

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
MORELOS
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS



MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

**ECOMORFOLOGÍA Y ESTRUCTURA TRÓFICA DE LOS
ENSAMBLES DE PECES A LO LARGO DE UN GRADIENTE
AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO AMACUZAC,
MORELOS.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN MANEJO

DE

RECURSOS NATURALES

P R E S E N T A:

BIOL. KEILA CRISTINA RAMÍREZ SANTILLÁN

DRA. PATRICIA TRUJILLO JIMÉNEZ

DIRECTORA DE TESIS

CUERNAVACA, MORELOS

JUNIO 2022



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Hidrobiología del Departamento de Hidrobiología del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del estado de Morelos. Forma parte del proyecto Evaluación de los Ecosistemas Acuáticos de Morelos, el cual forma parte de la Línea de Generación del Conocimiento del Cuerpo Académico Evaluación de la Biodiversidad del Centro de Investigaciones Biológicas.

AGRADECIMIENTOS

M. en C. Judith García Rodríguez

M.en C. Migdalia Díaz Vargas

Dra. Patricia Trujillo Jiménez

M. en C. Roberto Trejo Albarrán

Dr. Rubén Castro Franco

A mi tutora y directora de tesis Dra. Patricia Trujillo Jiménez, por su constante apoyo en la planeación, realización y revisión de este proyecto, también por el tiempo dedicado y los conocimientos brindados ya que gracias a ella mi desempeño como alumna y persona se vio favorecido.

A las Mtras en C. Migdalia Díaz Vargas, Judith García Rodríguez y al Dr. Rubén Castro Franco, por su disposición y apoyo en la estructuración del manuscrito.

A el M. en C. Roberto Trejo Albarrán por su apoyo y disposición en las salidas de campo y en la participación en la revisión del manuscrito

A mis compañeros y amigos Kenia, Lizbeth, Juan, Rodolfo, Ashley y Valeria por su apoyo en las salidas de campo para las colectas y trabajo en el Laboratorio de Hidrobiología.

Por último pero no por eso menos importante a mis padres, hermano y futuro esposo, por acompañarme en este proceso y etapa tan bonita de mi vida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) principalmente por haberme dado la oportunidad de realizar un posgrado y por la beca de estudios otorgada para llevar a cabo esta investigación, durante mi desarrollo estudiantil.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación esta dedicado principalmente a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de estos dos años de Maestria y a lo largo de mi vida. A mi futuro esposo Gustavo quien me acompaño en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

De manera muy especial a mi directora de tesis, por haberme guiado, no solo en la elobaración de este proyecto, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente, seguir cultivando mis valores y lo más importante, enseñarme a creer en mí.

ÍNDICE

	Páginas
Resumen	1
Abstract	2
1. Introducción	3
2. Antecedentes	6
3. Objetivos	
3.1. Objetivo general	10
3.2. Objetivos particulares	10
4. Material y métodos	
4.1. Área de estudio	11
4.2. Metodología	
4.2.1. Recolecta de especies	14
4.2.2. Medidas morfológicas	14
4.2.3. Análisis de la dieta	15
4.2.4. Amplitud y traslape de nicho trófico	17
4.2.5. Gremios ecológicos	18
5. Resultados	
5.1. Medidas morfológicas	19
5.2. Dieta de la ictiofauna	24
5.3. Amplitud y traslape de nicho trófico	28
5.4. Índice de importancia relativa	29
5.5. Gremios ecológicos	30
5.6. Análisis de Correspondencias Canónicas	33
6. Discusión	35
7. Conclusiones	45
8. Literatura citada	46

ÍNDICE DE TABLAS	Página
Tabla 1. Registro de (LS) Longitud estándar (promedios) de la íctiofauna del río Amacuzac. (Medidas en milímetros).	19
Tabla 2. Registro de las características ecomorfológicas (promedios en mm) de la íctiofauna del río Amacuzac. LRC). Longitud relativa de la cabeza, ARB) Altura relativa de la boca, DRO) Diámetros relativo del ojo, PVO) Posición vertical del ojo, OB) Orientación de la boca.	20
Tabla 3. Registro de tipo de dientes (promedios y rangos de numero de dientes) de la íctiofauna del río Amacuzac <i>Amex</i>) <i>Astyanax mexicanus</i> , <i>Iwhi</i>) <i>Ilyodon whitei</i> , <i>Pgrac</i>) <i>Poeciliopsis gracilis</i> , <i>Pbim</i>) <i>Pseudoxiphophorus bimaculatus</i> , <i>Pmay</i>) <i>Poecilia maylandi</i> , <i>Nmor</i>) <i>Notropis moralesi</i> , <i>Aist</i>) <i>Amphilophus istlanum</i> , <i>Ariv</i>) <i>Andinocara rivulatus</i> , <i>Tmal</i>) <i>Thorichthys macupinnis</i> , <i>Anig</i>) <i>Amatitlania nigrofasciata</i> , <i>Czil</i>) <i>Coptodon zillii</i> , <i>P.dis</i>) <i>Pterygoplichthys disjunctivus</i> , <i>P.par</i>) <i>Pterygoplichthys pardalis</i> .	22
Tabla 4. Registro de las características ecomorfológicas (promedios en mm) de la íctiofauna del río Amacuzac. CPAB) Número de cribadores de branquias en el primer arco branquial; LMCPAB) Longitud máxima relativa de los cribadores de branquias en el primer arco branquial, LRTD) Longitud relativa del tracto digestivo.	23
Tabla 5. Dieta de la íctiofauna del río Amacuzac, de acuerdo con los métodos Numérico y Frecuencia de Ocurrencia (valores en paréntesis).	27
Tabla 6. Índice de amplitud de nicho trófico de la ictiofauna del río Amacuzac.	28
Tabla 7. Resultados del Índice de traslape de nicho trófico por pares de especies.	29
Tabla 8. Resultados del índice de importancia relativa.	30
Tabla 9. Clasificación de los gremios ecológicos de las especies analizadas.	32
Tabla 10. Distribución espacial de los gremios ecológicos del río Amacuzac.	33

ÍNDICE DE FIGURA	Página
Figura 1. Localización del área de estudio.	13
Figura 2. Diagrama de análisis de correspondencias canónicas (ACC) de los componentes alimenticios, características morfológicas y especies ícticas. LRC (longitud relativa de la cabeza); DRO (diámetro relativo del ojo); PVO (posición vertical del ojo); ARB (altura relativa de la boca); OB (orientación de la boca); FDF (forma de dientes faríngeos); FDM (forma de dientes mandibulares); NCPAB (número de cribadores de branquias en el primer arco branquial); LMCPAB (longitud máxima relativa de los cribadores en el primer arco branquial; LRTD (longitud relativa del tracto digestivo); LE (longitud del estómago).	34

RESUMEN

La ecomorfología es la disciplina que estudia la interacción entre la diversidad morfológica y la ecológica, explicando los mecanismos por los cuales las variaciones morfológicas entre individuos resultan en diferencias funcionales y de desempeño. Así mismo, el conocimiento de los gremios ecológicos de las comunidades de peces de río puede ser útil para la conservación y el manejo de los ecosistemas fluviales. Se determinó la ecomorfología, gremios tróficos y ecológicos para 13 especies de peces en el río Amacuzac. Primero, se describieron las características ecomorfológicas relacionadas con la alimentación. Se analizó el contenido estomacal de las 11 especies más frecuentes y de las dos especies menos comunes, la dieta se basó en la literatura publicada previamente en este ecosistema y por último se definieron los gremios ecológicos a lo largo de un gradiente ambiental. La ecomorfología de la ictiofauna fue diferente de acuerdo con los grupos taxonómicos. Se identificaron tres gremios tróficos: omnívoro (*Astyanax mexicanus*, *Ilyodon whitei*, *Aequidens rivulatus*, *Thorichthys malculpinnis*, *Amatitlania nigrofasciata*); detritívoro (*Poecilia maylandi*, *Poeciliopsis gracilis*, *Coptodon zillii*, *Pterygoplichthys disjunctivus*, *Pterygoplichthys pardalis*) e insectívoros (*Pseudoxiphophorus bimaculatus*, *Notropis moralesi*, *Amphilophus istlanum*). Con base en la combinación de tipo de reproducción, tamaño, dieta y posición dentro de la columna de agua se han registrado diez gremios ecológicos. Se observó que los gremios ecológicos ovíparo simple/pequeño/detritívoro/bentos, ovíparo simple/pequeño/insectívoro/bentos, ovíparo complejo/mediano/omnívoro/media y ovíparo complejo/mediano/detritívoro/media se observaron en seis localidades, seguidos de los gremios ovíparo simple /pequeño /omnívoro /media y ovovivíparo/pequeño/insectívoro/superior que se registraron en cinco localidades, el gremio ovíparo complejo/pequeño/omnívoro/media estuvo presente en cuatro localidades, el gremio ovíparo complejo/grande/detritívoro/bentos estuvo representado en tres localidades y los gremios vivíparo/pequeño/omnívoro/media y ovíparo complejo/mediano/insectívoro/media se localizaron en dos localidades. Así mismo, se observó que las localidades Huajintlán y Chisco estuvieron representadas por un número mayor de gremios ecológicos (nueve gremios), seguida de las localidades El Estudiante y Las Huertas (ocho gremios), mientras que la localidad Dos Bocas, únicamente exhibió dos gremios. Con base en los resultados obtenidos del análisis de correspondencia canónica (ACC), las variables ecomorfológicas de la ictiofauna no están linealmente relacionados con sus dietas. En la literatura se menciona que los gremios ecológicos se pueden utilizar como base de indicadores biológicos, ya que, desde la perspectiva de la integridad biótica, pueden ayudar a comprender los cambios funcionales en una comunidad y que este tipo de trabajo, en donde se muestra una simplificación de información ecológica compleja, puede ayudar a orientar estrategias para la conservación y gestión de la ictiofauna característica de la Cuenca del río Balsas.

ABSTRACT

Ecomorphology is the discipline that studies the interaction between morphological and ecological diversity, explaining the mechanisms by which morphological variations between individuals result in functional and performance differences. Likewise, knowledge of the ecological guilds of river fish communities can be useful for the conservation and management of river ecosystems. Ecomorphology, trophic and ecological guilds were determined for 13 species of fish in the Amacuzac river. First, the ecomorphological characteristics related to feeding were described. The stomach content of the 11 most frequent species was analyzed and the diet of the two less common species was based on previously published literature on this ecosystem and finally the ecological guilds along an environmental gradient were defined. The ecomorphology of the ichthyofauna was different according to the taxonomic groups. Three trophic guilds were identified: Omnivores (*Astyanax mexicanus*, *Ilyodon whitei*, *Aequidens rivulatus*, *Thorichthys malculpinis*, *Amatitlania nigrofasciata*); detritivorous (*Poecilia maylandi*, *Poeciliopsis gracilis*, *Coptodon zillii*, *Pterygoplichthys disjunctivus*, *Pterygoplichthys pardalis*) and insectivorous (*Pseudoxiphophorus bimaculatus*, *Notropis moralesi*, *Amphilophus istlanum*). Based on the combination of type of reproduction, size, diet, and position within the water column, ten ecological guilds have been recorded. It was observed that the ecological guilds oviparous-simple/small-sized/detritivorous/benthic, oviparous-simple/small-sized/insectivorous/benthic, oviparous-complex/mid-sized/omnivorous/mid-water; oviparous-complex/mid-sized/detritivorous/mid-water were observed in six localities, followed by the oviparous-simple/small-sized/omnivorous/mid-water and ovoviviparous/small-sized/insectivorous/surfacers that were recorded in five localities, the oviparous-complex/small-sized/omnivorous/mid-water was present in four localities, the oviparous-complex/large-sized/detritivore/benthics was represented in three localities and the viviparous/small/omnivorous/mid-water and oviparous-complex/mid-sized/insectivorous/mid-water were located in two localities. Likewise, it was observed that the Huajintlán and Chisco localities were represented by a greater number of ecological guilds (nine guilds), followed by the El Estudiante and Las Huertas localities (eight guilds), while the Dos Bocas locality only exhibited two guilds. Based on the results obtained from the canonical correspondence analysis (CCA), the ecomorphological variables of the ichthyofauna are not linearly related to their diets. In the literature it is mentioned that ecological guilds can be used as a basis for biological indicators, since from the perspective of biotic integrity, they can help to understand the functional changes in a community and that this type of work, where a simplification of complex ecological information, can help guide strategies for the conservation and management of the ichthyofauna characteristic of the Balsas River Basin.

1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, las comunidades bióticas se caracterizaban por atributos básicos, como la composición, riqueza y abundancia de las especies. Sin embargo, las especies y los conjuntos funcionales pueden variar de manera natural tanto temporal como espacialmente en diferentes escalas (Sheaves, 2006; Heino, 2009), sin que ello implique necesariamente cambios en su estabilidad. Los conceptos recientes relativos a la distribución de las comunidades de corrientes han enfatizado la necesidad de tener en cuenta las estrategias de historia de vida para interpretar las relaciones entre la comunidad y las condiciones del hábitat (Townsend y Hildrew, 1994; Poff, 1997; Mérigoux et al., 2001). La dieta, reproducción y morfología, son uno de los componentes principales de la ecología de los peces, y pueden ser un descriptor importante de la estructura del conjunto de ellos (Pouilly et al., 2006).

El análisis de la estructura de la red alimentaria, que refleja en gran medida los procesos energéticos, se puede utilizar para complementar los descriptores de la comunidad comúnmente utilizados, dejando de lado un conjunto diferente de medidas cuantitativas de la estructura de la comunidad (Lindeman, 1942; Bersier et al., 2002; Kaartinen y Roslin, 2012). Por otra parte, la alimentación es una de las principales dimensiones del nicho y los análisis tróficos permiten observar las características del nicho trófico en cada especie (Krebs, 1999). Las comunidades ecológicas son entidades complejas en las que todas las especies afectan a cada una a través de interacciones directas e indirectas (Motta y Uieda, 2008), de acuerdo con Morales y García-Alzate (2016) las especies coexistentes utilizan recursos comunes y pueden relacionarse por su afinidad en la utilización de los recursos para formar asociaciones que son resultado de la sobreposición trófica.

La ecología trófica de los organismos se ha utilizado durante mucho tiempo para evaluar la integridad ecológica de los hábitats dentro y entre las regiones. En general, se espera que los hábitats más intactos contengan conjuntos de consumidores con una mayor diversidad de grupos de alimentación apoyados por una gama más amplia de recursos tróficos (Karr et al., 1986; Gray et al., 2007). Así mismo, la descripción de la estructura de la red alimentaria proporciona información sobre el flujo de carbono y nutrientes, la conectividad y la longitud de

la cadena alimentaria (Abrantes et al., 2014). Esta información es extremadamente útil para la conservación y el manejo ecológico, como indicadores de productividad (Thébault y Loreau, 2003) y perturbación del ecosistema (Cucherousset et al., 2012; McMeans et al., 2013; Busst y Britton, 2017).

Las redes tróficas son uno de los marcos temáticos centrales en las ciencias ecológicas. En términos generales, estas representaciones de las relaciones de alimentación pueden proporcionar conocimiento de casi todas las áreas de la investigación ecológica, que van desde dinámica poblacional al ciclo de nutrientes a través de los ecosistemas. (Winemiller y Polis, 1996; Layman et al., 2015). Por otra parte, comprender la estructura de la red y los nichos tróficos es esencial no solo para los estudios ecológicos sino también para la gestión de la pesca (Janjua y Gerdeux, 2011).

Los peces tienen un papel muy complejo, y son clave en las redes alimentarias acuáticas ya que tienen la capacidad de ocupar múltiples niveles tróficos, en otras palabras, pueden alimentarse de diversas fuentes de alimento, existiendo especies herbívoras hasta carnívoras secundarias o terciarias, e incluso algunas especies se alimentan de detrito formando parte de los descomponedores (Val y Almeida-Val, 1995; Vander-Zanden y Vadeboncoeur, 2002; Janjua y Gerdeux, 2011). Por otra parte, un ensamble de peces es un grupo de organismos que se pueden encontrar en un área determinada (Matthews, 1998) y establecer la composición de estos, según los gremios tróficos, sin embargo, no es una tarea fácil debido a los cambios que pueden ocurrir en su alimentación, teniendo en cuenta el aspecto ontogenético y la plasticidad alimentaria (Peretti y Andrian, 2004). Además de los estudios relacionados con la alimentación, la clasificación en gremios tróficos se ha utilizado como una herramienta para evaluar la estructura longitudinal de los conjuntos de peces (Ibañez et al., 2007; 2009) y la calidad ambiental (Jaramillo-Villa y Caramaschi, 2008).

La estructura de las comunidades acuáticas y la composición del gremio están influenciadas por las variaciones en las características fisiográficas e hidrológicas a lo largo de la cuenca, que imponen fuertes restricciones en la distribución de los conjuntos de peces tropicales, en arroyos (Pouilly et al., 2003; 2006) y ríos de grandes cuencas (Pease et al., 2012). Además, hay cambios

en la relación de la entrada y procesamiento de materia orgánica y productividad primaria a lo largo del sistema, que determinan la variedad de recursos alimenticios y, por lo tanto, pueden interferir con la composición local de los gremios tróficos de la zona templada (Ibañez et al., 2007) y arroyos tropicales (Wolff et al., 2013).

Por otra parte, la evolución de la morfología permite la explotación de un nuevo recurso y tiene una fuerte influencia en la diversificación de especies, así como en los cambios de nichos tróficos y de hábitat (Losos, 2010; Burrell et al., 2016). Por lo tanto, la morfología se ha considerado un buen indicador de la ecología y los hábitos alimenticios, ya que algunas especies tropicales se han descrito como morfológicamente similares, pero con diferencias en su morfología, ecología y distribuciones espaciales (Nunes et al., 2014). La divergencia adaptativa tiene un papel clave en la formación y perpetuación de barreras entre especies que habitan en diferentes ambientes, por lo que es de gran relevancia tener presente los distintos elementos que desencadenan la diversificación relacionado con la divergencia fenotípica, en este contexto hay evidencias de que las oportunidades ecológicas y la competencia podrían influir en la divergencia entre especies estrechamente relacionadas, por lo que la división trófica podría desencadenar cambios morfológicos asociados con la explotación de recursos, y a su vez promover la especiación (Schluter, 2001; Losos, 2010; Ornelas-García et al., 2018)

Se han reportado cambios a lo largo de ríos templados en la composición de los gremios tróficos de peces (Oberdorff et al., 2002) y en corrientes tropicales (Pouilly et al., 2006; Wolff et al., 2013), confirmando la predicción de procesos longitudinales comunes (Ibañez et al., 2007), que independientemente de la taxonomía y la historia evolutiva de la especie, convergen la estructura trófica de los conjuntos a patrones espaciales similares (Ibañez et al., 2009). En este contexto, los principales hallazgos, basados en la disponibilidad de los recursos alimentarios, se han demostrado como cambios proporcionales continuos de generalistas como insectívoros e invertívoros a gremios más especializados como detritívoros y piscívoros a lo largo de un gradiente longitudinal (Oberdorff et al., 2002; Pouilly et al., 2006; Ibañez et al., 2007; Wolff et al., 2013).

