraso que se tiene con respecto a los tipos de alimentación y ecología trófica de la familia, siendo todavía escasos los trabajos realizados tanto en ambientes marinos como dulceacuícolas (Meffe y Snelson, 1989; Suárez *et al.*, 2002).

El género *Poeciliopsis* pertenece a la familia Poeciliidae y contiene 19 especies, de las cuales 18 viven en México (Espinosa *et al.*, 1993; Miller *et al.*, 2005). En Oaxaca existen 4 especies (Martínez, 1999), de las cuales *Poeciliopsis fasciata* (Meek, 1904) y *P. gracilis* (Heckel, 1948) son las que se encuentran dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (Martínez *et al.*, 2007).

1.3.1. *Poeciliopsis fasciata*.

Vive tanto en aguas dulces como salobres (Rosen y Bailey, 1963), es decir, es eurihalina. En México esta especie habita en cuencas del Pacífico de los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas y en la vertiente del Atlántico en el inicio del río Coatzacoalcos, en Oaxaca (Miller *et al.*, 2005). En Oaxaca habita en la parte media y alta de la cuenca del río Papaloapan y en las cuencas altas de los ríos Coatzacoalcos y Grijalva-Tuxtla-Gutiérrez, y se ha encontrado en los sistemas Atoyac-Verde y Tehuantepec-Guatemala (Miller, 1986). Se encuentra en tierras bajas y altas en ambientes lóticos (manantiales, arroyos, ríos de todos los tamaños y canales de riego) y lénticos (presas, represas, lagunas). Es una especie muy común y de distribución más o menos amplia (Martínez, 1999).

1.3.2. *Poeciliopsis gracilis*

Esta especie habita ambas vertientes de México. En la vertiente del Atlántico se distribuye desde un río a 20 km de Ciudad Cardel, Veracruz, hasta la cuenca del río Coatzacoalcos, en Oaxaca y Veracruz. Ha sido introducida y se ha establecido en las cuencas del río Pánuco y del río Balsas (Miller *et al.*, 2005). En Oaxaca se localiza en las cuencas del río Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-Tuxtla Gutiérrez, así como en los sistemas Atoyac-



Verde y Tehuantepec-Guatemala (Miller, 1986 y Rodiles *et al.*, 1995). En las cuencas del río Papaloapan y Coatzacoalcos esta especie habita las tierras bajas y altas en biomas lóticos (Miller, 1986). En Oaxaca también es una especie muy común y de distribución muy amplia (Martínez, 1999).

Poeciliopsis fasciata y *P. gracilis* son especies simpátricas en las dos vertientes de Oaxaca (Martínez, 1999), muy similares en morfología e historias de vida, solo difieren por los puntos oscuros a los costados presentes en *P. gracilis* y las rayas oscuras a los costados presentes en *P. fasciata* (Álvarez, 1970). *Poeciliopsis gracilis* presenta lunares oscuros a lo largo de la línea media de los costados, mientras que *P. fasciata* tiene de 2 a 6 barras verticales angostas (Miller *et al.*, 2005).



2. ANTECEDENTES

Se han realizado varios trabajos sobre la fauna ictiológica continental de México, los cuales tratan sobre la descripción de especies nuevas, claves y listas taxonómicas, pero debido a la extensa y compleja red hidrológica del país y a lo escarpado de la topografía, todavía son insuficientes. Algunos de estos trabajos incluyen especies de las cuencas hidrológicas de Oaxaca.

El primer estudio conocido sobre peces de agua dulce con relación a Oaxaca fue un listado de especies de Meek (1904), que estudió la ictiofauna del norte de México y el Istmo de Tehuantepec. Álvarez (1970) abarcó todos los peces dulceacuícolas mexicanos y elaboró claves taxonómicas completas. En 1986, Miller clasificó ecológicamente las especies de peces de agua dulce del país y estudió la relación de cada una con el tipo de hábitat acuático y la cuenca hidrológica que habita. Espinosa *et al.* (1993) reportaron las especies nativas y exóticas de las cuencas hidrológicas del país incluyendo especies que habitan en las cuencas hidrológicas de Oaxaca. Castro-Aguirre *et al.* (1999), informaron sobre las especies nativas de ecosistemas estuarinos del país, incluyendo al estado oaxaqueño. El estudio de Barón *et al.* (1991) constituye el primer intento por conocer la diversidad y distribución de la ictiofauna dulceacuícola de Oaxaca, encontrando 115 especies de peces continentales, 61 géneros y 36 familias. Rodiles *et al.* (1995) estudiaron las actividades pesqueras en la subcuenca del río Usila en Oaxaca, perteneciente a la cuenca del río Papaloapan; reportaron 24 especies, 17 géneros y 10 familias de peces dulceacuícolas.

Entre los estudios más recientes se encuentran los de Martínez (1999, 2000), quien realizó análisis taxonómicos, tanto de la riqueza biológica como genéticos, el estudio de comunidades, biogeográfico y sobre conservación y manejo de la ictiofauna del estado de Oaxaca. Doadrio *et al.* (1999) y Schönhuth *et al.* (2001) estudiaron la sistemática molecular del subgénero *Profundulus* y del género *Notropis* respectivamente en el estado de Oaxaca. Martínez *et al.* (2004) analizaron la ictiofauna dulceacuícola de todo el estado de Oaxaca, mostrando su diversidad biológica, endemismos, distribución geográfica y proponiendo medidas para su conservación y manejo.

En las 14 cuencas hidrológicas oaxaqueñas es posible encontrar 129 especies (33.6% de las dulceacuícolas estrictas registradas para México), 67 géneros (65.7% de los géneros dulceacuícolas estrictos encontrados en México), 34 familias (72.3% de las familias continentales estimadas en México) y 16 órdenes (39% de los citados en el país). De las especies enlistadas, 117 son nativas (30.5% de las estrictamente dulceacuícolas reportadas para el país, y 90.7% de las especies encontradas en Oaxaca); 14 son introducidas (3.7% de



las dulceacuícolas estricta reportadas para México), lo que representa el 10.9% de las encontradas en Oaxaca. De las introducidas, 11 son exóticas y tres son trasplantadas, de las cuales dos son nativas de Oaxaca (Martínez y Gómez, 2006). Martínez *et al.* (2006) mencionan que existen 14 especies en los ríos dentro del área oaxaqueña de la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, de las cuales 2 son introducidas y 12 son nativas, indicando también dos especies extirpadas en la subcuenca del río Quiotepec, *Agonostomus monticola* y *Joturus pichardi*.

En cuanto a la alimentación de las especies dulceacuícolas, y más específicamente sobre los peces del orden Cyprinodontiformes, están los de Ortaz (2001), que estudio la estacionalidad de la dieta de *Poecilia reticulata* en el río Orituco en Venezuela; el de Rodríguez y Villamizar (2006), quienes analizaron la alimentación de *Gobioides broussonnetii* en la Laguna de Unare, Venezuela; y el de Suárez *et al.* (2002), quienes dan algunos datos sobre la alimentación de *Gambusia punctata* en una localidad del oriente de Cuba.

En nuestro país, Martínez (1989) baso su estudio en conocer la biología de *Poecilia sphenops* en la presa de Zicuirán en Michoacán, donde también estudio sus hábitos alimenticios. Trujillo-Jiménez (1991) estudio la dieta de *Ilyodon whitei* (familia Goodeidae) en el río Muerto, Morelos, y observó en un ciclo anual la variación de su dieta y hábitos alimentarios. Toledo (1996) estudio la variación alimentaria de dos especies de la familia Poeciliidae (*Heterandria bimaculata* y *Poecilia sphenops*) en Axochiapan, Morelos. El espectro trófico de *Ilyodon whitei* fue analizado por Trujillo-Jiménez y Díaz-Pardo (1996) en el río Muerto de Morelos. Trujillo-Jiménez (1998) realizó un trabajo sobre la dinámica trófica de la ictiofauna del río Amacuzac, Morelos, donde incluye tres especies de poecílidos (*H. bimaculata*, *P. gracilis* y *P. sphenops*). Trujillo-Jiménez y Espinosa de los Monteros (2006) analizaron la ecología alimentaria del pez endémico *Girardinichthys multiradiatus* en las lagunas de Zempoala. Trujillo-Jiménez y Toledo (2007) estudiaron la alimentación de *H. bimaculata* y *P. sphenops* en el embalse “Los Carros” en Morelos.

Otros estudios de alimentación de peces de otros ordenes en México son los de Téllez-Ríos (1975), quien estudió los hábitos alimenticios y su relación trófica entre *Cyprinus carpio* y *Carassius auratus* en la parte central de la república Mexicana; Kato y García (1981) trataron lo referente a la alimentación del bagre dulceacuícola *Istlarius balsanus* en el río Amacuzac, Morelos; Caspeta (1991) examinó la variación alimentaria de *Cichlasoma istlanum* en el río Amacuzac, Morelos; Soto (1993) estudio el modo de depredación selectiva de *Chirostoma jordani* sobre el zooplancton en el embalse Ignacio Allende de Guanajuato;



Trujillo-Jiménez (1996) investigó la ecología alimentaria de *Cichlasoma nigrofasciatum* en el río Amacuzac, Morelos. En el Lago de Chapala se han estudiado los hábitos alimenticios de tres especies de charal: *Chirostoma consocium* (Santillán *et al.*, 2002), *C. jordani* (Moncayo y Escalera, 2002) y *C. labarcae* (Escalera y Moncayo, 2002). Escalera y Moncayo (en prensa) determinaron los hábitos alimenticios de los charales *Chirostoma jordani*, *C. labarcae* y *C. consocium* a través del tiempo y el espacio. Galván *et al.* (2002) analizaron los hábitos alimentarios del ciprínido *Yuriria alta* en la represa La Minzita, Michoacán, y encontraron que es principalmente insectívora.

En Oaxaca, Cruz (2004) en su estudio sobre la biología de *Profundulus oxacae* de Santo Domingo Nuxaá, reporta que esta es una especie omnívora. Por su parte, Reyes (2004) estudio la biología de *Notropis moralesi* en la Mixteca Alta y encontró 17 tipos de presas alimenticias. En estudios de especies exóticas, Victoria (2005) encontró que la tilapia azul (*Oreochromis aureus*) cultivada en “El Porvenir” del municipio de Santo Domingo Nuxaá se alimenta principalmente de seis tipos de alimento. No existen estudios sobre la alimentación de *Poeciliopsis gracilis* y *P. fasciata* en este estado.

Las investigaciones sobre estructura trófica de los cuerpos de agua continentales dulceacuícolas en México, en general son escasas, si se tiene presente que la riqueza de especies dulceacuícolas estimada por Miller *et al.* (2005) es de 500, de las cuales al menos 384 son dulceacuícolas estrictas. Por otra parte, estas investigaciones han sido realizadas mayoritariamente en especies con algún valor comercial.



3. JUSTIFICACIÓN

Los cuerpos de agua son de los ecosistemas más contaminados por toda la carga de desechos que se vierten a ellos, y desgraciadamente han sido muy poco estudiados, por lo que varias poblaciones y especies de distintos taxa están desapareciendo, sin siquiera haber sido conocidos o al menos estudiados. Los peces son muy buenos indicadores biológicos de la calidad del ambiente (Huidobro, 2000), por lo tanto es necesario hacer estudios de biología básica para iniciar el conocimiento de los sistemas, y poder tener un buen número de elementos con los que sea posible crear planes de conservación, tanto para las especies en particular, como para los ambientes en general.

La Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlan, establecida en 1998, posee una compleja topografía, en donde se encuentran zonas con una gran diversidad de hábitats y ambientes propicios como refugios de flora y fauna, en los cuales existen más de 3000 especies de plantas y animales superiores, por lo que es considerado un centro de biodiversidad mundial. La región de Tehuacán-Cuicatlán ha sido principalmente estudiada por su gran endemismo florístico, mientras que las investigaciones relativas a la fauna son comparativamente pocas, habiendo solamente información de determinados grupos taxonómicos (aves, anfibios y reptiles) de áreas geográficas restringidas (principalmente en los valles de Zapotitlán, Puebla y Cuicatlán, Oaxaca). En la parte oaxaqueña de esta reserva habitan 14 especies de peces, incluida la carpa de Tepelmeme, *Notropis moralesi*, endémica de Oaxaca. A pesar de los planes de conservación de las especies dentro de la reserva, los organismos acuáticos no han sido tomados muy en cuenta y sus poblaciones continúan disminuyendo, incluso dos especies han sido extirpadas, como es el caso de *Agonostomus monticola* y *Joturus pichardi*.

Es importante estudiar la alimentación de los peces para llegar a conocer la posición que dichos organismos ocupan dentro de la cadena trófica y entonces saber cuál es el papel que desempeña en un ecosistema.

Una vez que se conozca más acerca de la biología y ecología de las especies de peces de la zona de Tehuacán-Cuicatlán se podrán realizar estudios de acuicultura experimental de las especies más potenciales para la piscicultura rural de conservación y producción. Esto a largo plazo beneficiará a la población humana del área, ya que algunas de las especies podrán ser cultivadas por los pobladores y así, sabiendo manejar sustentablemente a las especies, obtener fuentes de trabajo, recursos económicos y alimentos.



4. OBJETIVOS

4.1. General

- Conocer los hábitos alimentarios de *Poeciliopsis gracilis* y *P. fasciata* dentro de la porción oaxaqueña de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

4.2. Particulares

- Identificar hasta el nivel taxonómico más específico posible, los elementos del contenido estomacal.
- Conocer los principales grupos tróficos en la dieta de las dos especies.
- Determinar la variación temporal en la dieta.
- Determinar la diferencia en la composición de la dieta entre intervalos de tallas, entre sexos, así como entre subcuencas.
- Conocer si hay traslape de nicho trófico entre ambas especies.



5. ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra en el sureste mexicano, dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, cuyas coordenadas son 17° 39'-18° 53' latitud norte y 96° 55'-97° 44' longitud oeste. En esta reserva la cuenca del río Papaloapan esta formada por las subcuencas de los ríos Quiotepec o San Antonio y Salado (Martínez *et al.*, 2007) (Figura 1).

La zona de Tehuacán-Cuicatlán cubre 10 000 km², de los cuales 490 186 ha fueron declaradas un área natural protegida (Reserva de la Biosfera) en 1998 (Dávila *et al.*, 2002). La región de la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán es un área topográficamente compleja, con altitudes que van de los 500 a los 3200 msnm (metros sobre el nivel del mar). El 70% del área tiene un intervalo de altitud que va de los 150-2400 msnm (Ruedas *et al.*, 2006). El clima dominante es calido y semi seco, con un marcado periodo de lluvias en verano; la temperatura media anual esta entre 18 y 22 °C y la precipitación media anual es de 400-500 mm; la aridez de la región esta dada por la presencia de la Sierra Madre Oriental hacia el este de la Reserva, la cual intercepta los vientos húmedos provenientes del Golfo de México (Ruedas *et al.*, 2006).

Las principales formaciones vegetales son: selva baja caducifolia; bosque de encino y pino; matorral desértico rosetófilo, con predominancia de arbustos espinosos y una presencia importante de cactáceas; matorral crasicuale, con vegetación dominada por cactáceas de gran tamaño; y terrenos dedicados a la agricultura, crianza de ganado y explotación forestal (Arriaga *et al.*, 2000).

La región es bien conocida por su alta diversidad florística de vegetación xerófito. La reserva contiene 2 630 especies de plantas vasculares, de las cuales el 11% son endémicas de la zona (Méndez-Larios *et al.*, 2004). Además hay 100 especies de mamíferos (CONANP, 2004) y casi 100 especies de aves han sido registradas (Arizmendi y Espinosa de los Monteros, 1996). Anfibios y reptiles son otro grupo bien representado, pero menos estudiado en la reserva. Sin embargo, Canseco (1996) en una investigación de una pequeña cañada en Cuicatlán reporta 11 especies de anfibios y 48 de reptiles.



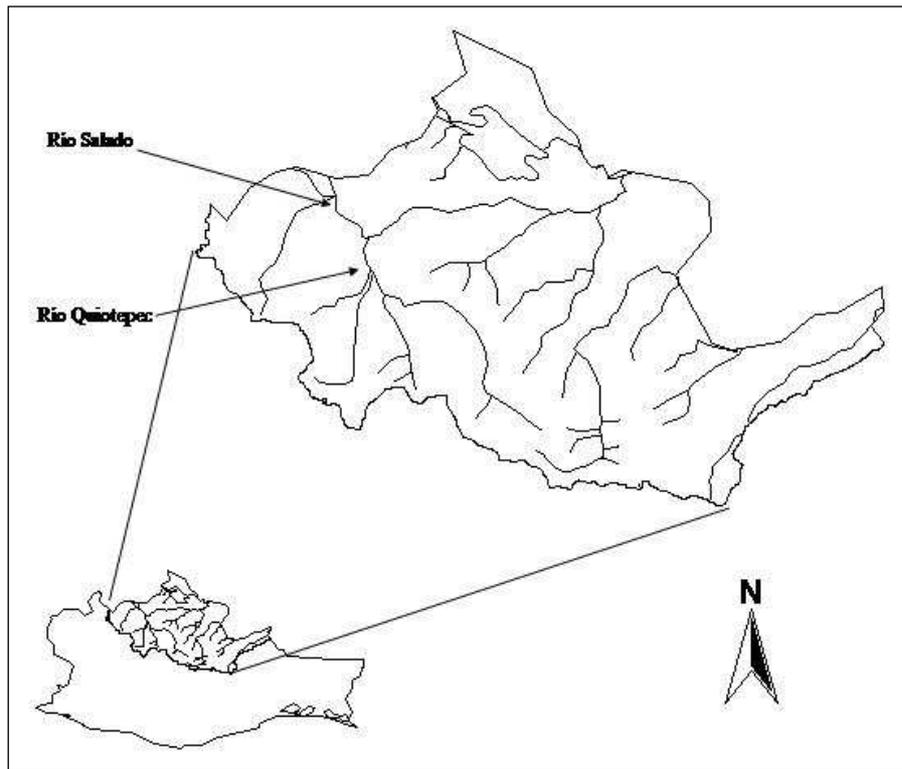


Figura 1. Porción oaxaqueña de la Cuenca del río Papaloapan. Las flechas señalan los ríos Salado y Quiotepec.

Tabla 1. Claves de colecta de acuerdo a la Colección de Peces Continentales del CIIDIR IPN Oaxaca. Se muestran las coordenadas geográficas de cada sitio donde se obtuvieron los ejemplares de las dos especies de poecílididos.

<i>Poeciliopsis fasciata</i>				<i>Poeciliopsis gracilis</i>			
Clave	Subcuenca	Coordenadas geográficas		Clave	Subcuenca	Coordenadas geográficas	
		Lat. Norte	Long. Oeste			Lat. Norte	Long. Oeste
Mex290	Salado	18° 06' 3.1"	97° 06' 59"	Mex292	Salado	17° 59' 42.5"	97° 3' 27.6"
Mex292	Salado	17° 59' 42.5"	97° 3' 27.6"	Mex294	Quiotepec	17° 46' 04.6"	96° 57' 11.2"
Mex307	Salado	18° 03' 56.2"	97° 06' 44.7"	Mex296	Quiotepec	17° 31' 31.1"	97° 01' 21.7"
Mex317	Salado	18° 09' 29.6"	97° 17' 51.4"	Mex307	Salado	18° 03' 56.2"	97° 06' 44.7"
Mex318	Salado	18° 10' 15.6"	97° 14' 34.9"	Mex311	Quiotepec	17° 53' 51.4"	96° 58' 56.8"
Mex319	Salado	18° 08' 12.0"	97° 07' 45.9"	Mex318	Salado	18° 10' 15.6"	97° 14' 34.9"
Mex320	Salado	18° 08' 31.3"	97° 11' 25.7"	Mex320	Salado	18° 08' 31.3"	97° 11' 25.7"
Mex321	Salado	18° 06' 00.8"	97° 07' 03.0"	Mex323	Salado	17° 55' 49.6"	97° 00' 34.3"
Mex323	Salado	17° 55' 49.6"	97° 00' 34.3"	Mex324	Salado	17° 59' 48.5"	97° 03' 33.7"
Mex324	Salado	17° 59' 48.5"	97° 03' 33.7"	Mex329	Quiotepec	17° 53' 52.5"	96° 58' 57.0"
Mex330	Quiotepec	17° 54' 18.8"	96° 59' 01.4"	Mex330	Quiotepec	17° 54' 18.8"	96° 59' 01.4"
				Mex331	Quiotepec	17° 39' 15.00"	96° 54' 42.0"



6. METODOLOGÍA

6.1. Selección de individuos

Los peces que se analizaron fueron tomados de la Colección de Peces Continentales del CIIDIR OAXACA (registro SEMARNAT OAX-PEC-122-0302), los cuales fueron capturados durante el 2005 y 2006, durante la realización del proyecto “Los peces del área oaxaqueña de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán”, con clave CONABIO DT002 y claves CGPI-IPN 20050243 y SIP-IPN 20060496.

En total se trabajó con 484 individuos, 284 de *Poeciliopsis fasciata* y 200 de *P. gracilis*. Los organismos de *P. fasciata* se obtuvieron de 11 puntos de colecta, y los de *P. gracilis* de 12 (Tabla 1).

6.2. Estudios del contenido estomacal de cada especie

Con los organismos seleccionados se determinó el sexo de cada ejemplar y posteriormente se tomaron las medidas tanto de longitud total (LT) y patrón (LP) en mm, con un vernier digital de 0.01 cm de precisión marca Mitutoyo. El peso húmedo (P) se tomó con una balanza analítica marca Sartorius de 0.0001 g de precisión. Posteriormente se abrieron los organismos, siguiendo la técnica de Trujillo-Jiménez (1991), que consiste en tres cortes; uno horizontal a nivel de la línea media lateral y dos verticales, uno por atrás del opérculo y otro a nivel del ano, dejando expuesta la cavidad visceral. Para hacer la extracción de todas las vísceras se utilizaron pinzas de disección. Los peces eviscerados fueron pesados nuevamente. Se separó todo el tracto digestivo, desde el nivel de las branquias hasta el final del intestino, el cuál se pesó completo. Una vez extraídos los tractos, se depositaron en frascos con alcohol al 70% para su posterior análisis.

Como estos organismos no cuentan con un estómago 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 análisis. Con equipo de disección se abrieron los estómagos para extraer el contenido, el cuál fue vaciado a cajas de Petri, y para hacer el análisis del contenido gástrico se utilizó un microscopio estereoscópico.

Para conocer las clases de edad de los peces y sus correspondientes intervalos de clases, y de este modo determinar la variación en la dieta de las distintas tallas, se empleó el método de Cassie (1954).



6.3. Análisis cualitativo del contenido intestinal

La identificación del contenido del tubo digestivo se llevo a cabo utilizando un microscopio estereoscópico marca Zeiss. Se realizó por medio de la identificación de los artículos alimenticios hasta el nivel taxonómico más bajo posible, lo cual dependió del grado de integridad de las presas en el tubo digestivo, mediante el empleo de las claves de Streble y Krauter (1987) (microalgas); Prescott (1964) (algas); Edmondson (1959) (algas, cnidarios, poríferos, anélidos, crustáceos e insectos); Needham y Needham (1978) (algas, crustáceos, insectos,); MacCafferty (1983) (crustáceos, arácnidos e insectos); Usinger (1956), Pennak (1978), Bland (1979) y Merrit y Cummins (1984) (insectos). El trabajo se realizó en el laboratorio de Acuicultura del CIIDIR IPN Oaxaca y en el Laboratorio de Plancton y Bioenergética de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

6.4. Análisis cuantitativos del contenido intestinal

Dado el pequeño tamaño de los componentes alimenticios y la aparición de algas filamentosas, se utilizó el método numérico (NO%) (Lagler, 1977, modificado por Godínez, 1989) por cuadrícula, que consiste en el uso de una hoja milimétrica de 10 x 10 cuadros, colocada en el fondo de una caja Petri; el contenido estomacal se extiende lo más homogéneamente posible, auxiliándose con un poco de agua, y el número total de cuadros que ocupan los distintos tipos de alimento del mismo estómago representan el 100% en la dieta de ese individuo. Los resultados de este método determinan la cantidad de alimento ingerido. El otro método que se utilizó fue el de frecuencia de ocurrencia (FO%), que se basa en el número de veces en que aparecen los diferentes componentes del contenido estomacal, de modo que el número de estómagos donde cada alimento aparece se expresa como un porcentaje del número total de estómagos examinados (Lagler, 1977, 1978; Berg, 1979; Hyslop, 1980).

