



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

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS  
NATURALES**

**Especialidad en Patrones y Procesos para la Biodiversidad del Neotrópico**

**T E S I S**

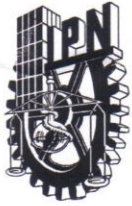
**“ESTUDIO ECOLÓGICO DE LA COMUNIDAD DE PECES  
EN LA SUBCUENCA RÍO ATOYAC-PASO DE LA REINA,  
OAXACA, MÉXICO”**

**PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS**

**PRESENTA:  
GABRIEL ISAÍAS CRUZ RUIZ**

**DIRECTOR:  
DR. EMILIO MARTÍNEZ RAMÍREZ**

**SANTA CRUZ XOXOCOTLÁN, OAXACA, MÉXICO. JUNIO DEL 2012.**



# INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

## SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

### ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 31 del mes de mayo del 2012 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAXACA)** para examinar la tesis de grado titulada: "Estudio ecológico de la comunidad de peces en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, Oaxaca, México"

Presentada por el alumno:

Cruz

Apellido paterno

Ruiz

materno

Gabriel Isaías

nombre(s)

Con registro: 

A	1	0	0	1	9	1
---	---	---	---	---	---	---

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

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

#### LA COMISION REVISORA

Director de tesis

Dr. Emilio Martínez Ramírez

Dr. Marcelo Ulises García Guerrero

M. en C. Héctor Espinosa Pérez

Dr. Miguel Ángel Briones Salas

Dr. Aniceto Rodolfo Solano Gómez

#### EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

Dr. Rafael Pérez Pacheco



CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
DE INVESTIGACION PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
C.I.I.D.I.R.  
UNIDAD OAXACA  
I.P.N.



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESION DE DERECHOS**

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 31 del mes mayo del año 2012, el (la) que suscribe **Cruz Ruiz Gabriel Isaías** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro **A100191**, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Emilio Martínez Ramírez y cede los derechos del trabajo titulado: **“Estudio ecológico de la comunidad de peces en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, Oaxaca, México”** al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: [posgradoax@ipn.mx](mailto:posgradoax@ipn.mx) ó [gcruzr0902@ipn.mx](mailto:gcruzr0902@ipn.mx) Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

**Cruz Ruiz Gabriel Isaías**



CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
DE INVESTIGACION PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
C.I.I.D.I.R.  
UNIDAD OAXACA  
I.P.N.

## DEDICATORIA

A mi esposa y mi hijo.

A mi padre y madre.

A mis hermanos.

Amig@s y Compañer@s.

Y...

A los futuros Maestr@s en Ciencias.

## AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT, por el apoyo con la beca y de esta manera poder terminar la Maestría en Ciencias. Y al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI-SIP) por el apoyo dado durante la Maestría.

Al IPN-CIIDIR-OAXACA, por permitirme seguir con mi preparación profesional. En cuyas instalaciones (principalmente en el área de Acuicultura) me permitieron terminar y llevar a cabo este trabajo de investigación.

Al Comité Tutorial, por apoyarme durante los seminarios de la Maestría en mejorar el trabajo de tesis. Dicho comité se conformó por: Dr. Emilio Martínez Ramírez (CIIDIR-OAX), Dr. Marcelo U. García Guerrero (CIIDIR-OAX), M. en C. Carlos R. Bonilla Ruz (CIIDIR-OAX), M. en C. Héctor S. Espinosa Pérez (IB-UNAM) y Dr. Alfonso A. González Díaz (ECOSUR-San Cristóbal de las Casas, Chiapas).

Al comité revisor y jurado de examen, por las críticas finales para mejorar el trabajo final de la tesis. Dicho comité estuvo conformado por: Dr. Emilio Martínez Ramírez (CIIDIR-OAX), Dr. Marcelo U. García Guerrero (CIIDIR-OAX), Dr. Miguel Á. Briones Salas (CIIDIR-OAX), Dr. Rodolfo A. Solano Gómez (CIIDIR-OAXACA) y M. en C. Héctor S. Espinosa Pérez (IB-UNAM).

Así también, agradezco ampliamente al Dr. José Luis Chávez Servia (CIIDIR-OAXACA) por asesorarme en cuestiones estadísticas uni y multivariada; y a la Dra. Demetria Mondragón (CIIDIR-OAXACA), por las críticas y sugerencias para el trabajo de tesis.

## RESUMEN

Este estudio tiene por objetivo determinar la composición, diversidad íctica y analizar qué factores ambientales responsables de la variación de la comunidad de peces en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. Para esto se llevo a cabo dos estudios: primero se realizó el estudio taxonómico, para conocer los peces continentales que habitan la zona, mediante la consulta de registros del período 2008-2009 en la Colección de Peces Continentales del CIIDIR-OAX, se obtuvo que en la subcuenca se distribuyen 22 especies, pertenecientes a 20 géneros, 15 familias y siete ordenes, de las cuales 21 son nativas y una exótica. Se determinó cuatro nuevos registros de especies continentales (*Caranx caninus*, *Centropomus robalito*, *Dactyloscopus amnis* y *Trinectes fonsecensis*) para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, Oaxaca. La familia Poeciliidae fue las más diversa en cuanto a número de especies y la más abundante. Con base a la clasificación ecológica de los peces se determinó que las especies que tienen mayor ocurrencia y abundancia son peces propiamente dulceacuícolas como *Astyanax fasciatus*, *Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis fasciata*, *Poeciliopsis gracilis*, *Profundulus balsanus* y *Cichlasoma trimaculatum*, sin embargo se observó la presencia de 15 especies de origen marino. En el segundo estudio se analizó la variación espacio-temporal de la comunidad de peces mediante el análisis de curvas de acumulación de especies, composición, abundancia (en términos de densidad y biomasa), índice ecológicos (diversidad, equidad y dominancia) e identificar qué factores medioambientales influyen en su distribución mediante la aplicación de métodos de ordenación y clasificación; como resultados se observó que de acuerdo al modelo de Clench se logró registrar 90% de la riqueza ictiofaunística, la variación espacial mostró que la mayor composición ictiofaunística se presenta en las zonas bajas hacia la desembocadura del río y durante la época de secas, el mismo patrón se identificó para los atributos de abundancia y los índices ecológicos; finalmente con base a los análisis de ordenación y clasificación se identificó que las especies más importantes en determinar la variación ictiofaunística, está dada por especies dulceacuícolas (*Profundulus balsanus*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Astyanax fasciatus*, *Poecilia sphenops* y *Poeciliopsis fasciata*) y algunas especies marinas y/o estuarino-lagunares (*Awaous banana*, *Agonostomus monticola*, *Atherinella guatemalensis* y *Dormitator latifrons*), mientras que las variables ambientales más importantes que influyen en tal distribución es explicada por: la altitud, temperatura ambiental, sustrato canto rodado y el uso de la vegetación como refugio para los peces.

Palabras clave: ictiofauna continental, diversidad, estructura, relación especie-ambiente.

## SUMMARY

This study aims to determine the composition, fish diversity and analyze the environmental factors responsible for the variation of the fish community in the Atoyac-Paso de la Reina sub-river. This was held to two studies: first taxonomic study was performed to know the freshwater fish that inhabit the area, by consulting records of 2008-2009 in the Inland Fish Collection CIIDIR-OAX, was obtained in sub-river are distributed 22 species belonging to 20 genera, 15 families and seven orders, of which 21 are native and exotic. It identified four new records of continental species (*Caranx caninus*, *Centropomus robalito*, *Dactyloscopus amnis* and *Trinectes fonsecensis*) for Atoyac-Paso de la Reina sub-river, Oaxaca. The Poeciliidae family was the most diverse in terms of number of species and the most abundant. Based on the ecological classification of the fish was determined that the species with higher occurrence and abundance are freshwater fishes *Astyanax fasciatus*, *Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis fasciata*, *Poeciliopsis gracilis*, *Cichlasoma trimaculatum* and *Profundulus balsanus*, however, there was the presence of 15 species of marine origin. In the second study analyzed the spatial and temporal variation of the fish community by analyzing the curves of accumulation of species, composition, abundance (in terms of density and biomass), ecological index (diversity, evenness and dominance) and identify which certain environmental factors influencing its distribution by applying management methods and classification, as results showed that according to Clench model is able to record 90% of ichthyofaunistic richness, spatial variation showed that most ichthyofaunistic composition is presented in the lowlands to the mouth of the river during the dry season, the same pattern was identified for attributes in abundance and ecological indices, and finally based on the classification and ordination analysis identified that the most important species in determining the change ichthyofaunistic, is given by freshwater species (*Profundulus balsanus*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Astyanax fasciatus*, *Poecilia sphenops* and *Poeciliopsis fasciata*) and some marine species and / or estuarine-lagoon (*Awaous banana*, *Agonostomus monticola*, *Atherinella guatemalensis* and *Dormitator latifrons*), while important environmental variables that influence this distribution is explained by: altitude, temperature, substrate boulder and use of vegetation as a refuge for fish.

**Key Word:** ichthyofauna continental, diversity, structure, species-environment relationship.

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	6
<b>SUMMARY</b> .....	7
<b>ÍNDICE DE CUADROS.</b> .....	10
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.</b> .....	13
<b>INTRODUCCIÓN GENERAL</b> .....	16
<b>A) JUSTIFICACIÓN</b> .....	19
<b>B) DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.</b> .....	20
<b>CAPÍTULO I. ESTUDIO TAXONÓMICO</b> .....	25
<b>1.1 INTRODUCCIÓN.</b> .....	26
<b>1.2 OBJETIVOS.</b> .....	28
<b>1.3 MATERIALES Y MÉTODOS.</b> .....	28
1.3.1 Consulta de la Colección de Peces Continentales del CIIDIR OAXACA IPN. ....	28
1.3.2 Ictiofauna de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	28
1.3.2.1 Listado de especies. ....	28
1.3.2.2 Clasificación ecológica. ....	28
1.3.2.3 Clasificación taxonómica. ....	29
1.3.2.4 Descripción de las especies. ....	29
<b>1.4 RESULTADOS.</b> .....	30
1.4.1 Registros en la Colección de Peces Continentales del CIIDIR OAXACA IPN.....	30
1.4.2 Ictiofauna de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	31
1.4.2.1 Listado taxonómico y clasificación ecológica de la ictiofauna.....	31
1.4.2.2 Clasificación Taxonómica. ....	36
1.4.2.3 Fichas descriptivas para la ictiofauna de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.	39
<b>1.5 DISCUSIÓN.</b> .....	110
1.5.1 Ictiofauna de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	110
1.5.2 Clasificación ecológica de la ictiofauna de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.	111
1.5.3 Clasificación taxonómica.....	112
<b>1.6 CONCLUSIONES.</b> .....	113
<b>CAPITULO II. ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES DE PECES</b> .....	114
<b>2.1 INTRODUCCIÓN.</b> .....	115
<b>2.2 OBJETIVOS.</b> .....	120
<b>2.3 MATERIALES Y MÉTODOS.</b> .....	120
2.3.1 Especies. ....	120
2.3.2 Sitios de muestreo. ....	121
2.3.3 Variables ambientales.....	125
2.3.4 Composición ictiofaunística de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	126
2.3.5 Abundancia de la comunidad ictiológica. ....	127
2.3.6 Análisis de índices ecológicos de la comunidad de peces.....	128
2.3.7 Análisis multivariado. ....	130



<b>2.4 RESULTADOS.</b>	<b>133</b>
2.4.1 Composición ictiofaunística de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.	133
2.4.1.1 Por zonas.	133
2.4.1.2 Por épocas del año.	134
2.4.2 Abundancia de la comunidad ictiológica.	136
2.4.2.1 Variación espacial y temporal de la densidad.	136
a) Por zonas.	136
b) Por épocas del año.	137
2.4.2.2 Variación espacial y temporal de la biomasa.	139
a) Por zonas.	139
b) Variación temporal.	141
2.4.3 Diversidad ecológica.	143
2.4.3.1 Funciones de acumulación de especies.	143
2.4.3.2 Análisis de índices ecológicos de la comunidad de peces.	145
a) Por zonas.	145
b) Por épocas del año.	146
2.4.4 Análisis multivariado.	148
2.4.4.1 Descripción y clasificación de la variación ictiológica de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.	148
2.4.4.2 Descripción y clasificación de la variación ecológica en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.	150
2.4.4.3 Relación entre las especies y las variables medioambientales.	154
<b>2.5 DISCUSIÓN.</b>	<b>156</b>
2.5.1 Composición ictiofaunística de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, por zonas y por épocas del año.	156
2.5.2 Abundancia de la comunidad ictiológica por zonas y por épocas del año.	158
2.5.3 Análisis de índices ecológicos de la comunidad de peces por zonas y por épocas del año.	159
2.5.4 Análisis multivariado.	160
<b>2.6 CONCLUSIONES.</b>	<b>162</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>163</b>
<b>ANEXOS.</b>	<b>176</b>

## ÍNDICE DE CUADROS.

	Pág.
Cuadro 1. Registros de la ictiofauna continental en la subcuenca río Atoyac-Paso de la reina, bajo resguardo de Colección de Peces Continentales del CIIDIR-OAXACA. ....	30
Cuadro 2. Listado taxonómico y clasificación ecológica de la ictiofauna continental de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	31
Cuadro 3. Número de familias, riqueza total (S= número de especies) y relativa y abundancia total (N= número de organismos) y relativa de los siete ordenes de la ictiofauna en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	32
Cuadro 4. Riqueza de especies total y relativa y abundancia total y relativa de cada familia de la ictiofauna en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	33
Cuadro 5. Ocurrencia de las especies de peces registradas en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. += Presencia, *= Especie introducida. ....	35
Cuadro 6. Localización geográfica de <i>Astyanax fasciatus</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca. ....	41
Cuadro 7. Localización geográfica de <i>Ariopsis guatemalensis</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca. ....	43
Cuadro 8. Localización geográfica de <i>Agonostomus monticola</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca. ....	48
Cuadro 9. Localización geográfica de <i>Mugil curema</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca. ....	51
Cuadro 10. Localización geográfica de <i>Atherinella guatemalensis</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca. ....	54
Cuadro 11. Localización geográfica de <i>Profundulus balsanus</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca. ....	57
Cuadro 12. Localización geográfica de <i>Poecilia sphenops</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca. ....	61
Cuadro 13. Localización geográfica de <i>Poeciliopsis fasciata</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca. ....	65
Cuadro 14. Localización geográfica de <i>Poeciliopsis gracilis</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca. ....	68
Cuadro 15. Localización geográfica de <i>Centropomus nigrescens</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca. ....	72
Cuadro 16. Localización geográfica de <i>Centropomus robalito</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca. ....	75
Cuadro 17. Localización geográfica de <i>Caranx caninus</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca. ....	78
Cuadro 18. Localización geográfica de <i>Pomadasys bayanus</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca. ....	81
Cuadro 19. Localización geográfica de <i>Cichlasoma trimaculatum</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca. ....	84
Cuadro 20. Localización geográfica de <i>Oreochromis niloticus</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca. ....	88
Cuadro 21. Localización geográfica de <i>Dactyloscopus amnis</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca. ....	90
Cuadro 22. Localización geográfica de <i>Dormitator latifrons</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el	

Estado de Oaxaca .....	92
Cuadro 23. Localización geográfica de <i>Eleotris picta</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca .....	95
Cuadro 24. Localización geográfica de <i>Gobiomorus maculatus</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca .....	98
Cuadro 25. Localización geográfica de <i>Awaous banana</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca .....	101
Cuadro 26. Localización geográfica de <i>Sicydium multipunctatum</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca .....	104
Cuadro 27. Localización geográfica de <i>Trinectes fonsecensis</i> , por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca .....	107
Cuadro 28. Registros para la zona A1 del número de muestreo, sitios de muestreos, elevación de cada sitio y época de colecta .....	121
Cuadro 29. Registros para la zona A2 del número de muestreo, sitios de muestreos, elevación de cada sitio y época de colecta .....	122
Cuadro 30. Registros para la zona B del número de muestreo, sitios de muestreos, elevación de cada sitio y época de colecta .....	123
Cuadro 31. Registros para la zona C del número de muestreo, sitios de muestreos, elevación de cada sitio y época de colecta .....	123
Cuadro 32. Registros para la época de secas de los dos muestreos, los sitios de muestreo y la elevación de cada sitio .....	124
Cuadro 33. Registros para la época de lluvias de los dos muestreos, los sitios de muestreo y la elevación de cada sitio .....	125
Cuadro 34. Parámetros ambientales, sus claves y el método de medición utilizado en los sitios de colecta de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, Oaxaca .....	125
Cuadro 35. Ocurrencia y abundancia absoluta y total de cada especie y total y promedio por zonas de la ictiofauna continental en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina .....	133
Cuadro 36. Ocurrencia y abundancia total en época de secas y lluvias de la ictiofauna continental en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina .....	135
Cuadro 37. Variación de la densidad promedio (Ind/m <sup>2</sup> ) por zonas de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. S= número total de especies, N= número total de individuos registrados en las hojas de campo, ±= desviación estándar .....	136
Cuadro 38. Distribución entre zonas de la densidad poblacional (Ind/m <sup>2</sup> ) de los peces continentales en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina .....	137
Cuadro 39. Variación de la densidad promedio (Ind/m <sup>2</sup> ) en época de secas y lluvias para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. S= número total de especies, N= número total de individuos registrados en las hojas de campo, ±= desviación estándar .....	138
Cuadro 40. Distribución por época de secas y lluvias de la densidad poblacional (Ind/m <sup>2</sup> ) de los peces continentales en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina .....	138
Cuadro 41. Variación por zonas de la biomasa promedio (g/m <sup>2</sup> ) de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. S= número total de especies, N= número total de individuos resguardados en la colección ictiológica, ±= desviación estándar .....	139
Cuadro 42. Distribución entre zonas de la biomasa poblacional (g/m <sup>2</sup> ) de los peces continentales en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina .....	140
Cuadro 43. Variación en época de secas y lluvias de la biomasa promedio (g/m <sup>2</sup> ), de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. S= número total de especies, N*= número total de individuos con base al resguardado en la colección ictiológica, **= Peso total del número de organismos resguardados en la colección ictiológica, ±= desviación estándar .....	141
Cuadro 44. Distribución por época de secas y lluvias de la biomasa poblacional (Ind/m <sup>2</sup> ) de los peces	

continentales en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	142
Cuadro 45. Número de especies observadas y esperadas de acuerdo con los modelos de Clench y Exponencial para el total de registros y por época de secas y lluvias en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	144
Cuadro 46. Atributos ecológicos entre zonas para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina y prueba “t” de Hutcheson. S= Número de especies, N= numero de organismos, H’= Diversidad, $\lambda$ = Dominancia y E= Equidad. ....	145
Cuadro 47. Atributos ecológicos entre épocas de secas y lluvias para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. S= Número de especies, N= numero de organismos, H’= Diversidad, $\lambda$ = Dominancia y E= Equidad. ....	147
Cuadro 48. Vectores y valores propios del análisis de correspondencia de la composición de peces en los sitios de muestreos de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	148
Cuadro 49. Modas de la presencia (X) y ausencia (0) de las 13 especies de peces más importantes en cada grupo biológico identificado para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	150
Cuadro 50. Proporción de la varianza global, vectores y valores propios de los primeros cinco componente principales, en 30 sitios de muestreos de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. CP= Componente principal. ....	151
Cuadro 51. Coeficiente de determinación de las características originales a cada uno de los primeros cinco componentes principales de las 13 variables ecológicas más importantes. V.A.= Variabilidad acumulada hasta el quinto CP. ....	152
Cuadro 52. Intervalos y valores descriptivos de los grupos ecológicos para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	153
Cuadro 53. Resultado del Análisis de Correspondencia Canónica para la matriz de ocurrencia de 13 especies y las 13 variables medioambientales más importantes en los 30 sitios de muestreos, para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	154
Cuadro 54. Coeficientes canónicos y la correlación de las variables medioambientales con los dos primero ejes del análisis de correspondencia canónica (ACC) para los 30 sitios de muestreos. ....	155