2.- ANTECEDENTES

Se han realizado diferentes estudios internacionales sobre la estructura y gremios tróficos en relación con factores ambientales y estado trófico de los ecosistema acuáticos como el de Williams et al., (1998), quienes estudiaron la ecología y estado trófico de peces piscívoros en el reservorio oligotrófico en Venezuela, observando que la abundancia de la dieta de todos los piscívoros fue baja. Motta y Uieda (2008), realizaron un experimento de manipulación, el cual se utilizó para verificar la existencia de cascadas tróficas y para analizar la importancia de una especie superior e intermedia como reguladores de la estructura del ecosistema en las corrientes de Potreirinho creek, afluente de segundo orden del río Paranapanema en el sureste de Brasil. En este trabajo se registraron un total de siete especies de peces y diez artículos alimenticios y se demostró que los peces pueden tener fuertes efectos en sus presas, alterando la estructura trófica a través de varios niveles tróficos. Los peces de Potreirinho fueron importantes reguladores de los recursos de la base de la red porque la cantidad de materia orgánica era mayor y la densidad de algas era menor en la exclusión de peces en el control cerrado, que en el control abierto.

Janjua y Gerdeaux. (2011), evaluaron la red y nicho tróficos de cinco especies de peces importantes en el lago oligotrófico Annecy en Ródano-Alpes en Francia. Ellos observaron que de acuerdo con el análisis del contenido estomacal, tienen gran variedad de hábitos alimenticios, con una posible superposición en sus dietas entre algunas especies en primavera e invierno, sin embargo, los recursos alimenticios parecen estar divididos entre la comunidad de peces del lago durante el periodo de verano, limitado posiblemente por la competencia.

Winemiller et al. (2011), estudiaron las redes alimenticias de los arroyos que drenan los bosques tropicales en las costas del Pacífico y el Caribe de Costa Rica en el 2004 y se compararon con trabajos realizados en 1980 para poder saber si hay una diferencia en la estructura trófica de acuerdo con el análisis dietético y el análisis de las relaciones de isótopos estables de los peces. Observaron que los peces e invertebrados en las cuatro corrientes tenían proporciones de carbono más elevadas que cualquiera de las fuentes de producción examinadas y que la dieta era diferente en cada sitio. Los taxones de consumo dentro de las cuatro

corrientes abarcaron una amplia gama de valores de isótopos de carbono, lo que indica la asimilación de proporciones de variables de carbono del perifiton y vegetación terrestre en todas las corrientes.

Warfe et al. (2013), caracterizaron redes alimentarias acuáticas de 66 sitios fluviales y llanuras de inundación a través de los trópicos húmedos-secos del norte de Australia para determinar la importancia relativa de la productividad (indicada por las concentraciones de nutrientes), la perturbación (indicada por el aislamiento hidrológico) y el tamaño del ecosistema y cómo puede verse afectada la estructura de la red alimentaria; mostraron que la variación en la longitud de la cadena alimentaria no estaba relacionada con las determinantes ambientales clásicas, y estaba relacionada con el papel trófico del depredador principal.

Zuluaga-Gómez et al. (2016), analizan las relaciones funcionales y tróficas entre cuatro de las familias dominantes de peces dentro de los rápidos del río Xingu, Brasil. Se observó que las cuatro familias estaban separadas por rasgos morfológicos asociados con el uso y la alimentación de microhábitats y una superposición considerable entre los nichos isotópicos y la dieta de las cuatro familias, principalmente material asimilado que se origina a partir de fitomicrobentos (en su mayoría algas bénticas). Las diferencias entre la diversidad morfológica y trófica entre las familias estudiadas pueden estar relacionadas a la alteración hidrológica y al espacio de nicho de repartición.

En México también se han realizado estudios sobre la estructura trófica de los ensambles de peces y gremios ecológicos, como el de Lyons y Silva (1999) quienes estudiaron los patrones taxonómicos y ecológicos en peces en ríos y arroyos entre comunidades en el oeste de Jalisco. Ellos estudiaron las especies de peces en 35 sitios pertenecientes a cinco cuencas: Ameca, Armería, Coahuayana, Marabasco y Purificación, en donde se encontró un total de 25 especies (cinco endémicas y nueve exóticas), conformaron 17 gremios ecológicos (cuatro exóticos), ninguna especie o gremio se presentó en todas las localidades, sin embargo, la mayoría de los gremios estuvo representado por una o dos especies. Se observaron gremios únicos en cuatro de las cinco cuencas y las comunidades de peces de los ríos Purificación y Marabasco resultaron

similares, pero aquellas de los ríos Ameca, Armería y Coahuayana presentaron diferencias entre sí y con la dos anteriores.

Medina-Nava et al. (2011), realizaron un estudio en donde determinaron los gremios tróficos y ecológicos de 17 especies de peces en tres ríos de la cuenca del Balsas, occidente de México: Cupatitzio, La Parota y El Marqués. La mayoría de las especies se consideraron generalistas con una superposición significativa entre especies carnívoras. Reportan tres gremios tróficos: insectívoros, detritívoros-herbívoros y omnívoros. Así mismo, definieron 14 gremios ecológicos, combinando las agrupaciones tróficas con observaciones directas sobre tamaño y posición en la columna de agua, así como información de la literatura sobre reproducción. El gremio ecológico más frecuente fue el de vivíparos/medianos/detritívoros/de agua media, que estuvo presente en todos los sitios muestreados, seguido del gremio de vivíparos/pequeños/detritívoros/ de superficie, presente en nueve de diez sitios. Cuatro gremios fueron exclusivos de la sección deposicional del sistema.

Hinojosa-Garro et al. (2013), estudiaron y compararon los contenidos estomacales de la íctiofauna en cuerpos de agua permanentes y semipermanentes de la reserva de la Biosfera los Petenes, Campeche. Los peces capturados constaron de 13 especies. Se encontraron ocho recursos tróficos principales en la dieta de los peces: detritos, restos vegetales, macroalgas, insectos acuáticos, invertebrados terrestres, crustáceos, gasterópodos y restos de peces, y se clasificaron en seis grupos tróficos: detritívoros, herbívoros-detritívoros, insectívoros, piscívoros, omnívoros y malacófagos. Con base en esto, se observó que las superposiciones de la dieta entre especies estuvieron presentes en ambos hábitats, pero con frecuencias muy diferentes y que la coexistencia y las condiciones tróficas parecen depender de la hidrología de los cuerpos de agua como resultado de fuentes de alimento (como riqueza y abundancia de presas) que conllevan a variaciones en los hábitos alimenticios.

Ornelas-García et al. (2018), analizaron la asociación entre las diferencias morfológicas en los rasgos tróficos y la divergencia en dos especies simpátricas del género *Astyanax* (*A. aeneus* y *A. caballeroi*) en el lago de Catemaco, Veracruz. Utilizaron isotopos estables y análisis del contenido estomacal. Se reconoció una correlación significativa entre los rasgos ecomorfológicos y los

hábitos tróficos (valores de isótopos estables). Aunque las especies de *Astyanax* se consideran especies omnívoras y oportunistas, los resultados mostraron su capacidad de divergir en términos de ecomorfología, reduciendo la competencia interespecífica, ya que se observaron distribuciones bimodales de rasgos tróficos entre especies, es decir, *A. aeneus* mostró mayor longitud intestinal y branquiespinas más largas, y un consumo mayor de materia vegetal, a diferencia de *A. caballeroi*, que presentó una cabeza más grande, cuerpo delgado, longitud intestinal y branquiespinas más cortas, así como un consumo de invertebrados que fue diez veces mayor que *A. aeneus*.

En el estado de Morelos, no se han realizado estudios sobre las tramas tróficas y gremios tróficos de los ecosistemas acuáticos, sin embargo, se han realizado diversos estudios sobre la dieta y hábitos alimentarios de los peces, como el de Caspeta (1991) quien analizó la dieta de la mojarra criolla *Cichlasoma istlanum* (actualmente *Amphilophus istlanum*) en el río Amacuzac. Trujillo-Jiménez y Díaz-Pardo (1996) describen la dieta de *Ilyodon whitei* en el río del Muerto, Viana (1991) analizó la dieta de la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* en el Lago de Zempoala; Trujillo-Jiménez (1996) reporta la dieta de *Amatitlania nigrofasciata* en el río Amacuzac. Trujillo (1998a) realizó un estudio sobre la dinámica trófica de cinco especies de peces en la localidad Chisco en el río Amacuzac; Trujillo-Jiménez (1998b) reporta el espectro trófico de *Amphilophus istlanum* (citada por el autor como *Cichlasoma istlanum*) y *Amatitlania nigrofasciata* en el río Amacuzac. Trujillo-Jiménez y Espinosa de los Monteros (2006) hacen referencia de la ecología alimentaria del pez endémico *Girardinichthys multiradiatus* en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala; Trujillo-Jiménez y Toledo (2007) reportan la alimentación de los peces dulceacuícolas tropicales *Heterandria bimaculatus* y *Poecilia sphenops* (actualmente *Poecilia maylandi*) en la presa Los Carros, en Axochiapan. Trujillo-Jiménez y Castro-Lara (2009) analizan la dieta de la carpa *Notropis moralesi* en el río Amacuzac; Fuentes (2018), reporta la dieta y hábitos alimentarios del pez convicto *Amatitlania nigrofasciata* en el río Amacuzac; Ramírez (2019) describió la dieta y hábitos alimentarios de *Astyanax mexicanus* a lo largo del río Amacuzac; García (2019) evaluó la dieta de *I. whitei* en cinco localidades del río Amacuzac.

3.- OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Conocer las características ecomorfológicas relacionadas con la alimentación y los gremios tróficos y ecológicos de la ictiofauna del río Amacuzac.

3.2. Objetivos Particulares

Describir las características ecomorfológicas relacionadas con la alimentación.

Describir la dieta de la ictiofauna en el río Amacuzac.

Relacionar características ecomorfológicas y la dieta de las especies ícticas

Determinar los gremios ecológicos de la comunidad íctica en el río Amacuzac

Definir los gremios ecológicos a lo largo de un gradiente ambiental

4.- MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Área de Estudio

El río Amacuzac es uno de los ecosistemas acuáticos más importantes de Morelos; se encuentra ubicado en la zona tropical, mostrando una temporalidad marcada de lluvia y estiaje. Cuenta con una superficie hidrológica total de 117,406 km², distribuida en tres subregiones: Alto Balsas de 50,409 km², Medio Balsas de 31,951 km² y Bajo Balsas de 35,046 km². Las subcuencas del Alto y Bajo Amacuzac, están ubicadas en la parte suroeste del estado de Morelos, entre los paralelos 18° 22' 06" y 18° 44' 25" Latitud Norte y los meridianos 98° 44' 57" y 99° 30' 08" Longitud Oeste, tiene un recorrido de 240 km desde su nacimiento en las faldas del Nevado de Toluca hasta su desembocadura en el río Balsas.

Para la realización del presente estudio se establecieron seis localidades a lo largo del río Amacuzac: una en la parte alta (Dos Bocas), cuatro en la parte media (Huajintlán, Amacuzac, El Estudiante y Chisco) y una en la parte baja (Las Huertas), se llevarán a cabo cuatro muestreos en cada sitio de estudio, abarcando las dos temporadas del año más marcadas en este ecosistema que son lluvias y estiaje (Figura 1).

Dos Bocas (E1): Se ubica entre los 18° 39' 51" Latitud Norte y los 99° 30' 23" Longitud Oeste a una altitud de 960 msnm en el municipio de Coatlán del Rio, en temporada de estiaje sus aguas son someras y cristalinas, a diferencia de la temporada de lluvia que toman fuerza y sus aguas son turbias, la temperatura promedio es de 19.7°C. Su vegetación predominante es la arbórea, sin embargo, también presenta vegetación arbustiva y herbácea, presenta un sustrato rocoso y cantos rodados, exhibe una anchura >10 metros, la clasificación de sus corrientes es rápidos clase III, las actividades humanas principales son recreativas, rafting y pesca (Sánchez, 2005).

Huajintlán (E2): Se localiza en el municipio de Amacuzac a una altitud de 920 msnm, entre los 18° 36' Latitud Norte y los 99° 24' Longitud Oeste, con algunas zonas de rápidos con una temperatura promedio de 22.8°C. Su vegetación es arbórea, arbustiva y herbácea, siendo

predominante la vegetación arbustiva, presenta un sustrato de cantos rodados, arenoso y pedregoso, exhibe una anchura >15 metros, la clasificación de sus corrientes es rápidos clase II y las actividades humanas principales son lavado de ropa y autos y la agricultura (Sánchez, 2005).

Amacuzac (E3): Se encuentra en a una altitud de 918 msnm, entre los 18° 35' 47.3'' Latitud Norte y los 99° 22' 40'' Longitud Oeste en el municipio de Amacuzac, exhibe una temperatura promedio de 22.7 °C. Su vegetación principal es arbórea y presenta un sustrato de cantos rodados y arenoso, exhibe una anchura >15 metros, la clasificación de sus corrientes es rápidos clase II, las actividades humanas principales son recreativas y pesca (Sánchez, 2005).

El estudiante (E4): Se ubica en el municipio de Puente de Ixtla a una altitud de 892 msnm, entre los 18° 34' 39.3'' Latitud Norte y los 99° 17' 53.3'' Longitud Oeste. En la parte central de la corriente hay zonas arenosas, llega a presentar zonas de rápidos y su temperatura es de 22.0°C. Su vegetación dominante es arbustiva, aunque presenta en menor cantidad vegetación herbácea, presenta un sustrato de cantos rodados, arenoso con textura fangosa y pedregosa, exhibe una anchura de > 15 metros, la clasificación de sus corrientes es rápidos clase II, las actividades humanas principales son agricultura, ganadería y pesca (Sánchez, 2005).

Chisco (E5): Se localiza a una altitud de 825 msnm, entre los paralelos 18° 33' 49.9'' L.N. y 99° 14' 32'' L.O en el municipio de Jojutla de Juárez. El sustrato es de cantos rodados, con una temperatura del agua promedio de 24° C. Predomina la vegetación arbustiva, y el río tiene una amplitud mayor a los 20 metros, con rápidos de clase II. Las actividades principales humanas son lavado de ropa y agricultura (Sánchez, 2005).

Las Huertas (E6): Se ubica en Tlaquiltenango a una altitud de 742 msnm, entre los paralelos 18° 29' 37'' L.N. y 99° 09' 11'' L.O. El agua tiene una temperatura promedio de 25.5°C. La vegetación de los márgenes es de tipo arbórea y herbácea, pero predomina la arbustiva. El sustrato es de tipo arcilloso-limoso y con cantos rodados, el río tiene una anchura superior a los 20 metros, con rápidos de clase II. En esta localidad las principales actividades humanas son las recreativas y la pesca (Sánchez, 2005).

Se consideró una localidad en la microcuenca de Coaxitlán (Localidad agua Salada, E7), que se ubica entre los límites de los municipios de Tlaquiltenango y Puente de Ixtla en el estado de Morelos y de Huitzaco de los Figueroa en el estado de Guerrero. Tiene una superficie de 4,575.17 ha y sus coordenadas extremas en unidades UTM son: 2043848.4950 N, 2033371.2776 S, 485259.7078 E y 475773.7769 O (Alcocer, 2016). Pertenece a la Región Hidrológica No. 18 relativa a la Cuenca del río Balsas y a la Cuenca del río Grande del Amacuzac (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2011) y se ubica dentro del polígono del área natural protegida Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (Dorado et al., 2009).

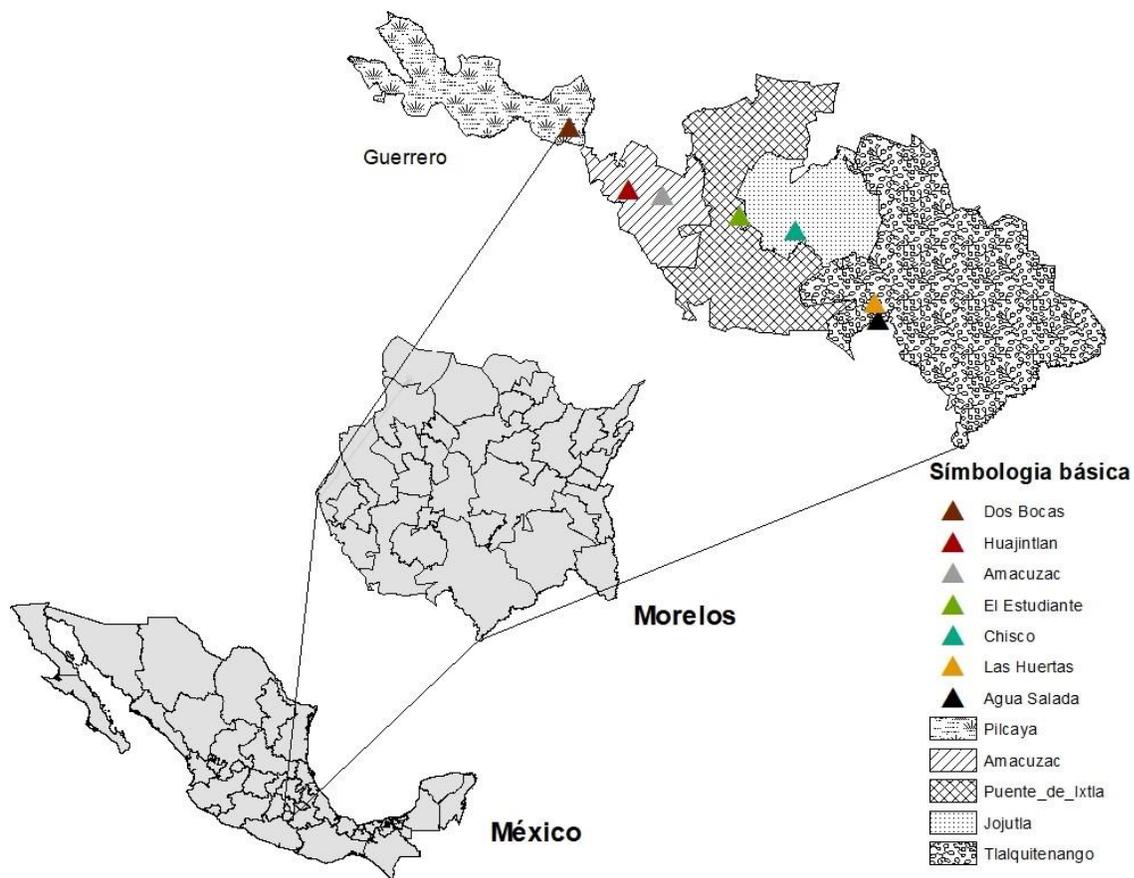


Figura 1. Localización del área de estudio. Realizado por Kenia Kiryataim Bonilla-Román (2020).