Para conocer la importancia de los componentes alimenticios dentro de la dieta de los organismos, se utilizó el índice de frecuencia de Albertaine (1973), el cual se obtiene al dividir los resultados del método de frecuencia de ocurrencia entre 100, teniendo la siguiente escala de valores: de 0 a 0.1 ubican a los componentes alimenticios como accidentales; de 0.11 a 0.50 como circunstanciales o secundarios y de 0.51 a 1.0 como alimentos preferentes.

6.5. Índices cuantitativos

El análisis de la dinámica de las comunidades depende en parte en la medida de cómo los organismos utilizan su ambiente. Un paso para esto es medir los principales parámetros de nicho ecológico de una población que tienen que ver con la red trófica y compararlos con los



de otra. Para su obtención, los datos numéricos se arreglan en una tabla, en donde los artículos alimenticios son las filas y las columnas son las especies, la cual en su conjunto se denomina "matriz de recursos". El método propuesto para el estudio de la amplitud de nicho de Levin (Krebs, 1989), se utiliza para medir la uniformidad de la distribución de los individuos a través de los recursos, y en este método no es indispensable la evaluación de la biomasa de los posibles grupos alimenticios en la naturaleza (Ludwing y Reynolds, 1988). La fórmula es:

$$B = 1/\sum p_j^2$$

Donde: B es el índice de amplitud de nicho de Levin; p_j es la proporción de los individuos encontrados en o usando el estado de recurso j , o la fracción de artículos en la dieta que pertenecen a la categoría alimenticia j .

Los resultados obtenidos del índice de amplitud de nicho trófico de Levin fueron estandarizados mediante el índice de estandarización de amplitud de nicho trófico, el cual da una escala de 0 a 1, en donde todos los valores cercanos a 0 indican que los organismos ingieren pocos componentes alimenticios (mínima amplitud de nicho trófico, máxima especialización), y los cercanos a 1 un nicho trófico amplio (Krebs, 1989). La fórmula para la estandarización es:

$$B_A = B - 1/n - 1$$

Donde: B_A es la fórmula estandarizada de la amplitud de nicho de Levin; B es la amplitud de nicho de Levin; n es el número de componentes en el tracto digestivo.

Para conocer si existe traslape entre los sexos, clases de talla, temporadas del año y subcuencas del río, se utilizó el Índice de MacArthur y Levin (1967), modificado por Pianka (Krebs, 1989), el cual presenta un intervalo de 0 (recursos no usados en común) a 1 (traslape máximo). La fórmula es la que se presenta a continuación:

$$O_{jk} = \frac{\sum^n p_{ij} \cdot p_{ik}}{\sqrt{\sum p_{j\ i}^2 + \sum p_{i\ k}^2}}$$

Donde: O_{jk} es el índice de Pianka de traslape de nicho entre la especie j y la especie k , p_{ij} es la proporción del recurso i del total de recursos usados por la especie j , p_{ik} es la



proporción del recurso i del total de recursos usados por la especie k , y n es el número total de recursos.

Para conocer si existen diferencias significativas de componentes alimenticios entre grupos de comparación (entre sexos, tallas, temporadas del año y subcuencas) se aplicó la prueba estadística multivariada MANOVA, y en el caso de que las diferencias fueran significativas, se aplicó la prueba ANOVA para identificar él o los componentes alimenticios, en donde existen tales diferencias. Tales pruebas estadísticas se llevaron a cabo en el programa computacional STATISTICA 5.1. En los casos donde las diferencias en el número de organismos por grupo varió considerablemente, solo se realizó la descripción de la dieta.



7. RESULTADOS

7.1. Clasificación de los componentes alimenticios

El número total de componentes alimenticios de las dos especies fue de 58, de los cuales 49 se presentaron en *Poeciliopsis fasciata* y 30 en *P. gracilis*. En general, 17 de los componentes (29.3%) fueron de origen vegetal, mientras que los de origen animal representaron el 68.9% (40 tipos). Los componentes de origen vegetal estuvieron representados en seis divisiones, ocho ordenes, once familias y 15 géneros (Tabla 2). Las cianobacterias se incluyeron dentro del grupo de los vegetales, y aunque pertenecen al dominio Bacteria (los otros dos dominios son Archaea y Eukarya de acuerdo con Woese, 1987), son organismos fotosintéticos que en algún tiempo se consideraron como algas azules, sin embargo son bacterias.

Tabla 2. Componentes alimenticios de origen vegetal registrados en los tractos digestivos de los individuos analizados de *P. fasciata* y *P. gracilis*.

DIVISION	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO
Chlorophyta	Ulotrichales	Ulothrichaceae	<i>Ulothrix</i> sp
		Microsporidae	<i>Microspora</i> sp
		Cylindrocapsaceae	<i>Cylindrocapsa</i> sp
	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i> sp
			<i>Zygnema</i> sp
			<i>Zygnemopsis</i> sp
	Chlorococcales	Oocystaceae	<i>Ankistrodesmus</i> sp
Rodhophyta	Bangiales	Bangiaceae	<i>Bangia</i> sp
Chrysophyta	Bacillariales	Bacillariophyceae	<i>Fragilaria</i> sp
Cianobacteria	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp
			<i>Phormidium</i> sp
		Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp
		Rivulariaceae	<i>Gloetrichia</i> sp
Magnoliophyta	Typhales	Sparganiaceae	<i>Sparganium</i> sp
Phaeophyta	Ectocarpales	Ectocarpaceae	<i>Pleurocladia</i> sp

Dentro de los insectos encontrados (29 grupos), fue posible identificar nueve ordenes y 26, familias dentro de las cuales solamente se identificaron seis géneros. Hubo organismos que debido al grado de digestión fue imposible identificar, por lo que son considerados como restos de insectos (Tabla 3).

Además se identificaron organismos animales pertenecientes a seis Phylum, llegando a identificar seis clases, tres órdenes y cuatro familias (Tabla 4).



Tabla 3. Componentes alimenticios de origen entomológico registrados en los tractos digestivos de los individuos analizados de *P. fasciata* y *P. gracilis*.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO
Ephemeroptera	Beatidae	
Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp
	Diplectroninae	
	Hydroptylidae	<i>Agraylea</i> sp
	Molannidae	<i>Molanna</i> sp
Neuroptera	Corydalidae	<i>Chauliodes</i> sp
	Sialidae	
Diptera	Heleidae	<i>Culicoides</i> sp
	Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp
	Tendipediidae	
	Tipulidae	
	Ptychopteridae	
	Dixidae	
Hemiptera	Corixidae	
	Naucoridae	
	Mesoveliidae	
Coleoptera	Elmidae	
	Psephenidae	
	Haliplidae	
	Hydrophilidae	
Odonata	Lestidae	
	Gomphidae	
	Aeschnidae	
Plecoptera		
Lepidoptera	Pyralidae	

Tabla 4. Componentes alimenticios de origen animal (no entomológicos) registrados en los tractos digestivos de los individuos analizados de *P. fasciata* y *P. gracilis*.

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Anelida	Oligochaeta		
Nematoda			
Plathelminthes	Turbellaria	Tricladida	Dugesiiidae
Arthropoda	Arachnidae		Halacaridae
	Crustacea		
	Cladocera		
Cnidaria			
Chordata	Actinopterygii	Cyprinodontiformes	Poeciliidae



7.2. *Poeciliopsis fasciata*

7.2.1. Dieta general

En total se hizo el análisis de contenido estomacal a 284 organismos de *P. fasciata*, en los que fue posible registrar 49 componentes alimenticios, lo que indica una amplia gama de organismos que utiliza esta especie para su alimentación (Tabla 5).

El 23.96% de los grupos alimenticios estuvo conformado por el detrito, que se consideró alimento circunstancial, los vegetales representaron el 13.84% (10 grupos) y los animales el 62.19% (38 componentes), de los cuales el 56.77% correspondió a los insectos (siendo los dípteros los de mayor porcentaje de ingestión) (Figura 2). Del componente vegetal se encontró que las clorofitas *Microspora* sp. y *Ulothrix* sp. presentaron valores de ingestión más altos (5.89% y 6.29% respectivamente); con lo que respecta al método de frecuencia de ocurrencia *Microspora* sp. alcanzó un porcentaje de 30.28% y *Ulothrix* sp. de 16.20%, por lo que se consideran alimentos secundarios, junto con la cianobacteria *Oscillatoria* sp. (0.85% de ingestión y 10.92% de frecuencia). El resto de los vegetales se presentaron como accidentales (Tabla 5).

De los valores de ingestión del grupo animal, se encontró que la mayor representación estuvo dada por los restos de insectos y *Culicoides* sp. con un porcentaje de 18.71% y 3.60% respectivamente. Este mismo comportamiento se presentó con el método de frecuencia de ocurrencia donde los restos de insectos y *Culicoides* sp. tuvieron los valores más altos (29.58% y 11.62%) que el resto de los artículos alimenticios encontrados. Con estos valores se consideran alimentos de importancia secundaria de acuerdo al índice de Albertaine.

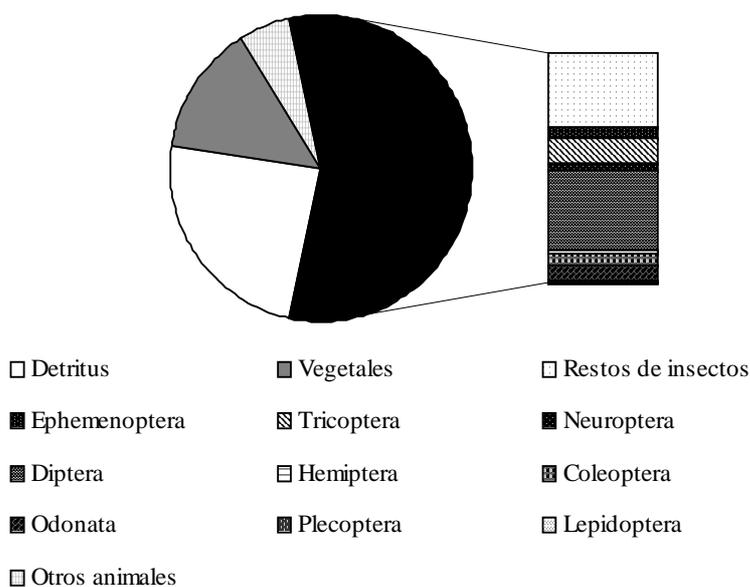


Figura 2. Composición general de la dieta de *P. fasciata* de acuerdo a los porcentajes de ingestión de los principales grupos tróficos. En el recuadro se observa la proporción de los órdenes de insectos encontrados en los tractos digestivos analizados.



El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de tan solo el 6.7% (19 tractos).

Tabla 5. Componentes alimenticios registrados en los tractos digestivos de los individuos analizados de *P. fasciata*. Se muestran los resultados de los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los valores están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	NO	FO	ÍNDICE DE ALBERTAINE
Detrito	23.97	36.62	0.37
<i>Microspora</i> sp.	5.89	30.28	0.30
<i>Ulothrix</i> sp.	6.29	16.20	0.16
<i>Zygnema</i> sp.	0.42	3.52	0.04
<i>Spirogyra</i> sp.	0.04	0.35	0.00
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0.09	0.70	0.01
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.85	10.92	0.11
<i>Bangia</i> sp.	0.16	2.82	0.03
Semillas	0.01	0.35	0.00
<i>Fragilaria</i> sp.	0.01	0.35	0.00
<i>Pleurocladia</i> sp.	0.08	0.35	0.00
Restos de insectos	18.71	29.58	0.30
Beatidae	2.53	4.93	0.05
<i>Polycentropus</i> sp.	2.51	5.63	0.06
Diplectroninae	0.97	1.76	0.02
<i>Agraylea</i> sp.	2.77	7.39	0.07
<i>Molanna</i> sp.	0.04	0.35	0.00
<i>Chaulioides</i> sp.	0.64	2.82	0.03
Sialidae	1.38	2.82	0.03
<i>Culicoides</i> sp.	3.60	11.62	0.12
<i>Chironomus</i> sp.	1.49	4.23	0.04
Tendipedidae	1.71	2.46	0.02
Tipulidae	2.75	4.23	0.04
Ptychopteridae	0.36	0.35	0.00
Dixidae	0.47	0.70	0.01
Ceratopogonidae	2.08	4.93	0.05
Stratiomyidae	6.78	9.15	0.09
Corixidae	0.55	1.06	0.01
Naucoridae	0.15	0.70	0.01
Mesoveliidae	0.27	0.35	0.00
Coleoptera	0.53	1.06	0.01
Elmidae	1.23	2.46	0.02
Psephenidae	0.06	0.35	0.00
Haliplidae	0.38	0.35	0.00
Hydrophilidae	0.45	0.70	0.01
Lestidae	2.90	4.23	0.04
Gomphidae	0.32	0.35	0.00
Aeschnidae	0.65	1.06	0.01
Plecoptera	0.38	0.35	0.00
Pyrilidae	0.09	0.70	0.01
Oligochaeta	0.08	0.35	0.00
Dugesiiidae	1.00	2.11	0.02
Nemátodos	0.34	1.41	0.01
Arachnidae	0.19	0.35	0.00
Ostrácoda	1.43	6.34	0.06
<i>Daphnia</i> sp.	0.92	1.41	0.01
Porífera	0.42	0.70	0.01
Poeciliidae	0.78	1.76	0.02
Peces	0.26	0.35	0.00



Aunque el número de grupos que se registraron en la dieta de esta especie fue alto (49), el valor de amplitud de nicho trófico fue cercano a cero (0.165), por lo que se considera que en la dieta general *P. fasciata* tiene un nicho trófico estrecho, lo cual se debe a que solo pocos grupos se consumen de forma más o menos constante (detrito, *Microspora* sp., *Ulothrix* sp. e insectos).

7.2.2. Variación de la dieta por temporadas

El número de organismos analizados en cada temporada fue muy distinto, ya que se estudiaron 265 peces en temporada de secas por 19 en lluvias. Para la temporada de secas se registró un total de 47 grupos de alimento, por 14 en lluvias, correspondiendo al 28.57% de todos los grupos registrados (Tabla 6). La composición general de alimentos estuvo mayormente representado por los insectos en ambas temporadas (55.70% en secas y 71.39% en lluvias), seguido en orden de importancia por el detrito, los componentes vegetales y otros animales (Figura 3). El detrito fue un grupo de alimento secundario en secas y preferente en lluvias, presentando valores de ingestión (24.16% en secas y 21.39% en lluvias) y de frecuencia (35.09% en secas y 57.89% en lluvias) relativamente altos. De los componentes de origen vegetal las clorofitas *Microspora* sp. y *Ulothrix* sp. presentaron los porcentajes de ingestión (6.31% y 6.75% respectivamente) y de frecuencia de aparición (32.08% y 17.36% en el mismo orden) más altos para la temporada de secas, presentándose como alimento secundario, mientras que para la temporada de lluvias la también clorofita *Zignema* sp. fue considerada alimento secundario, junto con la rodofita *Bangia* sp. y la cianobacteria *Oscillatoria* sp., la cual se presentó en ambas temporadas como alimento circunstancial (0.83% de ingestión y 10.57% de frecuencia en secas por 1.00% de ingestión y 15.79% de frecuencia en secas).

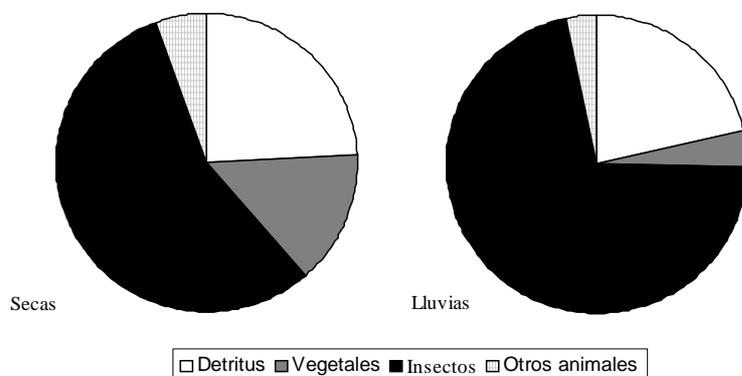


Figura 3. Composición general de la dieta de *P. fasciata* en las temporadas de secas y lluvias, de acuerdo a los principales grupos tróficos.



Tabla 6. Composición general de la dieta de *P. fasciata* en las dos temporadas de estudio de acuerdo con los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los valores están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	SECAS		LLUVIAS	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	24.16	35.09	21.39	57.89
<i>Microspora</i> sp.	6.31	32.08	0.11	5.26
<i>Ulothrix</i> sp.	6.75	17.36		
<i>Zygnema</i> sp.	0.33	3.02	1.67	10.53
<i>Spirogyra</i> sp.	0.04	0.38		
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0.10	0.75		
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.83	10.57	1.00	15.79
<i>Bangia</i> sp.	0.09	2.26	1.11	10.53
Semillas	0.01	0.38		
<i>Fragilaria</i> sp.	0.01	0.38		
<i>Pleurocladia</i> sp.	0.08	0.38		
Restos de insectos	18.10	29.43	27.06	31.58
Beatidae	2.45	4.53	3.61	5.26
<i>Polycentropus</i> sp.	2.69	6.04		
Diplectroninae	1.04	1.89		
<i>Agraylea</i> sp.	2.97	7.92		
<i>Molanna</i> sp.	0.04	0.38		
<i>Chauliodes</i> sp.	0.69	3.02		
Sialidae	1.36	2.64	1.67	5.26
<i>Culicoides</i> sp.	3.87	12.45		
<i>Chironomus</i> sp.	1.19	4.15	5.56	5.26
Tendipedidae			25.17	36.84
Tipulidae	2.96	4.53		
Ptychopteridae	0.39	0.38		
Dixidae	0.10	0.38	5.56	5.26
Ceratopogonidae	2.23	5.28		
Stratiomyidae	7.28	9.81		
Corixidae	0.60	1.13		
Naucoridae	0.16	0.75		
Mesoveliidae	0.29	0.38		
Coleoptera	0.57	1.13		
Elmidae	1.32	2.64		
Psephenidae	0.07	0.38		
Haliplidae	0.40	0.38		
Hydrophilidae	0.49	0.75		
Lestidae	2.91	4.15	2.78	5.26
Gomphidae	0.34	0.38		
Aeschnidae	0.70	1.13		
Plecoptera	0.40	0.38		
Pyralidae	0.10	0.75		
Oligochaeta			1.11	5.26
Dugesiidae	1.07	2.26		
Nemátodos	0.36	1.51		
Arachnidae	0.20	0.38		
Ostrácoda	1.38	5.28	2.22	21.05
<i>Daphnia</i> sp.	0.99	1.51		
Porífera	0.45	0.75		
Poeciliidae	0.84	1.89		
Peces	0.28	0.38		

Con lo que respecta a los componentes animales, en la temporada de secas se registraron 28 tipos de insectos por tan solo seis en lluvias. Cabe aclarar que la diferencia de organismos analizados es muy grande debido a la poca representatividad de las poblaciones



en la temporada de lluvias. En ambas temporadas los restos de insectos presentaron valores altos de ingestión (18.10% en secas y 27.06% en lluvias) y de frecuencia de ocurrencia (29.43% en secas y 31.58% en lluvias), y se consideraron alimento secundario, de acuerdo al índice de Albertaine. Los *Culicoides* sp. también fueron alimento secundario en secas (3.87% de ingestión y 12.45% de ocurrencia), mientras que Tendipedidae lo fue en la temporada de lluvias (este componente solamente se presentó en ésta temporada del año), con valores de ingestión y de frecuencia altos (25.17% y 36.84% respectivamente). Los ostrácodos presentaron un comportamiento similar que el artículo anterior en la temporada de lluvias, representando tan solo el 2.22% del contenido gástrico, pero presentándose en el 21.05% de los tractos digestivos analizados.

El valor del índice de amplitud de nicho señala que el rango de alimentación es estrecho en ambas temporadas (0.16 en secas y 0.09 en lluvias). Con el índice de traslape de nicho se puede observar que el traslape en las temporadas es nulo (0.0075).

7.2.3. Variación de la dieta por sexos

Se trabajo con 199 hembras y 85 machos en los que se encontraron 43 y 32 grupos de alimento respectivamente (Tabla 7). En general el porcentaje más alto en la dieta de hembras y machos fueron los insectos, seguido por el detrito, los vegetales y finalmente otros animales (Figura 4). De acuerdo al índice de Alberatine, ningún componente alimenticio fue un alimento preferente. De los vegetales las clorofitas *Microspora* sp. y *Ulothrix* sp. se presentaron como alimento secundario en los dos sexos mientras que la cianobacteria *Oscillatoria* sp. solamente en las hembras fue un alimento circunstancial, el resto de los vegetales fueron accidentales.

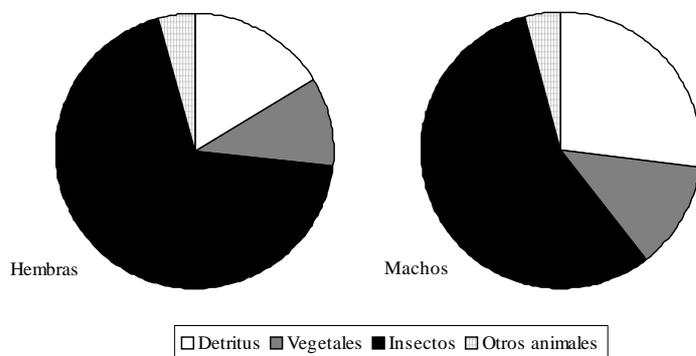


Figura 4. Composición general de la dieta de hembras y machos de *P. fasciata* de acuerdo a los principales grupos tróficos.



Tabla 7. Composición general de la dieta de *P. fasciata* en los machos y las hembras de acuerdo con los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los valores están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	HEMBRAS		MACHOS	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	16.29	36.68	26.91	36.47
<i>Microspora</i> sp.	4.18	30.65	6.00	29.41
<i>Ulothrix</i> sp.	4.92	17.09	4.84	14.12
<i>Zygnema</i> sp.	0.20	2.51	0.79	5.88
<i>Spirogyra</i> sp.	0.04	0.50		
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0.09	1.01		
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.73	13.57	0.39	4.71
<i>Bangia</i> sp.	0.09	2.51	0.22	3.53
Semillas			0.04	1.18
<i>Fragilaria</i> sp.	0.01	0.50		
<i>Pleurocladia</i> sp.			0.26	1.18
Restos de insectos	11.31	25.63	25.89	38.82
Beatidae	16.29	6.03	1.64	2.35
<i>Polycentropus</i> sp.	16.29	7.04	1.78	3.53
Diplectroninae	0.64	2.01	1.18	1.18
<i>Agraylea</i> sp.	2.34	8.54	1.51	4.71
<i>Molanna</i> sp.	0.04	0.50		
<i>Chauliodes</i> sp.	0.64	4.02		
Sialidae	1.17	3.02	0.72	2.35
<i>Culicoides</i> sp.	2.73	12.06	3.08	10.59
<i>Chironomus</i> sp.	1.27	5.53	0.79	1.18
Tendipedidae	1.60	3.02	0.39	1.18
Tipulidae	2.57	5.53	0.66	1.18
Ptychopteridae	0.36	0.50		
Dixidae	0.47	1.01		
Ceratopogonidae	1.04	3.52	3.64	8.24
Stratiomyidae	4.43	9.05	8.26	9.41
Corixidae	0.44	1.01	0.39	1.18
Naucoridae			0.53	2.35
Mesoveliidae			0.95	1.18
Coleoptera	0.38	0.50	0.53	2.35
Elmidae	1.13	3.02	0.33	1.18
Psephenidae			0.22	1.18
Haliplidae	0.38	0.50		
Hydrophilidae	0.45	1.01		
Lestidae	2.09	4.02	2.83	4.71
Gomphidae			1.12	1.18
Aeschnidae	0.65	1.51		
Plecoptera	0.38	0.50		
Pyralidae	0.09	1.01		
Oligochaeta	0.08	0.50		
Dugesiiidae	1.00	3.02		
Nemátodos	0.25	1.51	0.33	1.18
Arachnidae	0.19	0.50		
Ostrácoda	0.85	6.53	2.04	5.88
<i>Daphnia</i> sp.	0.62	1.51	1.05	1.18
Porífera	0.42	1.01		
Poeciliidae	0.60	2.01	0.66	1.18
Peces	0.26	0.50		

En lo que respecta a los animales, los restos de insectos mostraron los porcentajes más altos de ingestión (11.31% y 25.89% en machos y hembras) y de frecuencia (25.63% y



38.82% para cada sexo) en ambos sexos, considerados alimento secundario, junto con los *Culicoides* sp. (2.73% y 3.08% de ingestión en hembras y machos y 12.06% y 10.59% de frecuencia respectivamente). Aunque los insectos de la familia Beatidae y los del género *Polycentropus* sp. tuvieron porcentajes relativamente altos de ingestión en las hembras (16.29% cada uno), la frecuencia en la que se presentaron fue baja (6.03% y 7.04% respectivamente) y por lo tanto no se consideraron alimento secundario, que junto con los restantes componentes animales fueron alimento accidental (Tabla 7).