## ÍNDICE DE FIGURAS.

	Pág.
Figura 1. Macro localización y micro localización de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	20
Figura 2. Número total de especies (a) y organismos (b) de cada orden de la ictiofauna en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	33
Figura 3. Número total de especies (a) y de organismos (b) por familia de la ictiofauna continental en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	34
Figura 4. Abundancia total de organismos para cada especie de pez registrada en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	34
Figura 5. <i>Astyanax fasciatus</i> colectado en la localidad de Yerba Santa (MEX384) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009). ....	40
Figura 6. Mapa de distribución de <i>Astyanax fasciatus</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	41
Figura 7. <i>Ariopsis guatemalensis</i> colectado en la localidad El Charco Redondo (MEX390) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009). ....	43
Figura 8. Mapa de distribución de <i>Ariopsis guatemalensis</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	44
Figura 9. <i>Agonostomus monticola</i> colectado por debajo de la presa derivadora “Ricardo Flores Magón” (MEX368) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009). ....	47
Figura 10. Mapa de distribución de <i>Agonostomus monticola</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	49
Figura 11. <i>Mugil curema</i> colectado en la localidad del Charco Redondo del río Verde (MEX370) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009). ....	51
Figura 12. Mapa de distribución de <i>Mugil curema</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	52
Figura 13. <i>Atherinella guatemalensis</i> colectado en la Laguna el Zarzal (MEX392) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009). ....	54
Figura 14. Mapa de distribución de <i>Atherinella guatemalensis</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	55
Figura 15. <i>Profundulus balsanus</i> colectado en la localidad de la Soledad del Carrizo (MEX378) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009). ....	57
Figura 16. Mapa de distribución de <i>Profundulus balsanus</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	58
Figura 17. <i>Poecilia sphenops</i> colectado en la localidad La Huichicata (MEX373) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008). ....	60
Figura 18. Mapa de distribución de <i>Poecilia sphenops</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	62
Figura 19. Hembra (a) y Macho (b) de <i>Poeciliopsis fasciata</i> colectados en la localidad de Yerba Santa (MEX384) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009). ....	64
Figura 20. Mapa de distribución de <i>Poeciliopsis fasciata</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	66
Figura 21. Macho de <i>Poeciliopsis gracilis</i> colectado en la presa Derivadora “Ricardo Flores Magón” (MEX372) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008). ....	68
Figura 22. Mapa de distribución de <i>Poeciliopsis gracilis</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	70
Figura 23. <i>Centropomus nigrescens</i> colectado en el Charco Redondo (MEX390) y tomado por E. Martínez-	

Ramírez (2009). .....	72
Figura 24. Mapa de distribución de <i>Centropomus nigrescens</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	73
Figura 25. <i>Centropomus robalito</i> colectado en el Charco Redondo (MEX370) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008). ....	75
Figura 26. Mapa de distribución de <i>Centropomus robalito</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	76
Figura 27. <i>Caranx caninus</i> colectado en el Charco Redondo (MEX390) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009). ....	78
Figura 28. Mapa de distribución de <i>Caranx caninus</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en el sitio de muestreo. ....	79
Figura 29. <i>Pomadasys bayanus</i> colectado en la localidad del río El Charco Redondo (MEX370) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008). ....	81
Figura 30. Mapa de distribución de <i>Pomadasys bayanus</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en un sitio de muestreo. ....	82
Figura 31. <i>Cichlasoma trimaculatum</i> colectado en el río verde de la localidad la Huichicata (MEX373) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008) .....	84
Figura 32. Mapa de distribución de <i>Cichlasoma trimaculatum</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	85
Figura 33. <i>Oreochromis niloticus</i> colectado en el río Verde de la localidad El Charco Redondo (MEX370) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008). ....	87
Figura 34. Mapa de distribución de <i>Oreochromis niloticus</i> <i>Cichlasoma trimaculatum</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	88
Figura 35. <i>Dactyloscopus amnis</i> colectado en el río verde de la localidad El Charco Redondo (MEX391) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009). ....	90
Figura 36. Mapa de distribución de <i>Dactyloscopus amnis</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en un sitio de muestreo. ....	91
Figura 37. <i>Dormitator latifrons</i> colectado en el río La Tuza (MEX393) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009). ....	92
Figura 38. Mapa de distribución de <i>Dormitator latifrons</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en un sitio de muestreo. ....	93
Figura 39. <i>Eleotris picta</i> colectado en la localidad de la presa derivadora “Ricardo Flores Magón”. (MEX372) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008). ....	95
Figura 40. Mapa de distribución de <i>Eleotris picta</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	96
Figura 41. <i>Gobiomorus maculatus</i> colectado en la localidad del Charco Redondo (MEX370) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008). ....	98
Figura 42. Mapa de distribución de <i>Gobiomorus maculatus</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	99
Figura 43. <i>Awaous banana</i> colectado en la Presa Derivadora “Ricardo Flores Magón” (MEX394) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009). ....	101
Figura 44. Mapa de distribución de <i>Awaous banana</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	102
Figura 45. <i>Sicydium multipunctatum</i> colectado en la localidad de San José de las Flores (MEX366) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008). ....	104
Figura 46. Mapa de distribución de <i>Sicydium multipunctatum</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo. ....	105
Figura 47. <i>Trinectes fonsecensis</i> colectado en la localidad El Charco Redondo (MEX370) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008). ....	107

Figura 48. Mapa de distribución de <i>Trinectes fonsecensis</i> en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en un sitio de muestreo. ....	108
Figura 49. Precipitación mensual promedio (mm) y temperatura ambiental mensual promedio (°C), para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	124
Figura 50. Número promedio de especies (a) y organismos (b) y desviación estándar (líneas verticales) entre zonas de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	134
Figura 51. Número promedio de especies (a) y organismos (b) y desviación estándar (líneas verticales) para la época de secas y lluvias, en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	135
Figura 52. Variación entre zonas de la abundancia en términos de densidad promedio (Ind/m <sup>2</sup> ) y desviación estándar (líneas verticales) en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	136
Figura 53. Variación en época de secas y lluvias de la densidad promedio (Ind/m <sup>2</sup> ) y desviación estándar (líneas verticales) en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	138
Figura 54. Variación entre zonas de la abundancia comunitaria en términos de biomasa promedio (g/m <sup>2</sup> ) y desviación estándar (líneas verticales), en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	140
Figura 55. Variación en épocas de secas y lluvias de la biomasa promedio (g/m <sup>2</sup> ) y desviación estándar (líneas verticales) en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. ....	142
Figura 56. Curva de acumulación de especies general del inventario de peces continentales de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. Cada unidad de muestreo consiste en un transecto de ≈400 m, empleando como técnica de colecta la electropesca. ....	144
Figura 57. Curvas de acumulación de especies para la época de secas (izquierda) y lluvias (derecha) del inventario de peces continentales de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. Cada unidad de muestreo consiste en un transecto de ≈400 m, empleando como técnica de colecta la electropesca. ....	145
Figura 58. Atributos ecológicos determinados entre zonas para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. a) H' = Diversidad, b) λ = Dominancia y c) E = Equidad. ....	146
Figura 59. Atributos ecológicos para la época de secas y lluvias en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. a) H' = Diversidad, b) λ = Dominancia y c) E = Equidad. ....	147
Figura 60. Dispersión de los 30 sitios de muestreos con base a los dos primeros ejes principales del análisis de correspondencia. ....	149
Figura 61. Dendrograma de agrupamiento jerárquico de los sitios de muestreos con base a las 13 especies de peces más importantes: [ ] = número de sitios por grupo. ....	150
Figura 62. Dispersión de los 30 sitios de muestreos con base a los componentes principales 1 y 2. ....	152
Figura 63. Dendrograma de agrupamiento jerárquico, con base a las 13 variables medioambientales más importantes. [ ] = número de sitios por grupo. ....	153
Figura 64. Diagrama de ordenación del análisis de correspondencia canónica (ACC) para la ocurrencia de peces en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, mostrando la relación de los sitios de muestreos (a) y las especies de peces (b) con las variables medioambientales (ver Cuadro 24 y 26 para la interpretación de las abreviaturas). ....	156

# **INTRODUCCIÓN GENERAL**



Las comunidades biológicas de peces varían temporal y espacialmente como resultado de las diferencias en la estructura del hábitat (Gorman & Karr, 1978), el tamaño o elevación del río (Schlosser, 1982), la disponibilidad de recursos (Grenouillet et al., 2002), los patrones biogeográficos (Jackson & Harvey, 1989; Matthews & Robinson, 1998) e incluso han postulado que se deba por la presencia de especies de peces económicamente importantes (Humpl & Pivnička, 2006), entre otros.

En las últimas décadas el objetivo más importante de la ecología ha sido la de encontrar las relaciones entre las variables ambientales y la comunidad ecológica, es decir, explicar los patrones dominantes de variación en la distribución de cualquier biocenosis mediante variables ambientales (abióticas y bióticas). Sin embargo, desde el punto de vista biogeográfico el objetivo principal es identificar los procesos causales de los patrones o modelos de distribución de las especies en una comunidad (las causas). El conocimiento de las variables ecológicas de estas biocenosis tales como la abundancia, biomasa, composición, diversidad de especies son importantes para entender los papeles funcionales de la biota en los ecosistemas (Martínez, 1999; Broose & Lek, 2000), que a la vez nos indican el estatus de las poblaciones de especies comunes, útiles para evaluar la calidad o estrés a escala local (Angermeier & Davideanu, 2004) y además nos sirven para generar bases de conservación de especies y el manejo sustentable de los ecosistemas (Lamouruoux & Souchon, 2002; Erös *et al.*, 2003; Labonne *et al.*, 2003).

Como se señala antes, existe una amplia variedad de factores históricos y ecológicos que se combinan para determinar la diversidad de comunidades de peces en ríos, arroyos y otros cuerpos agua epicontinentales. Algunos de estos factores son amplios o de gran alcance en el tiempo, como características geológicas que aíslan cuencas y llevan a la especiación o extinción; otros son de naturaleza local o transitoria, como la profundidad y los materiales del sustrato de un remanso del río, los cuales afectan el hábitat de un grupo particular de especies. Además se comenta que la importancia de las variables ecológicas depende de la escala de análisis: a una escala pequeña, como los factores bióticos juegan un papel importante en la organización o estructura de la comunidad; sin embargo en estudios a gran escala, los factores biogeográficos y abióticos son los principales determinantes de las comunidades de peces; permitiendo de esta manera se estudien mejor patrones de abundancia, diversidad y distribución de las comunidades de peces (Angermeier & Winston, 1998; Matthews & Robinson, 1998; Lyons & Mercado, 1999; Jackson *et al.*, 2001; Hunter, 2003).

Existen teorías fundamentales en el estudio de la variación espacial y temporal de la diversidad en el ecosistema acuático. Una es la Teoría de Mosaico Hábitat (Habitat Templet Concept) de Southwood (1988) y Townsend & Hildrew (1994) citados por Granado (1996), donde señala que las características ecológicas que presenta un hábitat van a depender de las limitaciones impuestas por las variables físicas con las que interactúan. Por lo tanto las especies deben de adaptarse a tales presiones ambientales, bióticas y abióticas, provocando que los organismos presenten diferentes rasgos biológicos intra- e interespecíficos, como tamaño, coloración, adaptaciones morfológicas, entre otros. Otra es la Teoría de la Dinámica de Parches (Patch Dynamics Concepts), redefinida recientemente por Townsend (1989), que idealiza las distintas situaciones posibles para describir las comunidades acuáticas. Este modelo está compuesto de dos procesos ecológicos que son: la base descriptiva llamada

la Teoría de la Dinámica de Parches, donde el ambiente no es continuo, más bien se comporta como de distinta calidad y densidad de ocupación; y la interacción perturbación-estabilidad, con periodos de organización, seguidos de otros de desorganización del ecosistema.

Actualmente una aproximación más utilizada en entender los mecanismos que son responsables de las diferencias y similitudes entre las comunidades acuáticas y su relación con las variables ambientales, fue propuesta por Schlosser (1982) reconocida como “zonificación longitudinal o perfil longitudinal”, es uno de los patrones de distribución más frecuentemente descrito para la ictiofauna dulceacuícola en un sistema de ríos. Esta distribución longitudinal es el resultado de cambios en la riqueza de especies, abundancia, diversidad y la composición de ensamblajes asociados con cambios medioambientales que abarca desde la cabecera hasta la desembocadura del río (Granado, 2000; Ostrand & Wilde, 2002).

Ostrand & Wilde (2002) sugieren que la estructura del ensamblaje está determinada más por diferencias medias o persistentes en las condiciones ambientales entre sitios, que por variación estacional de las condiciones ambientales. Esto se debe al hecho de que los ríos son ecosistemas con una amplia variación entre temporadas. Durante la época de lluvias, la velocidad y el flujo de la corriente incrementa drásticamente a través de todo el sistema, permitiendo la variación de algunas condiciones físicas tales como la temperatura, pH y la conductividad, entre otras; haciendo más difícil determinar si existen cambios en los patrones de distribución (Suárez & Petrerre, 2007).

Sin embargo estos patrones se ven alterados o destruidos por la influencia humana, con repercusiones negativas sobre la biodiversidad nativa, ya que los hábitats dulceacuícolas (ríos, arroyos y lagos) son particularmente los más amenazados (Myers *et al.*, 2000; Salas *et al.*, 2000) y en particular para la biodiversidad dulceacuícola se han señalado cinco amenazas principales: sobreexplotación, contaminación del agua, modificación del flujo, degradación del hábitat e invasión de especies exóticas (Dudgeon *et al.*, 2006; Lévêque *et al.*, 2008).

Por lo tanto esta investigación planteó responder las siguientes preguntas ¿Qué especies de peces existen en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina?, ¿Puede cuantificarse dicha diversidad ictiofaunística de la zona de estudio?, ¿Cuales es el patrón de distribución de las especies de peces en esta subcuenca? y ¿Qué factores ecológicos (causas) determinan la distribución de los peces en este río?, para lo cual el trabajo se divide en dos capítulos: el primero se centra principalmente en identificar qué ictiofauna continental habita en la zona de estudio (listado ictiológico); el segundo estudio aborda aspectos ecológicos, analizando de manera espacial (por zonas) y temporalmente (épocas del año) parámetros comunitarios como composición, abundancia (en términos de densidad y biomasa), índices ecológicos y junto con esto identificar qué factores medioambientales influyen en los patrones de distribución de la ictiofauna continental de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. Siendo como objetivo general, examinar la composición y diversidad ictica, así como determinar qué factores ambientales son responsables de la variación de la comunidad de peces en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

## A) JUSTIFICACIÓN.

En la actualidad en cualquier parte del mundo existe una crisis ecológica debido a los impactos antropogénicos en los ecosistemas, la cual ha provocado una acelerada tasa de extinción principalmente de plantas y animales (Myers *et al.*, 2000; Martínez-Ramírez *et al.*, 2004). Este problema es particularmente severo en los hábitats dulceacuícolas, ya que son los primeros en recibir los efectos de la influencia humana, provocando que sean los más amenazados (Myers *et al.*, 2000; Salas *et al.*, 2000; Saunders *et al.*, 2002; Tejerina-Garro *et al.*, 2005). Para los sistemas dulceacuícolas (ríos, arroyos y lagos) han identificado cinco problemas principales que amenazan la biodiversidad dulceacuícola: sobreexplotación, contaminación del agua, modificación del flujo, degradación del hábitat e invasión de especies exóticas (Dudgeon *et al.*, 2006; Lévêque *et al.*, 2008). Lo que han provocado que la fauna acuática presenta una velocidad de extinción casi cinco veces más grande que el promedio para la fauna terrestre, siendo de esta manera necesario entender los factores y procesos que determinan la diversidad acuática en diferentes escalas espaciales y temporales (Ibanez *et al.*, 2007).

Cabe mencionar que México posee una ictiofauna dulceacuícola muy diversa que se estima está compuesta por 509 especies en 47 familias, de las cuales más de 200 autóctonas están en alguna categoría de riesgo de extinción y más de 115 especies exóticas contribuyen a dicho riesgo (Miller, 1986; Miller *et al.*, 2005; Contreras-Balderas *et al.*, 2008). De las especies nativas y exóticas, la mayoría tienen un alto valor como alimentos; además varias de estas especies son bioindicadoras de salud, integridad biológica, mal manejo o impacto ecológico (Mercado-Silva *et al.*, 2006).

Por lo anterior, se decidió realizar el estudio ecológico para los peces de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, porque como esta y la mayoría de las subcuencas del Estado de Oaxaca o de la república Mexicana, presentan al menos una de las cinco amenazas principales identificadas para los sistemas lóticos y los estudios elaborados sobre fauna acuática son pocos o no existe tal información. Para el caso de la subcuenca río Atoyac-Paso de la reina, se diagnosticó que presenta al menos tres de las cinco amenazas principales identificados para los sistemas dulceacuícolas: (1) contaminación del agua (debido a las actividades agrícolas y ganadería, así como la presencia de asentamientos humanos a lo largo del río principal “Verde o Atoyac”), (2) modificación del flujo (presencia de la presa derivadora “Ricardo Flores Magón” en el río principal, la cual abastece agua al sistema de riego para la actividad agrícola y ganadera; además existe la posibilidad de la construcción de la presa hidroeléctrica “paso de la reina”) y la presencia de especies exóticas (introducción de Tilapia en los ríos, incluso en las lagunas dulceacuícolas).

Por lo tanto el estudio servirá como base para estudios futuros, así como la generación de propuestas para la conservación y aprovechamiento sustentable de los peces dulceacuícolas, no solo para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, sino de otros sistemas acuáticos epicontinentales de Oaxaca y/o México.