4.2 Metodología

4.2.1 Recolecta de ejemplares

Los ejemplares ícticos fueron recolectados con una red de arrastre de tres metros de longitud con caída de dos metros y luz de malla de un centímetro; y con una red tipo atarraya de dos metros de diámetro con luz de malla de dos centímetros. El esfuerzo de captura fue de una hora por sitio considerando áreas de remanso y corriente, abarcando 100 metros para obtener una muestra representativa (Matthews, 1990). Los ejemplares fueron colocados en recipientes de 2, 4 y 20 litros con formaldehído al 10%, debidamente etiquetados, posteriormente fueron transportados al laboratorio de Hidrobiología del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del estado de Morelos, donde se preservan en alcohol etílico al 70%.

Para la identificación de las especies de peces se emplearon las claves y criterios de Meek (1904), Álvarez del Villar (1970), Schönhuth y Doadrio (2003), Miller et al. (2005), Armbruster y Page (2006), Chávez et al. (2006) y Schmitter-Soto (2016).

4.2.2 Medidas Morfológicas

La ecomorfología alimentaria propone que la morfología estructural de las especies determina una porción importante de la ecología alimentaria de las mismas. Esta correlación entre las variables morfológicas y su espectro alimentario define las posibilidades de alimentación para cada especie.

Para conocer la ecomorfología se tomaron diez variables morfológicas asociadas con la captura de presas y la estrategia de alimentación, para lo cual se seleccionaron y midieron 25 individuos en total de cada especie. Las variables morfológicas cuantitativas se consideraron como una relación de longitud estándar (LS) en el análisis para reducir el efecto alométrico (la dependencia del tamaño) y para estandarizar los datos de las diferencias de tamaño corporal (Winemiller, 1991).

Las variables evaluadas fueron: 1) longitud estándar (LS) que es la distancia desde la punta de la boca hasta la última vértebra; 2) longitud relativa de la cabeza (LRC) que es la relación entre la longitud de la cabeza (distancia desde la punta de la boca al borde posterior del opérculo) y la LS; 3) altura relativa de la boca (ARB), la relación entre la altura de la boca en la extensión máxima y la LS; 4) orientación bucal (OB), codificada según Lagler et al. (1984) como terminal, superior e inferior; 5) diámetro relativo del ojo (DRO) que es la relación entre el diámetro horizontal del ojo y la LS; 6) posición vertical del ojo (PVO) que es la relación entre la distancia vertical desde la mitad del ojo hasta el límite inferior de la cabeza y la profundidad total de la cabeza medida a nivel del ojo; 7) dientes, se consideran un buen índice de la dieta, pero no existe una medida simple y se han propuesto diferentes sistemas de codificación basados en el número y la forma (Gatz, 1979; Motta et al., 1995).

La presencia de dientes en la mandíbula se codificó de la siguiente manera: 0 si no había ninguno, 1 si los dientes estaban en la mandíbula y el premaxilar y/o el maxilar solamente, y 2 si los dientes estaban en ambas mandíbulas y huesos adicionales del techo de la boca, como el palatino o vómer. La forma de los dientes de la mandíbula se codificó: 0 si dichos dientes estaban ausentes, 1 si todos los dientes eran pequeños y puntiagudos, y 2) si estaban presentes tanto dientes pequeños puntiagudos como caninos grandes. La forma de los dientes faríngeos se codificó: 1 si todos los dientes eran estructuras cortas y puntiagudas, 2 si los dientes estaban ganchudos, 3 si los dientes tenían bordes cortantes y 4 si los dientes tenían superficies de trituración aplanadas; 8) el número de cribadores de branquias en el primer arco branquial (NCPAB); 9) longitud máxima relativa de los cribadores de branquias en el primer arco branquial (LMCPAB) que es la relación entre la longitud del raspador de branquias más largo del primer arco de branquias y la LS y 10) longitud relativa del tracto digestivo (LRTD), la relación entre la longitud total del tracto digestivo y la LS.

4.2.3 Análisis de la dieta

Se analizaron un total de 40 individuos por especie. Para la cuantificación del contenido estomacal, de las especies que se registraron una abundancia menor a diez individuos, la

información se obtuvo de la descrita en la literatura: *Ilyodon whitei* (García, 2019) y *Amphilophus istlanum* (Trujillo-Jiménez, 1998b).

El análisis de la dieta se realizó con base en los métodos numérico por cuadrícula (No) y el de Frecuencia de Ocurrencia (F.O.), el primero consiste en el uso de una cuadrícula milimétrica de 10 por 10 cuadros colocada en el fondo de una caja Petri donde cada cuadro representa el 1.0% una vez distribuido de forma homogénea, el número de cuadros que ocupa el alimento precedente de un pez representa el 100 % de ingestión, ya debidamente identificado el área que abarca cada tipo de alimento del mismo estomago es el porcentaje que ocupa en la dieta de ese individuo. Los resultados de este método determinan la cantidad de alimento ingerido.

El segundo método (F.O.), se basa en el número de veces en que se presentan los diferentes componentes del contenido estomacal, de tal forma que el número de contenidos donde cada alimento aparece se expresa con un porcentaje del número total del contenido examinado (Lagler, 1956). Este método muestra la preferencia en la alimentación por el número de veces que aparece cada uno de los componentes, por ello sus resultados no se ajustan al 100 %. A diferencia del método numérico por cuadrícula, el análisis por frecuencia de ocurrencia establece la presencia sobre uno o más componentes alimenticios.

Usando los resultados obtenidos con el método numérico por cuadrícula y el de frecuencia de ocurrencia, se calculó el índice de importancia relativa (IIR) de cada alimento, según Yáñez-Arancibia et al. (1976). Para el IIR se define el siguiente rango evaluativo: 0 a 10% componentes tróficos de importancia relativa baja, 10 a 40% componentes tróficos de importancia relativa secundaria, 40 a 100% componentes tróficos de importancia relativa alta.

$$\text{IIR} = (\%FO * \%A) / 100$$

Donde:

FO: Frecuencia de Ocurrencia

A: Porcentaje de ingestión.

4.2.4. Amplitud y traslape de nicho trófico.

La amplitud y el traslape de nichos tróficos son una entrada útil para decidir sobre la delimitación de los gremios tróficos. Para determinar la amplitud del nicho trófico se empleó el índice de estandarización de Levin (Hulbert, 1978)

$$BA = B - 1/n - 1$$

Dónde:

BA= Estandarización de Levin de la amplitud de nicho trófico

B= Índice de Levin de amplitud de nicho trófico

n= Número de componentes alimenticios en el tracto digestivo

Este índice presenta una escala con un rango de 0 a 1; en donde los valores cercanos al 0 indican que los organismos ingieren pocos componentes alimenticios lo que representa alta especialización y los cercanos a 1 indica que el organismo tiene un amplio nicho trófico, lo que se considera como generalista (Hulbert, 1978).

Para medir la superposición de nicho trófico, se empleó el índice de MacArthur y Levin (1967), modificado por Pianka (Krebs, 1999), el cual presenta un intervalo de 0 (recursos no usados en común) a 1 (superposición máxima).

$$O_{jk} = \frac{\sum p_{ij} p_{ik}}{\sqrt{\sum p_i^2 j \ p_i^2 k}}$$

Dónde:

O_{jk} = Índice de Pianka del traslape entre las especies “j” y la especie “k”.

P_{ij} = Porcentaje total de ingestión del recurso “i” por el total del recurso usado por especies “j”.

P_{ik} = Porcentaje total del recurso “i” por el total del recurso usado por especies “k”

4.2.5. Gremios ecológicos.

Los gremios ecológicos se establecieron con base en una combinación del estatus como especie nativa o exótica, tipo de reproducción, longitud máxima, dieta y la posición que ocupa en la columna de agua, de acuerdo con los criterios de Lyons y Navarro-Pérez (1990) y Lyons et al. (1995): 1) Tipo de reproducción: a) vivípara; b) ovovivípara; c) ovíparo simple: sin construcción de nido o cuidado parental, d) ovíparo complejo: construcción de nido y/o cuidado parental. 2) Tamaño: a) pequeño, menos de 100 mm de longitud estándar (LS); b) mediano, de 100 a 200 mm de LS; c) grande, más de 200 mm de LS. 3) Dieta: a) omnívoro, tiene al menos el 25% de su dieta como material de origen animal 25% o más como material vegetal o detrito. 4) Posición: se refiere a su ubicación típica dentro de la columna de agua. Una vez definidos los gremios ecológicos, se inspeccionó su distribución espacial, para encontrar el predominio o la exclusividad de un gremio dado en una sección dada del sistema de estudio.

Las relaciones entre la morfología y dieta fueron evaluadas mediante el análisis de correspondencia canónica (ACC), un método de ordenación no lineal especialmente adaptado para explorar relaciones unimodales (ter Braak, 1986). El análisis se llevó a cabo con el paquete XLSTAT versión 2014.

5. RESULTADOS

5.1. MEDIDAS ECOMORFOLÓGICAS

En el presente estudio se analizaron un total de 13 especies de peces pertenecientes a siete familias (Characidae, Goodeidae, Poeciliidae, Cyprinidae, Cichlidae y Loricariidae). La familia Cichlidae tuvo mayor riqueza de especies (*Amphilophus istlanum*, *Andinoacara rivulatus*, *Thorichthys maculpinnis*, *Amatitlania nigrofasciata* y *Coptodon zillii*; Tabla 1).

De acuerdo con las 13 especies analizadas, las dos especies de la familia Loricariidae fueron las de mayor tamaño con una longitud estándar máxima (LS) de 396 mm para *Pterygoplichthys disjunctivus* y 383 mm para *Pterygoplichthys pardalis*, por lo contrario, *Pseudoxiphophorus bimaculatus* y *Poeciliopsis gracilis*, especies pertenecientes a la familia Poeciliidae registraron el menor tamaño (LS: 53 mm y 60 mm respectivamente). Dentro de la familia Cichlidae, la mojarra criolla *Amphilophus istlanum*, fue la especie con una longitud máxima de 150 mm, seguida de *C. zillii* con una longitud máxima de 148 mm, mientras que las tallas mínimas correspondieron a *T. maculpinnis* y *A. nigrofasciata* (70 y 76 mm respectivamente; Tabla 1).

Tabla 1. Registro de (LS) Longitud estándar (promedios) de la ictiofauna del río Amacuzac. (Medidas en milímetros).

Familia	Especie	LS
Characidae	<i>Astyanax mexicanus</i> (N)	75
Goodeidae	<i>Ilyodon whitei</i> (E)	98
Poeciliidae	<i>Pseudoxiphophorus bimaculatus</i> (I)	53
	<i>Poecilia maylandi</i> (N)	69
	<i>Poeciliopsis gracilis</i> (I)	60
Cyprinidae	<i>Notropis moralesi</i> (N)	70
Cichlidae	<i>Amphilophus istlanum</i> (N)	150
	<i>Andinoacara rivulatus</i> (I)	124
	<i>Thorichthys maculpinnis</i> (I)	70
	<i>Amatitlania nigrofasciata</i> (I)	76
	<i>Coptodon zillii</i> (I)	148
Loricariidae	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i> (I)	396
	<i>Pterygoplichthys pardalis</i> (I)	383

(N) Nativa; E (Endémica), (I) Introducida

Los valores máximos de las variables que conforman la ecomorfología alimentaria, fueron para *P. disjunctivus* de longitud relativa de la cabeza (LRC) de 57.73 mm, altura relativa de la boca (ARB) de 25.32 mm, diámetro relativo del ojo (DRO) 8.79 mm y posición vertical del ojo (PVO) 27.67mm, seguida de *P. pardalis* con un promedio de LRC y ARB de 37.76 mm y 14.14 mm respectivamente, sin embargo, el valor de DRO y PVO (6.55mm y 18.38 mm, en el mismo orden) fue menor a *A. rivulatus* (8.21 mm y 19.63 mm, respectivamente). En forma general los cíclidos presentaron promedios relativamente altos de LRC (>14 mm), ARB (>4 mm), DRO (>4 mm) y PVO (>8 mm), a diferencia de la especie *P. gracilis* que presentó los valores mínimos de LRC y ARB (10.02 mm y 1.94 mm, respectivamente), mientras que *I. whitei* mostró los promedios mínimos de DRO y PVO (2.64 mm y 3.47mm, en el mismo orden). El resto de las especies pertenecientes a las familias Characidae, Poecillidae y Cyprinidae tuvieron promedios de LRC, ARB, DRO y PVO relativamente bajos. La longitud cefálica de todas las especies cabe menos de cinco veces en la LS. Las especies presentaron una orientación de la boca terminal (OB), excepto *P. bimaculatus* que exhibió una posición superior y *P. disjunctivus* y *P. pardalis* que presentaron bocas con orientación inferior (Tabla 2).

Tabla 2. Registro de las características ecomorfológicas (promedios en mm) de la íctiofauna del río Amacuzac. **LRC)** Longitud relativa de la cabeza, **ARB)** Altura relativa de la boca, **DRO)** Diámetros relativo del ojo, **PVO)** Posición vertical del ojo, **OB)** Orientación de la boca.

Especie	LRC	ARB	DRO	PVO	OB
<i>A. mexicanus</i>	13.17	3.68	4.64	6.94	Terminal
<i>I. whitei</i>	12.07	2.20	2.64	3.47	Terminal
<i>P. bimaculatus</i>	10.35	2.59	3.29	3.62	Superior
<i>P. maylandi</i>	13.81	2.98	4.26	5.09	Terminal
<i>P. gracilis</i>	10.02	1.94	3.18	3.57	Terminal
<i>N. moralesi</i>	12.82	3.92	3.43	4.55	Terminal
<i>A. istlanum</i>	17.25	3.02	4.70	8.50	Terminal
<i>A. rivulatus</i>	32.87	8.53	8.21	19.63	Terminal
<i>T. maculpinnis</i>	14.54	3.19	5.53	8.55	Terminal
<i>A. nigrofasciata</i>	17.85	4.41	5.44	10.36	Terminal
<i>C. zillii</i>	24.04	5.41	6.48	11.19	Terminal
<i>P. disjunctivus</i>	57.73	25.32	8.79	27.67	Inferior
<i>P. pardalis</i>	37.76	14.14	6.55	18.38	Inferior

Se registraron cuatro tipos de dientes mandibulares: cónicos, bicúspides, tricúspides y pentacúspides y dos faríngeos: cónicos y bicúspides (Tabla 3). Las especies de la familia

Cichlidae (*Amphilophus istlanum*, *A. rivulatus*, *Thorichthys maculipinnis*, *Amatitlania nigrofasciata* y *Coptodon zillii*) presentaron dientes cónicos, al igual que el poecílido *P. bimaculatus*, mientras que, *P. maylandi* y *P. gracilis*, registraron dientes tricúspides. El carácido *Astyanax mexicanus* registró dientes tricúspides y pentacúspides siendo la única especie con este tipo de dientes. Los dientes bicúspides se registraron para *P. disjunctivus* y *P. pardalis* (Locariidae), *Coptodon zillii* fue la única especie de cíclido que además de presentar dientes cónicos exhibió dientes bicúspides, *N. moralesi* (Cyprinidae) no presenta dientes mandibulares (Tabla 3). Respecto a los dientes faríngeos todas las especies exhibieron dientes cónicos, excepto *N. moralesi* que presentó dientes faríngeos bicúspides (Tabla 3).

De acuerdo con el promedio del número de dientes *T. malculpinnis* fue la especie que exhibió el máximo de dientes cónicos mandibulares superiores e inferiores (115 y 118 respectivamente), mientras que *C. zillii* tuvo el mínimo (33 y 25 en el mismo orden). En cuanto a los dientes biscúspides, *P. pardalis* mostró los promedios superiores e inferiores máximo (52 y 58), a diferencia de *I. whitei* que mostro los mínimos (22 y 24). *Poecilia maylandi* tuvo el promedio máximo de dientes mandibulares tipo tricúspides tanto superiores como inferiores (19 y 16), y el mínimo correspondió a *A. mexicanus* (siete en ambos lados), esta misma especie fue la única que presento dientes mandibulares superiores tipo pentacúspides y obtuvo un promedio de 10 (Tabla 3).

En cuanto a los dientes faríngeos *P. maylandi* exhibió el promedio más alto de dientes cónicos superiores (312) y *P. gracilis* en los inferiores (226) a diferencia de *P. bimaculatus* que presentó el promedio mínimo de dientes superiores e inferiores (49 y 26). *N. moralesi* fue la única especie que registró dientes faríngeos con promedios de 157 superiores y 178 inferiores. (Tabla 3).

Tabla 3. Registro de tipo de dientes (promedios y rangos de número de dientes) de la ictiofauna del río Amacuzac (**Amex**) *Astyanax mexicanus*, (**Iwhi**) *Ilyodon whitei*, (**Pgrac**) *Poeciliopsis gracilis*, (**Pbim**) *Pseudoxiphophorus bimaculatus*, (**Pmay**) *Poecilia maylandi*, (**Nmor**) *Notropis moralesi*, (**Aist**) *Amphilophus istlanum*, (**Ariv**) *Andinocara rivulatus*, (**Tmal**) *Thorichthys macupinnis*, (**Anig**) *Amatitlania nigrofasciata*, (**Czil**) *Coptodon zillii*, (**P.dis**) *Pterygoplichthys disjunctivus*, (**P.par**) *Pterygoplichthys pardalis*.

	<i>Amex</i>	<i>Iwhi</i>	<i>Pbim</i>	<i>Pmay</i>	<i>Pgra</i>	<i>Nmor</i>	<i>Aist</i>	<i>Ariv</i>	<i>Tmal</i>	<i>Anig</i>	<i>Czil</i>	<i>Pdis</i>	<i>Ppar</i>
MANDIBULARES SUPERIORES													
Cónicos			29-61				24-39	46-137	99-127	64-165	14-50		
Promedio			46				27	95	115	92	33		
Bicúspides		6-35									19-100	33-74	38-71
Promedio		22									46	46	52
Tricúspides	2-9			11-27	8-25								
Promedio	7			19	16								
Pentacúspides	4-18												
Promedio	10												
MANDIBULARES INFERIORES													
Cónicos			17-42				28-36	73-124	86-156	41-118	10-47		
Promedio			32				28	95	118	84	25		
Bicúspides		8-34									30-65	31-67	31-89
Promedio		24									43	49	58
Tricúspides	3-12			10-20	9-30								
Promedio	7			16	14								
FARINGEOS SUPERIORES													
Cónicos		26-148	35-73	219-384	96-408		73-109	81-173	105-239	82-113	87-398		
Promedio		78	49	312	191		93	119	166	89	302		
Bicúspides	65						92-273						
Promedio							157						
FARINGEOS INFERIORES													
Cónicos		26-143	22-56	93-205	136-406		83-109	84-162	99-168	87-105	60-263		
Promedio		81	26	163	226		97	118	128	92	196		
Bicúspides	45						81-296						
Promedio							178						

Con base en el sistema de codificación basados en el número y la forma de los dientes de acuerdo con el criterio de Gatz (1979), se registró lo siguiente, en cuanto a la presencia de dientes en la mandíbula, todas las especies están representadas con el número 1 (Dientes en la mandíbula y el premaxilar y/o maxilar solamente), excepto *N. moralesi* que se registra en el número 0 (Sin dientes en las mandíbulas). En cuanto a la forma de los dientes de la mandíbula todas las especies excepto *N. moralesi* que no presenta dientes mandibulares, están representadas en el número 1 (Dientes pequeños y puntiagudos), así mismo, en el código de la forma de los

dientes faríngeos todas las especies están representadas por el número 1 (Dientes cortos y puntiagudos).