Aunque el espectro trófico de hembras y machos fue estrecho (0.18 y 0.11 respectivamente), el índice de traslape de nicho mostró que los dos sexos hacen uso de los mismos recursos (0.71). No se encontraron diferencias significativas ($P= 0.39$) en la dieta de hembras y machos en *P. fasciata* de acuerdo a los resultados de MANOVA.

7.2.4. Variación de la dieta por clases de talla

Se realizó el análisis de la dieta de dos clases de talla. Para la talla I (11.09 - 26.24 mm) se registraron 34 tipos de alimentos en 137 tractos digestivos, y para la II (26.25 - 45.18 mm) 35 diferentes alimentos en 147 intestinos. En general la dieta estuvo constituida principalmente por insectos, detrito, vegetales y en menos porcentaje otros animales (Figura 5). No se presentó ningún alimento preferente, y el detrito fue el componente que mayores porcentajes de ingestión y de frecuencia tuvo en las dos clases de talla (en I, 29.05% y 40.88% respectivamente; en II, 19.30% y 32.65% en el mismo orden). De los componentes vegetales, las clorofitas *Microspora* sp. y *Ulothrix* sp., así como la cianobacteria *Oscillatoria* sp. estuvieron como alimentos secundarios en las dos clases de talla, los demás componentes vegetales fueron consumidos accidentalmente (Tabla 8).

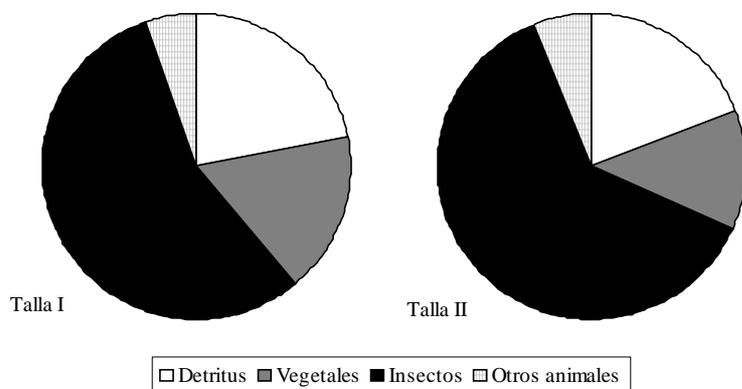


Figura 5. Composición general de la dieta de *P. fasciata* en las dos clases de talla de acuerdo a los principales grupos tróficos.



Tabla 8. Composición general de la dieta de *P. fasciata* en las dos clases de talla de acuerdo con los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los resultados están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	TALLA I		TALLA II	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	29.05	40.88	19.30	32.65
<i>Microspora</i> sp.	7.37	37.23	4.53	23.81
<i>Ulothrix</i> sp.	5.79	16.06	6.76	16.33
<i>Zygnema</i> sp.	0.87	6.57	0.01	0.68
<i>Spirogyra</i> sp.			0.07	0.68
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0.20	1.46		
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.92	10.22	0.78	11.56
<i>Bangia</i> sp.	0.17	2.92	0.14	2.72
Semillas			0.02	0.68
<i>Fragilaria</i> sp.	0.02	0.73		
<i>Pleurocladia</i> sp.			0.14	0.68
Restos de insectos	18.82	29.20	18.61	29.93
Beatidae	3.94	6.57	1.23	2.72
<i>Polycentropus</i> sp.	1.42	1.46	3.51	9.52
Diplectroninae	0.71	0.73	1.22	2.72
<i>Agraylea</i> sp.	0.92	1.46	4.46	12.93
<i>Molanna</i> sp.			0.07	0.68
<i>Chauliodes</i> sp.	0.71	2.92	0.58	2.72
Sialidae	1.89	3.65	0.91	2.04
<i>Culicoides</i> sp.	3.73	11.68	3.49	11.56
<i>Chironomus</i> sp.	0.77	2.92	2.15	5.44
Tendipedidae	2.60	3.65	0.89	1.36
Tipulidae	0.39	0.73	4.93	7.48
Ptychopteridae	0.76	0.73		
Dixidae	0.98	1.46		
Ceratopogonidae	1.34	2.92	2.77	6.80
Stratiomyidae	3.70	4.38	9.62	13.61
Corixidae	0.24	0.73	0.85	1.36
Naucoridae	0.20	0.73	0.11	0.68
Mesoveliidae			0.52	0.68
Coleoptera	0.31	1.46	0.72	0.68
Elmidae	0.51	2.19	1.88	2.72
Psephenidae	0.13	0.73		
Haliplidae			0.72	0.68
Hydrophilidae	0.55	0.73	0.36	0.68
Lestidae	3.98	5.84	1.91	2.72
Gomphidae	0.67	0.73		
Aeschnidae	0.79	0.73	0.52	1.36
Plecoptera	0.79	0.73		
Pyralidae			0.18	1.36
Oligochaeta			0.14	0.68
Dugesidae	0.94	1.46	1.05	2.72
Nemátodos	0.20	0.73	0.47	2.04
Arachnidae			0.36	0.68
Ostrácoda	1.94	8.03	0.96	4.76
<i>Daphnia</i> sp.	0.79	1.46	1.05	1.36
Porífera	0.39	0.73	0.43	0.68
Poeciliidae	0.51	1.46	1.04	2.04
Peces			0.51	0.68

De los representantes animales, en ambas tallas los restos de insectos fueron los de mayores porcentajes de ingestión (18.82% en I; 18.61% en II) y de frecuencia (29.20% en I;



29.93 en II). En la talla I también *Culicoides* sp. se presentó como un alimento secundario, y para la talla II lo fueron los tricópteros del género *Agraylea* sp. y los dípteros *Culicoides* sp., así como los miembros de la familia Stratiomyidae; en la talla II estos últimos mostraron los porcentajes más altos de los componentes animales (después de los restos de insectos).

Los resultados del índice de amplitud de nicho fueron de 0.13 y 0.19 en la talla I y II respectivamente. El índice de traslape de nicho trófico de MacArthur y Levin muestra que si existe traslape entre las dos tallas (0.93). Los resultados del análisis multivariado MANOVA no mostraron diferencias significativas de los componentes alimenticios entre los organismos de la talla I con los de la II ($P= 0.103$).

7.2.5. Variación de la dieta por subcuencas

Se trabajo con 279 ejemplares de la subcuenca del río Salado, y cinco peces del río Quiotepec. En el río Salado se registraron los 49 tipos de alimento de la dieta general, siendo el conjunto de los insectos los de mayor porcentaje, seguido del detrito, los vegetales y otros animales. En el río Quiotepec tan solo se registraron ocho grupos de alimentos, y los insectos representaron el 87% del contenido gástrico (Figura 6). En la subcuenca del río Salado se observó que el detrito fue el componente con más altos porcentajes de ingestión (24.35%) y de frecuencia (36.92%), por lo que fue considerado alimento secundario. Del grupo de los vegetales, las clorofitas *Microspora* sp. y *Ulothrix* sp. tuvieron los porcentajes de ingestión y de frecuencia más altos, y aunque la cianobacteria *Oscillatoria* sp. no tuvo un alto valor de ingestión, su frecuencia fue relativamente alta, por lo que se consideró alimento secundario, con las dos algas antes mencionadas. Para la subcuenca del río Quiotepec las tres clorofitas que se registraron fueron alimento circunstancial, aunque hay que tomar estos resultados con reserva debido al bajo tamaño muestral (Tabla 9).

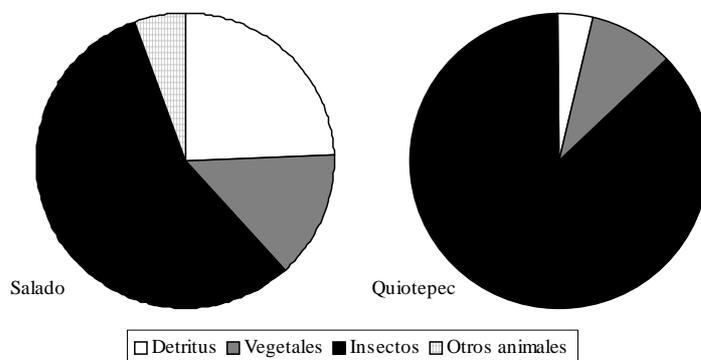


Figura 6. Composición general de la dieta de *P. fasciata* en las dos subcuencas del Papaloapan de acuerdo a los principales grupos tróficos.



Tabla 9. Composición de la dieta de *P. fasciata* en las dos subcuencas del Papaloapan de acuerdo con los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los valores están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	SALADO		QUIOTEPEC	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	24.35	36.92	4.00	20.00
<i>Microspora</i> sp.	5.97	30.47	2.00	20.00
<i>Ulothrix</i> sp.	6.34	16.13	4.00	20.00
<i>Zygnema</i> sp.	0.37	3.23	3.00	20.00
<i>Spirogyra</i> sp.	0.04	0.36		
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0.10	0.72		
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.86	11.11		
<i>Bangia</i> sp.	0.16	2.87		
Semillas	0.01	0.36		
<i>Fragilaria</i> sp.	0.01	0.36		
<i>Pleurocladia</i> sp.	0.08	0.36		
Restos de insectos	17.99	28.32	56.00	100.00
Beatidae	2.58	4.66		
<i>Polycentropus</i> sp.	2.55	5.73		
Diplectroninae	0.99	1.79		
<i>Agraylea</i> sp.	2.82	7.53		
<i>Molanna</i> sp.	0.04	0.36		
<i>Chauliodes</i> sp.	0.65	2.87		
Sialidae	1.40	2.87		
<i>Culicoides</i> sp.	3.37	11.11	16.00	40.00
<i>Chironomus</i> sp.	1.52	4.30		
Tendipedidae	1.74	2.51		
Tipulidae	2.81	4.30		
Ptychopteridae	0.37	0.36		
Dixidae	0.48	0.72		
Ceratopogonidae	2.12	5.02		
Stratiomyidae	6.92	9.32		
Corixidae	0.57	1.08		
Naucoridae	0.15	0.72		
Mesoveliidae	0.28	0.36		
Coleoptera	0.42	0.72	6.00	20.00
Elmidae	1.25	2.51		
Psephenidae	0.07	0.36		
Haliplidae	0.38	0.36		
Hydrophilidae	0.46	0.72		
Lestidae	2.78	3.94	9.00	20.00
Gomphidae	0.33	0.36		
Aeschnidae	0.66	1.08		
Plecoptera	0.38	0.36		
Pyrilidae	0.10	0.72		
Oligochaeta	0.08	0.36		
Dugesiiidae	1.02	2.15		
Nemátodos	0.35	1.43		
Arachnidae	0.19	0.36		
Ostrácoda	1.46	6.45		
<i>Daphnia</i> sp.	0.94	1.43		
Porífera	0.42	0.72		
Poeciliidae	0.80	1.79		
Peces	0.27	0.36		



En el río Salado los animales con más altos valores de ingestión y de frecuencia fueron los restos de insectos (17.99% y 28.32% respectivamente), por lo que se considero secundario, junto con *Culicoides* sp., y aunque Stratiomyidae tuvo un porcentaje de ingestión más alto que *Culicoides* sp. no fue así en su frecuencias, por lo que se consideró alimento accidental, con el resto de los componentes animales. En el río Quiotepec los restos de insectos se presentaron en los cinco tractos digestivos analizados, en un 56% de ingestión, por lo que se considera alimento preferente de acuerdo al índice de Albertaine, sin embargo, el número de peces analizados son poco representativos de la población (Tabla 9).

En las dos subcuencas se obtuvo una amplitud de nicho estrecha (0.17 para el río Salado y 0.038 para el río Quiotepec).

7.2.6. Variación de la dieta por tallas y temporadas

7.2.6.1. Secas

Se analizaron 126 tractos digestivos para la talla I (38 componentes) por 139 para la talla II (40 componentes). En ambas tallas el grupo de los insectos mostró el mayor porcentaje de ingestión, seguido por el detrito, los vegetales y los restos de animales (Figura 7). El detrito mostró en las dos tallas altos valores de ingestión (29.68% en I; 19.34% en II) y de frecuencia (39.68% en I; 30.94% en II). En lo que respecta a los componentes vegetales, la clorofita *Microspora* sp. mostró la frecuencia más alta de todos los componentes alimenticios (40.48%) en la talla I, y se consideró alimento circunstancial junto con *Ulothrix* sp. en las dos tallas, mientras que la cianobacteria *Oscillatoria* sp. fue solamente secundario en la talla II (Tabla 10).

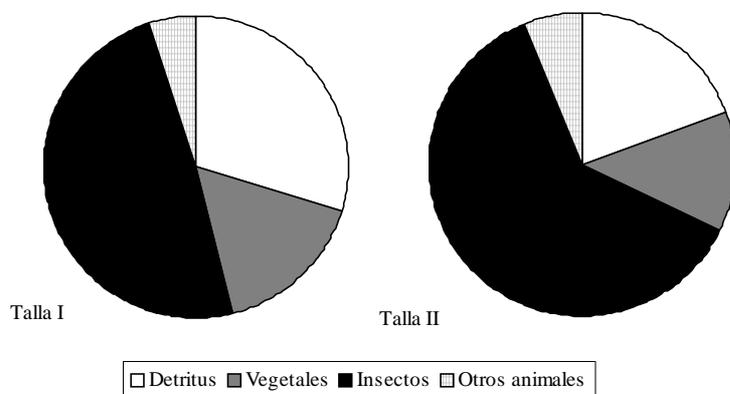


Figura 7. Composición general de la dieta de *P. fasciata* en las dos clases de tallas durante la temporada de secas de acuerdo a los principales grupos tróficos.



Del componente animal, los restos de insectos obtuvieron para las dos tallas valores relativamente altos de ingestión (18.32% para talla I; 17.95% para talla II) y de frecuencia

Tabla 10. Composición de la dieta de *P. fasciata* en las dos clases de talla de la temporada de secas de acuerdo con los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los valores están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	TALLA I		TALLA II	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	29.68	39.68	19.34	30.94
<i>Microspora</i> sp.	8.09	40.48	4.76	24.46
<i>Ulothrix</i> sp.	6.35	17.46	7.12	17.27
<i>Zygya</i> sp.	0.69	5.56	0.02	0.72
<i>Spirogyra</i> sp.			0.08	0.72
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0.22	1.59		
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.88	9.52	0.79	11.51
<i>Bangia</i> sp.	0.15	2.38	0.04	2.16
Semillas			0.02	0.72
<i>Fragilaria</i> sp.	0.02	1.59		
<i>Pleurocladia</i> sp.			0.15	0.72
Restos de insectos	18.32	29.37	17.95	29.50
Beatidae	3.50	5.56	1.30	2.88
<i>Polycentropus</i> sp.	1.56	1.59	3.69	10.07
Diplectroninae	0.78	0.79	1.28	2.88
<i>Agraylea</i> sp.	1.01	1.59	4.70	13.67
<i>Molanna</i> sp.			0.08	0.72
<i>Chauliodes</i> sp.	0.78	3.17	0.61	2.88
Sialidae	2.07	3.97	0.73	1.44
<i>Culicoides</i> sp.	4.10	12.70	3.67	12.23
<i>Chironomus</i> sp.	0.85	3.17	1.50	5.04
Tendipedidae				
Tipulidae	0.43	0.79	5.19	7.91
Ptychopteridae	0.83	0.79		
Dixidae	0.22	0.79		
Ceratopogonidae	1.47	3.17	2.92	7.19
Stratiomyidae	4.06	4.76	10.14	14.39
Corixidae	0.26	0.79	0.89	1.44
Naucoridae	0.22	0.79	0.11	0.72
Mesoveliidae			0.55	0.72
Coleoptera	0.35	1.59	0.76	0.72
Elmidae	0.56	2.38	1.98	2.88
Psephenidae	0.15	0.79		
Halplidae			0.76	0.72
Hydrophilidae	0.61	0.79	0.38	0.72
Lestidae	4.36	6.35	1.63	2.16
Gomphidae	0.73	0.79		
Aeschnidae	0.86	0.79	0.55	1.44
Plecoptera	0.86	0.79		
Pyralidae			0.19	1.44
Oligochaeta				
Dugesidae	1.04	1.59	1.11	2.88
Nemátodos	0.22	0.79	0.50	2.16
Arachnidae			0.38	0.72
Ostrácoda	1.88	6.35	0.94	4.32
<i>Daphnia</i> sp.	0.86	1.59	1.11	1.44
Porífera	0.43	0.79	0.46	0.72
Poeciliidae	0.56	1.59	1.09	2.16
Peces			0.53	0.72



(29.37% para I; 29.50% para II), que al igual que *Culicoides* sp. se presentaron como alimento circunstancial en las tallas I y II. Además en la talla II también se presentaron los tricópteros *Polycentropus* sp. y *Agraylea* sp. más los dípteros de la familia Stratiomyidae como secundarios, con valores superiores a los presentados en la talla I. Los restantes grupos de animales fueron ingeridos de forma accidental de acuerdo al índice de Albertaine.

La amplitud de nicho para la talla I fue de 0.13 y de la talla II de 0.19. Existe traslape de nicho trófico entre las dos clases de talla (0.92). No se encontraron diferencias significativas en la dieta de la talla I con respecto a la II ($P= 0.17$).

7.2.6.2. Lluvias

Para la clase de talla I solo se trabajó con 11 organismos (nueve componentes alimenticios) y para la II con ocho tractos digestivos (11 tipos de alimento). En orden decreciente de porcentajes de ingestión por grupos de organismos, se tuvo que los insectos representaron el mayor porcentaje en ambas tallas, seguido por el detrito, los vegetales y otros animales para la talla I; otros animales y los vegetales para la talla II (Figura 8). El detrito se consideró alimento secundario en las dos tallas debido a los valores relativamente altos de frecuencia (54.55% en I; 62.50% en II), presentando valores de ingestión de 23.18% en talla I y 18.57% en II. De los tipos de alimentos de origen vegetal solamente se registró el alga *Zignema* sp. dentro del grupo de las clorofitas en la talla I y *Microspora* sp. en la talla II, y se presentaron como alimento circunstancial. La rodofita *Bangia* sp. se mostró como un alimento secundario en la talla II, mientras que la cianobacteria *Oscillatoria* sp. se presentó en la misma categoría en ambas tallas, con un porcentaje un poco mayor de ingestión y de frecuencia en la talla I (Tabla 11).

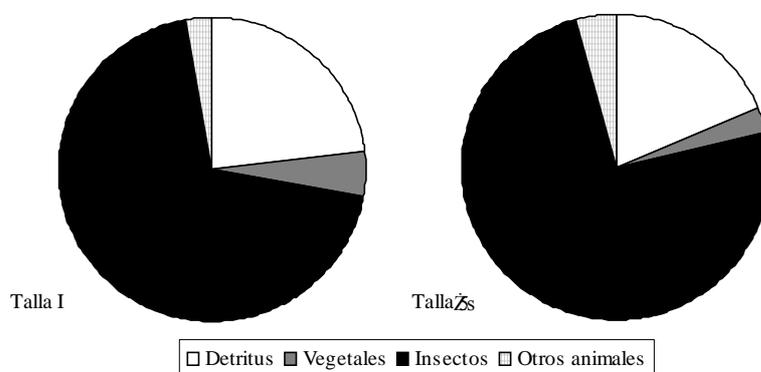


Figura 8. Composición general de la dieta de *P. fasciata* en las dos tallas en temporada de lluvias de acuerdo a los principales grupos tróficos.



Los restos de insectos se registraron con porcentajes relativamente altos de ingestión y de frecuencia en las dos tallas (24.55% y 27.27% en talla I respectivamente; 31.0% y 37.50% en talla II en el mismo orden). Para la talla I la familia de insectos Tendipedidae representó el

Tabla 11. Composición de la dieta de *P. fasciata* en las dos clases de talla de la temporada de lluvias de acuerdo con los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los valores están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	TALLA I		TALLA II	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	23.18	54.55	18.57	62.50
<i>Microspora</i> sp.			0.29	12.50
<i>Ulothrix</i> sp.				
<i>Zygnema</i> sp.	2.73	18.18		
<i>Spirogyra</i> sp.				
<i>Ankistrodesmus</i> sp.				
<i>Oscillatoria</i> sp.	1.36	18.18	0.43	12.50
<i>Bangia</i> sp.	0.45	9.09	2.14	12.50
Semillas				
<i>Fragilaria</i> sp.				
<i>Pleurocladia</i> sp.				
Restos de insectos	24.55	27.27	31.00	37.50
Beatidae	5.91	9.09		
<i>Polycentropus</i> sp.				
Diplectroninae				
<i>Agraylea</i> sp.				
<i>Molanna</i> sp.				
<i>Chauliodes</i> sp.				
Sialidae			4.29	12.50
<i>Culicoides</i> sp.				
<i>Chironomus</i> sp.			14.29	12.50
Tendipedidae	30.00	45.45	17.57	25.00
Tipulidae				
Ptychopteridae				
Dixidae	9.09	9.09		
Ceratopogonidae				
Stratiomyidae				
Corixidae				
Naucoridae				
Mesoveliidae				
Coleoptera				
Elmidae				
Psephenidae				
Haliplidae				
Hydrophilidae				
Lestidae			7.14	12.50
Gomphidae				
Aeschnidae				
Plecoptera				
Pyralidae				
Oligochaeta			2.86	12.50
DugesIIDae				
Nemátodos				
Arachnidae				
Ostrácoda	2.73	27.27	1.43	12.50
<i>Daphnia</i> sp.				
Porífera				
Poeciliidae				
Peces				



30% del alimento consumido, encontrándose en un 45% de los intestinos analizados, y para la talla II el porcentaje de ingestión fue de 17.75% en el 25% de los tractos digestivos. Aunque los datos son escasos, hay que mencionar que esta familia no se presentó en la temporada de secas. Otros tres tipos de insectos se presentaron como circunstanciales en la talla II (*Sialidae*, *Chironomus* sp. y *Lestidae*), y el grupo de los ostrácodos fue circunstancial en las dos tallas.

La amplitud de nicho trófico fue estrecha para las dos clases de talla en esta temporada del año (0.75 en I y 0.85 en II), y el traslape de nicho dio como resultado un valor de 0.85, lo que es indicativo de que comparten el alimento.

7.2.7. Variación de la dieta por temporadas y sexos

7.2.7.1. Secas

Se hizo el análisis del contenido estomacal de 185 hembras (43 tipos de alimento) y 80 machos (31 grupos tróficos). En la Figura 9 se puede observar que la composición de los alimentos ingeridos en hembras y machos estuvo representada principalmente por el grupo de los insectos, seguido en orden de importancia por el detrito, los vegetales y otros animales. El porcentaje de ingestión del detrito fue del 23.34% en hembras y 26.20% en machos, con una frecuencia de aparición de 34.59% en hembras por 36.25% en machos, y se consideró alimento secundario. Aunque *Microspora* sp. y *Ulotrix* sp. no presentaron altos porcentajes de ingestión en ambas tallas (si los más altos entre los vegetales), si presentaron porcentajes relativamente altos de frecuencia (*Microspora* sp. en el 32.43% de las hembras y 31.25% de los machos; *Ulotrix* sp. en el 18.38% de las hembras y 15% de los machos). La cianobacteria *Oscillatoria* sp. fue alimento de importancia secundaria en hembras (Tabla 12).