## B) DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El área de estudio pertenece a la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina), se ubica dentro de la cuenca río Atoyac o Verde que tiene un área de 18,542 km<sup>2</sup> (representa el 19.8% de la superficie estatal), esta cuenca se ubica dentro de la Región Hidrológica 20: Costa Chica-río Verde (RH20-A) de la vertiente del Pacífico. La zona de estudio posee un perímetro total aproximado de 290 km y una superficie de 2,336.63 km<sup>2</sup>; la zona se localiza en las coordenadas extremas 16° 31' -15° 56' Latitud norte y 97° 09' -97° 33' Longitud oeste; con un intervalos de altitud que van desde los 0-2,160 m snm (Fig. 1) (CIIDIR-IPN-OAXACA, 2009; Google Earth, 2010; Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2010).

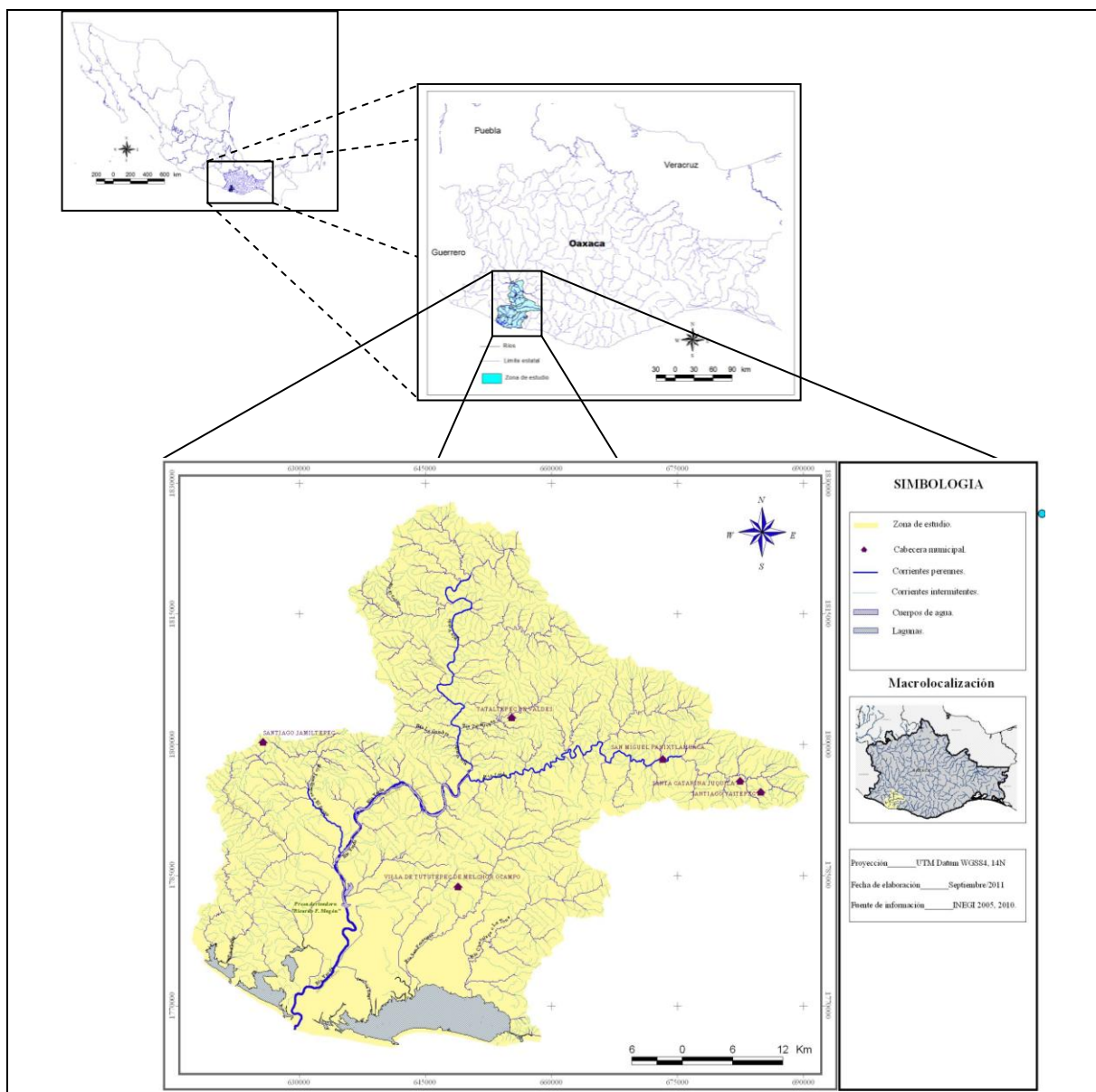


Figura 1. Macro localización y micro localización de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

**Delimitación sociopolítica.** La zona de estudio está formada por 11 municipios distribuidos en tres distritos. Para el distrito de Jamiltepec: San Agustín Chayuco, Santiago Ixtayutla, Santiago Jamiltepec y Santiago Tetepec; en el distrito de Juquila: San Juan Quiahijé, Santa Catarina Juquila, Santiago Yaitepec, Tataltepec de Valdés, San Miguel Panixtlahuaca y Villa de Tututepec de Melchor Ocampo (San Pedro Tututepec); y por último para el distrito de Sola de Vega: Santa Cruz Zenzontepec (Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable de Oaxaca, 2007; Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, 2009).

Los dos municipios más importantes en el 2007 presentaron las siguientes características: Santiago Jamiltepec cuenta con una población de 17,206 personas, de las cuales 8,282 son hombres (48%) y 8,942 mujeres (52%). El sector rural lo conforman 7,903 personas. Las principales actividades son: la agricultura (cultivo de chile, frijol, maíz, jamaica, melón, sandía, café, coco, limón, mango, etc.), la que aporta contaminantes a los cuerpos de agua; y la pesca, principalmente de especies marinas entre las que destacan el robalo, la lisa, las mojarra, etc. y especies dulceacuícolas como la tilapia y la mojarra prieta y langostinos o camarones de agua dulce, sin que existan programas de aprovechamiento sustentable. Y por otro lado el municipio de Santiago Tetepec tiene una población de 4,708 personas, de las cuales 2,281 son hombres (48%) y 2,427 mujeres (52%); este municipio se consideran como una comunidad rural y la actividad principal es la agricultura (cultivo de chile, jamaica, maíz y mango) (Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (2007).

**Clima.** De acuerdo con la información de García y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1998), la zona de estudio, presenta una variedad de climas que van desde templado subhúmedo (temperatura media anual de 18 a 22°C y precipitación media anual de 1,500 a 2,000 mm), a cálido subhúmedo (22-26°C y 1,000-1,500 mm) y cálido húmedo (22-26°C y 800-1,000 mm); en general se reconocen cuatro tipos de clima:

- Aw2: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22° C y temperatura del mes más frío mayor de 18° C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
- Awo: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22° C y temperatura del mes más frío mayor de 18° C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
- Aw1: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22° C y temperatura del mes más frío mayor de 18° C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
- (A)C(w2): Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18° C, temperatura del mes más frío menor de 18° C, temperatura del mes más caliente mayor de 22° C. Precipitación del mes más seco menor a 40 mm; lluvias de verano con índice P/T

mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

**Fisiografía y Geomorfología.** El área de estudio comprende parte de la Montaña y Valles del Occidente, Sierra Madre del Sur y la región occidental de la Planicie Costera del Pacífico. De acuerdo con las características topográficas, geológicas, orográficas e hidrográficas, las características de estas tres subprovincias son las siguientes:

1. □ Montañas y Valles del Occidente de Oaxaca, para toda la provincia que se sobrepone en la zona de estudio, colinda al norte y noroeste con la Sierra Madre de Oaxaca; al oeste con Valles Centrales; y al sur con la Sierra Madre del Sur. Se caracteriza por un relieve intrincado y de diversa fisonomía, tanto por altitud como por el estilo morfoestructural. Sin embargo, la principal característica de esta región radica en que se identifican patrones que consisten en un sistema de sierras con dirección convergente hacia el sur, que forman una cúspide al unirse. El sector meridional de esta provincia pertenece a la cuenca del río Verde, que desemboca al Océano Pacífico. En esta región existen un 25% de pendientes entre 6° y 12°, y un 6.5% de pendientes superiores a los 30°. Se distinguen de manera notable montañas en forma de bloque, dispuestas en plegamientos y monoclinales, que conforman el relieve de sierras con rocas carbonatadas del cretácico principalmente, y del jurásico con rocas de calizas arrecifales, lutitas, areniscas y evaporitas, las que se distribuyen al norte y en la porción central de esta región fisiográfica. Entre las sierras referidas se identifican cuencas intramontañas amplias, con sedimentos continentales del terciario, que consisten en una secuencia estratigráfica no diferenciada de conglomerados, calizas, arcillas, limos y depósitos casi estratificados o pseudoestratificados de tobas volcánicas, mientras que los depósitos del cuaternario quedan reducidos a los principales valles de llanura en las cuencas intramontañas (Martínez, 1999; Ortiz-Pérez *et al.*, 2004; Miller *et al.*, 2005). Esta subprovincia fisiográfica se corresponde con la subprovincia florística de la Mixteca Alta, propuesta por García-Mendoza y Torres-Colín (1999).

(b) Sierra Madre del Sur, esta provincia en general sus montañas limitan al norte con las Montañas y Valles del Occidente, mediante el contacto del río Verde, los Valles Centrales y las Montañas de Oaxaca. Por todo el flanco sur limita con la Planicie Costera del Pacífico. Las características topográficas-hidrográficas que tiene, son, que esta Sierra es una estructura que se extiende paralelamente a la planicie costera y a la línea de la costa; por tanto, se proyecta igualmente en este rumbo, formando un arqueamiento suave. La distribución topográfica del relieve es contrastante, pues en el sector occidental es esencialmente de montañas medias, ya que ninguna cúspide rebasa los 2,000 m, mientras que en el sector central se concentran las montañas altas, mayores a esa altitud, para descender nuevamente en la porción oriental de la sierra. El único cauce que cruza la sierra es el río Verde, puesto que los demás escurrimientos son de carácter autóctono que nacen en la misma vertiente meridional de la sierra. La distribución de los intervalos de pendientes acusa un predominio de los valores de 18° a 30° (28.6%), de 12° a 18° (24%) y de 6° a 12° (22.3%). En cuanto a sus

características geológicas-geomorfológicas, en el extremo occidental se identifica por la presencia de las rocas metamórficas del complejo Acatlán del paleozoico e ígneas intrusivas de granito, mientras que en el área central estas rocas se reemplazan por el complejo metamórfico del precámbrico y por intrusiones ígneas de rocas granitoides del terciario. En el sector oriental afloran predominantemente las rocas volcánicas terciarias y los sedimentos volcanoclásticos de tobas del mesozoico. Las rocas sedimentarias están representadas por calizas y dolomitas; también se encuentran muy extendidas las rocas metamórficas del cretácico, compuestas de gneis y migmatita, además de intrusivas del terciario (Martínez, 1999; Ortiz-Pérez *et al.*, 2004; Miller *et al.*, 2005). Para esta región prevalecen los bosques de *Quercus* y *Pinus*, el mesófilo de montaña, las selvas medianas subperennifolias y en áreas muy restringidas matorrales y selvas bajas caducifolias (García-Mendoza y Torres-Colín, 1999).

© **Planicie Costera del Pacífico**, toda esta provincia limita al norte con la Sierra Madre del Sur, y al sur con el Océano Pacífico. Sus características topográfica-hidrográficas, la planicie se puede subdividir en dos áreas: la occidental, de relieve más suave, en donde se distinguen llanuras, lagunas y lomeríos que finalizan en Puerto Ángel; y por el la oriental, consiste en un relieve premontañoso y de elevaciones medias y bajas que descienden hasta el mar, con una línea de costa mixta, de promontorios rocosos en los que se intercalan playas arenosas. En la distribución superficial de las pendientes predomina el valor de entre 0° y 3°, con un 55.4%. Asimismo sus características geológicas-geomorfológicas, la zona costera está prácticamente cubierta por rocas metamórficas del cretácico e intrusivas de carácter granítico, solo de manera local existen afloramientos de caliza. El cuaternario aluvial está localizado en las desembocaduras de los ríos Verde, Copalita y otros. El relieve es acumulativo en la porción occidental, mientras que en la oriental es de erosión y de denudación areal o laminar, modelando las terrazas estructurales y niveles premontañosos, ya disecionados por la red fluvial (Martínez, 1999; Ortiz-Pérez *et al.*, 2004; Miller *et al.*, 2005). Según García-Mendoza y Torres-Colín (1999) existen tres tipos de comunidades de vegetales; selvas medianas subcaducifolias, selvas bajas caducifolias y manglares en la línea costera.

**Hidrografía.** La zona de estudio está formada por cinco microcuencas, en la cual lo compone el río principal “río Atoyac o Verde” y en todo su recorrido se le unen varios tributarios, hasta desembocar en las aguas del Océano Pacífico; además cuenta con varias lagunas, entre las más conocidas es el complejo lagunar “Chacahua-La Pastoría” (Parque Natural) (CIIDIR-IPN-OAXACA, 2009; sistema interactivo del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2010), a continuación se menciona los ríos, arroyos u otros cuerpos de agua relevantes que constituyen cada una de las microcuencas:

- I.- Río Verde (parte alta): compuesto por la parte media y alta del río principal “Atoyac o Verde”, presenta tributarios como los ríos El Coyul, El Carrizo, La Arena, Piedra que Menea, El Zapote, Olin-tepec y el arroyo de Arriba.
- II.- Río Leche: el río Leche se conecta al río principal, compuestos por tributarios como los ríos Pajaritos, Mapache, Mano, Manteca y El Calabazo.
- III.- Río Verde (Parte baja): compuesto por la zona baja del río principal “Atoyac o Verde”, al cual desemboca los ríos tributarios el Tigre, la Soledad, Jamiltepec o El Santo, La Humedad, Piedra

Parada, Atotonilco, El Pipe, Yerba Santa, El Júcaro, Miniyacua, El Chorro que se une a una pequeña laguna dulceacuícola llamada el Charco Livalo, además de la laguna dulceacuícola el Zarzal.

IV.- Río San Francisco-Chacalapa: formada por los ríos San Francisco y Chacalapa, estos ríos desembocan en las lagunas costeras El Palmarito y La Pastoría respectivamente, otras lagunas costeras importantes son El Espinal, Chacahua, la Palizada y Las Salinas o Salina Grande.

V.- Lagunas: esta microcuenca, en su mayor parte está formada por lagunas costeras el Monroy o Monroyo y Miniyuva y una dulceacuícola llamada El Espejo, las dos primeras son alimentadas por algunos arroyos temporales.

**Flora y Fauna.** De manera general la zona de estudio presenta una flora agrupada en 10 tipos de vegetación: Bosque Tropical Caducifolio, Bosque Tropical Subcaducifolio, Bosque Tropical Perennifolio y Subperennifolio, Bosque de Pino-Encino, Bosque de Quercus, Bosque de Coníferas, Bosque Mesófilo de Montaña, Pastizal y Cultivos de riego y temporal (Flores y Manzanero, 1999); además se incluye la presencia de vegetación de tipo Manglar y palmares (Arriaga-Cabrera *et al.*, 2000). Respecto a la fauna, se encuentran aves como *Aimophila sumichrasti*, *Amazilia viridifrons*, *Amazona finschi*, *Deltarhynchus flammulatus*, *Passerina leclancherii*, *Thryothorus felix*, *T. sinaloa*, *Turdus rufopalliatu*s y *Vireo hypochryseus*; crustáceos de ambientes dulceacuícolas destacando los langostinos (*Epithelphusa mixtepeensis*, *Macrobachium americanum*, *M. occidentale*, *M. olferssi*, *M. tenellum*, *Atya crassa* y *A. margaritacea*); en peces, los más representativos la truchita de tierra caliente (*Agonostomus monticola*), lisa (*Mugil cephalus*), robalos (*Centropomus robalito*), chupapiedras (*Awaous banana* y *Sicydium multipunctatum*), rompe-catres (*Dormitator latifrons*), mojarras (*Cichlasoma trimaculatum*) y charales (*Poecilia sphenops*) (Arriaga-Cabrera *et al.*, 2000; CIIDIR-IPN-OAXACA, 2009).



# **CAPÍTULO I. ESTUDIO TAXONÓMICO**

## 1.1 INTRODUCCIÓN.

En el mundo se conoce aproximadamente 54,647 especies de vertebrados terrestres, entre las cuales se han registrado 27,977 especies válidas de peces (Llorente y Ocegueda, 2008), sin embargo, debido a que se están estudiando áreas pobremente descritas y a la existencia de nuevas y mejores metodologías, se continúan describiendo alrededor de 200 nuevas especies peces por año, por lo que el número de especies válidas para peces esta por arriba de las 32,274 especies (esto aumenta a un total de 58,944 vertebrados terrestres), esto indica la gran riqueza biológica de este tipo de organismos, si lo comparamos con los 26,670 de especies de tetrápodos. La ictiofauna mundial está contenida en 549 familias y 64 órdenes con representantes vivos (Eschmeyer & Fong, 2012). Sin embargo con lo último reportado por Nelson (2006) aproximadamente 11,952 son dulceacuícolas (42.7%), 12,457 utilizan el agua dulce en una parte de su ciclo biológico (44.5%) y 3,568 (12.8%) no pueden existir en agua dulce o sus límites de tolerancia son muy reducidos en habitats dulceacuícolas.

Para México se han documentado 259 familias de las 515 reconocidas para todo el mundo (Nelson, 2006), esto es 50% del total, incluida la nueva familia Lacantunidae descrita en el año de 2005 para la Selva Lacandona, Chiapas. Con un total de 2,692 especies descritas (Llorente y Ocegueda, 2008), representado el 9.6% del total mundial. Miller *et al.* (2005) estima que hay 509 especies de peces continentales, agrupadas en 158 géneros y 47 familias.

Los trabajos hechos sobre la fauna ictiológica continental de México que incluyen especies de las cuencas hidrológicas de Oaxaca, tratan sobre la descripción de especies nuevas, claves y listas taxonómicas. Debido a la extensa y compleja red hidrológica como a la escarpada topográfica de este Estado, se tenían pocos estudios sobre su ictiofauna dulceacuícola, por lo que el conocimiento estaba disperso e incompleto (Martínez-Ramírez *et al.*, 2004).

Entre las investigaciones que aportan información de una parte de la ictiofauna de agua dulce de Oaxaca están: Meek (1904), sobre la ictiofauna de agua dulce del norte de México y el Istmo de Tehuantepec; Álvarez (1970), el primero en abarcar todos los peces dulceacuícolas mexicanos y proporcionar claves taxonómicas completas; Miller (1986), quien ordena taxonómicamente las especies ícticas de agua dulce del país y relaciona cada una con el tipo de hábitat acuático y la cuenca hidrológica que habita y Espinosa *et al.* (1993) describen las especies nativas y exóticas de las cuencas hidrológicas del país y proporcionan la información general y específica de la ictiofauna mexicana.