De acuerdo con el número de cribadores de branquias en el primer arco branquial (CPAB), *P. disjunctivus* fue la especie que presentó el mayor rango, que va de 80 a 167, seguido de *P. pardalis* (40 a 167) y *C. zillii* (16 a 25), mientras que *A. nigrofasciata* y *T. malculpinnis* fueron las especies con menor número (6-9 y 7-9). Con respecto a la longitud máxima relativa de los cribadores de branquias en el primer arco branquial (LMCPAB), *P. disjunctivus* exhibió los cribadores más largos con una longitud promedio de 0.25 mm, seguida de *P. pardalis* (0.23 mm), el resto de las especies presentaron longitudes menores a 10 (Tabla 4). Para la mayoría de las especies los cribadores caben más de 1000 veces en la LS, excepto *A. mexicanus* (654.56), *I. whitei* (953.61), *P. bimaculatus* (972.86), *A. nigrofasciata* (779.85) y *P. pardalis* (953.20). La longitud relativa del tracto digestivo (LRTD) máxima correspondió a *P. disjunctivus* (4500 mm), seguida de *P. pardalis* (1063.3 mm) y *C. zillii* (453.30 mm), mientras que la longitud menor se observó en *P. bimaculatus* (21.6 mm) (Tabla 4).

Tabla 4. Registro de las características ecomorfológicas (promedios en mm) de la íctiofauna del río Amacuzac. **CPAB)** Número de cribadores de branquias en el primer arco branquial; **LMCPAB)** Longitud máxima relativa de los cribadores de branquias en el primer arco branquial, **LRTD)** Longitud relativa del tracto digestivo.

Especie	CPAB	LMCPAB	LRTD
<i>A. mexicanus</i>	14-19	0.08	50
<i>I. whitei</i>	21-31	0.05	153
<i>P. bimaculatus</i>	8-11	0.04	21.6
<i>P. maylandi</i>	13-21	0.04	158.78
<i>P. gracilis</i>	13-20	0.03	64.76
<i>N. moralesi</i>	7-11	0.05	41.28
<i>A. istlanum</i>	8-11	0.04	43.75
<i>A. rivulatus</i>	7-12	0.06	93.15
<i>T. maculpinnis</i>	7-9	0.04	44.26
<i>A. nigrofasciata</i>	6-9	0.07	63.08
<i>C. zillii</i>	16-25	0.04	453.30
<i>P. disjunctivus</i>	80-167	0.25	4500
<i>P. pardalis</i>	40-167	0.23	1063.3

5.2. DIETA DE LA ICTIOFAUNA

La dieta de las especies, mostró diferencias en cuanto al número de componentes alimenticios. El goodeido *I. white* (García, 2019), tuvo el mayor número de componentes alimenticios en la dieta (22), seguido de *P. bimaculatus*, *A. rivulatus*, *A. mexicanus* y *A. istlanum* (15, 15, 13 y 12 respectivamente), mientras que *P. paradalis* y *P. gracilis* tuvieron el menor número de alimentos en su dieta (2 y 3 respectivamente; Tabla 5).

En cuanto a los alimentos de origen vegetal en general, se observó que los porcentajes de ingestión máximos correspondieron a *A. mexicanus* (49.9%), seguida de *A. nigrofasciata* (41.2 %) y los valores mínimos los presentaron *P. maylandi* (1.4); *P. disjunctivus* (0.7) y *P. pardalis* (0.1). De forma individual, las semillas presentaron los valores máximos de ingesta en *A. mexicanus* (29.4%) y los valores mínimos correspondieron a *A. rivulatus* (0.2%) y *P. disjunctivus* (0.6%). En el caso de las algas debido al alto grado de digestión, en *A. mexicanus*, *I. whitei*, *A. istlanum* y *A. rivulatus* se registraron algas que no pudieron ser identificadas, presentando los valores de ingestión máximos en *I. whitei* (15.7) y el mínimo en *A. rivulatus* (0.1); así mismo, se pudieron identificar tres especies (*Ulothrix zonata*, *Cladophora fracta* y *Spirogyra* sp) las cuales se presentaron en *P. maylandi*, *A. rivulatus*, *C. zillii*, *P. pardalis* y *P. disjunctivus* con valores de ingestión menores al 10%; excepto en *C. zillii* que exhibió un porcentaje de 12.9% el alga *Spirogyra* sp. Los restos vegetales exhibieron el valor de ingesta máximo en *A. nigrofasciata* (24.2%) y *T. maculipinnis* (22) y los mínimos en *P. maylandi* (1.0%) y *C. zillii* (0.6; Tabla 5)

Los valores máximos del método de frecuencia de los vegetales en general se observaron en *I. whitei* (84.9%), *T. maculipinnis* (59.1%), *C. zillii* (48.3%) y *A. mexicanus* (43.7%) y el mínimo en *P. bimaculatus* (2.8%). Mientras que los porcentajes máximos de frecuencia de las semillas correspondieron a *T. malculpinnis* (50), seguida de *A. nigrofasciata* (30.3). Las algas sin identificar exhibieron los valores más altos en *I. whitei* (33.4%) y el mínimo en *A. rivulatus* (2.4), mientras que el alga *U. zonata* exhibió un porcentaje máximo en *C. zillii* (28.3) seguido de *A. rivulatus* (14.6), el resto de las algas exhibieron valores menores al 10%. Los restos de vegetales tuvieron su porcentaje más alto en *I. whitei* (37.7%) y el menor en *N. moralesi* (1.5; Tabla 5).

Con relación a los alimentos de origen animal en forma general, se registraron los porcentajes máximos de ingestión en *A. istlanum* (94.8), *N. moralesi* (94.4), *P. bimaculatus* (93.7) y los mínimos correspondieron a *P. pardalis* (0.13), *P. maylandi* (0.2) y *P. gracilis* (1.2). De los 28 componentes de origen animal, 24 corresponden a la clase Insecta. Dentro de la clase Insecta, algunos individuos pudieron ser identificados hasta el nivel de familia, registrándose el orden Diptera con el mayor número de familias (8), seguido de las ordenes Coleoptera e Hymenoptera (2 cada una) el resto de los componentes solo se pudo identificar hasta orden (Tabla 5).

El orden Coleoptera estuvo constituido por las familias Elmide e Hydrophilidaen., en donde la primera presentó sus valores de ingesta y frecuencia máximos en *T. malculpinnis* (10.6% y 35.1% respectivamente) y los mínimos en *A. mexicanus* (3.6 % y 7.8 % en el mismo orden), mientras que la familia Hydrophilidae solo se registró en *A. rivulatus* con un valor de ingesta de 3.6% y frecuencia de 7.0 % (Tabla 5).

La familia Hydropsychidae del orden Trichoptera, sólo se reportaron en *I. whitei*, *P. bimaculatus*, *A. rivulatus* y *A. nigrofasciata*, exhibiendo esta última los valores de ingesta más altos (5.2%) y mientras que el valor mínimo correspondió a *I. whitei* (0.7%), en cuanto al valor máximo de frecuencia este fue observado en *A. rivulatus* (14.3%). Así mismo, algunos individuos, sólo pudieron ser identificados hasta el nivel de orden y sus valores de ingestión y frecuencia máximos fueron observados en *A. istlanum* (22.9 y 22.6% respectivamente; Tabla 5).

En forma general *N. moralesi* y *A. rivulatus* exhibieron los porcentajes más altos de ingesta (73.9 y 33.7 respectivamente) y frecuencia (73.6 y 72.3 en el mismo orden) en los dípteros y el mínimo en *P. maylandi* (0.2% NO y 3.2% FO). Se observó que, dentro de este orden, los quironómidos y los simúlidos se registraron en diez de las 13 especies analizadas, exhibiendo los quironómidos los valores máximos de ingestión y frecuencia en *A. rivulatus* (26% y 58.2 respectivamente), *N. moralesi* (23.5% y 37.3 en el mismo orden) y *A. mexicanus* (12.5% y 41.1% correspondientemente), mientras que porcentaje de ingestión mínimo se observó en *P. disjunctivus* (0.03%) sin embargo, su porcentaje de frecuencia fue relativamente alta (27%). En cuanto, a los simúlidos el valor máximo de ingestión corresponde a *N. moralesi* (22.2%) y el de frecuencia de

ocurrencia a *A. istlanum* (28%), el resto de los dípteros muestran valores de ingestión menores al 10% (Tabla 5).

El orden Ephemeroptera, se observó en siete especies, exhibiendo valores máximos de ingestión y frecuencia en *A. istlanum* (45.7% y 37.1% respectivamente) y el mínimo en *P. gracilis* (0.3% y 1.4% en el mismo orden). El orden Orthoptera, únicamente se presentó en *I. whitei* con valores de ingestión (0.3%) y frecuencia (1%) bajos. El orden Hymenoptera, presentó dos familias Formicidae y Vespidae, la primera fue registrada en cinco especies con valores máximos de ingestión y frecuencia en *P. bimaculatus* (20.9% y 25.5% en el mismo orden), mientras que la familia Vespidae, sólo se presentó en *A. mexicanus* y *P. bimaculatus* con valores de ingestión y frecuencia menores al 10%. El resto de los órdenes de insectos, se presentaron en una o dos especies, excepto el orden Odonata, que se observó en tres especies (*I. whitei*, *P. bimaculatus* y *A. istlanum*), sin embargo, todos obtuvieron valores de ingestión y frecuencia bajos (Tabla 5).

La clase Arachnida se registró solo en *P. bimaculatus*, *A. istlanum* y *A. rivulatus*, con valores de ingestión y frecuencia menores al 10%. El Filo Mollusca se reportó en cuatro especies, en donde *A. rivulatus* exhibió los porcentajes de ingesta y frecuencia máximos (5.9 y 24.4 respectivamente). El orden Isopoda únicamente se observó en *I. whitei* con porcentajes de ingestión y frecuencia bajos (1.1 y 7.1 respectivamente). Los restos de peces se registraron en ocho especies con porcentajes de ingestión y frecuencia bajos, excepto en *A. rivulatus*, quien exhibió un valor de ingestión de 6.7%, mientras que su porcentaje de frecuencia fue relativamente alto (34.1). En cuanto al detrito, estuvo presente en todas las especies analizadas, excepto en *A. istlanum*, con valores máximos de ingestión y frecuencia en *P. maylandi*, *P. bimaculatus*, *P. disjunctivus* y *P. pardalis* (Tabla 5).

Tabla. 5. Dieta de la ictiofauna del río Amacuzac, de acuerdo con los métodos Numérico y Frecuencia de Ocurrencia (valores en paréntesis).

	<i>Amex</i>	<i>Iwhi (a)</i>	<i>Pbim</i>	<i>Pmay</i>	<i>Pgra</i>	<i>Nmor</i>	<i>Aist (b)</i>	<i>Ariv</i>	<i>Tmal</i>	<i>Anig</i>	<i>Czil</i>	<i>Pdis</i>	<i>Ppar</i>
Semillas	29.4(26.4)	1.4(13.8)	4.1(2.8)			1.1(3.0)		0.2(4.9)	3.2(50.0)	17(30.3)	2.5(2.5)	0.6(9.1)	
Algas	15.7(10.3)	3.8(33.4)					3.9(7.4)	0.1(2.4)					
<i>Ulothrix zonata</i>				0.4(3.2)				0.9(14.6)			4.3(28.3)	0.1(9.1)	
<i>Cladophora fracta</i>											6.3(6.7)		0.1(9.52)
<i>Spirogyra</i> sp											12.9(9.2)		
Resto vegetal	4.8(6.9)	14(37.7)		1.0(9.7)		1.4(1.5)		13.9(17.1)	22(9.1)	24.2(13.1)	0.6(1.7)		
TOTAL	49.9(43.6)	19.2(84.9)	4.1(2.8)	1.4(12.9)		2.5(4.5)	3.9(7.4)	15.1(39)	25.2(59.1)	41.2(43.4)	26.6(48.4)	0.7(18.2)	0.1(9.52)
Coleoptera	2.8(4.3)	1.1(3.9)	9.7(11.4)			11.4(8.7)	0.2(3.2)			5.4(9.3)			
Elmidae	3.6(7.8)							3.6(11.9)	10.6(35.1)	5.1(10.3)			
Hydrophilidae								3.6(7.0)					
Trichoptera		1.4(6.9)					22.9(22.6)						
Hydropsychidae		0.7(2.4)	4.5(3.6)					4.1(14.3)		5.2(11.3)			
Diptera						9.4(6.4)							
Chironomidae	12.5(41.1)	9.6(35.8)	11.7(14.9)		0.9(4.0)	23.5(37.3)		26(58.2)	5.5(26)	10.5(15.3)	1.3(6.7)	0.03(27.3)	
Tipulidae		0.3(1)	3.9(3.6)			9.8(7.2)			4.2(12.3)	17.4(22.4)			
Simuliidae	3.1(6.6)	3.9(19.5)	5.6(7.9)	0.2(3.2)		22.2(15.5)	14.3(28)	3.7(7.0)	4.2(12.3)	5.1(9.3)	1.2(2.5)		
Ephydriidae	2.7(3.2)		4.6(5.0)			9.1(7.2)							
Ceratopogonidae		0.3(1.1)	4.0(3.6)					4.0(7.0)	4.2(12.3)				
Stratiomyidae											1.2(2.5)		
Culicidae		0.3(1)											
Empididae		0.4(1.5)											
Ephemeroptera	17.1(14.7)	2.5(1.3)			0.3(0.4)		45.7(37.1)	5.6(21.6)	16.5(26)		1.3(3.3)		
Orthoptera		0.3(1)											
Hymenoptera		1.6(9.5)											
Formicidae	3.7(12.4)	0.7(2.4)	20.9(25.5)			9.0(6.4)			4.5(12.3)				
Vespidae	2.7(3.2)		8.0(9.3)										
Odonata		1.7(8.6)	9.1(3.6)				0.03(0.4)						
Lepidoptera							3.7(5.9)						
Megaloptera		1.3(4.5)					1.6(3.8)						
Hemiptera			7.0(10.7)				0.03(0.4)						
Plecoptera		1.5(4.6)											
Arachnida			4.7(4.3)				4.9(6.8)	3.5(7.0)					
Mollusca							1.4(6.3)	5.9(24.4)		0.3(2.0)		0.1(9.1)	
Isopoda		1.1(7.1)											
TOTAL	48.2(93.3)	28.7(195.7)	93.7(103.4)	0.2(3.2)	1.2(4.4)	94.4(88.7)	94.8(114.5)	60(158.4)	49.7(124)	49(79.9)	5(15)	0.13(36.4)	
Resto de peces	1.3(5.7)	0.8(5.5)	0.6(1.4)				1.4(6.3)	6.7(34.1)	1.0(4.5)	2.3(9.1)	0.1(1.7)		
Detrito	0.7(1.1)	50.9(71)	1.6(0.7)	98.4(83.9)	98.8(95.2)	3.2(9.8)		18.4(31.7)	24.0(40.9)	7.44(19.2)	68.2(75.0)	99.1(90.9)	99.9(90.48)

Datos correspondientes a García (2019); (b) Datos correspondientes a Trujillo-Jiménez (1998b).

De acuerdo con los resultados obtenidos con el índice de amplitud de nicho trófico, se observó que las especies *P. maylandi* (0.33), *P. gracilis* (0.50) y *P. pardalis* (0.50) registraron valores relativamente altos, el resto de las especies presentaron valores bajos (Tabla 6).

Tabla 6. Índice de amplitud de nicho trófico de la ictiofauna del río Amacuzac.

Especie	Amplitud	Especie	Amplitud
<i>A. mexicanus</i>	0.08	<i>A. rivulatus</i>	0.07
<i>I. whitei</i>	0.05	<i>T. malculpinnis</i>	0.1
<i>P. bimaculatus</i>	0.07	<i>A. nigrofasciata</i>	0.1
<i>P. maylandi</i>	0.33	<i>C. zillii</i>	0.1
<i>P. gracilis</i>	0.50	<i>P. disjunctivus</i>	0.2
<i>N. Moralesi</i>	0.11	<i>P. pardalis</i>	0.50
<i>A. istlanum</i>	0.09		

5.3. AMPLITUD Y TRASLAPE DE NICHOS TRÓFICOS

Respecto a los resultados obtenidos con el índice de traslape de nicho trófico, se pudo observar que el carácido *A. mexicanus* solo comparte dieta con *A. nigrofasciata*, mientras que el goodeido *I. whitei* exhibió un traslape alto con siete especies (*P. maylandi*, *P. gracilis*, *A. rivulatus*, *T. malculpinnis*, *C. zillii*, *P. disjunctivus* y *P. pardalis*). *Pseudoxiphophorus bimaculatus* exhibió un traslape alto con *N. moralesis*, en tanto que *P. maylandi* presentó un traslape máximo con cinco especies: un poecílido (*P. gracilis*), dos cíclidos (*C. zillii* y *T. malculpinnis*) y las dos especies de loricaridos (*P. disjunctivus* y *P. pardalis*), también se observa que el cíclido *A. rivulatus* tiene una dieta similar a tres especies de la misma familia (*T. malculpinnis*, *A. nigrofasciata* y *C. zillii*), así mismo, el cíclido *T. masculpini*, exhibió un traslape alto con los cíclidos *A. nigrofasciatus* y *C. zillii* y los loricaridos *P. disjunctivus* y *P. pardalis*. *Coptodon zillii* mostró un traslape con las dos especies de loricaridos y entre estos últimos hubo un traslape total (Tabla 7).

Tabla 7. Resultados del Índice de traslape de nicho trófico por pares de especies.