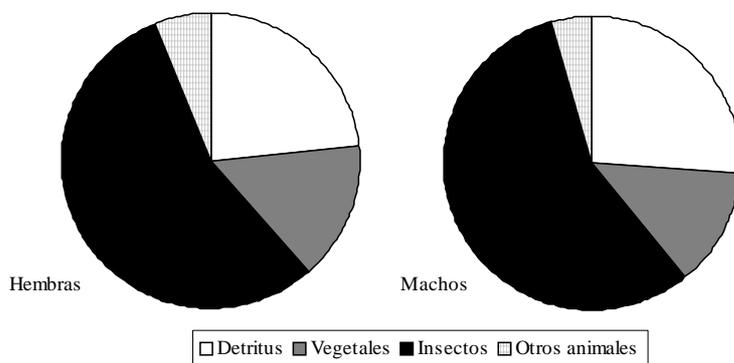


Figura 9. Composición general de la dieta de machos y hembras de *P. fasciata* en la temporada de secas de acuerdo a los principales grupos tróficos.

Los restos de insectos y *Culicoides* sp. tuvieron porcentajes de ingestión y de frecuencia relativamente altos y se consideraron alimentos circunstanciales en machos y



Tabla 12. Composición de la dieta de *P. fasciata* en los sexos de la temporada de secas de acuerdo con los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los valores están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	HEMBRAS		MACHOS	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	23.34	34.59	26.20	36.25
<i>Microspora</i> sp.	6.27	32.43	6.42	31.25
<i>Ulothrix</i> sp.	7.39	18.38	5.18	15.00
<i>Zygnema</i> isp.	0.21	2.16	0.63	5.00
<i>Spirogyra</i> sp.	0.06	0.54		
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0.14	1.08		
<i>Oscillatoria</i> sp.	1.03	13.51	0.35	3.75
<i>Bangia</i> sp.	0.06	2.16	0.17	2.50
Semillas			0.04	1.25
<i>Fragilaria</i> sp.	0.01	0.54		
<i>Pleurocladia</i> sp.	0.00	0.00	0.28	1.25
Restos de insectos	15.33	25.41	24.97	38.75
Beatidae	3.10	5.95	0.85	1.25
<i>Polycentropus</i> sp.	3.01	7.03	1.90	3.75
Diplectroninae	0.95	2.16	1.27	1.25
<i>Agraylea</i> sp.	3.51	9.19	1.62	5.00
<i>Molanna</i> sp.	0.06	0.54		
<i>Chauliodes</i> sp.	0.97	4.32		
Sialidae	1.59	2.70	0.77	2.50
<i>Culicoides</i> sp.	4.10	12.97	3.30	11.25
<i>Chironomus</i> sp.	1.34	5.41	0.85	1.25
Tendipedidae	0.00	0.00		
Tipulidae	3.86	5.95	0.70	1.25
Ptychopteridae	0.55	0.54		
Dixidae	0.14	0.54		
Ceratopogonidae	1.56	3.78	3.90	8.75
Stratiomyidae	6.65	9.73	8.85	10.00
Corixidae	0.66	1.08	0.42	1.25
Naucoridae			0.56	2.50
Mesoveliidae			1.01	1.25
Coleoptera	0.57	0.54	0.56	2.50
Elmidae	1.70	3.24	0.35	1.25
Psephenidae			0.24	1.25
Haliplidae	0.57	0.54		
Hydrophilidae	0.68	1.08		
Lestidae	2.86	3.78	3.03	5.00
Gomphidae			1.20	1.25
Aeschnidae	0.98	1.62		
Plecoptera	0.57	0.54		
Pyralidae	0.14	1.08		
Oligochaeta				
Dugesidae	1.51	3.24		
Nemátodos	0.37	1.62	0.35	1.25
Arachnidae	0.28	0.54		
Ostrácoda	1.05	4.86	2.18	6.25
<i>Daphnia</i> sp.	0.94	1.62	1.13	1.25
Porifera	0.63	1.08		
Poeciliidae	0.90	2.16	0.70	1.25
Peces	0.40	0.54		

hembras, siendo los porcentajes de los restos de insectos mayores en hembras y de los *Culicoides* sp. en machos. Stratiomyidae presentó valores de ingestión de 6.65% en hembras y



8.85% en machos, y de frecuencia de aparición de 9.73% en hembras por 10.0% en machos, sin embargo fue considerado un alimento accidental, siguiendo los valores del índice de Albertaine, junto con el resto de los componentes animales.

La amplitud de nicho trófico para las hembras fue de 0.18 y para los machos de 0.12. De acuerdo a los resultados del traslape de nicho (0.95), se puede observar que hacen uso de los mismos recursos tróficos. No se encontró que hubiera diferencias significativas ($P= 0.32$) en la dieta de los dos sexos en la temporada de secas para *P. fasciata*.

7.2.7.2. Lluvias

Solamente se trabajó con el contenido estomacal de 14 hembras y de cinco machos. Para las hembras se hallaron 13 componentes alimenticios y tan solo siete en los machos. En los dos sexos los insectos fueron el alimento principal, seguido por el detrito, y para las hembras siguieron otros animales y finalmente vegetales, y para los machos no se presentaron otros animales (Figura 10). El detrito se presentó en el 64.29% de los intestinos de las hembras y en el 40% de los machos, por lo que se consideró alimento secundario. De los componentes vegetales la clorofita *Zignema* sp. y la rodofita *Bangia* sp. también fueron alimento circunstancial, registrándose en el 20% de los tractos digestivos de los machos. En los dos sexos la cianobacteria *Oscillatoria* sp. también fue alimento circunstancial de acuerdo al índice de Albertaine (Tabla 13).

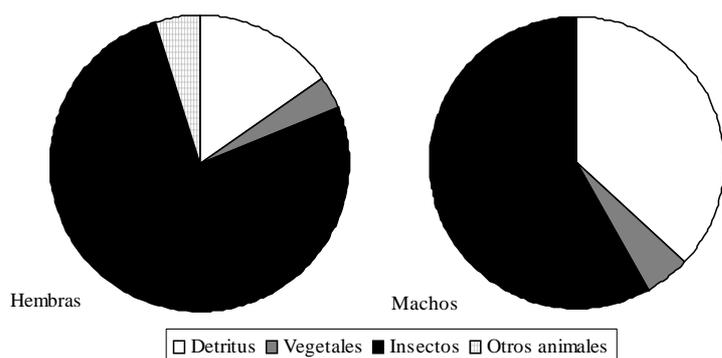


Figura 10. Composición general de la dieta de hembras y machos de *P. fasciata* durante la temporada de lluvias de acuerdo a los principales grupos tróficos.

De los animales, Tendipedidae presentó los porcentajes de ingestión (32.54%) y de frecuencia (42.86%) más altos en las hembras, y los restos de insectos representaron el 22.46% del contenido gástrico en el 28.57% de los intestinos analizados, mismo porcentaje que presentaron los ostrácodos para este sexo. En los machos sólo se registraron tres



componentes animales, siendo todos alimentos circunstanciales, de los cuales los restos de insectos fueron los de valores más elevados.

Tabla 13. Composición de la dieta de *P. fasciata* en los sexos de la temporada de lluvias de acuerdo con los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los valores están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	HEMBRAS		MACHOS	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	15.38	64.29	37.00	40.00
<i>Microspora</i> sp.	0.15	7.14		
<i>Ulothrix</i> sp.				
<i>Zygnema</i> isp.	1.15	7.14	3.00	20.00
<i>Spirogyra</i> sp.				
<i>Ankistrodesmus</i> sp.				
<i>Oscillatoria</i> sp.	1.00	14.29	1.00	20.00
<i>Bangia</i> sp.	1.15	7.14	1.00	20.00
Semillas				
<i>Fragilaria</i> sp.				
<i>Pleurocladia</i> sp.				
Restos de insectos	22.46	28.57	39.00	40.00
Beatidae			13.00	20.00
<i>Polycentropus</i> sp.				
Diplectroninae				
<i>Agraylea</i> sp.				
<i>Molanna</i> sp.				
<i>Chauliodes</i> sp.				
Sialidae	2.31	7.14		
<i>Culicoides</i> sp.				
<i>Chironomus</i> sp.	7.69	7.14		
Tendipedidae	32.54	42.86	6.00	20.00
Tipulidae				
Ptychopteridae				
Dixidae	7.69	7.14		
Ceratopogonidae				
Stratiomyidae				
Corixidae				
Naucoridae				
Mesoveliidae				
Coleoptera				
Elmidae				
Psephenidae				
Haliplidae				
Hydrophilidae				
Lestidae	3.85	7.14		
Gomphidae				
Aeschnidae				
Plecoptera				
Pyralidae				
Oligochaeta	1.54	7.14		
Dugesidae				
Nemátodos				
Arachnidae				
Ostrácoda	3.08	28.57		
<i>Daphnia</i> sp.				
Porífera				
Poeciliidae				
Peces				



Se considera que ambos sexos tiene una amplitud trófica reducida, ya que el valor de amplitud de nicho de las hembras fue de 0.086 y el de los machos de 0.047. Considerando que por arriba de 0.6 ya se puede hablar de cierto traslape de recursos, si existe cierto grado de similitud en los componentes que usan los sexos para alimentarse, ya que el resultado del traslape de nicho fue de 0.67.

7.3. *Poeciliopsis gracilis*

7.3.1. Dieta general

De un total de 200 tractos digestivos analizados de *P. gracilis*, se registraron 30 componentes alimenticios. Se realizó una clasificación general de los componentes por los principales grupos tróficos, quedando de esta manera el detrito, los vegetales, los insectos y otros animales. En porcentaje de ingestión, el detrito mostró los valores más altos (79.53%), los vegetales (16 tipos) presentaron un 7.52% de ingestión, los insectos (siete componentes) 11.76%, y el resto de animales (seis artículos alimenticios) solo 1.2% (Figura 11).

Como ya se mencionó, el detrito fue el que presentó los porcentajes de ingestión y de frecuencia de ocurrencia más altos (79.53% y 90.50% respectivamente) y de acuerdo con el índice de Albertaine se puede considerar como alimento preferente. Dentro de los 16 componentes vegetales, las clorofitas *Microspora* sp. y *Ulothrix* sp. exhibieron los valores de ingestión (2.83% y 1.16% respectivamente) y frecuencia (23.5% y 16.5%, en el mismo orden) más altos, considerándose como alimentos secundarios, seguidas por la crisofíta *Fragilaria* sp. (1.74% de ingestión y 5.5% de frecuencia de ocurrencia), sin embargo se considera como alimento accidental, de acuerdo al valor del índice de Albertaine, junto con el resto de los componentes vegetales. La cianobacteria *Oscillatoria* sp. no presentó altos valores de ingestión (0.42%), pero si fue la cuarta en que más intestinos ocurrió (10.50%) (Tabla 14).

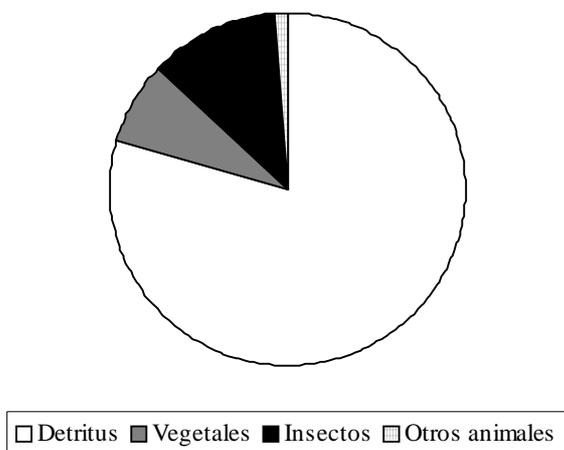


Figura 11. Composición general de la dieta por los principales grupos de alimento que se encontraron en los estómagos analizados de *P. gracilis*.



En cuanto a los componentes de origen animal, solo los de la familia Beatidae presentaron porcentajes de ingestión (9.33%) y de frecuencia de ocurrencia (15.0%) relativamente altos y considerados como alimentos de importancia secundaria. Todos los demás componentes animales se consideraron alimentos accidentales, de acuerdo con el índice del Albertaine (Tabla 14). El porcentaje de estómagos que se encontraron vacíos fue del 5% (10 estómagos).

De acuerdo con los resultados obtenidos con el índice de amplitud de nicho de Levin, se obtuvo un valor de 0.019, lo que representa un nicho trófico estrecho, considerando en la dieta general a *P. gracilis* como especialista.

Tabla 14. Componentes alimenticios registrados en los estómagos de los individuos analizados de *P. gracilis*. Se muestran los resultados de los métodos numérico (NO) y de frecuencia de ocurrencia (FO) (estos valores están dados en porcentajes) de la dieta general de esta especie, así como los valores del índice de Albertaine.

COMPONENTE ALIMENTICIO	NO	FO	ÍNDICE DE ALBERTAINE
Detrito	79.53	90.5	0.91
<i>Microspora</i> sp.	2.83	23.5	0.24
<i>Ulothrix</i> sp.	1.16	16.5	0.17
<i>Cylindrocapsa</i> sp.	0.02	0.5	0.01
<i>Zygnema</i> sp.	0.24	5	0.05
<i>Spirogyra</i> sp.	0.21	5	0.05
<i>Zygnemopsis</i> sp.	0.08	0.5	0.01
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0.03	1.5	0.01
<i>Gloetrichia</i> sp.	0.05	0.5	0.01
<i>Phormidium</i> sp.	0.03	0.5	0.01
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.42	10.5	0.11
<i>Anabaena</i> sp.	0.01	0.5	0.01
<i>Bangia</i> sp.	0.13	3.5	0.04
Semillas	0.03	2	0.02
<i>Fragilaria</i> sp.	1.74	5.5	0.06
<i>Sparganium</i> sp.	0.07	1	0.01
Rest. Veg. Sup.	0.48	4	0.04
Restos de insectos	0.32	2	0.02
Beatidae	9.33	15	0.15
<i>Polycentropus</i> sp.	1.82	6	0.06
<i>Chauliodes</i> sp.	0.05	0.5	0.01
<i>Culicoides</i> sp.	0.05	0.5	0.01
Chironomidae	0.13	0.5	0.01
Corixidae	0.05	0.5	0.01
<i>Limnodrilus</i> sp.	0.03	0.5	0.01
Nematodo	0.24	1.5	0.02
Ácaros	0.32	0.5	0.01
Ostrácodos	0.53	8	0.08
<i>Daphnia</i> sp.	0.07	1	0.01
Cnidario	0.03	0.5	0.01

7.3.2. Variación de la dieta por temporadas del año

Se registraron 181 organismos durante la temporada de secas y 19 durante la temporada de lluvias, registrándose 30 grupos alimenticios para secas y tan solo ocho para



lluvias (Tabla 15). En orden de importancia por porcentajes de ingestión, el detrito mostró los porcentajes de ingestión más altos en ambas temporadas, seguido por los insectos, los vegetales y al final el resto de los animales (Fig. 12). En ambas temporadas del año el detrito fue el que presentó los valores más altos tanto de porcentaje de ingestión (80.84% en secas y 66.18% en lluvias de ingestión), como de frecuencia de ocurrencia (91.71% en secas y 78.95% en lluvias), que de acuerdo con el índice de Alberatine, es un alimento preferente en ambas temporadas. En lo que respecta a los componentes de origen vegetal, se encontró que en temporada de secas las clorofitas *Microspora* sp. y *Ulothrix* sp. exhibieron porcentajes de ingestión bajos (3.1% y 1.24% respectivamente) y de frecuencia de ocurrencia relativamente altos (25.41% y 17.13% en el mismo orden) y se consideran alimentos secundarios, al igual que la cianobacteria *Oscillatoria* sp. que aunque no mostró un porcentaje alto de ingestión (0.43%) si tuvo un porcentaje relativamente alto de frecuencia de ocurrencia (11.05%). Las crisofitas *Fragilaria* sp. tuvieron valores de 1.91% de ingestión y 6.08% de ocurrencia, sin embargo son consideradas como alimento accidental, junto con el resto de los componentes vegetales que mostraron porcentajes de ingestión y ocurrencia bajos. Para la temporada de lluvias la clorofita *Ulothrix* sp. fue considerada como alimento de importancia secundaria debido al porcentaje relativamente alto que mostró de frecuencia de ocurrencia (10.53%).

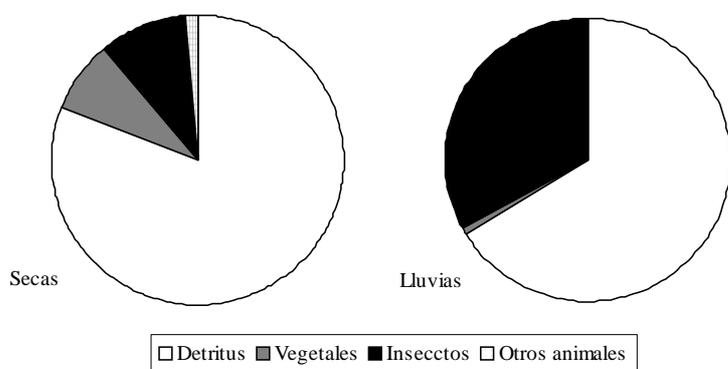


Figura 12. Composición por grupos de componentes alimenticios encontrados en los estómagos de *P. gracilis* durante la temporada de secas y de lluvias.

En cuanto a los componentes de origen animal, los insectos beáticos mostraron valores de ingestión (8.20% en secas y 20.88% en lluvias) y frecuencia de ocurrencia (13.81% y 26.32% en lluvias) relativamente altos, en tanto que el tricóptero *Polycentropus* sp. solamente se presentó en las lluvias, con porcentajes de ingestión (12.06%) y de frecuencia (21.05%) relativamente altos, y de acuerdo con la escala del índice de Albertaine los dos componentes son considerados como alimentos secundarios, el resto de los animales en ambas temporadas exhibieron valores bajos, siendo por lo tanto alimentos accidentales.

El análisis estacional de la dieta mostró pequeñas diferencias, ya que en ambas el detrito fue el alimento preferente, sin embargo se presentaron 22 tipos alimenticios más en secas que en lluvias, observándose que varios grupos de microalgas que si se registraron en secas no lo hicieron en lluvias. Del grupo de los insectos, solamente se presentaron dos en lluvias, mientras que en secas hubo cinco más.

Los resultados del índice de amplitud de nicho de Levin muestran que en ambas temporadas tal amplitud fue estrecha (0.018 en secas y 0.035 en lluvias). Los datos del índice de traslape de nicho no muestran que exista traslape entre las temporadas (0.32).

Tabla 15. Composición general de la dieta de *P. gracilis* en la temporada de secas y de lluvias de acuerdo con los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los valores están dados en porcentajes)

COMPONENTE ALIMENTICIO	SECAS		LLUVIAS	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	80.84	91.71	66.18	78.95
<i>Microspora</i> sp.	3.1	25.41	0.06	5.26
<i>Ulothrix</i> sp.	1.24	17.13	0.35	10.53
<i>Cylindrocapsa</i> sp.	0.02	0.55		
<i>Zygnema</i> sp.	0.27	5.52		
<i>Spirogyra</i> sp.	0.23	5.52		
<i>Zygnemopsis</i> sp.	0.09	0.55		
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0.03	1.10		
<i>Gloetrichia</i> sp.	0.05	0.55		
<i>Phormidium</i> sp.	0.03	0.55		
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.43	11.05	0.29	5.26
<i>Anabaena</i> sp.	0.01	0.55		
<i>Bangia</i> sp.	0.13	3.31	0.112	5.26
Semillas	0.03	2.21		
<i>Fragilaria</i> sp.	1.91	6.08		
<i>Sparganium</i> sp.	0.08	1.10		
Rest. Veg. Sup.	0.53	4.42		
Restos de insectos	0.35	2.21		
Beatidae	8.2	13.81	20.88	26.32
<i>Polycentropus</i> sp.	0.81	4.42	12.06	21.05
<i>Chauliodes</i> sp.	0.06	0.55		
<i>Culicoides</i> sp.	0.06	0.55		
Chironomidae	0.14	0.55		
Corixidae	0.06	0.55		
<i>Limnodrilus</i> sp.	0.03	0.55		
Nematodo	0.26	1.66		
Ácaros	0.35	0.55		
Ostrácodos	0.57	8.29	0.06	5.26
<i>Daphnia</i> sp.	0.08	1.10		
Cnidario	0.03	0.55		



7.3.3. Variación de la dieta por sexos

Se analizó un total de 142 tractos digestivos de hembras (71%), 56 de machos (28%) y dos ejemplares inmaduros. En los machos se registraron 16 tipos de alimento, mientras que en las hembras 28 (Tabla 16), y tal diferencia pudo deberse al número de organismos estudiados en cada sexo, ya que las hembras fueron casi tres veces más que los machos. En cuanto a los grupos de componentes en general, el detrito fue el de mayor ingestión en hembras y machos, seguido por los insectos, vegetales y otros animales (Figura 13). En hembras y machos el detrito exhibió los porcentajes de ingestión (81.94% y 78.40% respectivamente) y de frecuencia (96.64% y 89.94% en el mismo orden) más altos. En cuanto a los organismos inmaduros, solo presentaron detrito, considerado como alimento preferente, al igual que para las hembras y los machos.

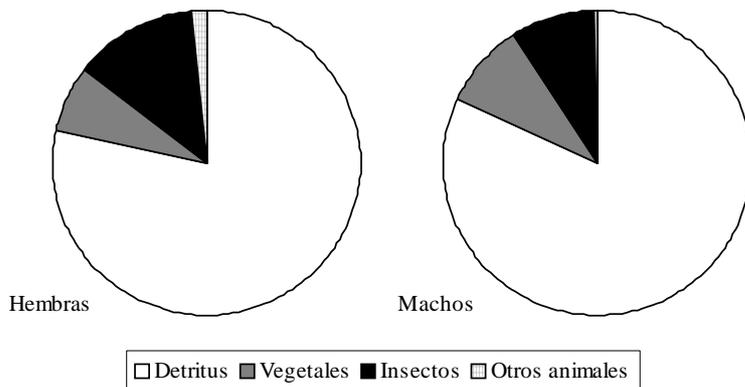


Figura 13. Composición de la dieta de *P. gracilis* en machos y hembras de acuerdo a los principales grupos de componentes tróficos.

En las hembras las clorofitas *Microspora* sp. y *Ulothrix* sp. mostraron valores más altos de ingestión (3.39% y 1.33% cada uno) y presencia (26.76% y 18.31%) con respecto a los machos, aunque para ambos sexos estas dos especies se consideraron como alimentos secundarios. También en las hembras se presentó la cianobacteria *Oscillatoria* sp. y los beátidos como alimentos de importancia secundaria.

La amplitud de las dietas se considera como estrecha en ambos sexos (0.020 en hembras y 0.016 en machos), respecto a la escala de Levin. El resultado del traslape de nicho trófico arrojó un valor de 0.998, lo cual indica que sí existe traslape entre las dietas. De acuerdo con los resultados de la prueba MANOVA se puede señalar que no existen diferencias significativas entre ambos sexos ($P= 0.42$).



Tabla 16. Composición general de la dieta de *P. gracilis* en los machos, las hembras y organismos inmaduros de acuerdo con los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los valores están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	MACHOS		HEMBRAS	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	81.94	94.64	78.40	89.44
<i>Microspora</i> sp.	1.48	16.07	3.39	26.76
<i>Ulothrix</i> sp.	0.74	12.50	1.33	18.31
<i>Cylindrocapsa</i> sp.	0.06	1.79		
<i>Zygnema</i> sp.	0.30	7.14	0.22	4.23
<i>Spirogyra</i> sp.	0.28	3.57	0.17	5.63
<i>Zygnemopsis</i> sp.			0.11	0.70
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0.04	1.79	0.02	0.70
<i>Gloetrichia</i> sp.	0.17	1.79		
<i>Phormidium</i> sp.			0.03	0.70
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.65	8.93	0.33	11.27
<i>Anabaena</i> sp.			0.01	0.70
<i>Bangia</i> sp.			0.19	4.93
Semillas			0.04	2.82
<i>Fragilaria</i> sp.	3.89	10.71	0.9	3.52
<i>Sparganium</i> sp.			0.1	1.41
Rest. Veg. Sup.	1.17	8.93	0.21	2.11
Restos de insectos	0.22	1.79	0.36	2.11
Beatidae	8.43	10.71	9.76	16.90
<i>Polycentropus</i> sp.	0.37	1.79	2.41	7.75
<i>Chauliodes</i> sp.			0.07	0.70
<i>Culicoides</i> sp.			0.07	0.70
Chironomidae			0.19	0.70
Corixidae			0.07	0.70
<i>Limnodrilus</i> sp.			0.04	0.70
Nematodo			0.33	2.11
Ácaros			0.44	0.70
Ostrácodos	0.22	3.57	0.65	9.86
<i>Daphnia</i> sp.	0.06	1.79	0.07	0.70
Cnidario			0.04	0.70

7.3.4. Variación de la dieta por tallas

Para realizar el análisis de la dieta por tallas, con el método de Cassie se obtuvieron dos clases de talla. Para la talla I (13.3-33.06 mm) se registraron 22 grupos de alimentos en 26 organismos analizados, donde el detrito ocupó el 80.52% del contenido gástrico, los vegetales el 6.68%, los insectos el 12.20% y el resto de los animales solamente el 0.60%. Para la talla II (33.06-57.76) se registraron 24 grupos tróficos en 74 individuos estudiados, representando el detrito el 76.72% del contenido estomacal, los vegetales el 9.04%, los insectos 10.52% y el resto de los animales el 2.28% (Figura 14).