El estudio de Barón *et al.* (1991), constituye el primer intento por conocer la ictiofauna dulceacuícola de Oaxaca y su distribución, los cuales encontraron 115 especies continentales, 61 géneros y 36 familias; aunque sólo recolectaron 30 especies (26.1%), 20 géneros y 14 familias y la información de las 85 especies restantes se obtuvo mediante la consulta de principales colecciones de peces de México. Rodiles *et al.* (1995) estudiaron las actividades pesqueras en la subcuenca del río Usila de la cuenca del río Papaloapan en Oaxaca; reportaron 24 especies, 17 géneros y 10 familias. A su vez se

registraron especies cuya distribución natural no incluye la mencionada cuenca hidrológica, por ejemplo *Ictalurus mexicanus*, que es endémico del río Pánuco (Espinosa *et al.*, 1993), aunque existen dudas en cuanto a su determinación taxonómica.

Las investigaciones más recientes son las de Martínez (1999), realizó estudios taxonómicos moleculares, de comunidades, biogeográficos y sobre conservación y manejo de la ictiofauna; Doadrio *et al.* (1999) y Schönhuth *et al.* (2001), realizaron investigaciones sobre sistemática molecular del género *Profundulus* y *Notropis* (reconocido también como *Hybopsis*), respectivamente.

Con todo lo anterior los listados más actualizados sobre la ictiofauna de las cuencas hidrológicas continental del Estado de Oaxaca, son los estudios de Martínez-Ramírez *et al.* (2004) y Martínez y Gómez (2006), donde señalan los ríos de Oaxaca habitan 129 especies y 67 géneros, agrupadas en 34 familias y 16 órdenes. De estas especies 117 son nativas y 14 son introducidas. De las introducidas tres son trasplantadas que incluyen dos especies nativas de Oaxaca y 11 exóticas. Se encontraron cinco nuevas especies, tres de las cuales aún no han sido descritas taxonómicamente que son dos *Profundulus sp* y una *Notropis sp*; las otras dos especies son *Xiphophorus mixei* y *Xiphophorus monticolus* (Kallman *et al.*, 2004).

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados para conocer la fauna ictiológica en el Estado oaxaqueño, poco se ha hecho en la zona de estudio, los estudios más recientes son de Martínez (2009) en el parque nacional “Lagunas de Chacahua”, mediante de la consulta de colecciones ictiológicas (CIIDIR-OAX, IBUNAM y la UMAR), el cual obtuvo que la zona está compuesta por 66 especies, incluidas en 48 géneros y 29 familias; y el informe denominado “Caracterización de la fauna de peces (necton) y langostinos (bentos) en el Sistema Ambiental Regional del Proyecto de Aprovechamiento Hidráulico de Usos Múltiples Paso de la Reina, Oaxaca” (CIIDIR-IPN-OAXACA, 2009), en la cual mediante la consulta de la colección ictiológica del CIIDIR-OAX y trabajo de campo, determinaron en la presencia de 33 peces (22 identificadas mediante trabajo de campo y 11 por medio de registros o distribución potencial), pertenecientes a 28 géneros y 20 familias y la ocurrencia de 35 morfoespecies de crustáceos, distribuidas en cuatro géneros y tres familias.

Por todo lo anterior y como lo han señalado, en todo estudio biológico el primer paso que se debe realizar es el inventario, esta etapa es fundamental porque de ello derivará toda información requerida para realizar diagnósticos biológicos, ambientales, incluso generar planes de conservación y aprovechamiento de las especies (Péfaur, 1995; Martínez, 1999; Martínez-Ramírez *et al.*, 2004). Es por esto que el trabajo este estudio inicia con la realización del inventario ictiológico registrados en los diferentes cuerpos acuícolas dulceacuícolas de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

## **1.2 OBJETIVOS.**

1.2.1 Conocer la composición taxonómica de peces continentales de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

1.2.2 Identificar la composición ecológica de la ictiofauna dulceacuícola de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

1.2.3 Describir mediante fichas técnicas las especies identificadas en la zona de estudio.

## **1.3 MATERIALES Y MÉTODOS.**

1.3.1 Consulta de la Colección de Peces Continentales del CIIDIR OAXACA IPN.

Para este estudio se consultó la Colección de Peces Continentales del CIIDIR OAXACA IPN, con clave de la SEMARNAT N° OAX-PEC-122-0302. Para obtener y analizar la información de las hojas de campo de los registros correspondientes a las colectadas en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, durante el período de diciembre del 2008 a octubre del 2009.

Posteriormente se obtuvieron los datos morfométricos de los registros curatoriales georreferenciados de las especies, pertenecientes a los ejemplares de las especies depositadas en dicha colección (ver anexo 2 y 4 de los registros utilizados).

1.3.2 Ictiofauna de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

1.3.2.1 Listado de especies.

Para el listado taxonómico, se determinó la familia, género y especie de los ejemplares, utilizando bibliografía especializada de identificación de peces, como las claves taxonómicas de Álvarez (1970), Fischer *et al.* (1995), Schmitter-Soto (1998), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005).

1.3.2.2 Clasificación ecológica.

Se elaboró la clasificación ecológica de la ictiofauna (solo para especies nativas) de la zona de estudio, para la cual se utilizaron las categorías propuestas por Myers (Miller, 1986) y Castro-Aguirre *et al.* (1999), el primero incluye a las especies de ambientes dulceacuícolas y los segundos consideran a las especies estuarino-lagunares y vicarias de México. Utilizar ambas clasificaciones, permiten dar una

mayor visión de la fauna, ya que se complementa (Martínez, 1999). Por lo tanto las categorías de la clasificación ecológica para peces son las siguientes:

Clases de especies de Myers (Miller, 1986):

- Especies primarias (1ª).- Las propiamente dulceacuícolas, es decir, que evolucionaron en un medio acuático continental y por tanto no toleran el agua salada.
- Especies secundarias (2ª).- Las que pueden tolerar aguas salobres; son de origen marino que invadieron el medio dulceacuícola y que ha persistido hasta nuestros días.
- Especies terciarias–vicarias (3ª).- Peces marinos que están adaptados a los cambios de salinidades y ocasionalmente se les consiguen en agua dulce.

Clases de especies de la ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México según Castro-Aguirre *et al.* (1999):

- Habitante temporal del conjunto estuarino-lagunar = 1A.
- Habitante permanente del conjunto estuarino-lagunar = 1B.
  
- Especie eurihalina del componente marino = 2A.
- Especie estenohalina del componente marino = 2B.
  
- Especie catádroma = 3A.
- Especie anádroma = 3B.

En los casos donde los dos autores consideran a una misma especie, se aceptó la categoría de Castro-Aguirre *et al.* (1999), porque: las especies periféricas incluyen a los peces vicarios o terciarios, entre otras clases que se han propuesto (peces diádromos; peces esporádicos en agua dulce, provenientes del medio marino; y los peces complementarios de agua dulce), pero este término es ambiguo y no aclara la posición ecológica de las especies, por lo que se les dominó como peces marinos que penetran a las aguas continentales (Martínez, 1999).

#### 1.3.2.3 Clasificación taxonómica.

Una vez definidas todas las especies, se ordenaron los diferentes taxa de acuerdo con la clasificación taxonómica de Nelson (2006), quien jerarquiza los diferentes niveles taxonómicos desde phylum hasta la categoría de tribu. El orden de los géneros y las especies es alfabético; en el caso de los taxa género y especie, se consultaron los catálogos ictiológicos de Eschmeyer & Fricke (2011) y Froese & Pauly (2011), para verificar los nombres científicos válidos para cada una de ellos.

#### 1.3.2.4 Descripción de las especies.

Se elaboraron fichas descriptivas de las especies de peces (incluyendo la especie exótica), para lo cual

se siguió la estructura siguiente (modificado de Martínez, 1999):

- ❖ **Nombre científico y descripción original.** De acuerdo con la bibliografía.
- ❖ **Fotografía de la especie.** Se obtuvieron de la información que está bajo resguardo de la colección de peces, dichas fotografías fueron tomadas durante las colectas de campo por el Dr. Emilio Martínez Ramírez responsable de dicha colección.
- ❖ **Sinonimias.** Con base a Froese & Pauly (2011).
- ❖ **Nombre común.** Con base en la bibliografía.
- ❖ **Otros nombres locales.** Los registrados en las hojas de campo o en la bibliografía.
- ❖ **Referencia de identificación.** Bibliografía utilizada en la determinación taxonómica, la fuente de información (colección ictiológica) y estudios de sistemática molecular.
- ❖ **Distribución geográfica.** De acuerdo con la bibliografía.
- ❖ **Localización en Oaxaca.** Se detalló de acuerdo con la región hidrológica, cuenca y subcuenca en las que se divide el Estado de acuerdo a la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1995) (ver Anexo 1, para detalles de la regionalización hidrológica para Oaxaca).
- ❖ **Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo a los registros de la colección y sitios de muestreo, se elaboró el mapa de distribución de cada especie.
- ❖ **Observaciones.** De acuerdo con la bibliografía.
- ❖ **Colección de referencia.** Principalmente para los ejemplares de las especies depositadas en dicha colección, las cuales fueron colectadas en la zona de estudio. En cada una de las especies se obtuvo el número de peces medidos y para cada organismo los parámetros biológicos de la longitud patrón o estándar (LP), la longitud total (LT) y el peso húmedo (P), además para estos parámetros se calculó el intervalo (valor mínimo y máximo) y la media, respectivamente.

## 1.4 RESULTADOS.

### 1.4.1 Registros en la Colección de Peces Continentales del CIIDIR OAXACA IPN.

De acuerdo a la información de las hojas de campo y a las muestras depositadas en la colección, colectadas en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina durante el período de diciembre del 2008 a octubre del 2009, se obtuvieron y analizaron los siguientes registros curatoriales (Cuadro 1); la sinopsis de los registros se pueden observar en los anexos 2 y 3.

**Cuadro 1.** Registros de la ictiofauna continental en la subcuenca río Atoyac-Paso de la reina, bajo resguardo de Colección de Peces Continentales del CIIDIR-OAXACA.

Nº DE REGISTROS	OBSERVACIONES	MUESTRAS REGISTRADAS EN LAS HOJAS DE CAMPO	MUESTRAS DEPOSITADAS EN LA COLECCIÓN.
33 (ambientes)	Cada registro es un sitio de	158 muestras	155 muestras

dulceacuólas)	muestreo de campo (MEX), con una o varias especies. Sus siglas son CIDOAX.	5,763 ejemplares	1,815 ejemplares
---------------	---	------------------	------------------

Cabe mencionar, que se obtuvieron los datos morfométricos solo de las 155 muestras de las especies depositadas en la colección.

#### 1.4.2 Ictiofauna de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

##### 1.4.2.1 Listado taxonómico y clasificación ecológica de la ictiofauna.

De acuerdo con los registros de la Colección de Peces Continentales del CIIDIR-OAXACA, para la zona de estudio se identificó un total de 22 especies de peces, que pertenecen a 20 géneros, 15 familias y siete órdenes. De estas especies, 21 son nativas y una es introducida. Cabe mencionar que de las especies nativas, en este estudio se propone que hay cuatro nuevos registros tanto para el Estado de Oaxaca como para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Listado taxonómico y clasificación ecológica de la ictiofauna continental de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

Orden	Familia	Género	Especie	Clasificación ecológica	
				Miller (1986)	Castro-Aguirre <i>et al.</i> (1999)
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax</i>	<i>Astyanax fasciatus</i>	1 <sup>a</sup>	
Siluriformes	Ariidae	<i>Ariopsis</i>	<i>Ariopsis guatemalensis</i>		2A
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Agonostomus</i>	<i>Agonostomus monticola</i>	3 <sup>a</sup>	3A
		<i>Mugil</i>	<i>Mugil curema</i>		2A
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Atherinella</i>	<i>Atherinella guatemalensis</i>		1B
Cyprinodontiformes	Profundulidae	<i>Profundulus</i>	<i>Profundulus balsanus</i>	2 <sup>a</sup>	
		<i>Poecilia</i>	<i>Poecilia sphenops</i>	2 <sup>a</sup>	
			<i>Poeciliopsis fasciata</i>	2 <sup>a</sup>	
			<i>Poeciliopsis gracilis</i>	2 <sup>a</sup>	
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus</i>	<i>Centropomus nigrescens</i>		2A
			<i>Centropomus robalito</i> <sup>R</sup>		2A
	Carangidae	<i>Caranx</i>	<i>Caranx caninus</i> <sup>R</sup>		2A
	Haemulidae	<i>Pomadasys</i>	<i>Pomadasys bayanus</i>		2A
	Cichlidae	<i>Cichlasoma</i>	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	2 <sup>a</sup>	
			<i>Oreochromis niloticus</i> <sup>*</sup>		
	Dactyloscopidae	<i>Dactyloscopus</i>	<i>Dactyloscopus amnis</i> <sup>R</sup>		1B
	Eleotridae	<i>Dormitator</i>	<i>Dormitator latifrons</i>		1B
			<i>Eleotris picta</i>		1B
			<i>Gobiomorus maculatus</i>	3 <sup>a</sup>	1B
Gobiidae	<i>Awaous</i>	<i>Awaous banana</i>		1B	
		<i>Sicydium multipunctatum</i>	3 <sup>a</sup>	1B	
Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Trinectes</i>	<i>Trinectes fonsecensis</i> <sup>R</sup>		2A

\* = Especies exótica; <sup>R</sup> = Nuevos registros.

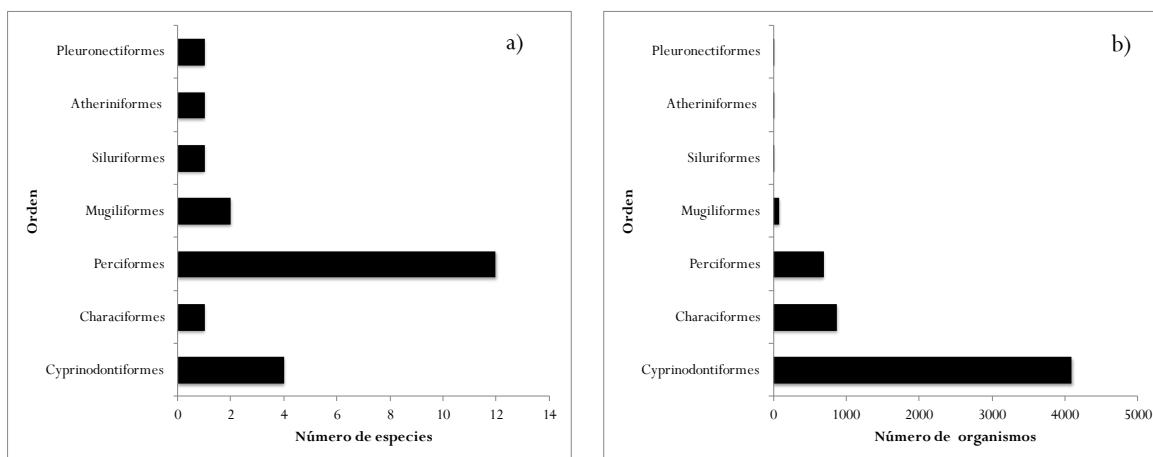
Conforme a la clasificación ecológica de las 21 especies nativas, en la categorización que establece Myers (Miller, 1986) se identificó que seis especies son propiamente de ambientes dulceacuícolas (23.8% del total de nativas para la zona de estudio) dividida en: una especie primaria (*Astyanax fasciatus*) y cinco secundarias (*Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis fasciata*, *Poeciliopsis gracilis*, *Profundulus balsanus* y *Cichlasoma trimaculatum*); con respecto a la clasificación de Castro-Aguirre *et al.* (1999) se determinó que 15 peces son marinos que penetran a las aguas continentales (71.4% del total de nativas para la zona de estudio), las cuales pertenecen a ambientes costeros y a las siguientes clases: siete peces son habitantes permanentes del conjunto estuarino-lagunar (*Atherinella guatemalensis*, *Dactyloscopus amnis*, *Dormitator latifrons*, *Eleotris picta*, *Gobiomorus maculatus*, *Awaous banana* y *Sicydium multipunctatum*), siete especies eurihalinas del componente marino (*Mugil curema*, *Caranx caninus*, *Centropomus nigrescens*, *Centropomus robalito*, *Pomadasy bayanus*, *Trinectes fonsecensis* y *Ariopsis guatemalensis*) y una especie catádruma (*Agonostomus monticola*) (Cuadro 2).

Con base al listado ictiofaunístico obtenido para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, se observó que de los siete ordenes, los mejor representados en cuanto a número de especies son los Perciformes (54.5% del total de especies) y Cyprinodontiformes (18.2%), con 12 y cuatro especies, respectivamente; y en cuanto a la abundancia total de organismos, la mayor parte lo representa el orden Cyprinodontiformes (71.11%), le siguen los Characiformes (15.3%) y Perciformes (12.07%) (Cuadro 3, Fig. 2).

**Cuadro 3.** Número de familias, riqueza total (S= número de especies) y relativa y abundancia total (N= número de organismos) y relativa de los siete ordenes de la ictiofauna en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

Orden	Número de familias	Riqueza de especies (S)	Riqueza relativa (%)	Abundancia (N)	Abundancia relativa (%)
Perciformes	7	12	55	694	12.04
Cyprinodontiformes	2	4	18	4098	71.11
Mugiliformes	1	2	9	87	1.51
Atheriniformes	1	1	5	1	0.02
Characiformes	1	1	5	879	15.25
Pleuronectiformes	1	1	5	1	0.02
Siluriformes	1	1	5	3	0.05
<b>7</b>	<b>14</b>	<b>22</b>		<b>5763</b>	



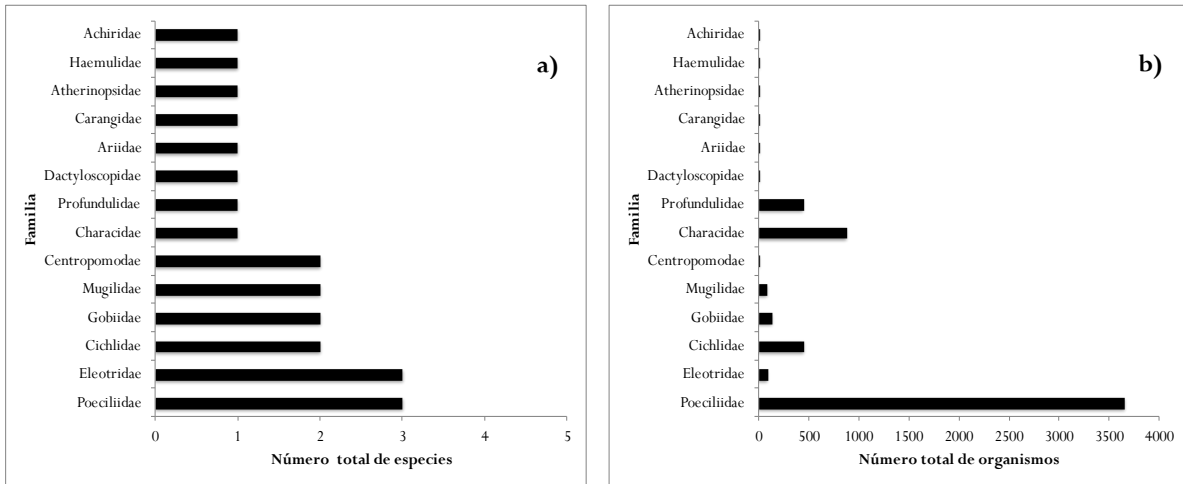


**Figura 2.** Número total de especies (a) y organismos (b) de cada orden de la ictiofauna en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

En cuanto a las familias mejor representadas con respecto al número total de especies, son Poeciliidae y Eleotridae, con tres especies cada una, representando el 13.63% respectivamente; en cuanto a la abundancia total de organismos por familia, la mejor representada fue la familia Poeciliidae (63.37%), le siguen la familia Characidae (15.25%), Cichlidae (7.86%) y Profundulidae (7,74%) (Cuadro 4, Fig. 3).