	<i>Amex</i>	<i>Iwhi</i>	<i>Pbim</i>	<i>Pmay</i>	<i>Pgra</i>	<i>Nmor</i>	<i>Aist</i>	<i>Ariv</i>	<i>Tmal</i>	<i>Anig</i>	<i>Czili</i>	<i>Pdis</i>	<i>Ppar</i>
<i>Amex</i>	1												
<i>Iwhi</i>	0.17	1											
<i>Pbim</i>	0.33	0.16	1										
<i>Pmay</i>	0.02	0.94	0.05	1									
<i>Pgra</i>	0.02	0.94	0.05	1	1								
<i>Nmor</i>	0.31	0.25	0.63	0.08	0.09	1							
<i>Aist</i>	0.41	0.08	0.06	0.004	0.002	0.15	1						
<i>Ariv</i>	0.36	0.70	0.34	0.49	0.50	0.53	0.17	1					
<i>Tmal</i>	0.40	0.77	0.21	0.61	0.61	0.27	0.39	0.72	1				
<i>Anig</i>	0.56	0.45	0.33	0.20	0.20	0.55	0.12	0.61	0.63	1			
<i>Czili</i>	0.06	0.93	0.06	0.98	0.98	0.10	0.02	0.50	0.61	0.22	1		
<i>Pdis</i>	0.02	0.94	0.05	1	1	0.08	0.000023	0.49	0.61	0.20	0.98	1	
<i>Ppar</i>	0.02	0.94	0.05	1	1	0.08	0	0.49	0.61	0.20	0.98	1	1

5.4. INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA

Con base a la escala del Índice de Importancia Relativa (IIR), se registró que todos los componentes alimenticios en todas las especies analizadas presentaron valores de importancia relativa baja, excepto los quironómidos en *A. rivulatus*, los efemerópteros en *A. istlanum* y el detrito en *I. whitei* que corresponden a los componentes tróficos de importancia relativa secundaria, así mismo, el detrito en *P. maylandi*, *P. gracilis*, *C. zillii*, *P. disjunctivus* y *P. pardalis* pertenece al componente trófico de importancia relativa alta (Tabla 8).

Tabla 8. Resultados del índice de importancia relativa.

	<i>Amex</i>	<i>Iwhi</i>	<i>Pbim</i>	<i>Pmay</i>	<i>Pgra</i>	<i>Nmor</i>	<i>Aist</i>	<i>Ariv</i>	<i>Tmal</i>	<i>Anig</i>	<i>Czil</i>	<i>Pdis</i>	<i>Ppar</i>
Semillas	7.7	0.1	0.1			0.03		0.01	1.6	5.1	0.06	0.05	
Algas	1.6	1.2					0.2	0.002					
<i>Ulothrix zonata</i>								0.1			1.2	0.01	
<i>Cladophora fracta</i>											0.42		0.007
<i>Spirogyra</i> sp											1.1		
Resto vegetal	0.3	5.2		0.09		0.02		2.3	1.9	3.1	0.01		
Coleoptera	0.1	0.04	1.1			0.9	0.006				0.5		
Elmidae	0.2							0.4	3.7	0.5			
Hydrophilidae								0.2					
Trichoptera		0.09					5.1						
Hydropsychidae		0.01	0.1					0.5		0.5			
Diptera						0.6							
Chironomidae	5.1	3.4	1.7		0.03	8.7		15.1	1.4	1.6	0.09	0.008	
Tipulidae		0.003	0.1			0.7			0.5				
Simuliidae	0.2	0.7	0.4	0.005		3.4	4	0.2	0.5	3.8	0.02		
Ephydriidae	0.08		0.2			0.6				0.4			
Ceratopogonidae		0.003	0.1					0.2	0.5				
Stratiomyidae											0.02		
Culicidae		0.003											
Empididae		0.006											
Ephemeroptera	2.5	0.03			0.001		16.9	1.2	4.2		0.04		
Orthoptera		0.003											
Hymenoptera		0.1											
Formicidae	0.4	0.01	5.3			0.5			0.5				
Vespidae	0.08		0.7										
Odonata		0.1	0.3										
Lepidoptera							0.2						
Megaloptera		0.05					0.06						
Hemiptera			0.7										
Plecóptera		0.06											
Arácnida			0.2				0.3	0.2					
Molluscos							0.08	1.4		0.006		0.007	
Isópoda		0.07											
Resto de peces	0.07	0.04	0.008				0.08	2.3	0.04	0.2	0.002		
Detrito	0.008	36.1	0.01	82.5	94	0.3		5.8	9.8	1.4	51.1	90.1	90.4

5.5. GREMIOS ECOLÓGICOS

Para la obtención de los gremios ecológicos se contempla la combinación de tipo de reproducción, tamaño, dieta y posición dentro de la columna de agua por lo cual, se han encontrado diez gremios ecológicos (Tabla 9).

Astyanax mexicanus es una especie ovípara, que no presenta cuidado parental y no construyen nidos por lo que se considera como tipo de reproducción simple, es de tamaño pequeño, ocupa la parte media en la columna del agua y de acuerdo con su dieta es considerada como omnívora, por lo cual pertenece al gremio ovíparo simple/pequeño/omnívoro/media (OSPOM). La familia Poeciliidae presentó tres especies *P. maylandi*, *P. gracilis* y *P. bimaculatus*, las cuales son ovovíparas, son de tamaño pequeño; sin embargo, su dieta fue distinta, ya que *P. bimaculatus* es insectívora, *P. maylandi* y *P. gracilis* detritívoras, por otra parte, la posición que ocupan en el cuerpo de agua son diferentes, *P. bimaculatus* se encuentra en la parte superficial y las otras dos especies en la parte bentónica, de acuerdo con lo anterior *P. bimaculatus* pertenece al tipo de gremio ovovivíparo/pequeño/insectívoro/superficie (OPIS), en tanto que, *P. maylandi* y *P. gracilis* comparten el gremio ovovivíparo/pequeño/detritívoro/bentos (OPDB). *Ilyodon whitei* (Goodeidae), es una especie vivípara, tamaño pequeño, dieta omnívora y ocupa la parte media de la columna de agua, por lo que pertenece al gremio trófico vivíparo /pequeño/omnívoro/media (VPOM). La familia Cichlidae presentó cinco especies de peces, las cuales son ovíparas, presentan cuidado parental y construyen nido por lo que presentan un tipo de reproducción complejo, difieren en tamaño ya que *A. istlanum*, *A. rivulatus* y *C. zillii* son de tamaño mediano, en tanto que *T. malculinnis* y *A. nigrofasciata* son pequeña, todas las especies de esta familia ocupan la parte media de la columna de agua; por otra parte, su dieta fue diferente ya que *A. istlanum* se registró como insectívora, *C. zillii* detritívora y el resto omnívoras; por lo anterior, se registraron un total de cuatro gremios ecológicos en esta familia: ovíparo complejo/mediano/insectívoro/media (OCMIM), ovíparo complejo /mediano/omnívoro/media (OCMOM), ovíparo complejo/pequeño/omnívoro/media (OCPOM) y ovíparo complejo/pequeño/detritívoro/media (OCMDM). La familia Loricariidae estuvo constituida por dos especies (*P. disjunctivus* y *P. pardalis*) las cuales comparten su tipo de reproducción (ovíparos complejos), tamaño (grandes), dieta (detritívoros) y posición que ocupan en la columna del agua (bentos), obteniendo así un gremio ovíparo complejo/grande/detritívoro/bentos (OCGDB; Tabla 9).

Tabla 9. Clasificación de los gremios ecológicos de las especies analizadas.

		Reproducción	Tamaño	Dieta	Posición	Gremio
Characidae	<i>A. mexicanus</i>	Ovíparo simple	Pequeño	Omnívoro	Media	OSPOM
Poeciliidae	<i>P. maylandi</i>	Ovovivíparo	Pequeño	Detritívoro	Bentos	OPDB
	<i>P. gracilis</i>	Ovovivíparo	Pequeño	Detritívoro	Bentos	OPDB
	<i>P. bimaculatus</i>	Ovovivíparo	Pequeño	Insectívoro	Superficie	OPIS
Goodeidae	<i>I. whitei</i>	Vivíparo	Pequeño	Omnívoro	Media	VPOM
Cyprinidae	<i>N. moralesi</i>	Ovíparo simple	Pequeño	Insectívoro	Bentos	OSPIB
Cichlidae	<i>A. istlanum</i>	Ovíparo complejo	Mediano	Insectívoro	Media	OCMIM
	<i>A. rivulatus</i>	Ovíparo complejo	Mediano	Omnívoro	Media	OCMOM
	<i>T. malculpinnis</i>	Ovíparo complejo	Pequeño	Omnívoro	Media	OCPOM
	<i>A. nigrofasciata</i>	Ovíparo complejo	Pequeño	Omnívoro	Media	OCPOM
	<i>C. zillii</i>	Ovíparo complejo	Mediano	Detritívoro	Media	OCMDM
Loricariidae	<i>P. disjunctivus</i>	Ovíparo complejo	Grande	Detritívoro	Bentos	OCGDB
	<i>P. pardalis</i>	Ovíparo complejo	Grande	Detritívoro	Bentos	OCGDB

Una vez definido los gremios ecológicos, se registró su distribución espacial, observándose que los gremios ecológicos OPDB, OSPIB, OCMOM y OCMDM se presentaron en seis localidades, representado el 85.7% de las localidades estudiadas, seguidos de los gremios OSPOM y OPIS que se registraron en cinco localidades (71.4%), el gremio OCPOM estuvo presente en cuatro localidades (57.1%), el gremio OCGDB estuvo representado en tres localidades (42.9%) y los gremios VPOM y OCMIM se ubicaron en dos localidades (25.6%). Así mismo, se observó que las localidades Huajintlán y Chisco estuvieron representadas por un número mayor de gremios ecológicos (nueve gremios), seguida de las localidades El Estudiante y Las Huertas (ocho gremios), mientras que la localidad Dos Bocas, únicamente exhibió dos gremios (Tabla 10).

Tabla 10. Distribución espacial de los gremios ecológicos del río Amacuzac.

	DOS BOCAS	HUAJINTLÁN	AMACUZAC	EL ESTUDIANTE	CHISCO	LAS HUERTAS	AGUA SALADA
<i>Amex</i>	OSPOM	OSPOM	OSPOM	OSPOM		OSPOM	
<i>Pmay</i>		OPDB	OPDB	OPDB	OPDB	OPDB	OPDB
<i>Pgra</i>		OPDB	OPDB	OPDB	OPDB	OPDB	OPDB
<i>Pbim</i>		OPIS		OPIS	OPIS	OPIS	OPIS
<i>Iwhi</i>		VPOM			VPOM		
<i>Nmor</i>	OSPIB	OSPIB	OSPIB	OSPIB	OSPIB	OSPIB	
<i>Aist</i>		OCMIM			OCMIM		
<i>Ariv</i>		OCMOM	OCMOM	OCMOM	OCMOM	OCMOM	OCMOM
<i>Tmal</i>		OCPOM		OCPOM	OCPOM		OCPOM
<i>Anig</i>		OCPOM	OCPOM		OCPOM	OCPOM	OCPOM
<i>Czil</i>		OCMDM	OCMDM	OCMDM	OCMDM	OCMDM	OCMDM
<i>Pdis</i>					OCGDB	OCGDB	
<i>Ppar</i>				OCGDB			

5.6. ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS CANÓNICAS

El análisis de correspondencias canónicas explico el 80.12% de la variación total. El primer componente conformo el 58.04%, registrándose en el lado derecho del diagrama a los insectos terrestres, la clase Crustacea, longitud relativa de la cabeza (LRC), dientes mandibulares (DM), forma de dientes mandibulares (FDM), altura relativa de la boca (ARB), orientación de la boca (OB), número de cribadores de branquías en el primer arco branquial (NCPAB), el poeciliido *P. bimaculatus*, y el goodeido *I. whitei*. En el lado izquierdo del diagrama se observa la longitud del estómago (LE), el poeciliido *P. maylandi* y el cíclido *C. zilli* (Fig. 2).

El componente dos presentó una variación del 22.08% donde se registran en el lado derecho del diagrama a los insectos acuáticos, peces, semillas y restos vegetales, la clase Arachnida, forma de dientes faríngeos (FDF), diámetro relativo del ojo (DRO), longitud máxima relativa de los cribadores en el primer arco branquial (LMCPAB) y el ciprínido *N. moralesi*, en tanto en el lado izquierdo del diagrama se encuentran la clase Mollusca, algas, detrito, la posición vertical del ojo (PVO), los cíclidos *T. malculpinnis*, *A. nigrofascita*, *A. rivulatus*, los poeciliidos *P. maylndi* y *P. gracilis*, el carácido *A. mexicanus* y el loricarido *P. pardalis* (Fig. 2). Dado que el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación alfa=0.05, no se puede rechazar la hipótesis nula H_0 (Los datos sitios/objetos no están linealmente relacionados con los datos sitios/variables).

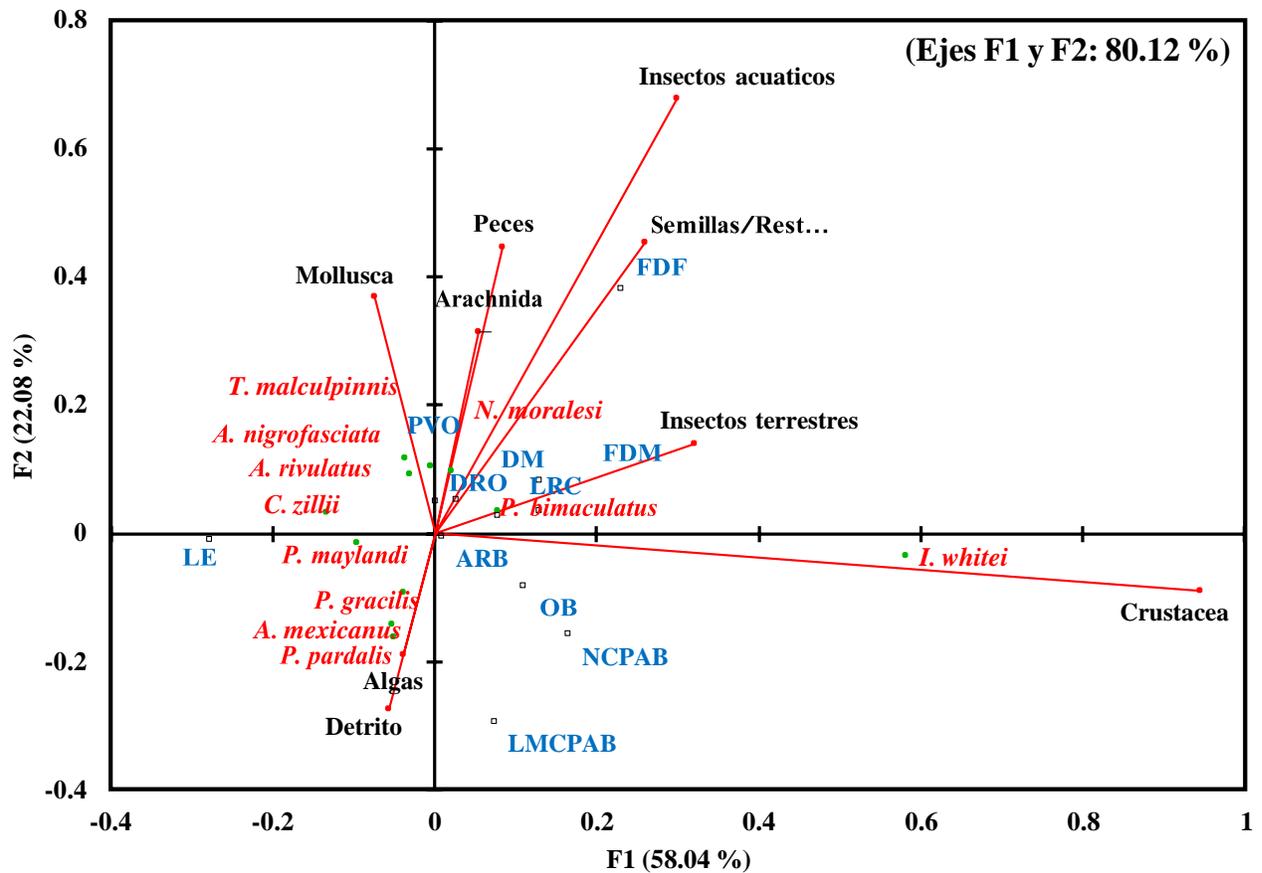


Figura 2. Diagrama de análisis de correspondencias canónicas (ACC) de los componentes alimenticios, características morfológicas y especies ícticas. LRC (longitud relativa de la cabeza); DRO (diámetro relativo del ojo); PVO (posición vertical del ojo); ARB (altura relativa de la boca); OB (orientación de la boca); FDF (forma de dientes faríngeos); FDM (forma de dientes mandibulares); NCPAB (número de cribadores de branquias en el primer arco branquial); LMCPAB (longitud máxima relativa de los cribadores en el primer arco branquial); LRTD (longitud relativa del tracto digestivo); LE (longitud del estómago).

6. DISCUSIÓN

La ecomorfología contribuye a comprender las relaciones entre y dentro de las variables ambientales y fenotípicas de los organismos (Arnold 1983; Garland y Losos 1994). Así mismo, ayuda a determinar una parte de la ecología alimentaria, por lo que permite entender la relación de las características morfológicas de las especies con las presas que consumen (Zarate-Hernández et al., 2007). A partir de los estudios ecomorfológicos se ha observado que algunas estructuras morfológicas como, la boca, dientes, branquiespinas, esófago, estómago e intestino tienen gran diversidad de formas, posición y tamaño, y estas están relacionadas directamente a la dieta y hábitos alimentarios de los peces (Lagler et al., 1984., Zarate-Hernández et al., 2007).

En la comunidad estudiada la posición de la boca más común fue la terminal, porque fue observada en diez especies, cinco de las cuales corresponde a los cíclidos, característica que también presentan otras especies de cíclidos como *Oreochromis niloticus* (Câmara y Chellappa, 1996), *Crenicichla britski* (Agostinho et al., 2004), *Cichla kelberi* (Teixeira y Bennemann, 2007), *Satanoperca pappaterra* (Miranda et al., 2015), *Cichlasoma dimerus* y *Cichlasoma vittata* (Novakowski et al., 2016). Lowe-McConnell (1991) reporta que la familia Cichlidae está constituida por alrededor de 1600 especies, por lo cual los cíclidos presentan diferentes características morfológicas con especializaciones tróficas, como en el caso de *Cichlasoma australis* y *Satanoperca pappaterra* que presentan boca en posición superior e inferior respectivamente (Novakowski et al., 2016).

Así mismo, se han reportado especies de la familia Cyprinidae con boca terminal, como *Notropis marhabatiensis* y *Notropis grandis* (Domínguez-Domínguez et al., 2009), así mismo *Astyanax goyanensi* y *Astyanax courensis* representantes de la familia Characidae presentan boca terminal (Bertaco et al., 2010), lo cual coincide con lo reportado en el presente estudio para *N. moralesis* y *A. mexicanus*. *Pseudoxiphophorus bimaculatus* fue la única especie de los poecílidos que presento una orientación bucal superior lo cual coincide con lo reportado por Trujillo-Jiménez y Toledo (2007), quienes mencionan que la boca de *P. bimaculatus* (referida por los autores como *Heterandria bimaculata*) es subterminal dirigida levemente hacia el dorso, mientras que las especies de la familia Loricariidae (*P. disjunctivus* y *P. pardalis*), presentaron una boca inferior con labios

gruesos, presencia de papilas y barbillones, estructuras morfológicas que son fundamentales para fijarse a sustratos, lo que les permite pastar en los detritos y materiales orgánicos incrustado (Pagotto et al., 2011).