En los dos intervalos de talla se obtuvo que el detrito fue el único alimento preferente, de acuerdo con el índice de Albertaine, registrando valores altos de ingestión y de frecuencia



de ocurrencia (80.51% y 92.86% respectivamente para la talla I y 77.72% y 86.49% siguiendo el mismo orden en la talla II).

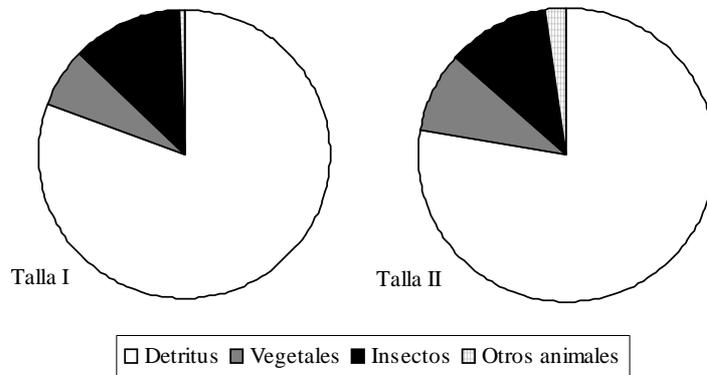


Figura 14. Composición general de la dieta de las clases de talla I y II de *P. gracilis* de acuerdo a los principales grupos tróficos.

De los componentes de origen vegetal se obtuvo que las clorofitas que presentaron los valores más altos de ingestión y de frecuencia en las dos tallas fueron *Microspora* sp. (2.41% y 22.22% en talla I; 3.60% y 25.68% en talla II respectivamente) y *Ulothrix* sp. (0.85% y 14.29% en talla I; 1.72% por 20.27% en talla II en el mismo orden), y se consideraron componentes secundarios, al igual que la cianobacteria *Oscillatoria* sp. en la talla II. Los demás grupos vegetales se presentaron como accidentales (Tabla 17).

De los componentes animales solo los insectos de la familia Beatidae presentaron valores relativamente altos de ingestión (10.35% en talla I y 7.46% en talla II) y de frecuencia de ocurrencia (14.29% en talla I; 16.22% en talla II) en ambas clases de tallas, por lo que se clasificaron como alimento circunstancial, y para la talla II los ostrácodos también entraron dentro de esta categoría (0.94% de ingestión y 12.16% de presencia). Los demás organismos de origen animal solo fueron consumidos accidentalmente.

Los valores del índice de amplitud de nicho muestran que en ambas tallas el espectro trófico es reducido (0.018 para la talla I y 0.022 para la II). El resultado de traslape de nicho fue de 0.99, lo que indica que existe traslape de recursos entre las dos tallas. La prueba estadística MANOVA no muestra que existan diferencias significativas entre tallas ($P= 0.28$).



Tabla 17. Composición general de la dieta de *P. gracilis* en las dos clases de talla de acuerdo con los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los valores están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	TALLA I		TALLA II	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	80.51	92.86	77.72	86.49
<i>Microspora</i> sp.	2.41	22.22	3.60	25.68
<i>Ulothrix</i> sp.	0.85	14.29	1.72	20.27
<i>Cylindrocapsa</i> sp.	0.02	0.79		
<i>Zygnema</i> sp.	0.23	4.76	0.27	5.41
<i>Spirogyra</i> sp.	0.23	5.56	0.16	4.05
<i>Zygnemopsis</i> sp.			0.22	1.35
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0.04	1.59		
<i>Gloetrichia</i> sp.	0.07	0.79		
<i>Phormidium</i> sp.	0.04	0.79		
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.47	9.52	0.33	12.16
<i>Anabaena</i> sp.	0.01	0.79		
<i>Bangia</i> sp.	0.12	2.38	0.15	5.41
Semillas	0.02	0.79	0.06	4.05
<i>Fragilaria</i> sp.	1.71	4.76	1.81	6.76
<i>Sparganium</i> sp.			0.19	2.70
Rest. Veg. Sup.	0.46	3.17	0.54	5.41
Restos de insectos	0.10	0.79	0.73	4.05
Beatidae	10.35	14.29	7.46	16.22
<i>Polycentropus</i> sp.	1.67	5.56	2.09	6.76
<i>Chauliodes</i> sp.			0.15	1.35
<i>Culicoides</i> sp.	0.08	0.79		
Chironomidae			0.37	1.35
Corixidae			0.15	1.35
<i>Limnodrilus</i> sp.			0.07	1.35
Nematodo	0.28	0.79	0.15	2.70
Ácaros			0.90	1.35
Ostrácodos	0.30	5.56	0.94	12.16
<i>Daphnia</i> sp.	0.02	0.79	0.15	1.35
Cnidario			0.07	1.35

7.3.5. Variación de la dieta por subcuencas

Se analizaron 95 individuos de la subcuenca del río Quiotepec y 105 de la del río Salado. El detrito fue el principal alimento en ambas subcuencas, seguido por los insectos, los vegetales y los demás componentes animales en el río Quiotepec, y por los vegetales, otros componentes animales e insectos en el río Salado (Figura 15.)

Para la subcuenca del río Quiotepec se obtuvieron 22 tipos de alimento, por 18 del río Salado (Tabla 18).

Las proporciones de ingestión y frecuencia en las dos subcuencas presentaron al detrito con los valores más altos (63.85% y 86.32% respectivamente para el río Quiotepec y 93.94% y 94.29% en el mismo orden para el río Salado) por lo que fue el único tipo de



alimento preferente en ambas subcuencas, observándose que para el río Salado dichos valores fueron más elevados, cercanos al 100%.

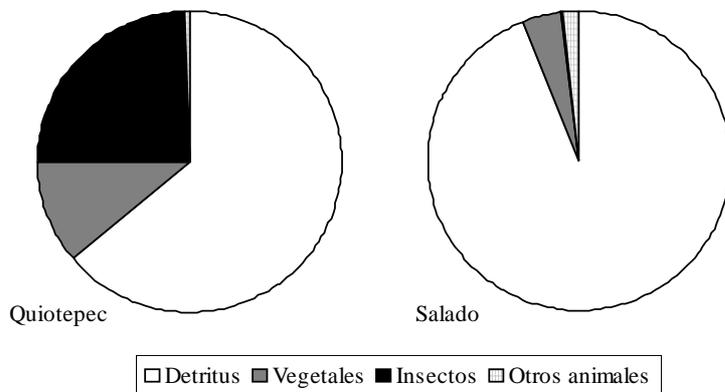


Figura 15. Composición de la dieta por los principales grupos de alimento encontrados en los estómagos analizados de *P. gracilis* en las dos subcuencas del Papaloapan.

En cuanto a los componentes de origen vegetal, la clorofita *Microspora* sp. presentó los valores más altos de ingestión y de presencia en la subcuenca del río Quioitepec (4.62% y 29.47% respectivamente) y los segundos más elevados en el río Salado (1.19% y 18.10% cada uno), solamente detrás de *Ulothrix* sp. (1.49% de ingestión y 22.86% de presencia), por lo que se consideraron alimento circunstancial. Para los peces de la subcuenca del río Quioitepec se halló que la cianobacteria *Oscillatoria* sp. también fue considerada como alimento secundario (0.42% de ingestión y 12.63% de frecuencia de ocurrencia), así como la crisofita *Fragilaria* sp. (3.64% de ingestión y 11.58% de frecuencia de ocurrencia), que sólo se presentó en esta subcuenca. El resto de los vegetales en ambas subcuencas fueron alimentos accidentales.

En los animales se registró que los organismos con mayor proporción de ingestión y de frecuencia para el río Quioitepec fueron los beatidos (19.26% y 29.47% respectivamente) y los del género *Polycentropus* sp. (3.79% y 12.63%, siguiendo el mismo orden), por lo que son considerados como alimento de importancia secundaria. Para el río Salado el único componente de origen animal considerado como secundario fueron los ostrácodos, que aunque no tuvieron un porcentaje de ingestión elevado (0.13%), si tuvieron una frecuencia de ocurrencia relativamente alta (14.29%).

La amplitud del nicho trófico fue estrecha para ambas subcuencas (0.042 para el río Quioitepec y 0.005 para el río Saldo). Los resultados del índice de traslape de nicho muestran que en ambas subcuencas los peces hacen uso de los mismos recursos alimenticios (0.95), aunque los resultados de la prueba MANOVA indican que si existe diferencia altamente significativas entre las dos subcuencas ($p < 0.01$), por lo que se realizaron pruebas de ANOVA



para cada componente alimenticio, y se encontró que tales diferencias se presentaron en el detrito, las clorofitas *Microspora* sp. y *Spirogyra* sp., la crisofita *Fragilaria* sp., los restos de vegetales superiores, los insectos de la familia Beatidae, así como los tricópteros *Polycentropus* sp. y en los ostrácodos.

Tabla 18. Composición general de la dieta de *P. gracilis* en la subcuenca del Quiotepec y del Salado de acuerdo con los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los valores están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	QUIOTEPEC		SALADO	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	63.85	86.32	93.94	94.29
<i>Microspora</i> sp.	4.62	29.47	1.19	18.10
<i>Ulothrix</i> sp.	0.80	9.47	1.48	22.86
<i>Cylindrocapsa</i> sp.			0.03	0.95
<i>Zygnema</i> sp.	0.19	3.16	0.29	6.67
<i>Spirogyra</i> sp.	0.36	6.32	0.06	3.81
<i>Zygnemopsis</i> sp.			0.15	0.95
<i>Ankistrodesmus</i> sp.			0.05	1.90
<i>Gloetrichia</i> sp.			0.09	0.95
<i>Phormidium</i> sp.			0.05	0.95
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.42	12.63	0.42	8.57
<i>Anabaena</i> sp.	0.01	1.05		
<i>Bangia</i> sp.	0.08	3.16	0.18	3.81
Semillas			0.06	3.81
<i>Fragilaria</i> sp.	3.64	11.58		
<i>Sparganium</i> sp.	0.14	2.11		
Rest. Veg. Sup.	1.01	8.42		
Restos de insectos	0.67	4.21		
Beatidae	19.26	29.47	0.20	1.90
<i>Polycentropus</i> sp.	3.79	12.63		
<i>Chauliodes</i> sp.	0.11	1.05		
<i>Culicoides</i> sp.	0.11	1.05		
Chironomidae	0.27	1.05		
Corixidae	0.11	1.05		
<i>Limnodrilus</i> sp.	0.05	1.05		
Nematodo	0.44	2.11	0.05	0.95
Ácaros			0.61	0.95
Ostrácodos	0.01	1.05	1.00	14.29
<i>Daphnia</i> sp.			0.13	1.90
Cnidario	0.05	1.05		

7.3.6. Variación de la dieta por tallas y temporadas

7.3.6.1. Secas

Se analizaron 117 tractos digestivos de la talla I por 64 de la talla II. El detrito representó la mayor parte del porcentaje de ingestión en las dos clases de talla, mientras que los componentes vegetales tuvieron mayor porcentaje en la talla II (10.10%) que en la talla I



(7.18%). E inversamente, los insectos representaron mayor porcentaje en la talla I (10.88) que en la II (7.36%). Los demás animales tuvieron porcentajes muy bajos (Figura 16).

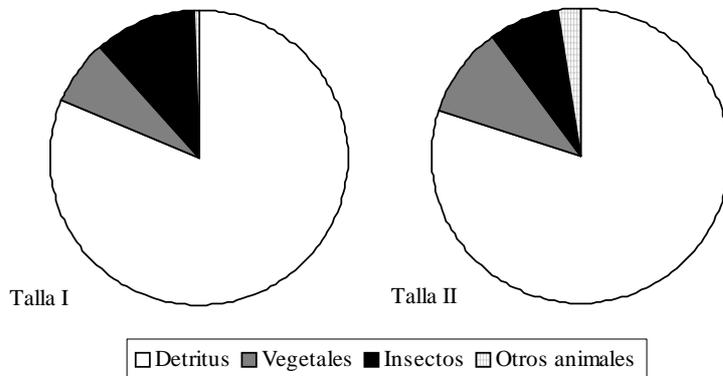


Figura 16. Composición general de la dieta de las clases de talla I y II de *P. gracilis* durante la temporada de secas.

Para esta temporada se registró que el detrito tuvo los valores más altos de ingestión en las dos tallas (81.30% en talla I y 94.02% en talla II) y de frecuencia (94.02% en talla I y 87.50% en talla II), siendo considerado el alimento preferente en las dos tallas. Los componentes vegetales considerados como circunstanciales fueron las clorofitas *Microspora* sp. y *Ulothrix* sp., con porcentajes de ingestión de 2.60% y 0.91% respectivamente para la talla I y 4.08% y 1.86% para la talla II, y porcentajes de frecuencia de 23.08% y 14.53% respectivamente para la talla I y 29.69% y 21.88% en el mismo orden para la talla II. La cianobacteria *Oscillatoria* sp. aunque mostró valores bajos de ingestión (0.51% en talla I; 0.29% en talla II), si tuvo valores relativamente altos de frecuencia (10.26% en talla I; 12.50% en talla II), por lo que se consideró alimento circunstancial (Tabla 19).

De los componentes animales los insectos de la familia Beatidae presentaron los valores de ingestión y frecuencia más altos para las dos tallas (10.03% y 13.68 para la talla I respectivamente; 4.66% y 14.06% para la talla II en el mismo orden), y estuvieron como alimentos secundarios según el índice de Albertaine. Los ostrácodos sólo se presentaron dentro de esta misma categoría en la talla II en esta temporada del año. El resto de los componentes alimenticios fueron accidentales (Tabla 19).

De acuerdo con el índice de amplitud de nicho, para las dos tallas de esta temporada se considera que tienen un espectro trófico reducido (0.017 para talla I y 0.02 para talla II), y hacen uso de los mismos recursos, ya que el resultados de traslape de nicho fue de 0.99. Los resultados de MANOVA no arrojaron que existieran diferencias significativas entre las dos tallas de análisis para la temporada de secas ($P= 0.20$).



Tabla 19. Composición general de la dieta de *P. gracilis* en las dos clases de talla de la temporada de secas de acuerdo con los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los valores están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	TALLA I		TALLA II	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	81.30	94.02	79.95	87.50
<i>Microspora</i> sp.	2.60	23.08	4.08	29.69
<i>Ulothrix</i> sp.	0.91	14.53	1.86	21.88
<i>Cylindrocapsa</i> sp.	0.03	0.85		
<i>Zygnema</i> sp.	0.25	5.13	0.31	6.25
<i>Spirogyra</i> sp.	0.25	5.98	0.19	4.69
<i>Zygnemopsis</i> sp.			0.25	1.56
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0.04	1.71		
<i>Gloetrichia</i> sp.	0.08	0.85		
<i>Phormidium</i> sp.	0.04	0.85		
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.51	10.26	0.29	12.50
<i>Anabaena</i> sp.	0.01	0.85		
<i>Bangia</i> sp.	0.11	1.71	0.17	6.25
Semillas	0.02	0.85	0.07	4.69
<i>Fragilaria</i> sp.	1.84	5.13	2.05	7.81
<i>Sparganium</i> sp.			0.22	3.13
Rest. Veg. Sup.	0.49	3.42	0.61	6.25
Restos de insectos	0.11	0.85	0.83	4.69
Beatidae	10.03	13.68	4.66	14.06
<i>Polycentropus</i> sp.	0.66	3.42	1.10	6.25
<i>Chauliodes</i> sp.			0.17	1.56
<i>Culicoides</i> sp.	0.09	0.85		
Chironomidae			0.42	1.56
Corixidae			0.17	1.56
<i>Limnodrilus</i> sp.			0.08	1.56
Nematodo	0.31	0.85	0.17	3.13
Ácaros			1.02	1.56
Ostrácodos	0.32	5.13	1.07	14.06
<i>Daphnia</i> sp.	0.03	0.85	0.17	1.56
Cnidario			0.08	1.56

7.3.6.2. Lluvias

En esta temporada tan solo se analizaron 19 tractos digestivos, nueve correspondieron a la talla I y 10 a la talla II. En la talla I se registraron siete componentes alimenticios por cinco en la talla II. En ambas tallas el detrito fue el único alimento preferente, con porcentajes altos de ingestión (70.56% en talla I; 61.25% en talla II) y de frecuencia (77.78% en talla I; 80% en talla II). El resto de los componentes en las dos tallas se consideran secundarios, aunque debido a la escasez de datos puede existir un sesgo (Tabla 20).

La amplitud de nicho fue reducida para ambas tallas en la temporada de lluvias (0.03 y 0.04 para talla I y II respectivamente) y hacen uso de los mismos recursos ya que el resultado de traslape de nicho fue de 0.97.



Tabla 20. Composición general de la dieta de *P. gracilis* en las dos clases de talla de la temporada de lluvias de acuerdo con los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los valores están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	TALLA I		TALLA II	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	70.56	77.78	61.25	80
<i>Microspora</i> sp.	0.11	11.11		
<i>Ulothrix</i> sp.	0.11	11.11	0.625	10
<i>Cylindrocapsa</i> sp.				
<i>Zygnema</i> sp.				
<i>Spirogyra</i> sp.				
<i>Zygnemopsis</i> sp.				
<i>Ankistrodesmus</i> sp.				
<i>Gloetrichia</i> sp.				
<i>Phormidium</i> sp.				
<i>Oscillatoria</i> sp.			0.625	10
<i>Anabaena</i> sp.				
<i>Bangia</i> sp.	0.22	11.11		
Semillas				
<i>Fragilaria</i> sp.				
<i>Sparganium</i> sp.				
Rest. Veg. Sup.				
Restos de insectos				
Beatidae	14.44	22.22	28.125	30
<i>Polycentropus</i> sp.	14.44	33.33	9.375	10
<i>Chauliodes</i> sp.				
<i>Culicoides</i> sp.				
Chironomidae				
Corixidae				
<i>Limnodrilus</i> sp.				
Nematodo				
Ácaros				
Ostrácodos	0.11	11.11		
<i>Daphnia</i> sp.				
Cnidario				

7.3.7. Variación de la dieta por temporadas y sexos

7.3.7.1. Secas

Los 181 organismos analizados para la temporada de secas se dividieron entre hembras (127), machos (53) e inmaduros (uno). La dieta de las hembras estuvo constituida por 28 diferentes clases de alimento, 12 más que en los machos que solo presentaron 16 (Tabla 21), siendo el detrito el más ingerido en ambos sexos, y con menos proporción los insectos, los vegetales y otros animales (Figura 17). Para ambos sexos el alimento preferente fue el detrito, con valores de porcentaje de ingestión y de frecuencia de ocurrencia de 80.66% y 90.55% respectivamente para las hembras y 80.88% y 94.34% para los machos en el mismo orden. De los componentes de origen vegetal las clorofitas que presentaron los porcentajes de



ingestión y de ocurrencia más elevados fueron *Microspora* sp. (3.78% y 29.13% respectivamente en las hembras; 1.57% de ingestión por 16.98% en el mismo orden en los machos) y *Ulothrix* sp. (1.44% y 18.90% en hembras; 0.78% y 13.21% en machos respectivamente). La cianobacteria *Oscillatoria* sp. sólo se presentó como alimento circunstancial (junto con las clorofitas antes mencionadas) en las hembras, mientras que la crisofita *Fragilaria* sp. lo hizo solamente en los machos (Tabla 21).

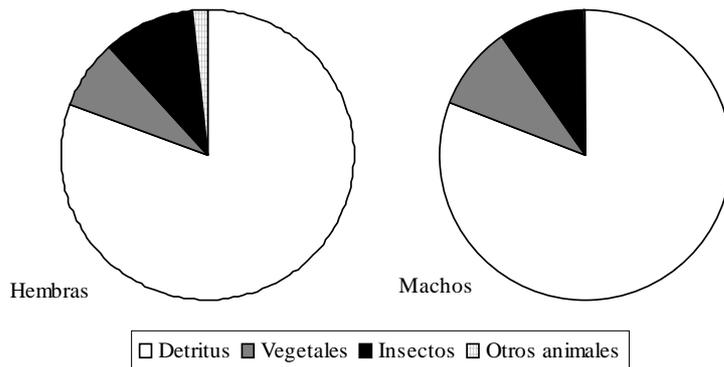


Figura 17. Composición general de la dieta de hembras y machos de *P. gracilis* durante la temporada de secas.

En lo que respecta a los componentes animales, Beatidae presentó los valores más altos de ingestión y ocurrencia en hembras (7.96% y 14.96% respectivamente) y machos (8.92% y 11.32% en el mismo orden). Para las hembras los ostrácodos también fungieron como alimento secundario. El resto de los componentes animales se consideraron alimento accidental.

Los valores del índice de amplitud de nicho muestran que es estrecha en ambos sexos (0.018 en hembras y 0.017 en machos). La prueba de MANOVA muestra que no existen diferencias significativas en esta temporada del año en la dieta de hembras y machos ($P=0.43$).

Solamente hubo un organismo inmaduro y presentó 100% de detrito.

7.3.7.2. Lluvias

Para los 19 organismos estudiados de la temporada de lluvias, 15 corresponden a hembras, tres a machos y uno se encontró en estado inmaduro. La dieta de las hembras estuvo compuesta por los ocho tipos de alimento que se registraron para esta temporada según el índice de Albertaine: un alimento preferente, (detrito), tres alimentos secundarios (*Ulothrix* sp., Beatidae y *Polycentropus* sp.) y cuatro considerados como accidentales (*Microspora* sp.,



Oscillatoria sp., *Bangia* sp. y ostrácodos). En cuanto a la dieta de los machos se encontró que en el 100% de los intestinos estudiados (tres) se encontró solamente detrito (Tabla 22).

Tabla 21. Composición general de la dieta de *P. gracilis* en los sexos de la temporada de secas de acuerdo con los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los valores están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	HEMBRAS		MACHOS	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	80.66	90.55	80.88	94.34
<i>Microspora</i> sp.	3.78	29.13	1.57	16.98
<i>Ulothrix</i> sp.	1.44	18.90	0.78	13.21
<i>Cylindrocapsa</i> sp.			0.06	1.89
<i>Zygnema</i> sp.	0.25	4.72	0.31	7.55
<i>Spirogyra</i> sp.	0.20	6.30	0.29	3.77
<i>Zygnemopsis</i> sp.	0.12	0.79		
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0.02	0.79	0.04	1.89
<i>Gloetrichia</i> sp.			0.18	1.89
<i>Phormidium</i> sp.	0.04	0.79		
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.33	11.81	0.69	9.43
<i>Anabaena</i> sp.	0.01	0.79		
<i>Bangia</i> sp.	0.19	4.72		
Semillas	0.05	3.15		
<i>Fragilaria</i> sp.	1.00	3.94	4.12	11.32
<i>Sparganium</i> sp.	0.11	1.57		
Rest. Veg. Sup.	0.24	2.36	1.24	9.43
Restos de insectos	0.40	2.36	0.24	1.89
Beatidae	7.96	14.96	8.92	11.32
<i>Polycentropus</i> sp.	0.99	5.51	0.39	1.89
<i>Chauliodessp.</i>	0.08	0.79		
<i>Culicoides</i> sp.	0.08	0.79		
Chironomidae	0.21	0.79		
Corixidae	0.08	0.79		
<i>Limnodrilus</i> sp.	0.04	0.79		
Nematodo	0.37	2.36		
Ácaros	0.50	0.79		
Ostrácodos	0.72	10.24	0.24	3.77
<i>Daphnia</i> sp.	0.08	0.79	0.06	1.89
Cnidario	0.04	0.79		

El valor del índice de amplitud de nicho de Levin es de 0.045 para hembras y de 0 para machos. Debido a la escasez de datos no se realizó la prueba de traslape de nicho trófico ni MANOVA.