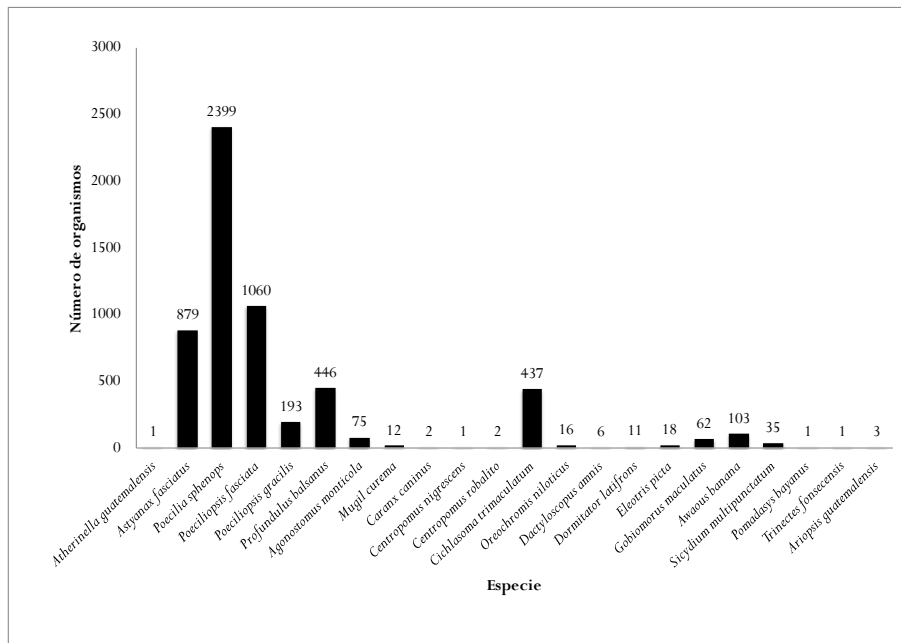
**Cuadro 4.** Riqueza de especies total y relativa y abundancia total y relativa de cada familia de la ictiofauna en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

Familia	Número total de especies (S)	Riqueza relativa (%)	Abundancia total (N)	Abundancia relativa (%)
Poeciliidae	3	13.64	3652	63.37
Eleotridae	3	13.64	91	1.58
Mugilidae	2	9.09	87	1.51
Centropomidae	2	9.09	3	0.05
Cichlidae	2	9.09	453	7.86
Gobiidae	2	9.09	138	2.39
Atherinopsidae	1	4.55	1	0.02
Characidae	1	4.55	879	15.25
Profundulidae	1	4.55	446	7.74
Carangidae	1	4.55	2	0.03
Dactyloscopidae	1	4.55	6	0.10
Haemulidae	1	4.55	1	0.02
Achiridae	1	4.55	1	0.02
Ariidae	1	4.55	3	0.05
<b>Total</b>	<b>22</b>		<b>5763</b>	



**Figura 3.** Número total de especies (a) y de organismos (b) por familia de la ictiofauna continental en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

A nivel de especie en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, se observó que las especies más ocurrentes para la mayoría de los registros son: *Astyanax fasciatus* y *Poecilia sphenops* (60.6% respectivamente), *Poeciliopsis fasciata* (57.5%), *Cichlasoma trimaculatum* (54.5%), *Poeciliopsis gracilis* (45.5%) y *Profundulus balsanus* (39.3%) (Cuadro 11). Tales especies más ocurrentes son especies muy abundantes, siendo la especie *Poecilia sphenops* (41.6%) con el mayor número de individuos, le siguen en orden de importancia, *Poeciliopsis fasciata* (18.4%), *Astyanax fasciatus* (15.3%), *Profundulus balsanus* (7.7%) y *Cichlasoma trimaculatum* (7.6%) (Fig. 4).



**Figura 4.** Abundancia total de organismos para cada especie de pez registrada en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.



#### 1.4.2.2 Clasificación Taxonómica.

De acuerdo con la clasificación taxonómica de Nelson (2006) y la revisión de las especies válidas según Eschmeyer & Fricke (2001) y Froese & Pauly (2011), se tienen los siguientes grupos taxonómicos: un phylum, un subphylum, una superclase, un grado, una clase, una subclase, una división, dos subdivisiones, “cuatro” superordenes, cuatro series, siete ordenes, ocho subordenes, seis superfamilias, 15 familias, siete subfamilias, tres tribus, 20 géneros y 22 especies.

Las 22 especies de peces pertenecen a la clase Actinopterygii formada solo por la división Teleostei; la división presenta dos subdivisiones, la primera es Ostarioclupeomorpha la cual está representada por dos especies (9.09%), de esta subdivisión el superorden Ostariophysi agrupa a las mismas dos especies (9.09%); la segunda subdivisión es Euteleostei contiene las 20 especies restantes (90.9%), esta subdivisión presentó los superordenes Acanthopterygii, Atherinea y Cyprinodontea las cuales agruparon dos especies (9.09%), una especie (4.54%) y cuatro especies (18.18%) respectivamente. Las 13 especies restantes: *Centropomus nigrescensis*, *Centropomus robalito*, *Caranx caninus*, *Pomadasys bayanus*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Oreochromis niloticus*, *Dactyloscopus amnis*, *Dormitator latifrons*, *Eleotris picta*, *Gobiomurus maculatus*, *Awaous banana*, *Sycidium multipunctatum* y *Trinectes fonsecensis*, no se encuentran clasificadas dentro de un superorden.

A continuación se detalla la clasificación taxonómica de la ictiofauna identificada en la zona de estudio:

Phylum 1.	Chordata.
Subphylum 1.	Craniata.
Superclase 1.	Gnathostomata.
Grado 1.	Teleostomi.
Clase 1.	Actinopterygii.
Subclase 1.	Neopterygii.
División 1.	Teleostei.
Subdivisión 1.	Ostarioclupeomorpha.
Superorden 1.	Ostariophysi.
Serie 1.	Otophysi.
Orden 1.	Characiformes.
Suborden 1.	Characoidei.
Superfamilia 1.	Characiodea.
Familia 1.	Characidae.
Género 1.	<i>Astyanax</i> Baird & Girard, 1854.
<b>Especie 1.</b>	<b><i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819).</b>
Orden 2.	Siluriformes.
Superfamilia 2.	Bagroideae.
Familia 2.	Ariidae.
Género 2.	<i>Ariopsis</i> Gill 1861.

<b>Especie 2.</b>	<b><i>Ariopsis guatemalensis</i> (Günther, 1864).</b>
Subdivisión 2.	Euteleostei.
Superorden 2.	Acanthopterygii.
Serie 2.	Mugilomorpha.
Orden 3.	Mugiliformes.
Familia 3.	Mugilidae.
Género 3.	<i>Agonostomus</i> Bennett, 1832.
<b>Especie 3.</b>	<b><i>Agonostomus monticola</i> (Bancroft, 1834).</b>
Género 4.	<i>Mugil</i> Linnaeus, 1758.
<b>Especie 4.</b>	<b><i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836.</b>
Serie 3.	Atherinomorpha.
Superorden 3.	Atherinea.
Orden 4.	Atheriniformes.
Suborden 2.	Atherinopsoidi.
Familia 4.	Atherinopsidae.
Subfamilia 1.	Menidiinae.
Tribu 1.	Membradini.
Género 5.	<i>Atherinella</i> Steindachner, 1875.
<b>Especie 5.</b>	<b><i>Atherinella guatemalensis</i> (Günther, 1864).</b>
Superorden 4.	Cyprinodontea.
Orden 5.	Cyprinodontiformes.
Suborden 3.	Cyprinodontoidei.
Superfamilia 3.	Funduloidea.
Familia 5.	Profundulidae.
Género 6.	<i>Profundulus</i> Hubbs, 1924.
<b>Especie 6.</b>	<b><i>Profundulus balsanus</i> Ahl, 1935.</b>
Superfamilia 4.	Poecilioidea.
Familia 6.	Poeciliidae.
Subfamilia 2.	Poeciliinae.
Tribu 2.	Heterandrini.
Género 7.	<i>Poeciliopsis</i> Regan, 1913.
<b>Especie 7.</b>	<b><i>Poeciliopsis fasciata</i> (Meek, 1904).</b>
<b>Especie 8.</b>	<b><i>Poeciliopsis gracilis</i> (Heckel, 1848).</b>
Tribu 3.	Poeciliini.
Género 8.	<i>Poecilia</i> Boch & Schneider, 1801.
<b>Especie 9.</b>	<b><i>Poecilia sphenops</i> Valenciennes, 1846.</b>
Serie 4.	Percomorpha.
Orden 6.	Perciformes.
Suborden 4.	Percoidei.
Superfamilia 5.	Percoidea.
Familia 7.	Centropomidae

Subfamilia 3.	Centropominae.
Género 9.	<i>Centropomus</i> Lacepède 1802.
<b>Especie 10.</b>	<b><i>Centropomus nigrescens</i> Günther, 1864.</b>
<b>Especie 11.</b>	<b><i>Centropomus robalito</i> Jordan &amp; Gilbert, 1882.</b>
Familia 8.	Carangidae.
Subfamilia 4.	Caranginae.
Género 10.	<i>Caranx</i> Lacepède, 1801.
<b>Especie 12.</b>	<b><i>Caranx caninus</i> Günther, 1867.</b>
Familia 9.	Haemulidae.
Subfamilia 5.	Haemulinae.
Género 11.	<i>Pomadasys</i> Lacepède, 1802.
<b>Especie 13.</b>	<b><i>Pomadasys bryanus</i> Jordan &amp; Evermann, 1898.</b>
Suborden 5.	Labroidei.
Familia 10.	Cichlidae.
Género 12.	<i>Cichlasoma</i> Swainson, 1839.
<b>Especie 14.</b>	<b><i>Cichlasoma trimaculatum</i> (Günther, 1867).</b>
Género 13.	<i>Oreochromis</i> Günther, 1889.
<b>Especie 15.</b>	<b><i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758).</b>
Suborden 6.	Blennioidei.
Familia 11.	Dactyloscopidae.
Género 14.	<i>Dactyloscopus</i> Gill, 1859.
<b>Especie 16.</b>	<b><i>Dactyloscopus amnis</i> Miller &amp; Briggs, 1962.</b>
Suborden 7.	Gobioidei.
Familia 12.	Eleotridae.
Subfamilia 6.	Eleotrinae.
Género 15.	<i>Dormitator</i> Gill, 1861.
<b>Especie 17.</b>	<b><i>Dormitator latifrons</i> (Richardson, 1844).</b>
Género 16.	<i>Eleotris</i> Boch & Schneider, 1801.
<b>Especie 18.</b>	<b><i>Eleotris picta</i> Kner, 1863.</b>
Género 17.	<i>Gobiomorus</i> Lacepède, 1800.
<b>Especie 19.</b>	<b><i>Gobiomorus maculatus</i> (Günther, 1859).</b>
Familia 13.	Gobiidae.
Subfamilia 7.	Sicydiinae.
Género 18.	<i>Awaous</i> Cuvier y Valenciennes, 1837.
<b>Especie 20.</b>	<b><i>Awaous banana</i> (Valenciennes, 1837).</b>
Género 19.	<i>Sicydium</i> Valenciennes, 1837.
<b>Especie 21.</b>	<b><i>Sicydium multipunctatum</i> Regan, 1906.</b>
Orden 7.	Pleuronectiformes.
Suborden 8.	Pleuronectoidei.
Superfamilia 6.	Soleoidea.
Familia 14.	Achiridae.

Género 20.

Trinectes Rafinesque, 1832

**Especie 22.**

***Trinectes fonsecensis* (Günther, 1862).**

#### 1.4.2.3 Fichas descriptivas para la ictiofauna de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

Se elaboraron 22 fichas descriptivas correspondientes a 21 especies nativas y una exótica, distribuidas e identificadas en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. Se enlistó de acuerdo con la orden taxonómico de Nelson (2006) y las especies están en orden alfabético dentro de cada familia.

## Ficha descriptiva 1. *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819).



**Figura 5.** *Astyanax fasciatus* colectado en la localidad de Yerba Santa (MEX384) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009).

**Orden** CHARACIFORMES.

**Familia** CHARACIDAE.

**Género** *Astyanax* Baird & Girard, 1854.

**Nombre científico.** *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819).

**Descripción original.** *Chalceus fasciatus* Cuvier, 1819: 352, Pl. 26 (fig. 2) [Mem. Mus. Natl. Hist. Nat. v. 5]. (Localidad típica: río de Brasil).

**Sinonimias.** Froese & Pauly (2011) establece las siguientes sinonimias para esta especie: *Astyanax fasciatus fasciatus* (Cuvier, 1819); *Tetragonopterus rutilus* Jenyns, 1842; *Tetragonopterus viejita* Valenciennes, 1850; *Salmo lambari* Natterer, 1859; *Tetragonopterus humilis* Günther, 1864; *Tetragonopterus microphthalmus* Günther, 1864; *Tetragonopterus panamensis* Günther, 1864; *Tetragonopterus belizianus* Bocourt, 1868; *Tetragonopterus cobanensis* Bocourt, 1868; *Tetragonopterus finitimus* Bocourt, 1868; *Tetragonopterus oaxacanensis* Bocourt, 1868; *Astyanax carolinae* Gill, 1870; *Tetragonopterus cuvieri* Lütken, 1875; *Tetragonopterus oerstedii* Lütken, 1875; *Tetragonopterus rutilus jequitinhonhae* Steindachner, 1877; *Astyanax albeolus* Eigenmann, 1908; *Tetragonopterus macrophthalmus* Regan, 1908; *Astyanax regani* Meek, 1909; *Astyanax grandis* Meek & Hildebrand, 1912; *Astyanax aeneus costaricensis* Meek, 1914; *Astyanax heterurus* Eigenmann & Wilson, 1914; *Astyanax fasciatus ortegasae* Fowler, 1943; *Astyanax hanstroemi* Dahl, 1943.

**Nombre común.** En la República Mexicana son llamadas pepescas, sardinitas, blanquilla y charal (Torres-Orozco, 1991; Espinosa *et al.*, 1993; Rodiles *et al.*, 1995; Martínez 1999); en otros países principalmente de América se les conoce como tetra mexicana, plateada, viejita, colirroja, tolomba, jugueta y piaba (Froese & Pauly, 2011).

**Otros nombres locales.** No registrado.

**Referencia de identificación.** Álvarez (1970) y Martínez (1999).

**Distribución geográfica.** Se encuentra en la mayoría de cuencas dulceacuícolas desde México hasta Argentina (Eschmeyer & Fricke, 2011; Froese & Pauly, 2011).

**Localización en Oaxaca.** Ha sido reportada en la cuenca del río Balsas, Atoyac-Verde y Tehuantepec (Álvarez y Cortés, 1962; Miller, 1986), las cuales se encuentran en la región Mixteca, Valles Centrales, Sierra Sur, Costa e Istmo de Oaxaca. Martínez (1999), señala que las poblaciones del sistema río Balsas pertenecen a *A. aeneus*, de acuerdo a un estudio de sistemática molecular que realizó con las especies *A. aeneus* y *A. fasciatus* de las cuencas de las dos vertientes del Estado, cuya

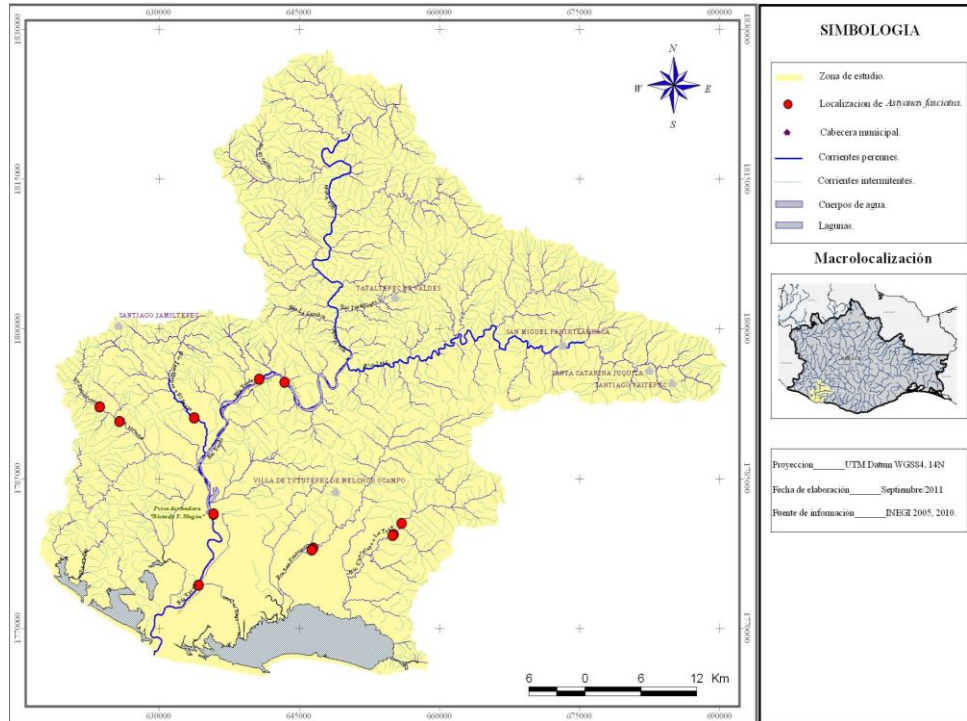


distribución de *A. aeneus* es en ambas vertientes, en el Golfo de México en las tres cuencas (Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-Tuxtla Gutiérrez) y en el Pacífico en la Región hidrológica Balsas (RH18) y para *A. fasciatus* cómo se explica en el Cuadro 6.

**Cuadro 6.** Localización geográfica de *Astyanax fasciatus*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Ometepec o Quetzala	Río Cortijos o Río Nuevo y Río San Miguel o Verde o Bejuco
	Río La Arena	Río La Arena
	Río Atoyac o Verde	Río Atoyaquillo, Colorado, Atoyac-Oaxaca de Juárez y Atoyac-Paso de la Reina
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Colotepec	Río Pichuaca
Tehuantepec (RH22)	Río Tehuantepec	Río San Antonio y Tequisistlán
	Laguna Superior e Inferior	Río Los Perros, Espíritu Santo, Espanta Perros, Niltepec y Ostuta
Costa de Chiapas (RH23)	Mar Muerto	Río Novillero y Mar Muerto (río La Mica)

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo a la colección de referencia se registró a *A. fasciatus* en 20 sitios de muestreo correspondientes a nueve localidades (ver anexo 2 y 4) (Fig. 6).