Todas las especies en este estudio presentaron bocas protractiles, excepto *N. moralesi*, *P. pardalis* y *P. disjunctivus*, estas dos últimas especies tienen una boca en forma de ventosa. Las especies de cíclidos exhiben una boca altamente protractil, mientras que *A. mexicanus* es mínima. Una boca protractil permite que un pez extienda su alcance cuando intenta arrebatarse presas o partículas de comida. Esta característica se puede ver en todos los tipos de boca. Aunque algunos peces ciprinodontiformes son de hecho omnívoros de aguas medias, muchas especies parecen capturar presas por medio de un picoteo inusual, el cual es una forma de captura de presas con mordeduras que se emplea para obtener presas en la columna de agua, en la interfaz aire-agua o adheridas al sustrato (Horn y Ferry-Graham, 2006; Ferry-Graham et al., 2008). Geerinckx et al. (2007), menciona que la forma de la boca y labios del grupo de loricariidos, les permite alimentarse, respirar y adherirse a las superficies en áreas de corrientes rápidas, así mismo, su boca y labios también están adaptados a cualquier tipo de alimento como algas, invertebrados y detritos. Al respecto, Fernández et al. (2012), mencionan que *Hypostomus commersoni* y *Otocinclus flexilis* presentan boca ínfera en forma de disco succionador y ubican a estas especies como peces forrajeros de fondo.

En los peces actinoptergios la morfología de los dientes varía mucho en función de la diversidad de las especies y los tipos de alimentación, y generalmente son homodontos, salvo algunos casos que son heterodontos, como las pirañas o los sargos, que tienen algunos dientes molariformes (Pérez-Pérez et al., 2010). De acuerdo con el tipo y número de dientes *A. mexicanus* presenta dientes tricúspides y fue la única en presentar dientes pentacúspides. Valdez-Moreno y Contreras-Balderas (2009) describieron el cráneo del carácido *Bramocharax caballeroi* y lo compararon con el de *A. mexicanus* y observaron que *B. caballeroi* presenta dientes muy robustos y largos, premaxilares, maxilares y dentarios, mientras que *A. mexicanus* presentó dientes menos robustos y cortos, exhibiendo también dientes premaxilares, maxilares y dentarios.

Trujillo-Jiménez y Toledo (2007), mencionan que los poeciliidos *Pseudoxiphophorus bimaculatus* (referida por los autores como *Heterandria bimaculata*) presenta dientes faríngeos cónicos dispuestos en dos placas superiores y dos inferiores en donde los últimos son más pequeños y soportan un menor número y *Poecilia maylandi* (indicada por los autores como *Poecilia sphenops*) presenta una amplia placa de dientes y en su porción anterior una hilera de dientes largos y aplanados. Con el presente estudio, se amplía más la información sobre el tipo de dientes de estas dos especies, observándose que, sobre el borde anterior del hueso, sobresale una hilera de 20 a 25 dientes, casi todos de igual tamaño excepto los laterales que son ligeramente más cortos, *P. gracilis* y *P. maylandi* exhiben dientes mandibulares tricúspides y dientes faríngeos cónicos, mientras que *P. bimaculatus* presenta dientes mandibulares cónicos y faríngeos cónicos.

Notropis moralesi fue la única especie que registro dientes bicúspides faríngeos, de acuerdo con Cabrera y Gaudant (1985) los dientes faríngeos de los ciprínidos constituyen una parte mínima de las asociaciones paleontológicas reconocidas. Sin embargo, su estudio ha ayudado a datos preexistentes y ha permitido el descubrimiento de una nueva especie. Todos los cíclidos presentaron dientes mandibulares y faríngeos cónicos, a excepción de *C. zilli* que fue la única especie que exhibió dientes mandibulares bicúspides (asociados con los organismos herbívoros); por otra parte, los cíclidos tienen distintas modificaciones en su mandíbula faríngea que se sabe que son fenotípicamente plásticas, así mismo, estos dientes varían tanto de tamaño como de forma y estas variantes pueden estar asociados con los diferentes tipos de dieta (Clemmesen, 2017).

De acuerdo con la dieta y la relación de la morfología de los peces se han hecho estudios en donde se ha observado que la longitud y densidad de las branquiespinas influyen en la detención de las partículas de la presa en la cavidad oral, así las presas pequeñas, como el zooplancton pueden escapar después de la captura, por lo tanto las branquiespinas largas y poco especializadas funcionan como tamiz, en general se considera que la longitud y la densidad de estas se asocian con frecuencia con consumidores primarios, así mismo, la agudeza visual aumenta la probabilidad de detectar presas y mejorar la tasa de alimentación, por lo que está directamente relacionada con el tamaño de los ojos, por lo que los ojos grandes pueden estar relacionados con una adaptación a la planctovoría (Schmitz y Wainwright, 2011), otro rasgo

muy importante es la longitud del estómago, ya que el tipo de dieta puede predecir la longitud del intestino, puesto que se ha observado que los organismos carnívoros presentan intestinos más cortos (Clemmesen, 2017).

De acuerdo con Wagner et al. (2009), entre los vertebrados, los herbívoros tienen tractos digestivos más largos que los animales de niveles tróficos más altos, por lo que se cree que este patrón refleja el mayor tiempo de procesamiento digestivo requerido por los consumidores primarios debido al menor contenido de nutrientes y la mayor resistencia a la digestión de los tejidos vegetales en comparación con los tejidos animales. Lo descrito anteriormente coincide con lo reportado en el presente estudio ya que las especies con el mayor número y longitud de branquiespinas, ojos más grandes o intestinos más largos fueron consideradas especies detritívoras (*P. maylandi*, *P. gracilis*, *C. zillii*, *P. disjunctivus* y *P. pardalis*), por lo contrario las especies con menor número y menor longitud de branquiespinas, ojos más pequeños e intestinos cortos como insectívoras (*P. bimaculatus*, *N. moralesi* y *A. istlanum*) u omnívoras (*A. mexicanus*, *I. whitei*, *A. rivulatus*, *T. malculpinnis* y *A. nigrofasciata*).

Soria-Barreto et al. (2019) analizaron la ecomorfología trófica de los cíclidos en la selva Lacandona, Usumacinta, México en donde observaron que hay una fuerte asociación entre los intestinos más largos, placas dentales más anchas en las mandíbulas faríngeas y un ángulo obtuso del hocico y el consumo de vegetación, algas y detrito (herbívoros y detritívoros-herbívoros), esto debido a que un intestino más largo facilita la digestión y absorción de materia vegetal, ya que es más difícil de digerir y es menos nutritivo. De acuerdo a su boca, mencionan que las bocas más pequeñas, mandíbulas superiores y mandíbulas cortas facilitan una mordida más fuerte.

Los estudios de cíclidos de diferentes regiones de Mesoamérica han demostrado patrones similares de diversidad morfológica basados en conjuntos de rasgos asociados con la alimentación y el uso de hábitat (Winemiller et al., 1995., Soria-Barreto et al., 2019). La dieta en diversas especies de cíclidos es distinta, ya que estas especies se han agrupado en gremios tróficos, incluidos piscívoros que poseen rasgos morfológicos relativamente especializados para la captura e ingestión de peces, y omnívoros con rasgos más variables o intermedios y dietas

generalizadas (Burrell, 2015, Burrell et al., 2016). De acuerdo con Winemiller et al. (1995) el consumo de componentes de origen animal y vegetal (omnívoros) es muy frecuente entre los cíclidos de los ecosistemas neotropicales y afrotropicales, en el río Amacuzac, *A. rivulatus*, *T. malculpinis* y *A. nigrofasciata* presentan dieta omnívora.

Las especies que se consideraron como insectívoras (*P. bimaculatus*, *N. moralesi* y *A. istlanum*) son las que se registraron que el número de cribadores, longitud de los cribadores, al igual que la del estómago fueron muy similares, a diferencia de las especies que se registraron como omnívoros (*A. mexicanus*, *I. whitei*, *A. rivulatus*, *T. malculpinis* y *A. nigrofasciata*), que se observa mayor longitud de cribadores, número de branquiaspinas y longitud del tracto digestivo. Las especies omnívoras generalmente se consideran como especies generalistas, por lo cual constantemente se asocia con una estrategia de alimentación oportunista (Gerking, 1994).

Astyanax mexicanus fue la única especie que presentó ciegos pilóricos, Medina-Perozo et al. (2009) mencionan que la función de estos puede variar, ayudando al incremento de área de superficie intestinal tanto para la absorción y secreción, como órganos accesorios de reserva de alimentos y lugar de reproducción de flora y fauna intestinal. Sin embargo, ellos exponen que hasta el momento no se ha definido la relación entre la presencia de los ciegos pilóricos y la dieta de los peces, debido a que ellos están presentes indistintamente en peces herbívoros, carnívoros y omnívoros.

De acuerdo con García (2019), *Ilyodon whitei* (especie endémica) reportó el mayor número de componentes alimenticios (22; siete de origen vegetal, 20 de origen animal y detrito), catalogándola como una especie omnívora ya que se alimenta principalmente de la parte media del ecosistema, que coincide con lo reportado por Trujillo-Jiménez y Díaz-Pardo (1996), quienes mencionan que la dieta de esta especie es amplia en el río Muerto en Morelos, en donde se registró un total de 14 artículos alimenticios en donde los vegetales fueron los que registraron los mayores valores de ingesta considerándolo también como una especie omnívora.

Los Cyprinodontiformes (Poeciliidae), grupo especioso y diverso, generalmente se consideran un grupo generalizado de omnívoros de aguas medias que se alimentan de

organismos pequeños, no elusivos, béticos y planctónicos (Weisberg, 1986, Motta et al., 1995; Mansfield y Macardle, 1998). De acuerdo con la dieta se puede observar que *P. bimaculatus* tiene características morfológicas de especies carnívoras-insectívoras, esto coincide con lo reportado con su dieta, ya que registro el número mayor de componentes alimenticios (15), en donde 12 fueron de la clase Insecta, por lo que se catalogó como una especie insectívora. El resto de las especies tuvieron características morfológicas de especies herbívoras-detritívoras, lo que coincide con su dieta ya que registró más del 90% de ingestión el detrito.

Rodríguez (2008), estudio la dieta de dos poecíliidos, en donde observaron que la dieta de *Poeciliopsis fasciata* estuvo constituida por 49 componentes alimenticios y *P. gracilis* registró un total de 30, en el caso de la primer especie mencionada registro que los insectos fueron los más ingeridos con un porcentaje en su dieta del 62.19 % (insectívoro), mieras que el detrito para *P. gracilis* fue el que obtuvo el porcentaje mayor (79.53 %) ubicándolo en la categoría de consumidor primario al igual que en el presente estudio. Lo encontrado para *P. maylandi* y *P. gracilis* en este estudio coincide con lo reportado por Trujillo-Jiménez (1998a), que a pesar de registrar un total de 17 componentes alimenticios en *P. gracilis* y diez para *P. maylandi* (los autores la mencionan como *P. sphenops*), el detrito fue el componente principal, presentando los porcentajes de ingesta y frecuencia máximos. Ortaz (2001) estudio la dieta de cuatro especies de poecíliidos (*Eagrutus bolivari*, *Knodus deuterodonoides*, *Knodus* sp. y *Poecilia reticulata*) encontrando que más del 75 % de su dieta estuvo constituida por microalgas.

La familia Loricariidae estuvo constituida por dos especies *P. disjunctivus* y *P. pardalis*, conocidos comúnmente como pez diablo, estas fueron consideradas las especies más grandes, con una boca inferior con presencia de barbillones, dientes bicúspides, el estómago más largo y mayor número de branquiespinas en el primer arco branquial. De acuerdo con Covain y Fisch-Muller (2007), la boca y los dientes de estos organismos están adaptados para alimentarse mediante el raspado de sustratos sumergidos consumiendo algas, pequeños invertebrados, detritos e incluso madera con ayuda de sus labios succionadores, su tracto digestivo es muy largo y esto es característico de especies herbívoras y detritívoras; por el contrario, Gerking (1994) menciona que el consumo de pequeños invertebrados podría ser incidental ya que por la forma de sus labios succionadores dificulta la ingesta de estos pequeños organismos. En el

presente trabajo ambas especies fueron catalogadas como detritívoras lo cual coincide con lo reportado por Mazzoni et al. (2010), quienes estudiaron la dieta de *Hypostomus punctatus* registrando cinco diferentes componentes alimentarios (detrito, fragmentos de plantas, diatomeas, clorófitas y cianobacterias) siendo el detrito el alimento más ingerido (>90%).

Piet (1998) analizó la ecomorfología de una comunidad de los ciprínidos *Amblypharyngodon melettinus*, *Barbus chola*, *Barbus dorsalis*, *Barbus sarana* y *Rasbora daniconius*, un gobido *Glossogobius giuris*, un Hemiramphidae *Hyporhamphus gaimardi*, *Mystus* spp y un cíclido exótico introducido *Oreochromis mossambicus*. En donde las especies de la comunidad con un tamaño relativamente grande fueron *G. giuris*, *B. sarana*, *Mystus* spp y *O. mossambicus*, mientras que *A. melettinus*, *R. daniconius* y *H. gaimardi* eran más pequeños y hubo dos especies con una longitud intestinal respectivamente larga, *A. melettinus* y *O. mossambicus*, mientras que, *B. chola*, *B. dorsalis* y *B. sarana* tienen una longitud intestinal relativamente intermedia. Los resultados de correlación demostraron que entre mayor sea la longitud del intestino este se asocia con una dieta vegetal, mientras que los peces grandes con una gran abertura y una pequeña profundidad corporal son principalmente piscívoros, así mismo, los peces con barbillas prefieren la comida bentónica y los peces con una boca relativamente pequeña y orientada dorsalmente prefieren el zooplancton y los insectos terrestres. Lo que coincide con el presente estudio, ya que las especies con tracto digestivo más largo (*P. disjunctivus*, *P. pardalis*, *P. maylandi*, *P. gracilis* y *C. zilli*) fueron consideradas como especies detritívoras o herbívoras, mientras que el resto de las especies tuvieron un estomago relativamente corto, consideradas como especies omnívoras o insectívoras. De acuerdo a la posición de la boca, la familia Loricariidae presento barbillas y una boca inferior, el resto de las especies presentaron una orientación terminal y subterminal.

De acuerdo al diámetro del ojo se observó que los cíclidos tuvieron ojos más grandes junto a los loricaridos. Las branquiespinas también tuvieron una relación en la dieta, ya que se observó que las especies herbívoras-detritívoras registraron mayor número de branquiespinas y con mayor longitud, esto coincide con lo reportado por Zarate-Hernández et al. (2007) quienes mencionan que las especies planctófagas tienden a presentar branquiespinas alargadas, numerosas y ornamentadas, ya que su dieta consiste en la filtración, a diferencia de las

branquiespinas de los carnívoros que son menos numerosas y pueden ser alargadas u ornamentadas.

Ornelas-García et al. (2018) estudiaron la ecomorfología de *Astyanax aeneus* y *Astyanax caballeroi* y observaron que hay una correlación significativa entre rasgos ecomorfológicos y hábitos tróficos, ya que *A. caballeroi* fue comparativamente más alto, presento una cabeza más grande, cuerpo delgado, longitud del intestino más corta y branquiaspinas más cortas, así como un consumo de diez veces mayor de invertebrados que *A. aeneus*. Morales y Garcia-Alzate (2016) estudiaron la ecología trófica y rasgos ecomorfológicos del pez *Triportheus magdalenae* (Characiformes: Triportheidae) en el embalse El Guájaro, río Magdalena, Colombia, en donde observan que al igual que *A. mexicanus* presenta dientes tricúspides y pentacúspides y el número de branquiaspinas y longitud de estómago similar, sin embargo, su dieta es diferente ya que *T. magdalenae* es considerada como una especie zooplanctófaga.

Fuentes (2018), analizó la dieta del cíclido *Amatitlania nigrofasciata* (especie exótica) registrando 21 componentes alimenticios (cuatro de origen vegetal, 16 de origen animal y el detrito), así mismo Trujillo-Jiménez (1996) estudio la dieta de esta misma especie en la localidad de Chisco en el río Amacuzac, reportando 26 componentes de origen animal y vegetal y el detrito, ambos trabajos al igual que en este estudio la catalogan como una especie omnívora ya que ingiere tanto componentes de origen vegetal como animal. Por otra parte, Trujillo-Jiménez (1998b) comparo las dietas de dos cíclidos, en donde catalogo a *A. istlanum* como una especie carnívora entomófaga ya que su dieta estuvo constituida por 13 componentes alimenticios, de los cuales, los efemerópteros fueron los que presentaron los porcentajes de ingesta máximos y a *A. nigrofasciata* como una especie omnívora con tendencia a la entomofagia ya que su dieta fue más equilibrada en el consumo de componentes de origen animal y vegetal, esto coincide con el presente estudio, ya que *A. nigrofasciata* registró once componentes alimenticios, de los cuales ocho son de origen animal, dos vegetal y el detrito y hubo un consumo más balanceado de componentes animales y vegetales a comparación de *A. istlanum* que exhibió un total de siete componentes alimenticios (cinco de origen animal y dos vegetal) teniendo una ingesta mayor por los componentes de origen animal (68.5 %).

Trujillo-Jiménez y Castro-Lara, (2009) analizaron la dieta de la carpa *Notropis moralesi* en el río Amacuzac, Morelos, México, en donde registraron un total de once componentes alimenticios de los cuales diez fueron de origen animal y uno de origen vegetal (restos vegetales), en el presente estudio, se registraron un total de ocho componentes alimenticios (dos de origen vegetal, cinco de origen animal y el detrito), todos los componentes de origen animal corresponden a la clase Insecta y son los que en ambos estudios obtienen el mayor porcentaje de ingestión, por lo que es una especie insectívora. De acuerdo con algunos autores los ciprínidos pueden ser clasificado en tres niveles tróficos: herbívoro, pelágicos y bentónicos (Nelson, 1984).

Con base en los resultados de amplitud de nicho trófico se obtuvieron valores bajos en todas las especies, lo que coincide con lo reportado por Neves et al. (2015) quienes mencionan que esto podría indicar que la especialización dietética no necesariamente puede estar ligada únicamente a la competencia interespecífica o a la disponibilidad de recursos, sino también en la segregación espacial y/o morfología, que podría contribuir de manera más consistente a la diferenciación de nichos en ríos más estrechos.