Tabla 22. Composición general de la dieta de *P. gracilis* en hembras y machos de la temporada de lluvias de acuerdo con los métodos Numérico (NO) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) (los valores están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	HEMBRAS		MACHOS	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	58.93	80.00	100	100
<i>Microspora</i> sp.	0.07	6.67		
<i>Ulothrix</i> sp.	0.43	13.33		
<i>Cylindrocapsa</i> sp.				
<i>Zygnema</i> sp.				
<i>Spirogyra</i> sp.				
<i>Zygnemopsis</i> sp.				
<i>Ankistrodesmus</i> sp.				
<i>Gloetrichia</i> sp.				
<i>Phormidium</i> sp.				
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.36	6.67		
<i>Anabaena</i> sp.				
<i>Bangia</i> sp.	0.14	6.67		
Semillas				
<i>Fragilaria</i> sp.				
<i>Sparganium</i> sp.				
Rest. Veg. Sup.				
Restos de insectos				
Beatidae	25.36	33.33		
<i>Polycentropus</i> sp.	14.64	26.67		
<i>Chauliodes</i> sp.				
<i>Culicoides</i> sp.				
Chironomidae				
Corixidae				
<i>Limnodrilus</i> sp.				
Nematodo				
Ácaros				
Ostrácodos	0.07	6.67		
<i>Daphnia</i> sp.				
Cnidario				

7.4. Traslape de nicho trófico entre especies

Con base en los resultados obtenidos de la dieta general de cada una de las especies de este estudio, se aplicó el índice de traslape de nicho, con el objetivo de conocer si existe traslape en la utilización de recursos alimenticios entre las dos especies. En total se registraron 58 grupos alimenticios, de los cuales 30 se presentaron en *P. gracilis* y 48 en *P. fasciata* (Tabla 23). Ambas especies compartieron 21 categorías de alimento. Para *P. gracilis* el detrito fue el alimento preferente (80.16% de ingestión y 91.55% de frecuencia) de acuerdo al índice de Albertaine. Para *P. fasciata* no hubo ningún alimento preferente y sí cinco alimentos considerados como circunstanciales. El detrito se consideró como alimento



circunstancial en *P. fasciata*, y las dos especies también tuvieron dentro de esta categoría a las microalgas *Microspora* sp. y *Ulothrix* sp., que aunque tuvieron porcentajes bajos de ingestión, los valores de frecuencia fueron relativamente más altos (*Microspora* sp. y *Ulothrix* sp. con 21.13% y 14.08 % en *P. gracilis* y 32.08% y 17.36% en *P. fasciata* respectivamente). Los otros alimentos circunstanciales de *P. gracilis* fueron la cianobacterias del género *Oscillatoria* y los insectos efemerópteros de la familia Beatidae. En *P. fasciata* también se presentaron los restos de insectos y los mosquitos del género *Culicoides* sp. como alimentos de importancia secundaria.

El índice de amplitud de nicho de Levin, indica que *P. gracilis* tiene un espectro trófico reducido, y se puede considerar como especialista (0.019), siendo el detrito su principal fuente de alimento, a diferencia de *P. fasciata*, que también, dado los resultados del índice de amplitud (0.17) se considera como especialista, pero con la frecuencia de sus presas más homogéneas.

El traslape es típicamente el uso de un recurso en común (el trófico en este caso) al mismo tiempo, por más de un organismo, sin hacer caso de la abundancia de este último. Zaret y Rand (1971) mencionan que un valor igual o mayor a 0.60 demuestra un traslape significativo, y el resultado del traslape de la dieta de ambas especies fue de 0.73, por lo que las dos especies hacen uso de algunos de los mismos recursos tróficos para alimentarse. La prueba MANOVA dio por resultado que si existen diferencias altamente significativas ($P=0$) en la dieta de las dos especies, y después de aplicar pruebas de ANOVA para determinar en que componentes se dieron estas diferencias se obtuvo que existieron diferencias altamente significativas ($p<0.01$) en el detrito, y de los componentes vegetales en *Microspora* sp., *Ulothrix* sp. y *Oscillatoria* sp., mientras que en *Zignema* sp. y restos de vegetales superiores las diferencias fueron significativas ($p<0.05$). De los 29 tipos de insectos, en ocho existieron diferencias altamente significativas ($p<0.01$) (restos de insectos, *Polycentropus* sp., *Agraylea* sp., *Culicoides* sp., Tipulidae, Ceratopogonidae, Stratiomyidae y Odonata), y cinco tuvieron diferencias significativas ($p>0.05$) (Beatidae, *Chauliodes* sp., Sialidae, *Chironomus* sp. y Tendipedidae). Del resto de los animales, solo se presentaron diferencias altamente significativas en los ostrácodos.



Tabla 23. Componentes alimenticios de la dieta general registrados en *P. fasciata* y *P. gracilis* (los valores están dados en porcentajes).

COMPONENTE ALIMENTICIO	<i>P. fasciata</i>		<i>P. gracilis</i>	
	NO	FO	NO	FO
Detrito	23.97	36.62	79.53	90.50
<i>Microspora</i> sp.	5.89	30.28	2.83	23.50
<i>Ulothrix</i> sp.	6.29	16.20	1.16	16.50
<i>Cylindrocapsa</i> sp.			0.02	0.50
<i>Zygnema</i> sp.	0.42	3.52	0.24	5.00
<i>Spirogyra</i> sp.	0.04	0.35	0.21	5.00
<i>Zygnemopsis</i> sp.			0.08	0.50
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0.09	0.70	0.03	1.00
<i>Gloetrhichia</i> sp.			0.05	0.50
<i>Phormidium retzii</i>			0.03	0.50
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.85	10.92	0.42	10.50
<i>Anabaena</i> sp.			0.01	0.50
<i>Bangia</i> sp.	0.16	2.82	0.13	3.50
Semillas	0.01	0.35	0.03	2.00
<i>Fragilaria</i> sp.	0.01	0.35	1.74	5.50
<i>Pleurocladia</i> sp.	0.08	0.35		
<i>Sparganium</i> sp.			0.07	1.00
Restos de veg. Sup.			0.48	4.00
Ins. No ident.	18.71	29.58	0.32	2.00
Beatidae	2.53	4.58	9.33	15.00
<i>Polycentropus</i> sp.	2.51	5.63	1.82	6.00
Diplectroninae	0.97	1.76		
<i>Agraylea</i> sp.	2.77	7.39		
<i>Molanna</i> sp.	0.04	0.35		
<i>Chauliodes</i> sp.	0.64	2.82	0.05	0.50
Sialidae	1.38	2.82		
<i>Culicoides</i> sp.	3.60	11.62	0.05	0.50
<i>Chironomus</i> sp.	1.49	4.23	0.13	0.50
Tendipedidae	1.71	2.46		
Tipulidae	2.75	4.23		
Ptychopteridae	0.36	0.35		
Dixidae	0.47	0.70		
Ceratopogonidae	2.08	4.93		
Stratiomyidae	6.78	9.15		
Corixidae	0.55	1.06	0.05	0.50
Naucoridae	0.15	0.70		
Mesoveliidae	0.27	0.35		
Coleoptera	0.53	1.06		
Elmidae	1.23	2.46		
Psephenidae	0.06	0.35		
Haliplidae	0.38	0.35		
Hydrophilidae	0.45	0.70		
Lestidae	2.90	4.23		
Gomphidae	0.32	0.35		
Aeschnidae	0.65	1.06		
Plecoptera	0.38	0.35		
<i>Pyralidae</i> sp.	0.09	0.70		
<i>Limnodrilus</i> sp.	0.08	0.35	0.03	0.50
Dugesiiidae	1.00	2.11		
Nemátodo	0.34	1.41	0.24	1.50
Ácaros			0.32	0.50
Halacaridae	0.19	0.35		
Ostrácodos	1.43	6.34	0.53	8.00
Daphnia	0.92	1.41	0.07	1.00
Porifera	0.42	0.70		
Poeciliidae	0.78	1.76		
Pez	0.26	0.35		
Cnidario			0.03	0.50



8. DISCUSIÓN

8.1. Dieta general

El bajo porcentaje de tubos digestivos vacíos en las dos especies sugiere que el alimento es abundante, aunque también puede estar relacionado con la hora de captura y el tipo de alimentación de los peces, cuestiones que no se consideraron en el presente estudio. No existen trabajos previos sobre la alimentación de *Poeciliopsis fasciata*. A pesar de la amplia variedad de componentes alimenticios encontrados en *P. fasciata*, pocos tuvieron porcentajes de ingestión y de frecuencia altos. El detrito mostró los valores más altos en los dos métodos (23.97% de ingestión y 36.62% de frecuencia de ocurrencia), sin embargo los restos de insectos y algunas algas filamentosas (*Ulothrix* sp. y *Microspora* sp.) también tuvieron una representación importante en los artículos alimenticios encontrados. Los resultados del análisis ubican a esta especie como detritívora, sin embargo, los valores de la categoría restos de insectos estuvieron cercanos a los del detrito, resaltando que el componente animal representó el 62.19% (38) de los 49 componentes alimenticios. De este grupo de artículos alimenticios de origen animal, el 91.3% corresponden a los insectos, siendo esto el 56.77% de todo el contenido gástrico. Así se observa que los insectos son comunes en la dieta, pudiendo entonces catalogar a la especie como un consumidor secundario con tendencias carnívoras-insectívoras (Yáñez-Arancibia, 1978). En otros estudios sobre análisis de contenido intestinal de dos especies de poecílicos (*Heterandria bimaculata* y *Poecilia sphenops*) en el embalse “Los Carros” en el Estado de Morelos, se obtuvieron resultados semejantes a los de este trabajo, encontrando una predilección mayor por alimentos de origen animal por parte de *H. bimaculata*, clasificándola como carnívora-insectívora y una dieta basada en el detrito en *P. sphenops*, ubicando a la especie como detritívora (Trujillo-Jiménez y Toledo, 2007). Así mismo los resultados son acordes con Trujillo-Jiménez (1998), quien en el río Amacuzac también registró a *H. bimaculata* como carnívora-insectívora, donde observó que los dípteros e himenópteros fueron los que presentaron los mayores porcentajes. En este trabajo, para *P. fasciata* también los dípteros fueron los de porcentajes más altos (19.26% del contenido gástrico), seguido por los restos de insectos. El orden de insectos que más porcentaje de ingestión mostró fue Diptera (19.26%). Al respecto, otro poecílido que también es considerado carnívoro-insectívoro es *Gambusia affinis affinis*, subespecie que fue estudiada por Hess y Tarzwell (1942), encontrando que los insectos fueron la clase animal con valores más altos en su alimentación. Suárez *et al.* (2002) mencionan que para *Gambusia punctata* su alimentación estuvo constituida por 34 alimentos exclusivamente de origen



animal, de los cuales los dípteros representaron el mayor porcentaje, determinando ocho familias, siendo Chironimidae la más representativa. En los resultados del presente trabajo también se determinaron ocho familias de dípteros para *P. fasciata*, donde la familia Stratiomyidae fue la mejor representada (6.78% del contenido gástrico). Otra especie que ha sido reportada como insectívora es *Poecilia reticulata* (Machado-Allison, 1987; Ortaz, 1992), sin embargo Ortaz, (2001), la reportada como herbívora, ya que el 75% de su dieta estuvo constituida por microalgas, por lo que los resultados de estos autores parecen ser contradictorios, sin embargo Trujillo y Toledo (2007) comentan que más que contradictorios son complementarios, ya que su interpretación conjunta parece indicar que es una especie de alta plasticidad alimenticia, dado que hace uso de los distintos alimentos presentes en los diferentes ecosistemas en los que habita. Con respecto a los vegetales, en este trabajo se encontró que el 13% del contenido gástrico de *P. fasciata* estuvo compuesto por perifiton (microalgas y cianobacterias bentónicas especialmente), de las cuales las clorofitas (*Microspora* sp. y *Ulothrix* sp.) fueron las mejor representadas. Allan (1995) indica que el perifiton está presente sobre todas las superficies dentro de los ríos, por lo que este, y ocasionalmente las briofitas, predominan en los cuerpos de agua; también menciona que aunque las diatomeas comprenden la mayoría de las especies en el perifiton, las algas verdes y las cianobacterias están bien representadas y pueden dominar la biomasa de los autótrofos bénticos bajo algunas circunstancias, e indica que el problema para la identificación de las diatomeas es que no es común que formen matas, colonias gelatinosas o filamentos con los que sea fácil su observación. En el contenido estomacal de *P. fasciata* se encontró que aunque los porcentajes de ingestión de las clorofitas y las cianobacterias no fueron altos, los porcentajes de frecuencia de ocurrencia sí lo fueron, incluso *Microspora* sp. tuvo un valor superior al de los restos de insectos. Como ya se mencionó, las algas *Microspora* sp. y *Ulothrix* sp. fueron las de los porcentajes más altos, y el resto de las microalgas tuvieron valores insignificantes. Al respecto Allan (1995) comenta que en una región particular y tipo de río, ciertos taxa tienden a presentarse juntos e incluyen una o varias especies dominantes.

La cianobacteria *Oscillatoria* sp. se presentó en el 10.92% de los tractos digestivos analizados, y es importante señalar que muchas de las cianobacterias fijan nitrógeno, como *Oscillatoria* y *Anabaena* (Madigan *et al.*, 1997), convirtiéndolo, de otro modo inútil, en formas reducidas del elemento (como el amonio, NH_3) que las células pueden emplear para sintetizar compuestos orgánicos que contienen nitrógeno, incluyendo aminoácidos y nucleótidos (Karp, 1996), que posteriormente son asimilados por los animales, en este caso los peces. Es oportuno señalar que el término alga se refiere a un grupo muy grande de seres



eucarióticos que contienen clorofila y llevan a cabo fotosíntesis oxigénica. No hay que confundirlas con las cianobacterias (que aunque en este trabajo se agruparon con los vegetales, solo fue para fines comparativos) que llevando a cabo también fotosíntesis, son bacterias, perteneciendo a otro Dominio de seres vivos (Bacteria). En estudios sobre la alimentación de otros poecílidos se ha observado que las algas, aunque no han tenido porcentajes altos de ingestión, si los han tenido los de frecuencia de ocurrencia, como es el caso de *P. sphenops* (Trujillo-Jiménez, 1998), en donde el alga *Spirogyra* sp. se presentó en casi el 25% de los estómagos analizados. Trujillo-Jiménez y Toledo (2007) registraron que la clorofita *Oedogonium* tuvo un porcentaje del tan solo el 2% del contenido gástrico, sin embargo se presentó en el 56.6% del total de intestinos estudiados.

En cuanto a los resultados de *Poeciliopsis gracilis*, se observó que en comparación con *P. fasciata* presenta menor variedad de componentes en su dieta, 30 en total, siendo estos de origen vegetal (16 tipos), animal (13 tipos) y el detrito, teniendo que este último presentó los valores más altos de ingestión y frecuencia de ocurrencia, por lo que puede ubicarse dentro de la categoría de consumidor primario de forma detritívora de acuerdo con Yáñez-Arancibia (1978), que incorpora junto al detrito un componente vegetal y animal, probablemente asociado a este detrito. Tal asociación es causada debido a que el detrito es colonizado por bacterias, hongos así como algas, los cuales le dan mayores nutrimentos, y son consumidos por invertebrados (Cummins, 1974). Al respecto Trujillo-Jiménez (1998) registró 17 componentes alimenticios en *P. gracilis* y 10 en *P. sphenops*, siendo el detrito el que presentó los porcentajes de ingestión y frecuencia de ocurrencia más altos, lo cual es consistente con los resultados obtenidos en este estudio. En el embalse “Los Carros” en Morelos, Trujillo-Jiménez y Toledo (2007) ubicaron a *Poecilia sphenops* como detritívoro, debido a que éste presentó los porcentajes más altos de ingestión y de frecuencia. Por su parte Martínez (1989) menciona que en el embalse Zicuirán en Michoacán, *P. sphenops* muestra hábitos alimentarios de tipo filtrador y ramoneador, ya que encontró en su dieta elementos de fitoplancton y algas filamentosas del perifiton, como las encontradas en este estudio para *P. gracilis*, así como zooplancton (rotíferos y crustáceos) y otros organismos como protozoarios y larvas de insectos. Un resultado contradictorio es el presentado por Torrente *et al.* (1993), en Uraba al noreste de Colombia, que clasificaron a *P. sphenops* como carnívoro-insectívoro, debido a la gran cantidad de larvas de mosquito, las cuales también se presentaron en este trabajo, junto con otros grupos de invertebrados, como insectos, anélidos, nemátodos, ácaros, crustáceos y cnidarios. En el presente trabajo, para *P. gracilis* el grupo de invertebrados representó el 12.96% del contenido gástrico, siendo los insectos los de mayor porcentaje



(11.76%), con el orden de los efemerópteros como los mejor representados (9.33%). Vaz *et al.* (1999) mencionan que los contenidos estomacales de peces detritívoros regularmente presentan un mosaico de componentes alimenticios, incluyendo invertebrados, algas, bacterias, hongos y restos vegetales, con una preponderancia de materiales no identificables, señalando que es difícil saber cuales realmente asimila y cuales no. Así, tanto la presencia de las microalgas encontradas como los componentes de origen animal, parece estar determinada más que por selectividad, a la asociación de dichos componentes al detrito (Vaz *et al.*, 1999). Moreno (1985), encontró que las crisófitas y cianobacterias fueron dominantes en la alimentación de *Ictiobus meridionalis* en la cuenca del Papaloapan, aunque hace referencia al hecho de que tal dominancia pueda deberse a que estos organismos presentan paredes celulares resistentes a la acción enzimática de los jugos estomacales, por lo que pueden conservar mejor sus características morfológicas, facilitando con ello su determinación, y no necesariamente constituyen el alimento principal.

Bowen *et al.* (1995) resaltan que la calidad del detrito como un recurso alimenticio depende de su nivel de condicionamiento bacterial, pero es típicamente bajo en energía y proteínas. En otros peces detritívoros, como *Pimephales promelas*, el detrito ha sido considerado como un suplemento alimenticio que permite a los organismos sobrevivir cuando los demás recursos alimenticios son escasos (Held y Peterka, 1974; Price *et al.*, 1991). La calidad reducida del detrito, sin embargo, es presumiblemente compensada en cierto grado por su alta disponibilidad (Herdwig y Zimmer, 2007). Recientemente se ha sugerido que el consumo del detrito de pobre calidad pero alta disponibilidad, en conjunto con la disponibilidad de invertebrados de alta calidad, puede ayudar a sostener el rápido crecimiento y supervivencia de peces detritívoros (Bowen *et al.*, 1995; Lemke y Bowen, 1998).

Lo anterior puede explicar el consumo de los invertebrados en *P. gracilis*, y aunque pudiera ser que los consumen de forma accidental debido a que habitan en el sustrato, como se mencionó líneas arriba, aportan nutrimentos de alta calidad, que el detrito no posee, como es el caso de las proteínas.

Al igual que en *Poeciliopsis fasciata*, *P. gracilis* presentó varias especies de algas (nueve) y cuatro de cianobacterias, y aunque numéricamente no tuvieron altas proporciones (7.48% en conjunto), *Microspora* sp. y *Ulothrix* sp. sí presentaron porcentajes relativamente altos de frecuencia de ocurrencia (23.5% y 16.5% respectivamente) comparadolas con el resto de los componentes alimenticios (excepto el detrito). Trujillo-Jiménez (1998) observó que el alga *Spirogyra* sp. tuvo una frecuencia de ocurrencia de 15.74% en *P. gracilis* y 24.56% en *P. sphenops*. Debido a la difícil identificación de las algas bentónicas, algunos autores muestran



en sus resultados la categoría de “algas filamentosas”, agrupando a las algas verdes y a las cianobacterias dentro del mismo grupo (Jiménez-Badillo y Nepita-Villanueva, 2000). Como ya se mencionó, las cianobacterias juegan un rol importante en los ecosistemas al ser fijadoras de nitrógeno. Al respecto Rodríguez y Villamizar (2006) encontraron que en *Gobioides broussennetti* en Laguna de Unare en Venezuela, las cianobacterias *Anabaena* sp. y *Chroochocus* sp. fueron el segundo grupo en orden de importancia en su alimentación.

8.2. Variación de la dieta por temporadas del año

Estas especies manifiestan variaciones temporales en la dieta, sin embargo, dichas variaciones están principalmente referidas a las proporciones de consumo de los diferentes componentes alimenticios, lo cual pudiera estar directamente relacionado a la disponibilidad de los mismos en el ambiente, ya que las condiciones físicas del río cambian dependiendo la temporada del año, incrementándose considerablemente la cantidad de agua en la temporada de lluvias, y por tanto la velocidad del flujo del agua en los ríos. Wooton (1990) señala que la estacionalidad es uno de los factores que determina la flexibilidad de la ecología trófica de los peces, puesto que la dieta presenta variaciones relacionadas con las fluctuaciones del ecosistema, asociadas a la presencia y abundancia de insectos y vegetales, que a su vez dependen de las temporadas lluviosa y seca, durante las cuales el río cambia drásticamente en sus características. Bilby y Bisson (1992) mencionan que las lluvias pueden impactar la dinámica de la materia orgánica, transportando materia orgánica particulada aguas abajo. Por su parte, Schoener (1982) menciona que la alimentación de los peces puede variar de acuerdo con la localidad y temporada del año, por que esto está relacionado con la disponibilidad del alimento.

Para ambas especies el número de organismos analizados tuvo una variación muy grande, obteniendo para *P. fasciata* 265 organismos en la temporada de secas por solamente 19 para lluvias, y en *P. gracilis* 181 individuos de secas por 19 en lluvias. Aunque el esfuerzo de colecta fue el mismo en ambas temporadas, en lluvias se presentaron grandes avenidas o “corrientadas” lo que provocó que el agua se enturbiara y fuera difícil ver a los organismos, aparte de que el mismo fenómeno los arrastró aguas abajo de los lugares de colecta. Al respecto Trujillo-Jiménez (1998) también encontró un menor número de individuos dentro de las tres especies de poecílidos que estudio durante la temporada de lluvias, en comparación con la de secas en el río Amacuzac. Contreras-MacBeath (1991) menciona que el hecho de capturar más organismos en época de secas puede deberse a que la mayoría de los taxa presentan su periodo de reproducción en la temporada de estiaje, por lo que son más fáciles de



capturar. Aunado a esto, en la época de secas existe un volumen mucho menor de agua y los peces se agrupan en el río, principalmente en pozas, donde se facilita su captura. Esta gran diferencia de individuos del presente estudio, puede ser un factor importante en el número de componentes encontrados por temporada (47 en secas y 14 en lluvias para *P. fasciata* y 30 en secas por 8 en lluvias para *P. gracilis*), aunque también ha sido documentado que la disponibilidad de alimento para ciertos grupos animales en los ríos, se ve disminuida por el cambio en la fenología de estos cuerpos de agua durante la temporada de lluvias. Flecker y Feifarek (1994) mencionan que existe una reducción de la abundancia de los insectos acuáticos debido al incremento en la descarga hidráulica; Lazzaro (1987) indica un decremento en la detección de presas debido a la turbidez del agua, causada por la remoción de sedimentos; Bhatnagar y Karamchandani (1970) comentan que la disminución de la disponibilidad de alimento se debe a un incremento en el movimiento catastrófico del agua causado por las altas descargas; Allan (1995) comenta que existe dificultad de los organismos por permanecer adheridos al sustrato cuando aumenta el flujo de la corriente. Sin embargo otros autores opinan lo contrario, como Lowe-McConnell (1964), quien señala que en la temporada de lluvias se incrementa la cantidad de alimento, puesto que abundan los insectos y existe un crecimiento rápido de vegetación, por lo que el factor de condición de los peces se incrementa y concluye que la estación lluviosa podría ser la máxima estación alimentaria para muchas especies de peces. Los resultados de *P. fasciata* y *P. gracilis* apoyan la primer teoría, ya que en general los grupos alimenticios tanto vegetales como animales se vieron reducidos en la temporada lluviosa, debido probablemente a las condiciones del ambiente (agua turbia, escasa fotosíntesis, corriente rápida), sin dejar a un lado el hecho de que fueron pocos los organismos analizados. Estadísticamente no se pudo comprobar si existen diferencias significativas en la dieta de las especies por temporadas del año. Sin embargo, para *P. fasciata* se observó que la dieta primordial en ambas temporadas fueron los restos de insectos, ya que como grupo tuvieron los valores más altos de ingestión y de ocurrencia (55.7% en secas y 71.39 en lluvias), mientras que para *P. gracilis* fue el detrito (80.84% en secas y 66.18% en lluvias). En *P. fasciata* también se observó una pequeña disminución en la amplitud de nicho trófico en la temporada de lluvias, y no se presentó traslape de nicho trófico entre las dos temporadas del año, ya que aunque el detrito tuvo valores muy similares, el número de componentes en secas fue mucho mayor que en lluvias, y un componente que no estuvo presente en la temporada de secas y si en lluvias con porcentajes relativamente altos, fueron los insectos de la familia Tendipedidae. Al respecto Trujillo-Jiménez (1998) no encontró diferencias significativas entre temporadas de secas y lluvias para *P. gracilis* y *P. sphenops*, y



menciona que para ambas temporadas el detrito fue el alimento preferente. Ortaz (2001) también menciona que no existieron diferencias significativas entre las temporadas del año para *P. reticulata* en el río Uritoco de Venezuela.