**Figura 6.** Mapa de distribución de *Astyanax fasciatus* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** Regularmente, tiene una espina y nueve radios blandos en la aleta dorsal; dos espinas y dos radios blandos en la aleta anal; se distingue por su mancha humeral vertical bien definida y una altura intermedia del cuerpo; el dorso es pardo verdoso, los costados y abdomen plateados sobre blanco perla. Una banda color plomo va desde la mancha humeral hasta la cola, donde es negro intenso y en forma romboidal, extendiéndose al extremo de los radios centrales de la cola (Froese & Pauly, 2011). Esta especie vive en biomas lóticos y lénticos, desde arroyos hasta charcos estancados, tolerando agua salobre. Se encuentra en un intervalo de altitud de 0-1,000 m y de temperatura de 20-17°C. Forma cardúmenes sobre cualquier tipo de sustrato; al inicio de la temporada de seca realiza migraciones masivas (Martínez, 1999).

Su alimentación está compuesta por algas, semillas, hojas, insectos acuáticos y terrestres y crías de su misma u otra especie, los juveniles son planctófagos y los adultos carnívoros (Martínez, 1999). De acuerdo a lo observado por Chaires y Fernández (2000) *A. fasciatus* es una especie omnívora con tendencia carnívora y los principales grupos representados en su dieta son Odonatos y Efemerópteros. La reproducción puede ser estacional o continua a lo largo de varios meses del año en unos u otros lugares. Esta especie comprende peces primarios de talla pequeña, que van de los 10.5 a 11.7 cm de longitud total (Martínez, 1999).

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993 ; Martínez, 1999; SEMARNAT, 1994 y 2010).

**Colección de referencia.** Se tienen depositados 394 ejemplares, colectados en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos morfométricos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
394	10.08-81.42	33.99	12.34-97.48	42.84	0.02-13.32	1.36

## Ficha descriptiva 2. *Ariopsis guatemalensis* (Günther, 1864).



**Figura 7.** *Ariopsis guatemalensis* colectado en la localidad El Charco Redondo (MEX390) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009).

**Orden** SILURIFORMES.

**Familia** ARIIDAE.

**Género** *Ariopsis* Gill, 1861.

**Nombre científico.** *Ariopsis guatemalensis* (Günther, 1864) (= *Sciades guatemalensis* Günther, 1864).

**Descripción original.** *Arius guatemalensis* Günther, 1864b: 145 [Cat. Fishes v. 5]. (Localidad típica: Guatemala).

**Sinonimias.** De acuerdo con Froese & Pauly (2011) se encontraron las siguientes sinonimias: *Arius caerulescens* Günther, 1864; *Arius guatemalensis* Günther, 1864; *Galeichthys guatemalensis* (Günther, 1864); *Hexanematichthys guatemalensis* (Günther, 1864); *Sciades guatemalensis* (Günther, 1864); *Tachisurus guatemalensis* (Günther, 1864); *Galeichthys azureus* Jordan & Williams, 1895.

**Nombre común.** Bagre, bagre cuatete, bagre marino y “coatete” (Kailola y Bussing, 1995; Bussing, 1998; Martínez, 1999; Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011)

**Otros nombres locales.** “Potete” y cuatete.

**Referencia de identificación.** Kailola y Bussing (1995), Bussing (1998), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005).

**Distribución geográfica.** Se distribuye por toda la costa del Pacífico desde el Costa Pacífica de Sonora, México hasta las costas de Centroamérica: Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá (Kailola y Bussing, 1995; Bussing, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005; Marceniuk & Menezes, 2007; Eschmeyer & Fricke, 2011).

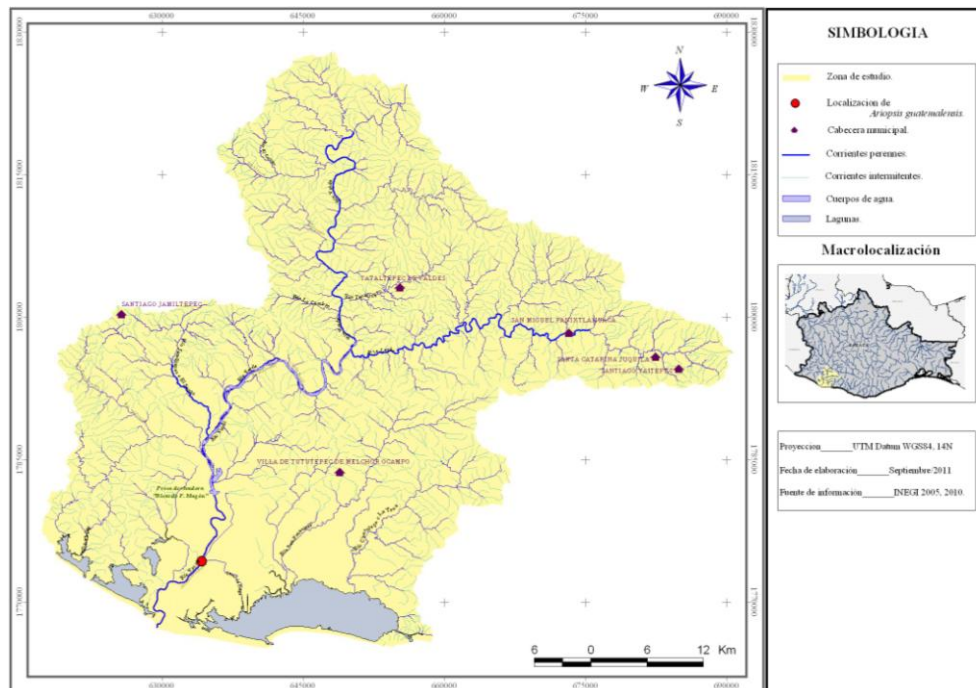
**Localización en Oaxaca.** Se ha reportado en dos subcuencas: río Atoyac-Paso de la Reina (pertenece a la cuenca RH20-A) y río Tehuantepec Bajo (asignada a la cuenca RH22-B), por lo tanto especie debe estar localizada en cuencas oaxaqueñas que limitan con el medio marino del pacífico (Cuadro 7) (Martínez, 1999; Miller *et al.*, 2005).

**Cuadro 7.** Localización geográfica de *Ariopsis guatemalensis*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina
	Río la Arenas y Otros	Río la Arenas y Laguna de Motengo
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Colotepec y Otros	Río San Franciscos, Grande, San Pedro Mixtepec y

		Colotepec
	Río Copalita	Río Copalita , San Pedro Pochutla o Coyul o Coyula, Tonameca o Grande, Cozoaltepec y Valdeflores
	Río Astata y Otros	Río Salina Cruz o Nizaburra , Santa Gertrudis o Tenango o Mazatán, Platanar o Bamba, Astata o Grande, Ayuta o Ayutla, Chacalapa y Zimatlán o Zimatán
Tehuantepec (RH22)	Río Tehuantepec	Río Tehuantepec Bajo
	Laguna Superior e Inferior	Laguna Superior (río Estancado o Arroyo Verde-laguna costera Superior) e Inferior (arroyos pequeños de la parte noroeste y sureste de esta laguna costera-laguna Inferior)
Mar Muerto (RH23-D)	Mar Muerto	Mar Muerto (ríos pequeños hacia el oeste como el río Agua Dulce y hacia el este del río Tapanatepec-laguna costera Mar Muerto)

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** En la colección de referencia se tiene registrado a *A. guatemalensis*, colectado en la Agencia Municipal Charco Redondo del Mpio. San Pedro Villa de Tututepec de Melchor Ocampo del Dto. Juquila (ver anexo 2 y 4) (Fig. 8).



**Figura 8.** Mapa de distribución de *Ariopsis guatemalensis* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** Especie con escudo cefálico ancho y densamente granuloso, la zona granulosa extendida en forma de dos anchas placas oblongas por encima de los ojos; surco dorsal mediano corto, lanceolado, moderadamente profundo posteriormente, muy poco aparente en los adultos, su borde anterior, muy por delante del proceso supraoccipital. Dientes mandibulares viliformes, los del paladar algo cónicos, dispuestos en cuatro grupos; dos placas vomerinas ovales apenas separadas en la línea

media y contigua a dos placas laterales ovales alargadas, solo ligeramente más grandes. Los barbillones laterales se extienden hasta el borde posterior de la cabeza o el extremo del proceso humeral (en juveniles), pero son bastante cortos en los adultos. El número total de branquiespinas en el primer arco branquial 6 ó 7 + 11 a 14; borde posterior de los dos primeros arcos sin branquiespinas. Aleta anal con 17 a 20 radios blando; aletas pectorales con I espina y 10 a 11 radios, la espina robusta, su borde interno moderada a fuertemente aserrado (Kailola y Bussing, 1995; Bussing, 1998; Miller *et al.*, 2005).

Es una especie eurihalina del componente marino que penetra en ríos; en ecosistemas estuarinos, marinos y dulceacuícolas prefieren sustratos lodosos. Habitan en las tierras bajas en biomas lóticos ríos grandes y la desembocadura de estos ríos (Martínez, 1999). Como se menciona antes, que aunque esta especie habitan en aguas dulces, salobres y marinas, en las dos últimas es donde más abundan (Kailola y Bussing, 1995; Eschmeyer & Fricke, 2011). Es un depredador activo de especies de importancia pesquera como el camarón, de modo que en las capturas camaroneras son abundantes en la fauna de acompañamiento; y como las demás especies de este género realiza la incubación oral (Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005).

Es una especie omnívora aunque predominantemente carnívora, consumidor de segundo y tercer orden que se alimenta de peces, crustáceos, copépodos, insectos, moluscos, anélidos, isópodos y materia orgánica vegetal (González-Villaseñor, 1972; Stuardo *et al.*, 1974; Yáñez-Arancibia, 1974 y Yáñez-Arancibia *et al.*, 1976 citados en Chávez, 2011). Es considerada nocturna, refugiándose en las rocas durante el día y en la noche se alimenta (Hinderbrand, 1925 citado en Chávez, 2011). La alimentación omnívora los capacita para ingerir todo tipo de alimento, incluyendo excremento humano y de ganado, así como desperdicios de toda índole, tal comportamiento omnívoro permite altas abundancias e impida la realización adecuada de las operaciones de pesca a los pobladores y sea considerada una plaga en los ambientes estuarinos-lagunares (Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

Amezcu-Linares (1996) señala que la época de reproducción de *A. guatemalensis* se lleva a cabo entre los meses de agosto y septiembre (temporada de lluvias). Chávez (2011) determinó que los meses de reproducción para este bagre van de julio a septiembre (temporada de lluvias), en el sistema lagunar costero Huizache-Caimanero en Sinaloa. Yáñez-Arancibia & Lara-Domínguez (1988) y Betancur-R (2003) mencionan que las lagunas costeras son zonas de reproducción para especies mixohalinas, como es el caso de *A. guatemalensis*.

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; Martínez, 1999; SEMARNAT, 1994 y 2010); aunque en la lista roja de la IUCN se ubica en la categoría “Preocupación Menor” (Least Concern -LC, siglas en inglés-) (Cooke *et al.*, 2007).

**Colección de referencia.** Se tienen depositados tres ejemplares, colectados en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina con los siguientes datos morfométricos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
3	229.30-262.17	249.99	274.85-300.2	291.53	229.69-391.25	309.42

### Ficha descriptiva 3. *Agonostomus monticola* (Bancroft, 1834).



Figura 9. *Agonostomus monticola* colectado por debajo de la presa derivadora "Ricardo Flores Magón" (MEX368) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009).

**Orden** MUGILIFORMES.

**Familia** MUGILIDAE.

**Género** *Agonostomus* Bennett, 1832.

**Nombre científico.** *Agonostomus monticola* (Bancroft, 1834).

**Descripción original.** *Mugil monticola* Bancroft in Griffith & Smith, 1834: 367, Fish Pl. 36 [Class Pisces, Cuvier]. (Localidad típica: Jamaica).

**Sinonimias.** De acuerdo con Froese & Pauly (2011), para esta especie son: *Mugil irretitus* Gosse, 1851; *Agonostoma microps* Günther, 1861; *Agonostoma nasutum* Günther, 1861; *Agonostoma percoides* Günther, 1861; *Agonostomus microps* Günther, 1861; *Dajaus elongatus* Kner, 1863; *Neomugil digueti* Vaillant, 1894; *Agonostomus macracanthus* Regan, 1907; *Agonostomus salvini* Regan, 1907; *Joturus daguae* Eigenmann, 1918; *Agonostoma squamipinne* Mohr, 1927; *Agonostomus hancocki* Seale, 1932.

**Nombre común.** Dajao, lisa, lisa de río, machín, tepemechín, trucha, truchita, trucha de río, trucha de tierra caliente (Bussing, 1987 y 1998; Espinosa *et al.*, 1993; Harrison, 1995; Rodiles *et al.*, 1995; Martínez, 1999; Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011).

**Otros nombres locales.** No registrado.

**Referencia de identificación.** Harrison (1995), Bussing (1998), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005).

**Distribución geográfica.** En ambas vertientes de las Américas y las indias Occidentales; vertiente del Atlántico, desde el sureste de Carolina del Norte, Louisiana y Texas, EEUU hacia el sur de Venezuela; Vertiente del Pacífico, al extremo sur de Baja California y Sonora, México hacia el sur hasta Colombia y las islas Galápagos (Harrison, 1995; Bussing, 1998; Eschmeyer & Fricke, 2011; Froese & Pauly, 2011).

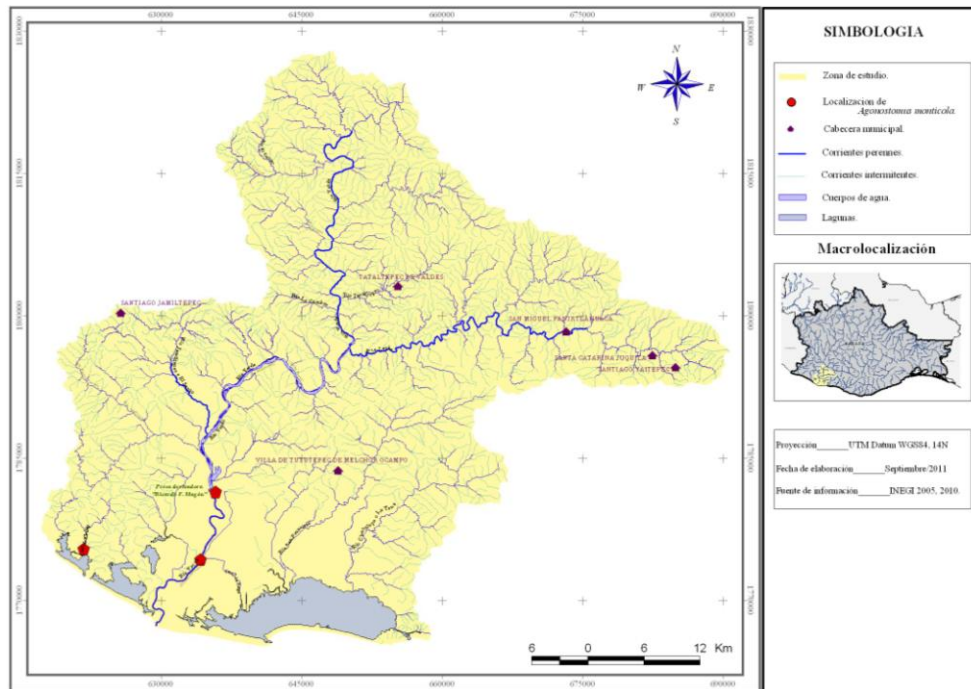
**Localización en Oaxaca.** Para México, es reportada en un número considerable de sistemas hidrológicos, de las cuales los que están relacionados con Oaxaca son: en la vertiente Golfo los sistemas Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta y en el Pacífico en los sistemas Balsas, Costa de Guerrero y Tehuantepec-Guatemala (Miller, 1986; Rodiles *et al.*, 1995). Como lo reporta Martínez (1999) y considerando que es una especie que se distribuye a lo largo del litoral del Pacífico y que parte de su ciclo de vida está en agua dulces (especie catádroma) y migrar hasta los 1,500 m snm (Harrison, 1995; Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011), puede estar localizada en cuencas oaxaqueñas de esta vertiente (Cuadro 8) (modificado de Martínez, 1999).

**Cuadro 8.** Localización geográfica de *Agonostomus monticola*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Golfo de México:</i>		
Papaloapan (RH28)	Río Papaloapan	Río Quiotepec, Valle Nacional, Obispo, Playa Vicente y Lalana
Coatzacoalcos (RH29)	Río Coatzacoalcos	Río Coatzacoalcos, Ixcuintepec, Santiago Tutla, Palo Grande, Chalchijapan, Oaxaca y Tolosa
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Ometepec o Quetzala	Río Cortijos o Río Nuevo y Río San Miguel o Verde o Bejuco
	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina y Yolotepec o Atoyaquillo
	Río la Arenas y Otros	Río la Arenas y Laguna de Motengo
	Río Colotepec y Otros	Río San Francisco, Grande o Pichuaca, San Pedro Mixtepec y Colotepec
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Copalita	Río Copalita , San Pedro Pochutla o Coyul o Coyula, Tonameca o Grande, Cozoaltepec y Valdeflores
	Río Astata y Otros	Salina Cruz o Nizaburra , Santa Gertrudis o Tenango o Mazatán, Platanar o Bamba, Astata o Grande, Ayuta o Ayutla, Chacalapa y Zimatlán o Zimatán
	Río Tehuantepec	Río Tehuantepec Bajo
Tehuantepec (RH22)	Laguna Superior e Inferior	Laguna Superior (río Estancado o Arroyo Verde-laguna costera Superior) e Inferior (arroyos pequeños de la parte noroeste y sureste de esta laguna costera-laguna Inferior)
Mar Muerto (RH23)	Mar Muerto	Mar Muerto (ríos pequeños hacia el oeste como el río Agua Dulce y hacia el este del río Tapanatepec-laguna costera Mar Muerto)

**Localización en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo a la colección de referencia esta especie fue colectada en cuatro sitios (ver anexo 2 y 4), durante la temporada de secas (Fig. 10). No existen registros en época de lluvias, porque durante la campaña de muestreo (septiembre-octubre del 2009), los ríos aumentaron su caudal, lo que hizo imposible la colecta de peces (Martínez, 2011 com. pers.).