Medina-Nava et al. (2011), realizaron un estudio en donde determinaron los gremios tróficos y ecológicos de 17 especies de peces en tres ríos de la cuenca del Balsas, occidente de México: Cupatitzio, La Parota y El Marqués, en donde reportan tres gremios tróficos: insectívoros, detritívoros-herbívoros y omnívoros, al igual que en el río Amacuzac, que también corresponde a la cuenca del río Balsas. Así mismo, definieron 14 gremios ecológicos, y el más frecuente fue el de vivíparos/medianos/detritívoros/de agua media, que estuvo presente en todos los sitios muestreados, seguido del gremio de vivíparos/pequeños/detritívoros/ de superficie, presente en nueve de diez sitios. En el presente estudio, de acuerdo con las 13 especies analizadas (pertenecientes a seis familias) se registraron un total de diez gremios citados por Medina-Nava et al. (2011), en donde la familia de los cíclidos exhibió el mayor número de gremios. Los gremios ovovíviparo / pequeño/ detritívoro/ bentos (OPDB), ovíparo simple/pequeño/insectívoro, bentónico (OSPIB), ovíparo complejo/mediano/omnívoro/media (OCMOM) y ovíparo complejo/mediano/detritívoro/media (OCMDM) se registraron en seis de las siete localidades estudiadas. Así mismo en el presente estudio se observó que las

localidades Huajintlán y Chisco estuvieron representadas por un número mayor de gremios ecológicos, se puede inferir que esto esté relacionado con que estas dos localidades fueron las que se observó con mayor heterogeneidad, de acuerdo con Pardo et al. (2002), cuando hay una mayor heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat hay una mayor diversidad de comunidades biológicas que lo ocupan, por lo que el hábitat proporciona espacios físicos y fuente de alimento para las diferentes especies, por otra parte la heterogeneidad del hábitat fluvial se considera actualmente como uno de los principales factores de influencia de la riqueza de especies.

La mayoría de los recursos de presa que sustentan a la comunidad de peces en el río Amacuzac son autóctonos, y coincide con lo reportado por Medina-Nava et al. (2011). Lo que coincide con lo reportado en otros ecosistemas mucho más grandes, en donde las fuentes autóctonas de alimentos son importantes y los detritívoros y omnívoros forman la mayor parte de los conjuntos de peces (Pouilly et al. 2003; Mérona et al. 2001; Mérona y Rankin 2004). Ahora bien, la presencia del gremio trófico detritívoro en todas las localidades del río Amacuzac, excepto en la parte alta (Dos Bocas) es evidencia de la importancia del detrito en la trama trófica de la estructura íctica del ecosistema.

En general, parece que algunas asociaciones ecomorfológicas y la dieta son sólidas, pero no suficientes para inferir una estructura trófica de un conjunto completo de peces, ya que varias dietas no están claramente asociadas con las características morfológicas. Así mismo, Fausch et al. (2002) mencionan que los gremios ecológicos se pueden utilizar como base de indicadores biológicos, ya que, desde la perspectiva de la integridad biótica, pueden ayudar a comprender los cambios funcionales en una comunidad (Mercado-Silva et al. 2006). Medina-Nava et al. (2011), mencionan que este tipo de trabajo, en donde se muestra una simplificación de información ecológica compleja, puede ayudar a orientar estrategias para la conservación y gestión de la ictiofauna característica de la Cuenca del río Balsas.

7. CONCLUSIONES

Las especie que presentaron ojos y cabezas grandes, dientes espatulados, mayor longitud y cantidad de branquiespinas, mayor longitud del estómago registraron una dieta herbívora-detritívora (*P.maylandi*, *P. gracilis*, *C.zilli*, *P.disjunctivus* y *P. pardalis*), a diferencia de las especies que exhibieron un estomago menos largo, cantidad y longitud de branquiespinas menor, cabeza y ojo más pequeños, dientes cónicos que se registraron en especies omnívoras-insectívoras (*A. mexicanus*, *N. moralesi*, *P. bimaculatus*, *I. whitei*, *A.istlanum*, *A. rivulatus*, *T. malculpinnis* y *A. nigrofasciata*).

Las especies *A. mexicanus*, *I. whitei*, *A. rivulatus*, *T. malculpinnis* y *A. nigrofasciata* son especies omnívoras, mientras que *N. moralesi*, *A. istlanum* y *P. bimaculastus* son insectívoras y los poecílidos *P. maylandi* y *P. gracilis*, el caracido *C. zilli* y los loricaridos *P. disjunctivus* y *P. pardalis* son detritívoras.

Con base a los gremios ecológicos se registraron un total de diez, observándose que la familia Cichlidae registró el número mayor de gremios (cuatro), seguido de las familias Poeciliidae y Loricaridae (2).

Las localidades que presentaron un mayor número de gremios y mayor número de especies fueron Huajintlán y Chisco, siendo probablemente por el mayor número de microhábitats, facilitando que las especies ocupen mayor lugar viéndose beneficiados en su dieta y hábitos alimentarios.

8. LITERATURA CITADA

- Abrantes, K. G., Barnett A. y Bouillon S. 2014. Stable isotope-based community metrics as a tool to identify patterns in food web structure in east African estuaries. *Functional Ecology* 28:270-282.
- Agostinho, A.A.; Bini, L.M.; Gomes, L.C.; Júlio JR, H.F.; Pavanelli, C.S. y Agostinho, C.S. 2004. Fish Assemblages. *In*: S.M. Thomaz, A.A. Agostinho & N.S. Hahn (eds.). The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation. Backhuys Publishers, Leiden. pp. 223-246.
- Alcocer, R. M. 2016. Diversidad y ecología de los insectos acuáticos de Arroyo AguaSalada, Morelos-Guerrero, México. Tesis, Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 64 p.
- Álvarez del Villar, J. 1970. Peces Mexicanos (claves). Secretaría de Industria y Comercio. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras y Comisión Nacional de Pesca. S.I.C., México, D. F. 166 p.
- Armbruster, J. W. y Page L. M. 2006. Redescription of *Pterygoplichthys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae). *Neotropical Ichthyology* 4:401-409.
- Arnold, S. J. 1983. Morphology, performance and fitness. *American Zoologist* 23:347-361.
- Bersier, L. F., Banasek-Richter C. y Cattin M. F. 2002. Quantitative descriptors of food web matrices. *Ecology* 83:2394–2407.
- Bertaco, V. A., Carvalho F. R. y Jerep F. C. 2010. *Astyanax goyanensis* (Miranda-Ribeiro, 1944), new combination and *Astyanax courensis*, new species (Ostariophysi: Characiformes): two Characidae from the upper rio Tocantins basin, Central Brazil. *Neotropical Ichthyology* 8(2):265-275,
- Burres, E. D. 2015. Cichlid fishes as models of ecological diversification: patterns, mechanisms, and consequences. *Hydrobiologia* 748:7–27.
- Burres, E. D., Holcomb, J. M. y Armbruster, J. W. 2016. Ecological clustering within a diverse minnow assemblage according to morphological, dietary and isotopic data. *Freshwater biology* 61:328– 33.

- Busst, M. A. G. y Britton J. T. 2017. Comparative trophic impacts of two globally invasive cyprinid fishes reveal species-specific invasion consequences for a threatened native fish. *Freshwater Biology* 62:1587–1595.
- Cabrera, L. y Gaudant, J. 1985. Los Ciprinidos (Pisces) del sistema lacustre Oligocénico-Miocénico de los Monegros (sector SE de la Cuenca del Ebro, provincias de Lleida, Tarragona, Huesca y Zaragoza). *Acta geológica hispánica* 20:219-226
- Câmara, M. R. y Chellappa, S. 1996. Regime alimentar e adaptações morfo-anatômicas do trato digestivo de três espécies de Ciclídeos (Pisces: Cichlidae). *Boletim do DOL/CB/UFRN* 9: 59-66.
- 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. Cuernavaca, Morelos, México. 39 p.
- Chávez, J. M., de la Paz R. M., Krishna S., Pagulaya R. C. y Carandag J. R. 2006. New Philippine record of south american sailfin catfishes (Pisces: Loricariidae). *Zootaxa* 1109:57-68.
- Covain., R. y Fisch-Muller 2007. The genera of the Neotropical armored catfish subfamily Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae): a practical key and synopsis. *Zootaxa*, 1462:1–40.
- Cucherousset, J., Bouletreau S., Martino A., Roussel J. M. y Santou, F. 2012. Using stable isotope analyses to determine the ecological effects of non-native fishes. *Fisheries Management and Ecology* 19:111-119.
- Domínguez-Domínguez, O. L. Zambrano, L. H. Escalera-Vázquez, R. Pérez-Rodríguez y G. Pérez-Ponce de León. 2008. Cambio en la distribución de goodeidos (Osteichthyes: Cyprinodontiformes: Goodeidae) en cuencas hidrológicas del centro de México. *Revista mexicana de biodiversidad* 79(2):501-512.
- Dominguez-Dominguez, O. Perez-Rodriguez R., Escalera-Vazquez L. H. y Doadrio I. 2009. Two new species of the genus *Notropis* Rafinesque, 1817 (Actinopterygii, Cyprinidae) from the Lerma River Basin in Central Mexico. *Hidrobiológica* 19 (2): 159-172.
- Dorado, O., Arias A. D. M., Alonso G. y Maldonado B. 2009. Educación para la biodiversidad a través de la universidad pública en áreas naturales protegidas: el caso de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos. En: Castillo, A. y González G. E. (Coord). Educación Ambiental y Manejo de Ecosistemas en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos

- Naturales Instituto Nacional de Ecología Universidad Nacional Autónoma de México. pp: 129-153.
- Fausch, K. D., Togersen, C. E., Baxter, C. V. and Li, H. W. 2002. Landscape to river scapes: bridging the gap between research and conservation of stream fishes. *Bioscience*, 52:483–496.
- Fernández, E. M., Ricardo A. Ferriz, A. R., Cristina A. Bentos, C. A. and López G. R. 2012. Dieta y ecomorfología de la ictiofauna del arroyo Manantiales, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, n.s., 14(1):1-13.
- Ferry-Graham, L. A., Gibb, A. C. and Hernandez, L. P. 2008. Premaxillary movements in cyprinodontiform fishes: an unusual protrusion mechanism facilitates “picking” prey capture. *Zoology* 111:455–466.
- Fuentes, M. C. 2018. Dieta y hábitos alimentarios de *Amatitlania nigrofasciata* (Pisces: Cichlidae) en el río Amacuzac, Morelos. Tesis, Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 85 p.
- Gatz, A. J. 1979. Ecological morphology of freshwater stream fishes. *Tulane Studies in Zoology and Botany* 21:91–124.
- García, M. I. 2019. Aspectos ecológicos de la dieta y hábitos alimentarios de *Ilyodon whitei* (Pisces: Goodeidae) en el río Amacuzac, Morelos. Tesis, Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 73 p.
- Garland, T., Jr., and J. B. Losos. 1994. Ecological morphology of locomotor performance in squamate reptiles. In P. C. Wainwright, and S. M. Reilly, eds. *Ecological Morphology: Integrative Organismal Biology*. Chicago University Press, Chicago. pp. 240-302.
- ray, M. A., Baldauf S. L., Mayhew P. J. y Hill J. K., 2007. The response of avian feeding guilds to tropical forest disturbance. *Conservation Biology*, 21(1):133–141.
- Geerinckx, T., Brunain, M. and Adriaens, D. 2007. Development of the osteocranium in the suckermouth armored catfish *Ancistrus cf. Triradiatus* (Loricariidae, siluriformes). *Journal of Morphology*, 268(3): 254-274.
- Gerking, S.D. 1994. *Feeding Ecology of Fish*. Academic Press New York, 416 pp.

- Heino, J. 2009. Biodiversity of aquatic insects: spatial gradients and environmental correlates of assemblage-level measures at large scales. *Freshwater Reviews*, 2:1-9.
- Hinojosa-Garro, D., Arceo-Gómez J., Zambrano L. y Escalera-Vázquez L. H. E. 2013. Fish diet composition in permanent and semi-permanent pools in tropical wetlands of the Yucatan peninsula, *Neotropical Ichthyology*, 11(4):881-890.
- Horn M. H. and Ferry-Graham, L. A. 2006. Feeding Mechanisms and Trophic Interactions. In: Allen, L. G., Pondella, D.J. and Horn M. H. (eds.). *The Ecology of Marine Fishes: California and Adjacent Waters*. University of California Press, Berkeley. Pp:387-410.
- Hulbert, S. H. 1978. The Measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*, 59(1):67- 77.
- Ibañez, C., Oberdorff T., Teugels G., Mamononekene V., Lavoué S., Fermon Y., Paugy P. y Toham, A. K. 2007. Fish assemblages structure and function along environmental gradients in rivers of Gabon (Africa). *Ecology Freshwater of Fish*, 16(3):315-334.
- Ibañez, C., Belliard J., Hughes R. M., Irz P., Kamdem-Toham A., Lamouroux N., Tedesco P. A. y Oberdorff, T. 2009. Convergence of temperate and tropical stream fish assemblages. *Ecography*, 32(4):658-670.
- Janjua, M. Y. y Gerdeaux D. 2011. Evaluation of food web and fish dietary niches in oligotrophic lake Annecy by gut content and stable isotope analysis. *Lake and Reservoir Management*, 27:115-127.
- Jaramillo-Villa, U. y Caramaschi E. P. 2008. Índices de integridade biótica usando peixes de água doce: uso nas regiões tropical e subtropical. *Oecologia Brasiliensis*, 12(3):442-462.
- Kaartinen, R. y Roslin T. 2012. High temporal consistency in quantitative food web structure in the face of extreme species turnover. *Oikos*, 121:1771–1782.
- Karr, J. R., Fausch K. D., Angermeier P. L., Yant P. R. y Schlosser I. J. 1986. Assessment of biological integrity in running water: a method and its rationale. *Special Publication 5*. Illinois Natural History Survey, Champaign, Illinois. 28 p.
- Krebs, J. Ch.1999. *Ecological Methodology*. Benjamin Cummings. 620 p.
- Lagler, K. F. 1956. *Freshwater fishery biology*. WMC Brown, Iowa, EEUU. 421 p.
- Lagler, K.F., Bardach J. E., Miller R.R. and Passion D.R.M. 1984. *Ictiología*. AGT editor 489 p.
- Layman, C. A., Giery S. T., Buhler S., Rossi R., Penland T., Henson M. N., Bogdanoff A. K., Cove M. V., Irizarry A. D., Schalk C. M. and Archer S. K. 2015. A primer on the history

- of food web ecology: Fundamental contributions of fourteen researchers. *Food Webs*, 4:14-24.
- Lindeman, R. L. 1942. The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology*, 23:399–417.
- Losos, B. J. 2010. Adaptive radiation, ecological opportunity and evolutionary determinism. *The American Naturalist*, 175(6):623-639.
- Lowe-McConnell, R. H. 1991. Ecology of cichlids in South American and African waters, excluding the African Great Lakes. *In*: Keenleyside M. H. A. (ed.). *Cichlid Fishes: Behaviour, ecology and evolution*. Chapman & Hall, London, UK. 378p. pp. 60-85.
- Lyons, J. y Navarro-Pérez S. 1990. Fishes of the Sierra de Manantlán, west-central México. *Southwestern Naturalist*, 35:32-46.
- Lyons, J., Navarro-Pérez S., Cochran P. A., Santana C. E and Guzmán-Arroyo M. 1995. Index of biotic integrity based on fish assemblages for the conservation of stream and rivers in west-central México. *Conservation Biology*, 9:569-584.
- Lyons, J. y Silva N.M. 1999. Patrones taxonómicos entre comunidades de peces en ríos y arroyos en el oeste de Jalisco, México. *Serie Zoología*, 70(2):169-190.
- MacArthur, R. H. and Levin R. 1967. The limiting similarity, converge, and divergence of coexisting species. *American Naturalist*, 101:377-385.
- Mansfield, S. and Macardle, B. H. 1998. Dietary composition of *Gambusia affinis* (Family Poeciliidae) populations in the northern Waikato region of New Zealand. *Marine and Freshwater Research*, 32:375–383.
- Matthews, J. W. 1990. Ecology and assessment of warm water stream: workshop Synopsis. *Biological Report*, 90:15-17.
- Matthews, J. W. 1998. *Patterns in freshwater fish ecology*. Chapman and Hall, London. 775 p.
- Mazzoni, R., Rezende C.F. and Manna L.R. 2010. Feeding ecology of *Hypostomus punctatus* Valenciennes, 1840 (Osteichthyes, Loricariidae) in a costal stream from Southeast Brazil. *Braz. Journal of Biological Chemistry*, 70(3):569-574.
- McMeans, B. C., Rooney N., Arts M. T. and Fisk A. T. 2013. Food web structure of a coastal Arctic marine ecosystem and implications for stability. *Marine Ecology Progress Series*, 482:17-28.

- Medina-Perozo. Z., Leones T.M., Allison A.M., R. A.B. y Rojas H.L. 2009. Anatomía e histología de los ciegos pilóricos en cinco especies de peces de la familia Characidae. *Revista Científica, FCV-LU*, XIX (6):607-618.
- Medina-Nava, M., Schmitter-Soto J. J., Mercado-Silva N, Rueda-Jasso R. A. Ponce-Saavedra J. and Pérez-Munguía R. M. 2011. Ecological guilds of fishes in streams of an arid subtropical drainage in western Mexico. *Journal of Freshwater Ecology*, 26(4):579-592.
- Meek, S. E. 1904. *The freshwater fishes of Mexico north of the isthmus of Tehuantepec*. University of Illinois Urbana. Champaign. 354 p.
- Mérona, B. de, Santos, G. M. Dos, Almeida, R. G. de, 2001, Short term effects of Tucuruí Dam (Amazonia, Brazil) on the trophic organization of fish communities. *Environmental Biology of Fishes*, 60:375-392.
- Mérona, J., 2004, Food resource partitioning in a fish community of the Central Amazon floodplain. *Neotropical Ichthyology*, 2:75-84.
- Mercado-Silva, N., Lyons, J., Díaz-Pardo, E. Gutiérrez-Hernández, A., Ornelas-García, C. P. Pedraza-Lara, C. and Zanden, M. J. V. 2006. Long-term changes in the fish assemblage of the Laja River, Guanajuato, Central Mexico. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 16 (5):533-546.
- Mérigoux, S., Dolédec S. and Statzner B. 2001. Species traits in relation to habitat variability and state: neotropical juvenile fish in floodplain creeks. *Freshwater Biology*, 46:1251-1267.
- Miller, R. R., Minckley W. L. and Norris S. M. 2005. *Freshwater fishes of México*. University of Michigan, Museum of Zoology, Chicago. 490 p.
- Miranda L. T., García de Oliveira F., Bialecki A. and Agostinho A. A. 2015. Early development in the mouth-brooding cichlid fish *Satanoperca pappaterra* (Perciformes: Cichlidae). *Revista de Biología Tropical*, 63(1):139-153.
- Morales, J. y García-Alzate C. A. 2016. Estructura trófica de los peces en arroyos del Corral de San Luis, cuenca del Bajo Magdalena, Caribe, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 64(2):715-732.
- Motta, P. J., Clifton K. B., Hernández P. and Eggold B. T. 1995 Ecomorphological correlates in ten species of subtropical seagrass fishes: diets and microhabitat utilization. *Environmental Biology of Fishes*, 44:37-60.