En. *P. fasciata* se registraron siete grupos de algas y una cianobacteria para la temporada de secas, mientras que para la de lluvias solamente se registraron tres algas y una cianobacteria, encontrándose estas en proporciones numéricas bajas. En secas el grupo vegetal (incluyendo a *Oscillatoria* sp.) tuvo un porcentaje de ingestión del 14.56% por un 3.89% en temporada de secas. Para *P. gracilis* se encontraron 16 componentes vegetales (incluyendo algas, cianobacterias y plantas superiores), de los cuales en lluvias solo se presentaron cuatro. El grupo animal también se vio reducido al menos en el número de componentes, así en *P. fasciata* se presentaron en secas 36 tipos y en lluvias solamente nueve. Trujillo-Jiménez (1998) señala que el incremento en el flujo de agua del río en temporada de lluvias, proporciona mayor cantidad de hábitats, puesto que inunda parte de las áreas adyacentes, lo cual provoca el arrastre de nutrimentos alóctonos que pudieran servir como alimento para los peces, como son los restos de los vegetales superiores, aunque esto difiere para lo encontrado para *P. gracilis* en este estudio, ya que los restos de vegetales superiores solo se encontraron en temporada de secas. El detrito no varió mucho en el porcentaje numérico, pero el porcentaje de ocurrencia si se ve más elevado para la temporada de lluvias (57.89%) para *P. fasciata*, lo cual puede deberse a que el flujo de la corriente lo arrastra de aguas más arriba y se encuentra mas disponible a lo largo de su curso río abajo, tal como lo encontró Rodríguez y Villamizar (2006), sin embargo para *P. gracilis* los porcentajes de ingestión y de frecuencia se vieron disminuidos, tal como también lo encontró Trujillo-Jiménez (1998) para esta misma especie en el río Amacuzac.

8.3. Variación de la dieta por sexos

Se analizaron los tubos digestivos de de 199 hembras y 85 machos para *Poeciliopsis fasciata* y 142 hembras por 56 machos en *P. gracilis*. Esta abundancia mayor de las hembras que de los machos se ha observado que es común en los poecílicos (Martínez, 1989; Snelson, 1989; Weeks *et al.*, 1992; Contreras-MacBeath y Ramírez, 1996; Trujillo-Jiménez y Toledo, 2007). Para ambas especies, en las hembras se presentaron mayor número de artículos alimentarios que en los machos, y en ninguna de las dos especies se presentaron diferencias significativas entre sexos, siendo el alimento principal el detrito para machos y hembras en *P. gracilis* y los insectos en *P. fasciata*, teniendo que los de la familia Beatidae y *Polycentropus* sp. fueron los de más alto porcentaje numérico en hembras y los restos de insectos en los



machos. Trujillo-Jiménez y Toledo (2007) tampoco encontraron diferencias significativas entre sexos en *Heterandria bimaculta* donde los insectos fueron el alimento preferente, ni tampoco en *P. sphenops* donde el detrito fue el alimento de preferencia en ambos sexos. Duarte (1981) realizó un estudio con ocho especies de peces de la familia Goodeidae y menciona que no se observaron diferencias alimenticias entre los sexos, lo cual está de acuerdo con los resultados de este trabajo de *P. fasciata* y *P. gracilis*. Por otro lado Hess y Tarzwell (1942) observaron que *Gambusia affinis affinis* presenta diferencias alimenticias entre sexos, las cuales están dadas por la talla de los peces, por lo que se sugiere que los machos comen solo alrededor de la mitad de los componentes que ingieren las hembras de la misma longitud. Suárez *et al.* (2002) tampoco encontraron diferencias significativas entre sexos de *Gambusia punctata*, así como Trujillo-Jiménez y Espinosa de los Monteros (2006) tampoco hallaron diferencias en *Girardinichthys multiradinus*. No hubo diferencias entre sexos en *Ilyodon withei* (Trujillo-Jiménez y Díaz-Pardo, 1996), ni en *Xenotaca variata* (Godínez, 1989).

Se ha mencionado que *P. gracilis* presenta dimorfismo sexual, siendo una distinción el tamaño corporal, que es mayor en las hembras que en los machos, y que éstos son más precoces en la reproducción que las hembras (Contreras-MacBeath y Ramírez, 1996), sin embargo estas últimas gastan más energía en la reproducción, ya que al ser organismos vivíparos, gran parte de la que consumen va directamente a los embriones (que llegan a ser hasta 140 hembras de acuerdo a Contreras-MacBeath y Ramírez, 1996). Estas observaciones pueden estar directamente relacionadas con la mayor cantidad de componentes animales en la dieta de las hembras, ya que como se mencionó anteriormente, este grupo animal provee los nutrimentos que el detrito no contiene.

Respecto a la variación alimenticia de hembras y machos conforme a temporadas del año, durante la temporada de secas en *P. fasciata* no se observaron diferencias significativas en la dieta de ambos sexos, a diferencia de la temporada de lluvias, donde el detrito fue más abundante en los intestinos de los machos, mientras que los insectos lo fueron en los de las hembras. Sin embargo estos resultados fueron obtenidos con un tamaño de muestra muy pequeño, por lo que no son concluyentes.

Sobre las variaciones alimenticias de los dos sexos de *P. gracilis* durante la temporada de secas, realmente fueron nulas, ya que el detrito mostró porcentajes muy similares en los dos sexos en esta temporada del año. Lo que si es notorio es que los componentes considerados como alimentos secundarios y accidentales fueron mayores en las hembras que en los machos. El componente animal presentó ocho tipos de alimento más en hembras que en



machos, lo cual puede deberse a lo ya comentado, sobre el mayor gasto de energía en hembras debido a la reproducción y gestación de los embriones.

8.4. Variación de la dieta por tallas

En forma semejante a los análisis por sexos, la dieta de ambas especies no presentó variaciones de acuerdo a las dos tallas de estudio, lo cual es semejante a los resultados de Trujillo-Jiménez (1998) para las tres especies de poecílidos que estudió (*Heterandria bimaculata*, *Poeciliopsis gracilis* y *Poecilia sphenops*), donde no encontró variaciones en la dieta a lo largo de su ciclo de vida, puesto que las tallas pequeñas como las grandes presentaron hábitos alimentarios similares, registrando que para las tres clases de talla que analizó, el detrito fue el alimento principal. Lo anterior coincide con los resultados de *P. fasciata* y *P. gracilis* del presente estudio, donde no se observaron diferencias en las dos tallas analizadas por especie. Tampoco Martínez (1989) encontró diferencias significativas relacionadas con la talla de *P. sphenops*. Estas observaciones también han sido vistas en peces como los godeidos, como *Gambusia multiradiatus*, estudiados por Trujillo-Jiménez y Espinosa de los Monteros (2006), quienes no encontraron diferencias alimenticias en las dos clases de talla que estudiaron en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala. A diferencia de lo anterior Wooton (1990) señaló que la dieta de los peces varía con el crecimiento, tal y como lo indican Trujillo-Jiménez y Díaz-Pardo (1996), que si encontraron diferencias alimenticias relacionadas con la ontogenia de los organismos, donde los juveniles de *I. whitei* se alimentan preferentemente de alimento de origen animal, y los adultos de vegetal.

Aunque no hubo diferencias significativas entre las dos tallas de *P. gracilis*, los componentes tróficos si presentaron un cierto grado de variación, ya que en la talla I se presentaron más componentes vegetales que en la talla II, así como más componentes animales en la talla II que en I, lo cual se puede considerar como una estrategia para evitar la competencia intraespecífica.

En cuanto a la variación de las tallas por temporada del año, en la temporada de secas se observó en *P. fasciata* un ligero aumento del componente entomológico en la dieta de la talla II con respecto a la talla I, y aunque las diferencias no son significativas, podría suponerse que estas diferencias tróficas corresponden a la transición de tamaño entre peces inmaduros y maduros. Trujillo-Jiménez (1998) indica que aunque *Heterandria bimaculata* se comportó como carnívora entomófaga durante todo su ciclo de vida, mostró variación en el tipo de insectos que ingiere, y encontró que los estadios pequeños consumen principalmente estadios inmaduros de dípteros quironómidos que pertenecen al bentos y efemerópteros del



perifiton y neuston, mientras que los estadios mayores consumen principalmente himenópteros terrestres y trópteros del bentos. En este estudio *P. fasciata* mostró un incremento en el consumo de larvas de dípteros, principalmente de las familias Tipulidae y Stratiomyidae, las cuales son muy comunes en distintos hábitats acuáticos, presentándose las larvas de los tipúlidos principalmente en donde hay películas de algas (Wirth y Stone, 1956) y las de Stratiomyidae en donde se encuentren pequeñas algas y detrito, que es su alimento, siendo así parte del bentos (McCafferty, 1981). Welcomme (1985) señala que esto es una tendencia para cambiar el alimento preferente cuando los individuos crecen.

En *Poeciliopsis gracilis* durante la temporada de secas, el detrito, que fue el alimento preferente, no mostró grandes variaciones en los porcentajes de ingestión y de frecuencias. Sin embargo, y aunque se consideran alimento secundario y accidental, el grupo animal estuvo mejor representado en la talla II, mientras que el componente vegetal mostró un mayor número de componentes en la talla I, lo que hace suponer que al crecer los organismos consumen alimentos de mayor tamaño.

En lo que respecta a la temporada de lluvias, para *P. fasciata* se puede mencionar que los insectos fueron el grupo de alimentos más común en los intestinos revisados, y de estos los de la familia Tendipedidae presentaron valores relativamente altos, resaltando que aunque fueron pocos los organismos, esta familia de insectos no se presentó en ninguna de las dos tallas de la temporada de secas. A pesar de que Wirth y Stone (1956) mencionan la importancia de estos organismos en los estudios de hábitos alimenticios de peces, principalmente en estadios juveniles, en este trabajo solo se registraron en la temporada lluviosa. En cuanto a *P. gracilis* se observó una ligera disminución en el consumo de detrito para la temporada lluviosa, y un aumento en el consumo y frecuencia de insectos efemerópteros de la familia Beatidae.

8.5. Variación de la dieta por subcuencas

Es muy difícil poder hacer una comparación entre las subcuencas del Salado y del Quiotepec para *P. fasciata* debido a que el número de organismos por cuenca es muy dispar (279 para el Salado por 5 para el Quiotepec). En lo que respecta a *P. gracilis* la repartición de organismos fue más equitativa (105 para el Salado y 95 para el Quiotepec). De los 30 tipos de alimentos registrados para esta especie, 18 se presentaron en el Salado y 22 en el Quiotepec, aunque para ambas subcuencas el detrito fue el alimento preferente, mostrando valores de porcentajes de ingestión y de frecuencia de ocurrencia mayores en el Salado. Los porcentajes de detrito menores en el Quiotepec se vieron compensados por la ingestión de un mayor



número de componentes animales, donde los insectos de la familia Beatidae presentaron valores de ingestión y de frecuencia relativamente altos. Lo contrario sucedió en el Salado, donde se registró un mayor número de componentes vegetales con respecto al Quiotepec, y también un menor número de animales con respecto a esta última subcuenca. Aunque en ambas subcuencas la amplitud de nicho es estrecha, el valor fue más bajo para la subcuenca del Salado, donde el número de componentes fue menor. Entre ambas subcuencas el índice de traslape de nicho mostró un valor cercano a 1 (0.95), lo cual es indicativo de que comparten los mismos recursos tróficos. Sin embargo, estadísticamente si existieron diferencias significativas entre subcuencas, principalmente en el detrito, donde en el Salado fue mayor. También el alga *Spirogyra* sp., la diatomea *Fragilaria* sp. y los restos de vegetales superiores mostraron diferencias significativas, ya que solo se presentaron en el Quiotepec. Los insectos de la familia Betidae fueron más abundantes en el Salado y por lo tanto el valor promedio fue mas alto con respecto al Quiotepec. También *Polycentropus* sp. sólo se presentó en el Quiotepec, por lo que existió diferencia significativa con respecto al Salado, y aunque los demás grupos de insectos no se presentaron en esta última subcuenca, los valores en el Quiotepec fueron muy bajos, por lo que no se encontraron diferencias significativas. Otro grupo que difirió en sus valores promedios fue el de los ostrácodos, estos se presentaron mayoritariamente en la subcuenca del Salado.

Con las observaciones hechas se puede apreciar que aunque el principal alimento de *Poeciliopsis gracilis* es el detrito, es una especie de alta plasticidad alimenticia, dado que hace uso de los distintos alimentos presentes en los diferentes ecosistemas en los que habita, lo cual ya ha sido comentado por Trujillo-Jiménez y Toledo (2007), quienes dicen que los poecílidos presentan flexibilidad alimentaria, dado que no solamente explotan diversos componentes alimenticios, sino también ocupan diferentes niveles tróficos. *Belonexos belizanus* ha sido ubicada como una especie piscívora (Miley, 1978; Turner y Snelson, 1984); *Gambusia affinis* como omnívora o carnívora (Hess y Tarzwell, 1942); *Poecilia latipinna* como herbívora (Wetzel, 1971); *Gambusia punctata* como generalista (Suárez *et al.*, 2002) y *P. gracilis* como detritívora (Trujillo-Jiménez, 1998).

8.6. Traslape de nicho trófico entre especies

Los resultados de la dieta de cada una de las especies y su posterior comparación, mostró que existen diferencias significativas entre ellas (Tabla 23). De esta forma *P. fasciata* presenta una mayor gama de componentes (49) en su dieta, mientras que *P. gracilis* registró 30. La primera especie mostró un mayor número de alimentos de origen animal, en donde el



orden Díptera fue el que exhibió los porcentajes de ingestión y de preferencia más altos, por lo que debe considerarse una especie carnívora-insectívora. *Poeciliopsis gracilis* tuvo un mayor número de componentes alimenticios de origen vegetal, pero con porcentajes bajos de ingestión, ya que el detrito fue el que mostró los valores máximos, y por tanto esta especie debe ser ubicada como una especie detritívora, lo que coincide con Trujillo-Jiménez (1998), quien en el río Amacuzac encontró, que esta misma especie se alimenta principalmente de detrito, al igual que *P. sphenops*, y además menciona que si existió traslape de nicho trófico entre estas dos especies.

Las dos especies de este estudio compartieron 21 alimentos en bajas proporciones, y el resultado de traslape de nicho fue de 0.73, lo que indica que hacen uso de los mismos recursos, pero en diferentes proporciones, ya que *P. fasciata* esta más especializado en alimentarse de animales (principalmente insectos), mientras que *P. gracilis* come principalmente detrito, con un alto número de componentes vegetales. Con la prueba ANOVA se logró observar que existen diferencias significativas en el componente detrito, siendo *P. gracilis* la especie que más lo consume. Resultados similares fueron los obtenidos por Meffe *et al.* (1983), quienes determinaron que *Poeciliopsis occidentales* y *Gambusia affinis* presentaron traslape en la dieta, sin embargo observaron que el alimento es abundante en los ecosistemas donde habitan estas especies (varias localidades del sureste de Arizona). Por su parte Sato (1989) mencionó que *G. affinis* y *Oryzias latipes* compiten por el alimento, principalmente por larvas de mosquitos, sin embargo, la primera presenta una ingestión mayor de estas larvas y además en su dieta incluye individuos de la segunda especie, ocasionando que la densidad de la población de *O. latipes* disminuya. Trujillo-Jiménez y Toledo (2007) no registraron que existiera traslape de nicho trófico entre *H. bimaculata* y *P. sphenops*, ya que la primera especie mostró que los insectos fueron su principal fuente de alimento, en tanto que la segunda especie presentó menos cantidad de alimentos y el detrito fue el principal.

El comportamiento de *Poeciliopsis gracilis* de alimentarse en el fondo de los ríos es similar a lo que se ha observado en el río Amacuzac para esta especie y *Poecilia sphenops* (Zaret y Rand, 1971; Trujillo-Jiménez, 1998; Trujillo-Jiménez y Toledo, 2007), por lo que se considera que *P. gracilis* es bentófaga. El hecho de que *P. fasciata* presente un mayor número de componentes en su dieta es indicativo de que ocupa un intervalo más amplio de la columna para alimentarse, ya que lo hace tanto en el fondo de detritus y de insectos bentónicos (como los efemerópteros de la familia Beatidae y tricópteros del género *Polycentropus* sp., de acuerdo a Denning, 1956) y de otros insectos que se encuentran en la superficie de la columna de agua, como los de la familia Stratiomyidae, o a lo largo de la misma, como los *Culicoides*



sp. (Wirth y Stone, 1956), por lo que esta especie se puede comportar como bentófaga, nectófaga y planctófaga. Trujillo-Jiménez (1998) menciona que *H. bimaculata* ocupa diversos espacios dentro de la columna de agua, lo cual concuerda con lo encontrado para *P. fasciata*.

Los estudios de la alimentación de los peces están más enfocados en las especies de valor comercial, sobre todo las marinas, por lo que estudios como el aquí presentado son un intento por contribuir al conocimiento básico de estas especies, y que en un futuro puedan ayudar a construir planes de manejo y conservación de los recursos acuáticos, sobre todo los de aguas dulces, que están siendo muy afectados por la presión que los humanos tenemos hacia ellos.

Finalmente, es necesario aclarar que los resultados aquí presentados no deben ser tomados como confirmatorios, sobre todo las comparaciones en donde los tamaños de muestras fueron muy dispares. La imposibilidad de registrar el total de especies durante un trabajo de muestreo es un grave problema metodológico en los estudios de biodiversidad. En este caso se presentaron grandes variaciones en el número de ejemplares estudiados, por lo que se recomienda tomar con cierta cautela los resultados.



9. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos con el análisis de la dieta de *Poeciliopsis fasciata* y *P. gracilis* en la porción oaxaqueña de la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán se puede concluir lo siguiente:

La dieta de *P. fasciata* estuvo constituida principalmente por insectos, varios de ellos bentófagos, por lo que se encontró una alta proporción de detrito en los tractos digestivos de esta especie, la cual fue ubicada como una especie carnívora-insectívora con hábitos alimentarios tanto de tipo bentófago, planctófago y nectófago.

La dieta de *P. gracilis* estuvo constituida principalmente por detrito, con casi el 80% del contenido gástrico en la dieta general, por lo que fue ubicada como una especie detritívora con hábitos alimentarios bentófagos.

Las algas *Ulothrix* sp. y *Microspora* sp. así como la cianobacteria *Oscillatoria* sp. fueron componentes encontrados frecuentemente en los intestinos de ambas especies, aunque su contribución numérica las relega a un papel de importancia secundaria.

No se logró determinar si existen diferencias significativas en la dieta de las especies durante las temporadas de secas y de lluvias, debido a la diferencia de tamaño de muestras.

Las diferencias de alimentación por sexos en cada una de las especies no fueron significativas, como tampoco lo fueron las diferencias entre las dos tallas de análisis en cada una de las especies.

Se registraron diferencias altamente significativas en *P. gracilis* en las subcuenca del río Quiotepec y Salado, principalmente en detrito, *Microspora* sp., *Ulothrix* sp., *Spirogyra* sp., *Fragilaria* sp., restos de vegetales superiores, Baetidae, *Polycentropus* sp. y ostrácodos.

Las dos especies presentaron una amplitud de nicho trófico estrecho, por lo que se consideran como organismos especialistas.

La dieta general de las dos especies estuvo constituida por 58 componentes alimenticios tanto de origen animal, vegetal y detrito, de los cuales 21 tipos son compartidos por ambas especies. Existe un ligero traslape de nichos entre las dos especies, lo que indica que hacen uso de los mismos recursos para su alimentación, aunque estos en bajas proporciones.

El tamaño de muestras en ciertos grupos de comparación estuvo muy sesgado, por lo que es necesario tomar los resultados con cierta cautela.



10. LITERATURA CITADA

- Aguilar, V. 2003. Aguas continentales y diversidad biológica de México: Un recuento actual. *Biodiversitas*. 48: 1-16.
- Alayo, P. 1973. Lista de peces fluviales de Cuba. *Torreia* (nueva serie). 29: 1-59.
- Albertaine, B. J. 1973. Biologie des stades juveniles de teleostéens Mugilidae *Mugil auratus* Risso 1810, *M. capito* Cuvier 1829 et *M. saliens* Risso 1810. I Regime alimentaire. *Aquaculture*. 2: 251-266
- Allan, J. D. and A. S. Flecker. 1993. Biodiversity conservation in running waters: identifying the major factors that threaten destruction of riverine species and ecosystems. *BioScience*. 43: 32-43.
- Allan, J. D. 1995. *Stream ecology: structure and function of running waters*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 388 pp.
- Álvarez. J. 1970. *Peces mexicanos (Claves)*. Instituto Nacional de Investigaciones Pesqueras. Secretaria de Industria y Comercio. México. 166 pp.
- Arias, A. and D. Reznick. 2000. Life history of *Phalloceros caudimaculatus*. A novel variation on the theme of livebearing in the family Poeciliidae. *Copeia*. 3:792-798.
- Arizmendi, M. C. y A. Espinosa de los Monteros. 1996. Avifauna de los bosques de Cactáceas columnares del Valle de Tehuacan, Puebla. *Acta Zoológica Mexicana*. 67: 25-46.
- Arriaga, L., J. L. Espinosa, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa. (coord). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad. México. 609 pp.
- Baker, J. A. and S. T. Ross. 1981. Spatial and temporal resource utilization by southeastern cyprinids. *Copeia*. 2: 178-189.
- Barón, S. B., C. D. E. Rodríguez, E. I. Piña, E. Martínez, y G. A. Castro, 1991. Ictiofauna continental y cultivo experimental de especies nativas del estado de Oaxaca. CIIDIR-OAXACA. Instituto Politécnico Nacional. Informe final de proyecto de investigación. (Sin publicar) Oaxaca, México. 31 pp.
- Berry, P. F. 1977. A preliminary account of a study of biomass and energy flow in a shallow subtidal reef community on the east coast of South Africa, involving the rock lobster *Panulirus homarus*. *Circ. CSIRO Div. Fish. Oceanogr. (Australia)*. 7: 1-24
- Bhatnagar, G. K. and B. J. Karamchandani. 1970. Food and feeding habits of *Labeo fimbriatus* (Bloch) in river Narbada near Hoshangabad. *Journal of the Inland Fisheries Society of India*. 2: 30-40.
- Berg, J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). *Marine Biology*. 50: 263-273.
- Bland. R. G. 1979. *How to know the immature insects*. 3rd ed. W.M. C. Brown Company Publishers. Iowa. 409 pp.
- Boon, P. J. 2000. The development of integrated methods for assessing river conservation value. *Hydrobiologia*. 422/423: 413-428
- Bowen, S. H., Lutz, E. V. and Ahlgren, M. O. 1995. Dietary protein and energy as determinants of food quality trophic strategies compared. *Ecology*. 76: 899-907.
- Canseco, L. M. 1996. Estudio preliminar de la herpetofauna en la Cañada de Cuicatlán y Cerro Piedra Larga, Oaxaca, Bachelor Thesis, Universidad Autónoma de Puebla, México.