**Figura 10.** Mapa de distribución de *Agonostomus monticola* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** Se caracteriza por presentar un hocico proyectado antes del labio superior, sus dientes de la mandíbula inferior en una banda continua; sus branquiespinas más grandes, en menor número, menos de 30 en el primer arco; los adultos presentan II espinas y 9-10 radios en las aletas anales; V espinas y 8 radios en las aletas dorsales; líneas entrecruzadas en la región alta de los flancos (Harrison, 1995; Miller *et al.*, 2005; Eschmeyer & Fricke, 2011; Froese & Pauly, 2011). En *A. monticola* se ha observado una gran variabilidad en la coloración y en los caracteres morfológicos (Bussing, 1998). Martínez (1999) señala que existe una diversidad morfológica entre las diferentes poblaciones de una vertiente y entre las poblaciones de las dos vertientes oaxaqueñas, por lo que considera es necesaria una revisión taxonómica profunda de esta especie.

Los adultos viven en los cursos superiores de los ríos, pero los juveniles se encuentran ocasionalmente (en enero) en aguas salobres. Capturadas en pesquerías fluviales de subsistencia y regularmente consumida por la población local en algunas partes de Centro-América (Harrison, 1995). *A. monticola* vive en ríos y arroyos en un intervalo de altitud de 0-1500 m snm y de temperatura de 20-31°C. En las dos vertientes de América Central habita en las tierras bajas y altas en ambientes lóticos (río medianos y grandes) y lénticos (ecosistemas lacustres) (Bussing, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005). En Oaxaca también habita en la misma clase de tierras en ambientes lóticos (manantiales, ríos de todos los tamaños y canales de riego) y lénticos (presas, lagunas y charcos) (Martínez, 1999).

Se considera que *A. monticola* es una especie catádroma y en el caso de los adultos pueden estar en tramos superiores de los ríos con agua clara, corrientes fuertes y fondos rocosos, a elevaciones hasta

de 1,500 msnm (Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005), sin embargo en la zona de estudio solo se registró en la parte baja, desde los 8 a 20 m snm, suponemos se debe por la barrera artificial de la presa derivadora “Ricardo Flores Magón” (la cual sirve para alimentar los canales de riego, principalmente para los poblaciones pertenecientes a los municipios de Villa Tututepec de Melchor Ocampo y Santiago Jamiltepec), la que ha ocasionado, que esta especie no ingrese río arriba.

Se alimentan de manera oportunista; es principalmente carnívoro, come crustáceos, diversos insectos (sobre todo acuáticos) y algas (Torres-Navarro y Lyons, 1999 en Miller *et al.*, 2005). Esta especie alcanza una longitud patrón desde 24.6 cm (Martínez, 1999) hasta los 63.5 cm (Miller *et al.*, 2005).

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; Martínez, 1999; SEMARNAT, 1994 y 2010).

**Colección de referencia.** Se tienen depositados 22 ejemplares, colectados en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina con los siguientes datos morfométricos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
22	23.40-67.56	46.52	27.00-76.26	55.52	0.18-6.15	2.34

**Ficha descriptiva 4. *Mugil curema* Valenciennes, 1836.**



**Figura 11.** *Mugil curema* colectado en la localidad del Charco Redondo del río Verde (MEX370) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009).

**Género** *Mugil* Linnaeus 1758.

**Nombre científico.** *Mugil curema* Valenciennes, 1836.

**Descripción original.** *Mugil curema* Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1836: 87 [Hist. Nat. Poiss. v. 11]. (Localidad típica: Bahía, Brasil).

**Sinonimias.** De acuerdo con Eschmeyer & Fricke (2011) y Froese & Pauly (2011), para esta especie son: *Liza curema* (Valenciennes, 1836); *Mugil petrosus* Valenciennes, 1836; *Myxus harengus* Günther, 1861; *Mugil metzelaari* Chabanaud, 1926.

**Nombre común.** Lebrancha, lisa, lisa hembra, lisa blanca, lisa criolla, liseta, lisa plateada, mújol blanco y plateado (Torres-Orozco, 1991; Harrison, 1995; Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011).

**Otros nombres locales.** No registrado.

**Referencia de identificación.** Harrison (1995), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005).

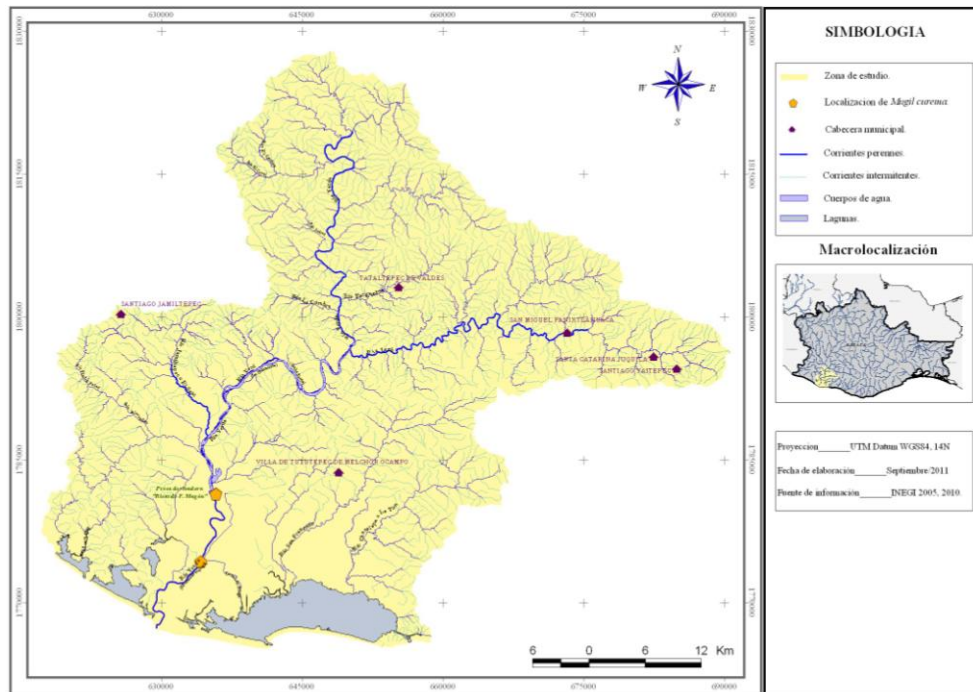
**Distribución geográfica.** Cosmopolita de los mares tropicales y templados, en ambas costas de América (y también en la costa atlántica africana); en el Atlántico desde Cabo Cod, Boston, EEUU hasta Brasil y en el Pacífico americano se extiende desde el Golfo de California hasta Chile y las islas Galápagos (Harrison, 1995, Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005; Eschmeyer & Fricke, 2011; Froese & Pauly, 2011).

**Localización en Oaxaca.** De acuerdo al estudio de Martínez (1999), esta especie, se localiza en las dos vertientes de del estado de Oaxaca (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Localización geográfica de *Mugil curema*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Golfo de México:</i>		
Papaloapan (RH28)	Río Papaloapan	Río Papaloapan y Playa Vicente
Coatzacoalcos (RH29)	Río Coatzacoalcos	Río Coatzacoalcos
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río La Arena	Río La Arena
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Copalita	Río Tonameca
	Río Astata	Río Tenango o Mazatán

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo a la colección de referencia se registro en cuatro sitios (ver anexo 2 y 4) (Fig. 12).



**Figura 12.** Mapa de distribución de *Mugil curema* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** Es una especie de cuerpo oblongo y robusto, línea ventral más convexa que el dorso. Cabeza moderada, baja, suavemente comprimida, en general más alta que amplia, 3.5 a 4.5 veces en la longitud patrón; hocico corto y a menudo amplio 6.5 a 7.1 veces en la longitud cefálica; ojos de tamaño variable 3.8 a 4.5 veces en la cabeza con párpado adiposo en los adultos; el maxilar alcanza el margen anterior de la órbita, 4.0 a 4.7 veces en la longitud cefálica; dientes secundarios simples y en filas uniseriales o dispersos detrás de la fila principal y no presentes en la mandíbula inferior, mejillas con dos hilera de escamas. Altura máxima 3.8 a 4.4 veces en la longitud patrón. Escamas en una serie longitudinal 35 a 40. Branquiespinas muy numerosas sobre la rama inferior del primer arco, variando con la edad llegando hasta 65. Aletas pectorales no sobrepasan el origen de la primera aleta dorsal, 1.7 a 2.2 en la longitud cefálica. La segunda aleta dorsal y la aleta anal escamadas. El dorso es pardo oscuro, sin rayas oscuras longitudinales en los flancos, vientre ligeramente plateado pálido. Aletas pélvicas y anales pálidas. El resto de las aletas oscuras; base y axila de las pectorales oscuras; opérculo plateado (Yáñez-Arancibia, 1978).

Es un habitante temporal del componente estuarino; es una especie eurihalina, penetra en los ríos muy alejada de la línea costera y es limnófaga (Martínez, 1995). Los adultos prefieren más el medio marino que el estuarino. Vive sobre fondos fangosos en aguas salobres y estuarios, a veces penetrando

ríos, pero es más típicamente marina a lo largo de costas arenosas y en pozas litorales; los adultos forman cardúmenes (Miller *et al.*, 2005).

La alimentación está constituida por diatomeas bentónicas, dinoflagelados, restos orgánicos (detritus y restos vegetales) y sedimentos inorgánicos, tanto en juveniles como adultos. Este espectro trófico de *M. curema* indica su posición de consumidor primario en la cadena alimenticia (Franco y Bashirullah, 1992).

En cuanto a su reproducción se tienen los siguientes datos de diferentes áreas geográficas: en el norte del Golfo de México se reproducen en el período de abril-julio; frente a las costas de Sinaloa, se han colectado individuos completamente maduros en julio; y en Isla de Lobos, Veracruz, México se supone que el desove fue a fines de primavera, porque capturaron juveniles pequeños (Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005).

Para esta especie, tanto para hembras y machos, presenta un crecimiento isométrico entre la longitud total y el peso. La longitud máxima registrada fue de 35.89 cm con un peso máximo de 486.67 g (Cabral, 1999). Sin embargo en recientes investigaciones, en términos de longitud patrón (LP) se ha observado organismos de máximo 45 cm, por lo común hasta 30 cm, de acuerdo con Miller *et al.* (2005).

Esta especie fue colectada tanto por electropesca y con atarraya, la diferencia entre estas dos formas de capturar a *M. curema* es que con la primera se colectaron principalmente individuos de tallas chicas, mientras con la segunda técnica se capturaron organismos grandes, esto se debe a que organismos más grandes puede escaparse fácilmente del choque eléctrico que produce la electropesca.

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; Martínez, 1999; SEMARNAT, 1994 y 2010).

**Colección de referencia.** Se tienen depositados 12 ejemplares, colectados en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos morfométricos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
12	163.55-201.40	179.85	211.30-248.94	225.66	78.28-139.26	113.60

## Ficha descriptiva 5. *Atherinella guatemalensis* (Günther, 1864).



**Figura 13.** *Atherinella guatemalensis* colectado en la Laguna el Zarzal (MEX392) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009).

**Orden** ATHERINIFORMES.

**Familia** ATHERINOPSIDAE.

**Género** *Atherinella* Steindachner, 1875.

**Nombre científico.** *Atherinella guatemalensis* (Günther, 1864).

**Descripción original.** *Atherinichthys guatemalensis* Günther, 1864a: 151 [Proc. Zool. Soc. Lond. 1864 (pt 1)]. (Localidad típica: lagos Huamuchal y Retalhuleu, Guatemala).

**Sinonimias.** Ninguna.

**Nombre común.** Charal, plateadito de guamuchal o huamuchal, pejerrey guatemalteco, sardinas (Espinoza *et al.*, 1993; Lavenberg y Chernoff, 1995; Martínez, 1999; Miller *et al.*, 2005).

**Otros nombres locales.** No registrado.

**Referencia de identificación.** Castro-Aguirre *et al.* (1999), Lavenberg y Chernoff (1995) y Miller *et al.* (2005).

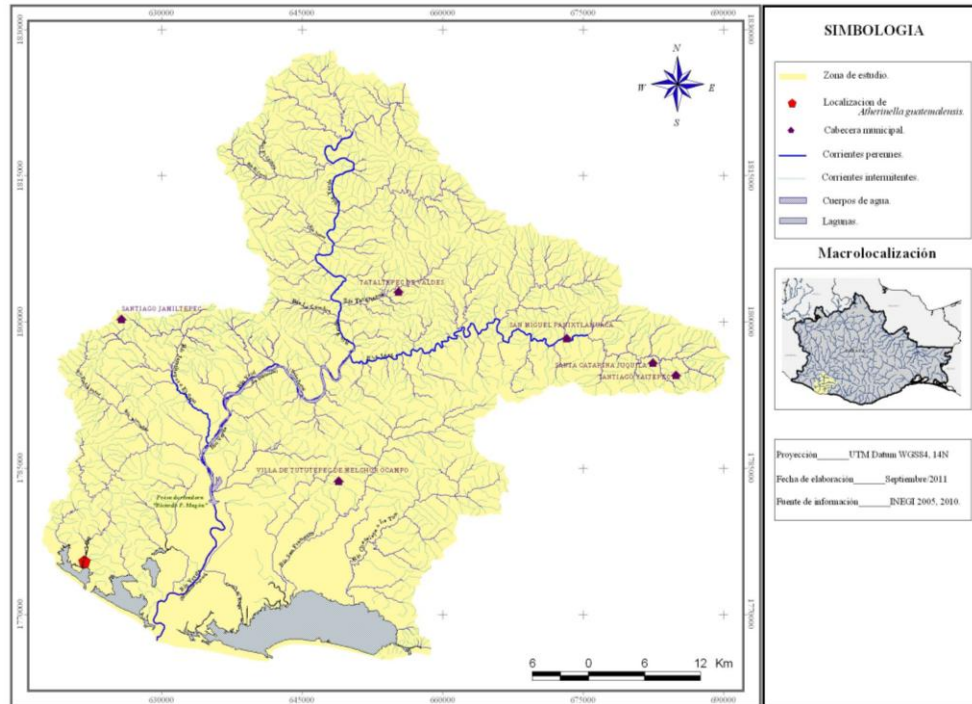
**Distribución geográfica.** Se distribuye a lo largo de las costas de la vertiente del Pacífico Americano: desde Michoacán hasta Chiapas, México; Salina de Acapán, a 5 km al nornoroeste de Champerico, Guatemala; las lagunas de Huamuchal, Guatemala cerca de la frontera de México (Espinoza *et al.*, 1993; Lavenberg y Chernoff, 1995; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005; Eschmeyer & Fricke, 2011; Froese & Pauly, 2011).

**Localización en Oaxaca.** Con base a Martínez (1999), se localiza solo para el lado pacífico del Estado (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Localización geográfica de *Atherinella guatemalensis*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Copalita	Tonameca o Grande
Tehuantepec (RH22)	Río Tehuantepec	Río Tehuantepec Bajo
	Laguna Superior e Inferior	Río Ostuta (río Agua Colorada-Río Ostuta-Río Zanatepec)
Mar Muerto (RH23-D)	Mar Muerto	Mar Muerto (ríos pequeños como el río Agua Dulce y Tapanatepec-laguna costera Mar Muerto)

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** Se colectó en un solo sitio ubicado en el lado oeste de la parte baja de la subcuenca, en el río La Tuza que desemboca en la Laguna La Tuza (ver anexo 2 y 4), dicho río no se conecta directamente al río principal de la subcuenca. Este sitio está a unos 14 m snm y fue registrado para el mes de enero del 2009 (Fig. 14).



**Figura 14.** Mapa de distribución de *Atherinella guatemalensis* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** Esta especie, anteriormente se agrupo dentro de la familia Atherinidae (Plateados del viejo mundo); ahora se les considera como “Plateados del nuevo mundo o Neotropicales” que alude a la familia Atherinopsidae (Miller *et al.*, 2005; Nelson, 2006).

Se distingue por su aletas pectorales largas (3.2 a 3.8 veces en la longitud patrón), presenta 6 filas de escamas transversales, bajo número de escamas longitudinales (de 39 a 43) y gran numero de branquiespinas (de 24 a 28). Las escamas están dentadas, especialmente en adultos en línea medio dorsal. La aleta caudal es regularmente transparente. Lo que hace entender que los organismos identificados en estudios posteriores representan la misma especie (Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011).

Especie común de zonas templadas y tropicales que habita en agua marina y salobre (Lavenberg y Chernoff, 1995; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005; Eschmeyer & Fricke, 2011; Froese & Pauly, 2011). Cabe mencionar que de acuerdo a Martínez, (1999), *A. guatemalensis* habita en las tierras bajas de biomas lóticos (ríos grandes), además esta especie junto con otras de las familias Poeciliidae y Characidae se venden en los mercados locales de Oaxaca como charales en seco.

Martínez (1999), reportó esta especie para el Estado Oaxaca, con base a registros de otras colecciones y lo reportado por Castro-Aguirre *et al.* (1999).

Se conoce poco sobre su biología. Solo se sabe que esta especie se alimenta de insectos terrestres y frutos; la máxima longitud patrón conocida es de 81 mm (Bussing, 1987; Miller *et al.*, 2005), por lo que Martínez (1999), considera necesario llevar a cabo estudios de la biología y ecología de esta especie para obtener información básica útil en la conservación y el manejo sustentable de este recurso natural.

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; Martínez, 1999; SEMARNAT, 1994 y 2010). Aunque en la lista roja de la IUCN, la ubica en la categoría “Preocupación Menor” (Least Concern -LC, siglas en inglés-) (Findley *et al.*, 2007).

**Colección de referencia.** Se tiene depositado solo un ejemplar que se colectó en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
1	-----	47.47	-----	59.10	-----	0.93



**Ficha descriptiva 6. *Profundulus balsanus* Ahl, 1935.**



**Figura 15.** *Profundulus balsanus* colectado en la localidad de la Soledad del Carrizo (MEX378) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009).

**Orden** CYPRINODONTIFORMES.

**Familia** PROFUNDULIDAE.

**Género** *Profundulus* Hubbs, 1924.

**Nombre científico.** *Profundulus balsanus* Ahl, 1935.

**Descripción original.** *Profundulus balsanus* Ahl, 1935: 108 [Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde Berlin]. (Localidad típica: sistema río Balsas, Malinaltepec, Guerrero, México).