- Motta, R. L. and Uieda V. S. 2008. Independent and interactive effects of a top and intermediate fish species on the food web structure of a tropical stream. *Community Ecology*, 9(1):73-82.
- Nelson, J. S. 1984. *Fishes of the world*. 2° Ed. John Wiley and sons, New York. USA. 523 p.
- Neves, M. P., Delariva, R. L. and Wolff, L. L. 2015. Diet and ecomorphological relationships of an endemic, species-poor fish assemblage in a stream in the Iguaçu National Park. *Neotropical Ichthyology*, 13(1):245-254.
- Novakowski, C. G., Cassemiro, A. S. F. and Hahn, S. N. 2016. Diet and ecomorphological relationships of four cichlid species from the Cuiabá River basin. *Neotropical Ichthyology* 14(3):e150151.
- Nunes, M. V., Rocha O. and Verani J. R. 2014. Trophic interactions between the fish *Geophagus brasiliensis* (Cichlidae) and the benthic macroinvertebrate community. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 49:11-17.
- Oberdorff, T., Pont, D., Hugueny, B. and Porcher, J. P. 2002. Development and validation of a fish-based index (FBI) for the assessment of rivers "health" in France. *Freshwater Biology*, 47(9):1720-1735.
- Ornelas-García, C. P., Córdova-Tapia, F., Zambrano, L., Bermúdez-Gonzales, M. P., Mercado-Silva, N., Mendoza-Garfias, B. and Bautista, A. 2018. Trophic specialization and morphological divergence between two sympatric species in lake Catemaco, México. *Ecology and Evolution*, 8:4867-4875.
- Ortiz, M. 2001. Diet seasonality and food overlap in fishes of the upper Orinoco stream, northern Venezuela. *Revista de Biología tropical*, 49(1):191-197.
- Pagotto, J. P. A., Goulart, E., Oliveira, E. F. and Yamamura, C. B. 2011. Trophic ecomorphology of Siluriformes (Pisces: Osteichthyes) from a tropical stream. *Brazilian Journal of Biology*, 71(2):469-479.
- Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J. L., Vivas, S., Bonada, N., Alba-Tercedor, J., Jáimez-Cuéllar, P., Moyà, G., Prat, N., Robles, S., Suárez, M. A., Toro, M. y Vidal-Abarca, M. R. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, 21(3-4):115-133.

- Pease, A. A., González-Díaz, A. A., Rodiles-Hernández, R. y Winemiller, K. O. 2012. Functional diversity and trait–environment relationships of stream fish assemblages in a large tropical catchment. *Freshwater Biology*, 57(5):1060-1075.
- Peretti, D. y Andrian I. F. 2004. Trophic structure of fish assemblages in five permanent lagoons of the high Parana River floodplain, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 71:95–103.
- Pérez-Pérez, A., Galbany, J., Romero, A., Martínez, L. M., Estebaranz, F, Pinilla, B. and Gamarra, B. 2010. Origen y evolución de los dientes: de los cordados primitivos a los humanos modernos. *Revista Española de Antropología Física*, 31:167-192.
- Piet, G. J. 1998. Ecomorphology of a size-structured tropical freshwater fish community. *Environmental Biology of Fishes*, 51:67-86.
- Poff, N. L. 1997. Landscape filters and species traits: toward mechanistic understanding and prediction in stream ecology. *Journal of North American Benthological Society*, 16:391- 409.
- Pouilly, M., Lino, F., Bretenoux, J. G. and Rosales, C. 2003. Dietary-morphological relationships in a fish assemblage of the Bolivian Amazonian floodplain. *Journal of Fish Biology*, 62:1137-1158.
- Pouilly, M., Barrera, S. and Rosales, C. 2006. Changes of taxonomic and trophic structure of fish assemblages along an environmental gradient in the Upper Beni watershed (Bolivia). *Journal of Fish Biology*, 68:137-156.
- Ramírez, S. K. C. 2019. Ecología trófica de *Astyanax mexicanus* (Pisces: Characidae) en el río Amacuzac, Morelos. Tesis, Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 104 p.
- Rodríguez, C. D. G. 2008. 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, maestría, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo integral Regional Unidad Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional. 95 p.
- Sánchez, G. A. G. 2005. Análisis de efemerópteros y quironómidos (Insecta) como indicadores de la calidad del agua en el río Amacuzac, Morelos, México. Tesis, Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 42 p.

- Schluter, D. 2001. Ecology and the origin of species. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(7):372-380.
- Schmitter-Soto, J. J. 2016. A phylogeny of *Astyanax* (Characiformes: Characidae) in Central and North America. *Zootaxa*, 4109(2):101-130.
- Schmitz, L. and Wainwright P.C. 2011. Ecomorphology of the eyes and skull in zooplanktivorous labrid fishes. *Coral Reefs*, 30:415-428.
- Schönhuth, S. and Doadrio, I. 2003. Phylogenetic relationships of Mexican minnows of the genus *Notropis* (Actinopterygii: Cyprinidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 80:323-337.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2011. Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de la Región Hidrológica número 18 Balsas. *Diario Oficial de la Federación*. 16-60 p.
- Sheaves, M. 2006. Scale-dependent variation in composition of fish fauna among sandy tropical estuarine embayments. *Marine Ecology Progress Series*, 310:173-184.
- Soria-Barreto, M., Rodiles-Hernández, R. and Winemiller, K. O. 2019. Trophic ecomorphology of cichlid fishes of Selva Lacandona, Usumacinta, Mexico. *Environmental Biology of Fishes*, 102:985–996.
- ter Braak, C. J. F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67:1167-1179.
- Teixeira, I. y Bennemann, S.T. 2007. Ecomorfologia refletindo a dieta dos peixes em um reservatório no sul do Brasil. *Biota Neotropica*, 7:67-76.
- Thébault, E. and Loreau, M. 2003. Food-web constraints on biodiversity-ecosystem functioning relationships. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(25):14949-14954.
- Townsend, C. R. and Hildrew, A. G. 1994. Species traits in relation to a habitat templet for river systems. *Freshwater Biology*, 31:265–275.
- Trujillo-Jiménez, P. 1996. Ecología alimentaria de "*Cichlasoma (Archocentrus) nigrofasciatum* (Pisces: Cichlidae) en el río Amacuzac, Morelos. ENCB-IPN. *Zoología informa*, (33):13-32.
- Trujillo, J. P. 1998a. Dinámica trófica de la ictiofauna del río Amacuzac, Morelos, México. Tesis, Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 123 p.

- Trujillo-Jiménez, P. 1998b. Tropic Spectrum of the Cichlids *Cichlasoma (Parapetenia) istlanum* and *Cichlasoma (Arconcentrus) nigrofasciatum* in the Amacuzac River, Morelos, Mexico. *Journal of Freshwater Ecology*, 13(4):465-473.
- Trujillo-Jiménez, P. y Díaz-Pardo, E. 1996. Espectro Trófico de *Ilyodon whitei* (Pisces: Goodeidae) en el río del Muerto, Morelos, México. *Revista de Biología Tropical*, 44(2):795-801.
- Trujillo-Jiménez, P. y Espinosa, M. V. E. 2006. La ecología alimentaria del pez endémico *Girardinichthys multiradiatus* (Cyprinodontiformes: Goodeidae), en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México. *Revista de Biología Tropical*, 54(4):1247-1255.
- Trujillo-Jiménez, P. y Toledo B. H. 2007. Alimentación de los peces dulceacuícolas tropicales *Heterandria bimaculatus* y *Poecilia sphenops* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). *Revista de Biología Tropical*, 55(2):603-615.
- Trujillo-Jiménez, P. y Castro-Lara M. A. 2009. Dieta de la carpa *Notropis moralesi* (Pisces: Cyprinidae) en el río Amacuzac, Morelos, México. *Revista de Biología Tropical*, 57(1-2):195-209.
- Val, A.L. and Almeida-Val, V. M. F. 1995. *The fishes of the Amazon and their environment*. Springer, Germany. 224 p.
- Valdez-Moreno, M. E. y Contreras-Balderas, S. 2009. Descripción del cráneo de *Bramocharax caballeroi* Contreras & Rivera 1985 (Pisces, Characidae), pez endémico del Lago de Catemaco, Veracruz, México. *Hidrobiológica*, 19(1):1-13.
- Vander-Zanden, M. J. and Vadeboncoeur, Y. 2002. Fishes as integrators of benthic and pelagic food webs in lakes. *Ecology*, 83(8):2152-2161.
- Viana, L. J. A. 1991. Espectro trófico y hábitos alimentarios de la trucha Arco-Iris *Oncorhynchus mykiss* Walbaum (Pisces: Salmonidae) del lago de Zempoala, Morelos México. Tesis, profesional, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 40 p.
- Wagner, C. E., McIntyre, P. B., Buels, K.S., Gilbert, D.M. and Michel, E. 2009. Diet predicts intestine length in Lake Tanganyika's cichlid fishes. *Functional Ecology*, 23:1122-1131.
- Warfe, D. M., Jardine, T. D., Pettit, N. E., Hamilton, S. K., Pusey, B. J., Bunn, S. E., Davies, P. M. and Douglas, M. M. 2013. Productivity, disturbance and ecosystem size have no influence on food chain length in seasonally connected Rivers. *PLOS ONE*, 8(6):1-11.

- Weisberg, S. B. 1986. Competition and coexistence among four estuarine species of *Fundulus*. *American Zoologist*, 26:249-257.
- Williams, J. D., Winemiller, K. O., Taphorn, D. C. and Balbas, L. 1998. Ecology and status of piscivores in Guri, an oligotrophic tropical reservoir. *North American Journal of fisheries Management*, 18:274-283.
- Winemiller, K. O. 1991. Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. *Ecological Monographs*, 61:343-365.
- Winemiller, K. O., Kelso-Winemiller, L. C. and Brenkerf, A. L. 1995. Ecomorphological diversification and convergence in fluvial cichlid fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 44: 235-261.
- Winemiller, K. O., Zeug, S. C., Robertson, C. R., Winemiller, B. K. and Honeycutt, R. L. 2011. Food-web structure of coastal streams in Costa Rica revealed by dietary and stable isotope analyses. *Journal of Tropical Ecology*, 27:463-476.
- Winemiller, K. O. and Polis, G. A. 1996. Food Webs: What Can They Tell Us About the World? *In: Polis, G. A. and Winemiller, K. (eds). Food Webs: Integration of patterns and dynamics. Chapman and Hall, London. Pp:1-21.*
- Wolff, L. L., Carniatto, N. and Hahn, N. S. 2013. Longitudinal use of feeding resources and distribution of fish trophic guilds in a coastal Atlantic stream, southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 11(2):375-386.
- Yáñez-Arancibia, A, Curiel-Gómez, J. y Leyton, V. 1976. Prospección biológica y ecología del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Günther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México (Pisces: Ariidae). *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, 3(1):125-180.
- Zarate-Hernández, R., Aguirre-León, A., Ortiz-Burgos, S. y Castillo-Rivera, M. 2007. Ecomorfología de peces estuarinos del Golfo de México. *ContactoS: Revista de Educación en Ciencias Básicas e Ingeniería*, 66:12-20.
- Zuluaga-Gómez, M. A., Fitzgerald, D. B., Giarrizo, T. and Winemiller, K. O. 2016. Morphologic and trophic diversity of fish assemblages in rapids of the Xingu River, a major Amazon tributary and region of endemism. *Environmental of Biology of Fish*, 99:647-658.

Cuernavaca, Mor., a 9 de mayo de 2022

DR. ALEJANDRO GARCÍA FLORES
ENCARGADO DE DESPACHO DE LA DIRECCIÓN
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado:

“ECOMORFOLOGÍA Y ESTRUCTURA TRÓFICA DE LOS ENSAMBLES DE PECES A LO LARGO DE UN GRADIENTE AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO AMACUZAC, MORELOS”, que presenta la alumna **KEILA CRISTINA RAMÍREZ SANTILLÁN**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

Dr. Rubén Castro Franco
Catedrático de posgrado del
Centro de Investigaciones Biológicas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

RUBEN CASTRO FRANCO | Fecha:2022-05-12 14:21:58 | Firmante

lbLOMHK0VZ69JV28Yz53urSp1n+U5qXaoibCyQc4rQSO4UC2ZLqf8VEvAzfzXAz008WPAbqwx0aXAvhuOjG3dJ+g9m6pWBYPYrjokFG0/kzYezyC9n0J3p0Z1wora7IUIK8z1hNwUzYrOcqzgeE6WaHU1MhILyTyZEe6WmZ196ZfFfdZk3tc7Z/3mQ6GF4hX6QD9hx7sW1Ykh1rP15sSbuuP/mn73f9LCCtugQqP1HKvHnDXza2f0ouK4iL6ze/8VE4TIMRB3C6Qxf4bzCVzQy3MI1RsMnr1/z075lZ5lWGVJbigOhctHjQn6JROEwUwi6ttPY5zcYQoYOKrTQVO/RCw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[b2Fm8taWR](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/PfwoNfAP6kff9SnZ8Hslj9EqhOowudWu>



Cuernavaca, Mor., a 9 de mayo de 2022

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO
COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado:

“ECOMORFOLOGÍA Y ESTRUCTURA TRÓFICA DE LOS ENSAMBLES DE PECES A LO LARGO DE UN GRADIENTE AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO AMACUZAC, MORELOS”, que presenta la alumna **KEILA CRISTINA RAMÍREZ SANTILLÁN**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

Dra. Patricia Trujillo Jiménez
Catedrática de posgrado del
Centro de Investigaciones Biológicas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

PATRICIA TRUJILLO JIMENEZ | Fecha:2022-05-12 12:03:48 | Firmante

f2CWc6L/W5hTmeJkAkoSuq7RcKLuTqSyw3YRmiSjrX9fE47MJEeh8vWeY0h6Fwtri9bdwilHwcbAs3di//s5YmqKuiSk1jamZOQy1FJnzaxwL895QsTQLoYtDICV+u/uQb5wbAxeK GokVQaE9VlykK6jheg/oLw2k3uPn941oW4S/GxcfA/w7EMqOct9B+dZxEAG6LUCDAadxA8ZiHfK/rlpV/kTT1T3BvwRF+1uCJpNlKtleoiMxmAUNjq0XgQVMiwiK81/l2ceTDSv8pBBZb 6zEngP37a4f5mNZ2vEBccOt55BuE0JQronQvmctsBerCEQkUfpo3PxKv0O6tz2eA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



OBIW07esl

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/kc4RNkurH0O7p7Ru6WhnvWDynn4zwl7O>



Cuernavaca, Mor., a 9 de mayo de 2022

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO
COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado:

“ECOMORFOLOGÍA Y ESTRUCTURA TRÓFICA DE LOS ENSAMBLES DE PECES A LO LARGO DE UN GRADIENTE AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO AMACUZAC, MORELOS”, que presenta la alumna **KEILA CRISTINA RAMÍREZ SANTILLÁN**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

M. en C. Migdalia Díaz Vargas
Catedrática de posgrado del
Centro de Investigaciones Biológicas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

MIGDALIA DIAZ VARGAS | Fecha:2022-05-12 17:37:59 | Firmante

f0XaeyreTmuNfyBDaZiO8DOGON+FEbL6Bsb4W4gt8zUhqkm3GOfCLGwRM9o1E9WCiB/v3mIWDIXJspJjnQAYkejiqtj5dl9069nMGGY3j3yPXga5jDgX5gUgcJljj3pUxD8zJUBDX8lccZKDd0qAYR4bNS7tTb2btorSz186RPBGIV42lpIliXcn71e4zJ3hr9CjXdAqQI66Lgj+P52vfkhai5XRjIz9hGVOQnMnFZWkw52VvFRd1rfR9K7MCwVDEcUdL6XJ8RQgwNad15v2rtD5YSyV2drTocmaZ8gvgvdxzOKTTeI7Z2HEvO8IT0gavJVfHmkVwa85/Uwtk16BVg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[HgpVvE1uy](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/PvNYdXvxzIJhDk8i08S8UODFRnRZvn>



Cuernavaca, Mor., a 9 de mayo de 2022



DR. RUBÉN CASTRO FRANCO
COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado:

“ECOMORFOLOGÍA Y ESTRUCTURA TRÓFICA DE LOS ENSAMBLES DE PECES A LO LARGO DE UN GRADIENTE AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO AMACUZAC, MORELOS”, que presenta la alumna **KEILA CRISTINA RAMÍREZ SANTILLÁN**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

Dr. Roberto Trejo Albarrán
Catedrático de posgrado del
Centro de Investigaciones Biológicas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

ROBERTO TREJO ALBARRAN | Fecha:2022-05-12 16:27:27 | Firmante

HZr3R9vBobz/X9N+uCU1Hi7IXIa5w5i++ZXXN8vu6MNHiadREHy8n9bbBdZ089u59LeKEqSsuoucp9WIHPCZXdpXh2aEsObj0tqvqZOlvuF9/Nu+ESVZGDwBQ8EW6zjncm8LB6zBrZvUYgO2xGYMGpB5WIKcFXNBiRwedzvU4Z7N/O6udv4lJpaZSG6Z1pvCBgvGWNyD9Nqf8GHrbbtDFgW6ajOtV1S/H3neaBko6/mdIELrdvp71LhISUZyjiD6zo8mDfHpoBAtvOWCwrl1UzbQgRq15p9Dx8g9kkShke3j2y6xLiva340dzVefQt7Njxx6PtQnbutjKpKu74g==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



Bi8HenYvW

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/biCiln34HSEewrSJCIsz3MxjbpodbUj>



Cuernavaca, Mor., a 9 de mayo de 2022

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO
COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado:

“ECOMORFOLOGÍA Y ESTRUCTURA TRÓFICA DE LOS ENSAMBLES DE PECES A LO LARGO DE UN GRADIENTE AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO AMACUZAC, MORELOS”, que presenta la alumna **KEILA CRISTINA RAMÍREZ SANTILLÁN**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

M. en C. Judith García Rodríguez
Catedrático de posgrado del
Centro de Investigaciones Biológicas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

JUDITH GARCIA RODRIGUEZ | Fecha:2022-05-13 00:06:48 | Firmante

PPKhyXCM34jxhp6IEUu8pit/w7jOor8iergp4sjQc9llKfdxfc0PyHZio4FXB7SeXEUpjimY5a3VV5T9xnU88wirOUDPHfrqnGUU3hz+1vbB29Wp4tMDQpBHsNdoWqdO5hekNEZpE6cr3wUXKL1sYuZ39aA72csJ1OIJww6zLRCGid4Hp2AISG1zG63T/q5CSTgJno83Pmf8N7M5zb1zdP7zkVdwB24P0djCH1dvfuTM0Y0dhdGIGZyy7dZAcvmBz7B1mFkhurc2KnuxThdeGXXvXlmqveLp4N35ZPdjoFW7wOcNOjKibhrKSWCzsTMd9hePpJ2Crjv3+mlih+JRSQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[6nSuePDJp](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/T9GW9nncfIBLYDu7Mgp2NBAEe5vBiKBm>