- Caspeta, M. J. M. 1991. Variación alimentaria de *Cichlasoma istlanum* (Pisces: Cichlidae) del río Amacuzac, Morelos. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. 39 pp.
- Cassie, R. M. 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*. 5:513-522.
- Castro-Aguirre, J. L., H. S. Espinosa y J. J. Schmitter-Soto. 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. Limusa-Instituto Politécnico Nacional. Serie Biotecnología. México. 711 pp.
- CONANP. 2004. Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán. Fauna. Aplicación de Red. <http://www.conanp.gob.mx/anp/tehuacan-cuicatlan/>
- Constantz, G. D. 1989. Reproductive biology of poeciliid fishes. P. 33-50. In: G. K. Meffe and F. F. Snelson Jr. (Eds). *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Contreras-MacBeath, T. 1991. Zebras in Mexico. *Die Aquarier und Terrarier*. 44: 305-307.
- Contreras-MacBeath, T. and Ramírez, H. 1996. Some aspects of the reproductive strategy of *Poeciliopsis gracilis* (Osteichthyes: Poeciliidae) in the Cuautla River, Morelos, Mexico. *Journal of Freshwater Ecology*. 11: 327-338.
- Cruz, E. R. 2004. Contribución a la biología de *Profundulus oaxacae* (Meek, 1902) de "El Porvenir", Santo Domingo Nuxaá, Nochixtlán, Oaxaca. Residencia Profesional Licenciatura en Biología. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca No. 23. SEP. Oaxaca, México. 104 pp.
- Cummins, K. W. 1974. Structure and function of stream ecosystems. *BioScience*. 24: 631-642.
- Dávila, P., M. C. Arizmendi, A. Valiente-Banuet, J. L. Villaseñor, A. Casas, R. Lira. 2002. Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. *Biodiversity Conservation*. 11: 421-442.
- Denning, D. G. 1956. Trichoptera. P. 237-270. In: R. L. Usinger. *Aquatic insects of California*. University of California Press. USA.
- Dill, L. M. 1983. Adaptive flexibility in the foraging behavior of fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 40: 398-408.
- Doadrio, I., J. A. Carmona, E. Martínez y A. De Sostoa. 1999. Genetic variation and taxonomic analysis of the subgenus *Profundulus*. *Journal of Fish Biology*. 55:751-766.
- Dolédec, E. y C. Guerra-Magaña. 1994. Estudio bioecológico del lago de Atezca, Hidalgo. México III. Variación ontogénica de la dieta y la longitud intestinal de la ictiofauna. *Universidad, Ciencia y Tecnología*. 3: 15-23.
- 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. 45 pp.
- Dudgeon, D. A. H. Arthington, M. O. Gessner, Z. Kawabata, D. J. Knowler, C. Levêque, R. J. Naiman, A. Prieur-Richard, D. Soto, M. L. Stiassny and C. A. Sullivan. 2005. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*. 81: 163-182.
- Dunn, H. 2003. Can conservation assessment criteria developed for terrestrial systems be applied to riverine systems? *Aquatic Ecosystem Health and Management*. 6: 81-95.
- Edmondson, W. T. (Editor). 1959. *Freshwater biology*. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc. USA. 1248 pp.



- Escalera, C. y R. Moncayo. 2002. Hábitos alimenticios de *Chirostoma labarcae* (Meek, 1902) en el Lago de Chapala, México. Memorias del VIII Congreso Nacional de Ictiología. Puerto Ángel, Oaxaca. P. 23
- Escalera, C. y R. Moncayo. En prensa. Hábitos alimentarios de los charales del Lago de Chapala, México.
- Espinosa, H., D. M. T. Gaspar y M. P. Fuentes. 1993. Listados faunísticos de México. III. Los peces dulceacuícolas mexicanos. Departamento de Zoología. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. D. F., México. 101 pp.
- Espinosa, H., P. Fuentes, M. T. Gaspar y V. Arenas. 1998. Notas acerca de la ictiofauna mexicana. p. 227-249. En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, y J. Fa. (comps.). Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. D. F. México.
- Fausch, K. D., J. Lyons, J. R. Karr y P. L. Angermeier. 1990. Fish communities as indicators of environmental degradation. American Fish Society Symposium. 8:123-144.
- Fisher, W. L. and W. D. Pearson. 1987. Patterns of resource utilization among four species of darters in three Central Kentucky streams. P. 69-76. In: Mathews, W. J. and D. C. Heins. (eds.). 1987. Community and evolutionary ecology of North American stream fishes. University of Oklahoma Press. Norman and London.
- Flecker, A. S. and B. Feifarek. 1994. Disturbance and the temporal variability of invertebrate assemblages in two Andean streams. Freshwater Biology. 31: 131-142.
- Galván, R. M. Medina, E. Solorio, H. Lievano, J. P. Ramírez, J. A. Ortega. 2002. Hábitos alimentarios de *Yuriria alta* de la represa La Mintzita, subcuenca Lago de Cuitzeo, cuenca Lerma-Chapala, Michoacán. Memorias del VIII Congreso Nacional de Ictiología. Puerto Ángel, Oaxaca. P 24.
- García de Jalón, D. F. Moyo, E. Barcelo, T. Fernández. 1993. Principios y gestión de la pesca en aguas continentales. Mundi-Prensa Press. Madrid. 247 pp.
- Gerking, S. D. 1994. Feeding ecology of fish. Academy Press. San Diego. 416 pp.
- Godínez, R. M. A. 1989. Aspectos biológicos y ecológicos de *Xenotaca variata* (Pisces: Goodeidae). Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. México. 50 pp.
- Greenfield, D. W., T. A. Greenfield and L. Brinton. 1983. Spatial and trophic interaction between *Gambusia sexradiata* and *Gambusia puncticulata yucatanana* (Pisces: Poeciliidae) in Belize, Central America. Copeia. 3: 598-607.
- Held, J. W. and J. J. Peterka. 1974. Age, growth, and food habits of the fathead minnow, *Pimephales promelas*, in North Dakota saline lakes. Transactions of the American Fisheries Society. 103: 743-757.
- Helfman, G. S., B. B. Collette and D. E. Facey. 1997. The diversity of fishes. Blackwell Science, Malden, Massachusetts. 528 pp.
- Herdwig, B. R. and K. D. Zimmer. 2007. Population ecology and prey consumption by fathead minnows in prairie wetlands: importance of detritus and larval fish. Ecology of Freshwater Fish. 16: 282-294.
- Hess, A. D. and C. M. Tarzwell. 1942. The feeding habits of *Gambusia affinis affinis*, with special reference to the malaria mosquito, *Anopheles quadrimaculatus*. American Journal of Hygiene. 1:142-151.
- Huidobro, L. 2000. Peces. P. 195-263. En: G. De la Lanza, S. Espino y J. L. Carbajal (Eds). 2000. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores). Semarnap. Comisión Nacional del Agua. Universidad Nacional Autónoma de México. Plaza Valdez y Editores. México.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis –a review of methods and their application. Journal of Fish Biology. 17: 411-429.



- IUCN. 2007. The IUCN Red List of Threatened Species. Summary statistics. <http://www.redlist.org/info/tables/table1.html>.
- Jenkins, M. 2003. Prospects for biodiversity. *Science*. 302: 1175-1177.
- Jiménez-Badillo, N. L. y M. R. Nepita-Villanueva. 2000. Espectro trófico de la tilapia *Oreochromis aureus* (Perciformes: Cichlidae) en la presa Infiernillo, Michoacán-Guerrero, México. *Revista de Biología Tropical*. 48: 487-494.
- Karr, J. R. 1981. Assessment of biotic integrity usin fish communities. *Fisheries*. 6 (6): 21-27.
- Kato, M. E. y M. E. García. 1981. Algunos aspectos biológicos del bagre dulceacuícola nativo *Istlarius balsanus* (Jordan and Snyder), en el río Amacuzac, Morelos. Tesis Profesional, Universidad Nacional Autónoma de México. D. F., México. 95 pp.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harpes Collins Publishers. New York. 654 pp.
- Lagler, K. F. 1977. *Freshwater fishery biology*. WM. C. Brown Company Publishers. USA. 421 pp.
- Lagler, K. F. 1978. Capture, sampling and examination of fishes. Chapter 2: 7-47. In: T. Bagenal (Comp.). *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. Blackwell Scientific Publications, London.
- Lagler, K. F., J. E. Bardach, R. R. Miller y D. R. M. Passino. 1984. *Ictiología*. AGT Editor. México. 489 pp.
- Lazzaro, X. 1987. A review of planktivorous fishes: Their evolution, feeding behaviors, selectivities, and impacts. *Hydrobiologia*. 146: 97-167.
- Leidy, R. A. and P. B. Moyle. 1998. Conservation status of the world's fish fauna: an overview. P. 187-227, 4 tables. In: P. L. Fiedler and P. M. Kareiva (eds). *Conservation Biology for the Coming Decade*. Chapman and Hall, New York.
- Lemke, M. L. and S. H. Bowen. 1998. The nutritional value of organic detrital aggregate in the diet of fathead minnows. *Freshwater Biology*. 39: 447-453.
- Lowe-McConnell, R. H. 1964. The fishes of the Rupununi savana district of British Guiana, South America. *Journal of the Linnean Society of London (Zoology)*. 45: 103-144.
- Ludwig, J. A. y J. F. Reynolds. 1988. *Statistical ecology*. John Wiley & Sons. New York 337 pp.
- McCafferty, W. P. 1981. *Aquatic entomology*. Jones and Bartlett Pub. Inc. Boston. 448 pp.
- Machado-Allison, A. 1987. *Los peces de los llanos de Venezuela: un ensayo sobre su historia natural*. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 143 pp.
- Madigan, M. T., J. M. Martinko and J. Parker. 1997. *Brock. Biología de los microorganismos*. 8ª ed. Prentice Hall Iberia. Madrid. 1064 pp.
- Martínez, E. 1999. *Taxonomía y zoogeografía de la ictiofauna dulceacuícola del estado de Oaxaca, México*. Tesis Doctoral, Departamento de Ecología, Universidad de Barcelona. Departamento de Ecología. España. 437 pp.
- Martínez E. 2000. *Taxonomía y zoogeografía de la ictiofauna dulceacuícola del estado de Oaxaca, México (Microforma)*. Tesis doctoral microfichas N° 3700. Universidad de Barcelona, España. Barcelona. 437 pp.
- Martínez, E., I. Doadrio y A. de Sosota. 2004. Peces continentales. En: A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds). *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México - Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. México. P. 357-373



- Martínez, E. y R. M. Gómez. 2006. Los peces de las cuencas hidrológicas de Oaxaca, México. *Revista Cubana de Investigación Pesquera*. 24: 46-50.
- Martínez, E., R. M. Gómez, J. A. Estrada, M. Reyes, N. V. Victoria, D. G. Rodríguez, E. Cruz, G. I. Cruz, C. Rojas. 2006. Proyecto de los peces del área oaxaqueña de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. DT002. Informe Técnico Final. CIIDIR IPN. Oaxaca, México. 21 pp.
- Martínez, E., R. M. Gómez, J. A. Estrada, V. M. Reyes, V. N. Victoria, D. G. Rodríguez-Cázares, A. E. Cruz, G. I. Cruz, y O. R. Rojas. 2007. Informe técnico final integrado del 30/junio/2005-15/octubre/2006. Proyecto “Los peces del área oaxaqueña de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán” Convenio CONABIO-IPN N° FB1104/DT002/05. Oaxaca, México. 21 pp.
- Martínez, T. M. 1989. Contribución al conocimiento de la biología de *Poecilia sphenops* Valenciennes (Pisces: Poeciliidae) en la presa de Zicuirán, Michoacán. *Boletín del Departamento de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia. Michoacán, México*. 49-63
- Master, L. L., S. R. Flack and B. A. Stein. 1998. Rivers of life: critical watersheds for protecting freshwater biodiversity. The Nature Conservancy, Arlington, Virginia. 71 pp.
- Mateos, M., O. I. Sanjur, R. C. Vrijenhoek. 2002. Historical biogeography of the livebearing fish genus *Poeciliopsis* (Poeciliidae: Cyprinodontiformes). *Evolution*. 56 (5): 972-984.
- Meffe, G. K., D. A. Hendrickson and W. L. Minckley. 1983. Factors resulting in decline of the endangered Sonora topminnow *Poeciliopsis occidentalis* (Atheriniformes: Poeciliidae) in the United States. *Biological Conservation*. 25: 135-159.
- Meffe, G. K. and F. Snellson. 1989. Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae). Prentice Hall. New Jersey. 453 pp.
- Mejía, M. H. 1991. Biología reproductiva de *Astianax fasciatus* (Pisces: Characidae) del río Amacuzac, Morelos. Universidad, Ciencia y Tecnología.
- Meek, E. 1904. The fresh water fishes of Mexico north of the Isthmus of Tehuantepec. Ser. 5 (93). Field Columbia Museum Zoology. Carolina del Sur. 295 pp.
- Méndez-Larios I., E. Ortiz y J. L. Villaseñor. 2004. Las Magnoliophyta endémicas de la provincia florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica*. 75: 1–22.
- Merrit, R. W. y K. W. Cummins. 1984. An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt Publishers Co. Iowa. 722 pp.
- Miley, W. W. 1978. Ecological impact of the pike killifish, *Belonesox belizanus* Kner (Poeciliidae), in the southern Florida. Tesis de Maestría. University of Florida. Florida. 88 pp.
- Miller, R. R. 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of Mexico. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional*. 30 (1-4): 121-153.
- Miller, R. R., W. L. Minckley and S. M. Norris. 2005. Freshwater fishes of Mexico. University of Chicago. U. S. A., Chicago. 490 p
- Moncayo, R., C. Escalera. 2002. Hábitos alimenticios de *Chirostoma jordani* (Goodman, 1894) en el Lago de Chapala, México. *Memorias del VIII Congreso Nacional de Ictiología. Puerto Angel, Oaxaca*. P. 25.



- Moreno, J. L. 1985. Contribución al estudio básico (análisis inicial de la diversidad alimenticia) de *Ictiobus meridionalis* Gunther (Cypriniformes: Catostomidae), en algunas localidades de la cuenca baja del río Papaloapan. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. D. F., México. 27 pp.
- Moss, B. 2000. Biodiversity in fresh waters: an issue of species preservation or system functioning? *Environmental Conservation*. 27: 1-4.
- Needham J. G. y P. R. Needham. 1978. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Reverté. Barcelona. 82 pp.
- Nelson, J. S. 2006. Fishes of the world. 4th ed. John Wiley & Sons, Inc (Eds). USA. 601 pp.
- Nguyen, T. T. T. and S. S. Da Silva. 2006. Freshwater finfish biodiversity and conservation: an Asian perspective. *Biodiversity and Conservation*. 15: 3543-3568.
- Ortiz, M. 1992. Hábitos alimenticios de los peces de un río de montaña Neotropical. *Biotropica*. 24: 550-559.
- Ortiz, M. 2001. Diet seasonality and food overlap in fishes of the upper Orituco stream, northern Venezuela. *Revista de Biología Tropical*. 49 (1): 191-197.
- Parenti, R. L. and M. Rauchenberger. 1989. Systematic overview of the Poeciliines. P. 3-31. In: G. K. Meffe and F. Snelson Jr. (eds.). *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. Prentice-Hall. New Jersey.
- Pennak, K. 1978. *Freshwater invertebrate of the United States*. John Wiley and Sons. New York. 420 pp.
- Prescott, G. W. 1964. *How to know the freshwater algae*. W.M. C. Brown Company Publishers. Iowa. 272 pp.
- Price, C. J., W. M. Tonn and C.A. Paszkowski. 1991. Intraspecific patterns of resource use by fathead minnows in a small boreal lake. *Canadian Journal of Zoology*. 69: 2109-2115.
- Pringle, C. M. 2001. Hydrologic connectivity and the management of biological reserves: a global perspective. *Ecological Applications*. 11:981-998.
- Pusey, B. J. and A. H. Arthington. 2003. Importance of the riparian zone to the conservation and management of fresh water fish: a review. *Marine and Fresh Water Research*. 54: 1-16.
- Ramírez-Jiménez, D. Pascual, E. Díaz-Pardo y E. Soto-Galera. 2002. Hábitos alimentarios de la comunidad íctica del embalse de Zimapán, Querétaro. *Memorias del VIII Congreso Nacional de Ictiología*. Puerto Ángel, Oaxaca. P. 25.
- Reyes, V. M. 2004. Contribución a la biología de la carpa Tepelmeme (*Notropis moralesi*) de la Mixteca Alta, Oaxaca. Tesis de Licenciatura de Biología, Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca No. 23 (ITAO), SEP. Oaxaca. 66 pp.
- Reznick, D. N. and B. Braun. 1987. Fat cycling in the mosquito fish (*Gambusia affinis*): fat storage as a reproductive adaptation. *Oecologia*. 73: 401-413
- Ricciardi A. and J. B. Rasmussen. 1999. Extinction rates in North American freshwater fauna. *Conservation Biology*. 13: 1220-1222.
- Ricciardi, A., R. J. Neves, and J. B. Rasmussen. 1999. Extinction rates of North American freshwater fauna. *Conservation Biology*. 13: 1-3
- Rodiles, R., E. Díaz-Pardo y A. Safa. 1995. Estudio sobre la actividad pesquera en la cuenca del Río Usila, Oaxaca. Situación actual y perspectivas. Programa de Aprovechamiento Integral de Recursos Naturales- Universidad Nacional Autónoma de México. Oaxaca. 83 pp.



- Rodríguez, J. y Villamizar, E. 2006. Alimentación del pez tropical *Gobioides broussonneti* (Pisces: Gobiidae) en la Laguna de Unare, Venezuela. *Revista de Biología tropical*. 54 (4): 1093-1098
- Rosen, D. E. and R. M. Bailey. 1963. The Poeciliid fishes (Cyprinodontiformes), their structure, zoogeography, and systematics. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 126 (1) New York. 176 pp.
- Ruedas, M., T. Valverde, J. A. Zavala-Hurtado. 2006. Analysis of the factors that affect the distribution and abundance of three *Neobuxbaumia* species (Cactaceae) that differ in their degree of rarity. *Acta oecologica*. 29: 155-164.
- Santillán, S., S. Virginia, C. Escalera, Moncayo, R. 2002. Hábitos alimentarios del charal *Chirostoma consocium* Jordan y Hubbs, 1919 en el Lago de Chapala, México. *Memorias del VIII Congreso Nacional de Ictiología*. Puerto Ángel, Oaxaca. P. 23.
- Sato, H. 1989. Ecological studies on the mosquito fish *Gambusia affinis* for encephalitis control with special reference to selective feeding on mosquito larvae and competition with the medaka, *Oryzias latipes*. *Japanese Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 17: 157-173
- Schoener, T. W. 1982. The controversy over interspecific competition. *American Scientist*. 70: 586-595.
- Schönhuth, S. A. De Sostoa, E. Martínez e I. Doadrio. 2001. Southern mexican minnows of the genus *Notropis* (Actinopterygii, Cyprinidae): Genetic variation, phylogenetic relationships and biogeographical implications. *Biochemical Systematics and Ecology*. 29 (4): 359-377.
- Shiklomanov, I. A. 1993. World freshwater resources. P. 13-24. In: P.H. Gleick, (ed). *Water in crisis: a guide to the world's fresh water resources*. New York, Oxford University Press
- Snelson, F. F. 1989. Social and environmental control of life history traits in poeciliid fishes. P. 149-162. In: Meffe, G. K. and F. F. Snelson Jr. (eds). *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. Prentice Hall. New Jersey.
- Soto, G. E. 1993. Depredación selectiva de *Chirostoma jordani* sobre el zooplancton en el embalse Ignacio Allende, Guanajuato. Tesis de Maestría, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. D. F., México. 101 pp.
- Streble, H. y D. Krauter. 1987. Atlas de los microorganismos de agua dulce. La vida en una gota de agua. Omega. Barcelona. 340 pp.
- Suárez, T S. I., D. G. Lambert, G. G. Garcés and A. Fong. 2002. Algunos datos acerca de la alimentación de *Gambusia punctata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) en una localidad del oriente de Cuba. *AvaCient*. 33: 56-68.
- Tellez-Ríos, C. L. 1975. Hábitos alimenticios y su relación entre *Cyprinus carpio* Linnaeus y *Carassius auratus* (Linnaeus), en cuerpos de agua de la parte central de la República Mexicana. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. D. F. México. 138 pp.
- Toledo, B. H. 1996. Variación alimentaria de *Heterandria bimaculata* y *Poecilia sphenops* (Pisces: Poeciliidae) en el embalse "Los Carros" Axochiapan, Morelos, México. Tesis Profesional Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Morelos, México. 40 pp.
- Torrente, A., W. Roja, A. Uran, T. Kano and S. Orduz. 1993. Fish species from mosquito breeding ponds in northwestern Colombia: evaluation of feeding habitats and distribution. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*. 4: 625-627.



- Trujillo-Jiménez, P. 1991. Variación de un ciclo anual de la dieta y hábitos alimentarios de *Ilyodon whitei* (Eigenman) (Pisces: Goodeidae) en el río Muerto, Morelos. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Morelos, México. 41 pp.
- Trujillo-Jiménez, P. 1996. Ecología alimentaria de "*Cichlasoma (Archocentrus) nigrofasciatum*" (Pisces: Cichlidae) en el río Amacuzac, Morelos. *Zoología Informa*. 33: 13-32.
- Trujillo-Jiménez, P. 1998. Dinámica trófica de la ictiofauna del Río Amacuzac, Morelos. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. D. F., México. 101 pp.
- Trujillo-Jiménez, P y E. Díaz-Pardo. 1996. Espectro trófico de *Ilyodon whitei* (Pisces:Goodeidae) en el río Muerto, Morelos. *Revista de Biología Tropical*. 44:755-761.
- Trujillo-Jiménez, P. y E. Espinosa de los Monteros. 2006. La ecología alimentaria del pez endémico *Girardichthys multiradiatus* (Cyprinodontiformes: Goodeidae), en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México. *Revista de Biología Tropical*. 54 (4): 1247-1255.
- Trujillo-Jiménez, P. y H. Toledo. 2007. Alimentación de los peces dulceacuícolas tropicales *Heterandria bimaculata* y *Poecilia sphenops* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). *Revista de Biología Tropical*. 55 (2) 603-615.
- Turner, J. S. and F. Snelson. 1984. Population structure, reproduction and laboratory behavior of the introduced *Belonesox belizanus* (Poeciliidae) in Florida. *Environmental Biology of Fishes*. 10: 89-100.
- Usinger, R. L. 1956. Aquatic insects of California. University of California Press. USA. 508 pp.
- Vaz, M. M., M. Petrere Jr., L. A. Martinelli, A. A. Mozeto. 1999. The dietary regime of detritivorous from the River Jacaré Pepira, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*. 6: 121-132.
- Victoria, N. V. 2005. EL mesozooplankton en el cultivo semi-intensivo de la tilapia (*Oreochromis aureus*) en "El Porvenir", Santo Domingo Nuxaá, Nochixtlán, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca No. 23 (ITAO), SEP. Oaxaca, México. 73 pp.
- Weeks, S. C., O. E. Gaggiotti, R. A. Schenck, K. P. Spindler and R. C. Vrijenhoek. 1992. Feeding behavior in sexual and clonal strains of *Poeciliopsis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 30: 1-6.
- Welcomme, R. L. 1985. River fisheries. FAO. Fisheries Technical Paper. Rome. 330 pp.
- Werner, E. E. and D. J. Hall. 1979. Foraging efficiency and habitat switching in competing sunfishes. *Ecology*. 60: 256-264.
- Wetzel, R. L. 1971. Analysis of cohabitation by *Gambusia affinis* and *Poecilia latipinna* (Pisces: Poeciliidae) in a salt-marsh canal in Florida. Master Dissertation, University of West Florida, Pensacola, USA. 92 pp.
- Wirth, W. W. and A. Stone. 1956. Aquatic Diptera. P. 372-482. In: Usinger, R. L. Aquatic insects of California. University of California Press. USA.
- Woese, C. R. 1987. Bacterial evolution. *Microbiological Reviews*. 51: 221-271.
- Wootton, R. J. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall. London. 404 pp.
- Yáñez-Arancibia, A. 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 2303 pp.
- Zaret, T. M. y A. S. Rand. 1971. Competition in tropical stream fishes: Support for the competitive exclusion principle. *Ecology*. 52: 336-342.



Zavalla-Camin, L. S. 1996. Introdução aos Estudos Sobre Alimentação Natural em Peixes. Maringá. EDUEM. Brasil. 129 pp.