**Sinonimias.** Ninguna.

**Nombre común.** Pescaditos y charalito de río (Martínez, 1999; Pérez, 2005).

**Otros nombres locales.** Pote.

**Referencia de identificación.** Doadrio *et al.* (1999) y Martínez (1999).

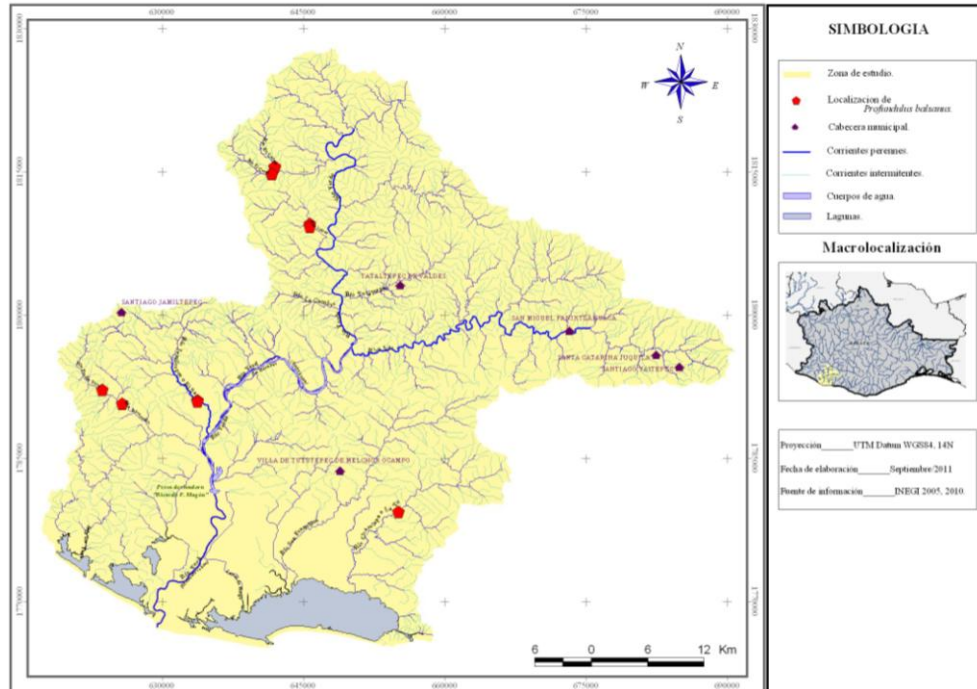
**Distribución geográfica.** De acuerdo con Doadrio *et al.* (1999) y Martínez (1999), esta especie se restringe para la vertiente Pacífico de México desde la cuenca del río Papagayo, Guerrero hasta la cuenca del río Copalita de la región hidrológica Costa de Oaxaca (RH21), Oaxaca.

**Localización en Oaxaca.** Se restringe para la vertiente Pacífico del Estado (Cuadro 11) (Martínez 1999 y CIIDIR-IPN-OAXACA, 2009).

**Cuadro 11.** Localización geográfica de *Profundulus balsanus*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Ometepec o Quetzala	Río Cortijos o Rito Nuevo y Río San Miguel o Verde o Bejuco.
	Río la Arenas y Otros	Río La Arena.
	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina y Río San Atoyac – San Pedro Juchatengo.
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Colotepec y Otros	Río Colotepec, Pichuaca y San Pedro Mixtepec
	Río Copalita	Río San Pedro Pochutla o Coyula o Coyula y Cozoaltepec.

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** Se colectó en 13 sitios de muestreo (ver anexo 2 y 4), correspondientes a siete localidades de los cuales seis pertenecen a ríos tributarios de la subcuenca y uno solo a un río principal el cual desemboca en la Laguna Chacahua-La Pastoría (Fig. 16).



**Figura 16.** Mapa de distribución de *Profundulus balsanus* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** De acuerdo con Martínez (1999) en las cuencas de la región Costa de Oaxaca esta especie habita en las tierras bajas y medianamente altas en biomas lóticos (manantiales y ríos, especialmente en los primeros).

Gómez (2011) reporta para las poblaciones de *P. balsanus*, ubicadas en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina que se alimentan de insectos principalmente de dípteros, coleópteros, hemípteros, tricópteros y plecópteros, de estos grupos la mayoría de lo que consumen son estadios larvales y ninfas, así también identificó la presencia de algas verdes; propone que la especie presente hábitos alimenticios de tipo insectívoro-herbívoro. Por otro lado, en cuestiones reproductivas, en la población general de esta especie, presenta una relación hembra macho de 1:1.16. Finalmente observo que la especie comience a reproducirse desde el mes de octubre hasta enero.

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; Martínez, 1999; SEMARNAT, 1994 y 2010). Sin embargo, Martínez (1999), propone que esta especie debería tener un estatus, ya que en algunos manantiales sus poblaciones son muy pequeñas y no se tiene ningún cuidado por protegerlas, estando en peligro de desaparecer. Debe ser considerada una especie amenazada (+A).

**Colección de referencia.** Se tienen depositados 117 organismos, colectados en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos morfométricos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
117	15.33-82.31	46.24	18.85-96.68	55.22	0.11-19.02	4.00

Ficha descriptiva 7. *Poecilia sphenops* Valenciennes, 1846.



Figura 17. *Poecilia sphenops* colectado en la localidad La Huichicata (MEX373) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008).

**Familia** POECILIIDAE.

**Género** *Poecilia* Boch & Schneider, 1801.

**Nombre científico.** *Poecilia sphenops* Valenciennes, 1846.

**Descripción original:** *Poecilia sphenops* Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1846: 130, Pl. 525-526, bottom [Hist. Nat. Poiss. V. 18]. (Localidad típica: Veracruz, México).

**Sinonimias.** De acuerdo con Eschmeyer & Fricke (2011) y Froese & Pauly (2011) las sinonimias para esta especie son las siguientes: *Mollienesia sphenops* (Valenciennes, 1846); *Poecilia thermalis* Steindachner, 1863; *Gambusia modesta* Troschel, 1865; *Gambusia plumbea* Troschel, 1865; *Poecilia chisoyensis* Günther, 1866; *Poecilia dovii* Günther, 1866; *Poecilia spilurus* Günther, 1866; *Platypoecilus mentalis* Gill, 1877; *Poecilia boucardii* Steindachner, 1878; *Poecilia vandepolli arubensis* van Lidth de Jeude, 1887; *Platypoecilus nelsoni* Meek, 1904; *Platypoecilus tropicus* Meek, 1907; *Poecilia tenuis* Meek, 1907; *Poecilia spilonota* Regan, 1908; *Poecilia caudata* Meek, 1909; *Mollienesia macrura* Hubbs, 1935; *Mollienesia sphenops macrura* Hubbs, 1935; *Mollienesia sphenops vantynei* Hubbs, 1935; *Mollienesia vantynei* Hubbs, 1935; *Mollienesia altissima* Hubbs, 1936; *Mollienesia sphenops altissima* Hubbs, 1936; *Mollienesia pallida* de Buen, 1943; *Mollienesia sphenops pallida* de Buen, 1943; *Lembesseia parvianalis* Fowler, 1949; *Poecilia vetiprovidentiae* Fowler, 1950.

**Nombre común.** Moli o topote mexicano (Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011). En la vertiente Atlántico (Golfo de México), luca y tincuiche; en el Pacífico, boque, charal, pupo y tripón (Martínez, 1999; Cruz-Ruiz, 2009).

**Otros nombres locales.** No registrado.

**Referencia de identificación.** Miller *et al.* (2005).

**Distribución geográfica.** Se distribuye en la parte central-sureste de México, Centroamérica y Sudamérica: desde México hasta Colombia, en la Isla Curaçao, Trinidad y Tobago (introducida) y Venezuela (Eschmeyer & Fricke, 2001; Froese & Pauly, 2011).

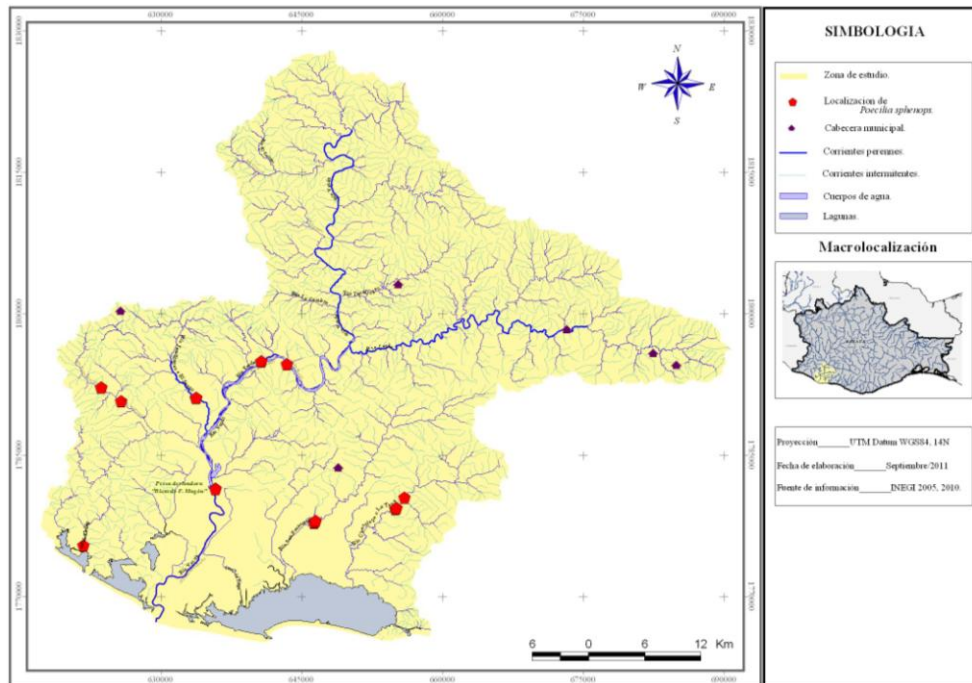
Para México: se localizan, en el Atlántico (Golfo de México) desde la cuenca río Tecolutla en la parte norte de Veracruz a la región hidrológica Grijalva-Usumacinta (RH30) en México y Guatemala. En el Pacífico de la región hidrológica Balsas (RH18), México a la cuenca río San Juan en los límites de Nicaragua y Costa Rica (Martínez, 1999; Miller *et al.*, 2005; Martínez-Ramírez, 2007; Paulo-Maya *et al.*, 2011).

**Localización en Oaxaca.** Esta especie se distribuye en ambas vertientes del Estado Oaxaqueño (Martínez, 1999), además en los estudios de Martínez-Ramírez (2007), Cruz-Ruiz (2009) y Paulo-Maya *et al.* (2011), se confirma la presencia de *P. sphenops* en la cuenca del río Papaloapan (Cuadro 12).

**Cuadro 12.** Localización geográfica de *Poecilia sphenops*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Golfo de México:</i>		
Papaloapan (RH28)	Río Papaloapan	Río Papaloapan, Petlapa, Quiotepec, Santo, Domingo, Usila, Manso y Amapa
Coatzacoalcos (RH29)	Río Coatzacoalcos	Río Coatzacoalcos, Palo Grande, Tolosa y Jaltepec
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Balsas (RH18)	Río Mixteco	Río Mixteco y Río Acatlán o Tizaac
	Río Tlapaneco	Río Coicoyán, Río Tecoloyán o Salado y Tlapaneco (Guerrero)
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Omotepec o Quetzala o Grande	Río Cortijos o Río Nuevo y Río San Miguel o Verde o Bejuco
	Río La Arena	Río La Arena y Laguna de Motengo o Notengo
	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina, Río Atoyac-San Pedro Juchatengo, Río Atoyac-Oaxaca de Juárez, Río Colorado o Sordo y Río Atoyaquillo o Yolotepec
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Colotepec	Río Colotepec, San Pedro Mixtepec o Río San Pedro, Río Grande o Pichuaca y Río San Francisco o Chacalapa o Chacalapan
	Río Copalita	Río Copalita, San Pedro Pochutla o Río Coyul o Coyula, Río Tonameca o Grande, Río Cozoaltepec y Río Valdeflores
	Río Astata	Salina Cruz o Nizaburra, Río Santa Gertrudis o Tenango o Mazatán, Arroyo Platanar o Río Bamba, Río Astata o Grande, Río Ayuta o Ayutla, Río Chacalapa y Río Zimatlán o Zimatán
Tehuantepec (RH22)	Río Tehuantepec	Río Tehuantepec Bajo, Presa Benito Juárez, Río Tehuantepec Alto, Río San Antonio y Río Tequisistlán
	Laguna Superior e Inferior	Laguna Superior e Inferior, Río Ostuta, Río Niltepec, Río Cazadero o Espanta Perros, Río Chicapa o Espíritu Santo y Río Los Perros
Costa de Chiapas (RH23)	Mar Muerto	Mar Muerto y Río Tapanatepec o Novillero

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** Del total de los registros, esta especie fue colectada en 20 de los 33 sitios de muestreo (ver anexo 2 y 4), correspondientes a nueve localidades, de las cuales seis pertenecen a ríos principales, de estas dos desembocan en la Laguna Chacahua-La Pastoría y una en la Laguna La Tuza, las otras tres localidades pertenecen a ríos tributarios (Fig. 18).



**Figura 18.** Mapa de distribución de *Poecilia sphenops* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** Especie con aletas pélvicas de los machos, más grandes que de las hembras y modificadas. El ápice del primer radio con un abultamiento blando, el segundo engrosado y generalmente mucho más largo que los demás. Con una prominencia membranosa en el gonopodio transformada en capuchón en forma de prepucio. Usualmente 9 radios dorsales; generalmente 19 radios caudales; escamas en la línea lateral usualmente 27; aleta dorsal y caudal naranjas con borde negro. Dientes de la serie interna tricúspides (Miller *et al.*, 2005).

*Poecilia sphenops* habita en cuerpos de agua dulce y salobre (Eschmeyer & Fricke, 2011), se pueden encontrar en estanques, en los bordes de las zanjas, lagunas, ríos y riachuelos en tierras bajas y muy comunes en los riachuelos; en aguas claras hasta turbias o fangosas; en corrientes estables, ligeras o moderadas; en sustratos con fango (a menudo profundas), arcilla, limo, arena, marga, vegetación, piedras, rocas del fondo, algo de canto rodado; en vegetación escasa, esparcida o abundante como algas, flores de Jacinto acuáticas, *Lemna*, *Chara*, *Nasturtium*, fina cubierta de hojas de *Potamogeton*, *Sagittaria*, *Typha*; en profundidades cerca de los 1.0 m o menos (Miller *et al.*, 2005).

Además, Martínez (1999), marca que las especies que se localizan en la cuenca del río Papaloapan y Coatzacoalcos habitan en tierras bajas y altas en biomas lóticos (ríos de todos los tamaños y de montaña). En Oaxaca habita en el mismo tipo de tierras en ambientes lóticos (manantiales, arroyos y ríos de todos los tamaños) y lénticos (lagunas, presas y charcos). Es muy común y de distribución muy amplia.

*P. sphenops* se considera que tiene una distribución simpátrica con *P. mexicana*, aunque específicamente, la primera tiende a predominar en las partes altas y la segunda en las partes bajas en arroyos o ríos

costeros. Existe cierta cuestión sobre los individuos que se identifican como de *P. sphenops* en la Vertiente Pacífico, que va desde la parte baja de la Cuenca río Verde hasta justo al oeste de Acapulco; a pesar que son individuos con dientes tricúspides como *P. sphenops*, difieren en el número total de escamas alrededor del pedúnculo caudal (16 en total) comparado con los *P. sphenops* que regularmente presenta 18 escamas. Por lo que se considera que la situación taxonómica de estos individuos es incierta (Miller *et al.*, 2005). Aunque actualmente existe cierta incertidumbre sobre el estatus taxonómico de estos organismos en esta área de estudio, para el trabajo se considero a *P. sphenops*, como especie válida.

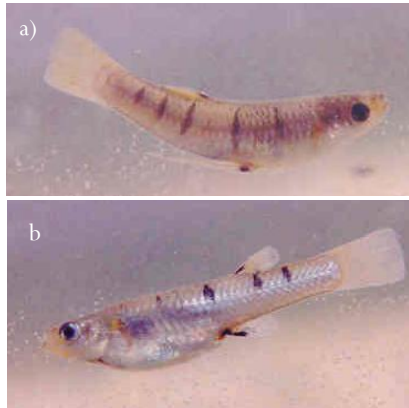
Su alimentación de esta especie es principalmente algas y diatomeas (Miller *et al.*, 2005). Sin embargo, recientemente en ciertas aéreas del estado de Oaxaca, como el caso de ríos de la parte alta del cuenca río Papaloapan en el área oaxaqueña del Reserva de la Biosfera Tehuacán- Cuicatlán, Cruz-Arenas (2009) elaboro estudios biológicos para esta especie, en la cual describen aspectos de crecimiento, alimentación y reproducción: primero, identificó poblaciones de *P. sphenops* con una longitud patrón máxima de 94.85 mm (es un valor alto con lo reportado por Miller *et al.* (2005), LP máxima igual a 84 mm); segundo *P. sphenops* además de alimentarse de algas (*Spyrogyra sp.*), diatomeas y detritus, identificó que consume insectos en estadio larval o pupa, principalmente de moscas de las familias Ceratopogonidae, Chironomidae y Simuliidae. Por lo tanto esta especie, en las zonas donde se distribuye puede alimentarse de diferentes grupos tróficos y puede considerarse que tiene hábitos alimenticios carnívora-insectívora, tipo filtrador y ramoneador o herbívoro con tendencia a detritívoro (Trujillo, 1998; Trujillo y Toledo, 2007); por último, en dicho estudio señala la existencia de una proporción aproximada de tres hembras por macho y posiblemente la madurez gonádica de estos poecílicos comience durante los meses de junio a septiembre, la época de reproducción de octubre a febrero y la fase de desove es posible en los meses marzo a mayo.

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; Martínez, 1999; SEMARNAT, 1994 y 2010).

**Colección de referencia.** Se tienen depositados 622 individuos de esta especie, colectados en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina, a continuación se muestra los datos morfométricos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
622	10.36-78.75	31.09	11.90-95.89	37.60	0.02-13.91	1.11

**Ficha descriptiva 8. *Poeciliopsis fasciata* (Meek, 1904).**



**Figura 19.** Hembra (a) y Macho (b) de *Poeciliopsis fasciata* colectados en la localidad de Yerba Santa (MEX384) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009).

**Género** *Poeciliopsis* Regan 1913.

**Nombre científico.** *Poeciliopsis fasciata* (Meek, 1904).

**Descripción original.** *Gambusia fasciata* Meek, 1904: 129, Fig. 37 [Field Columbian Mus. Zool. Ser. v. 5]. (Localidad típica: costa Pacífico en los ríos del Istmo de Tehuantepec, San Jerónimo, Oaxaca, México).

**Sinonimias.** Froese & Pauly (2011) asignan un solo sinónimo: *Heterandria fasciata* (Meek, 1904).

**Nombre común.** Guatopote de San Jerónimo (Espinosa *et al.*, 1993; Miller *et al.*, 2005; Huidobro, 2006; Froese & Pauly, 2011). En México, en la vertiente Golfo: tincuiche y topo. En la vertiente Pacífica: beque, pupo y tripón (Martínez, 1999).

**Otros nombres locales.** Charal.

**Referencia de identificación.** Miller *et al.* (2005).

**Distribución geográfica.** México y Guatemala. En la Vertiente del pacífico se distribuye desde la parte media y alta de las cuencas costeras de Cihuatlán, Jalisco, Guerrero, Oaxaca y la cuenca río Pijijiápan, Tonalá, Chiapas, hasta la cuenca del río Suchiate, al oeste de Guatemala; en la Vertiente del Atlántico se localiza en la cuenca río Papaloapan y en las cuencas altas de los ríos Coatzacoalcos y Grijalva-Tuxtla Gutiérrez (Martínez, 1999; Miller *et al.*, 2005; Huidobro, 2006; Eschmeyer & Fricke, 2011; Froese & Pauly, 2011),

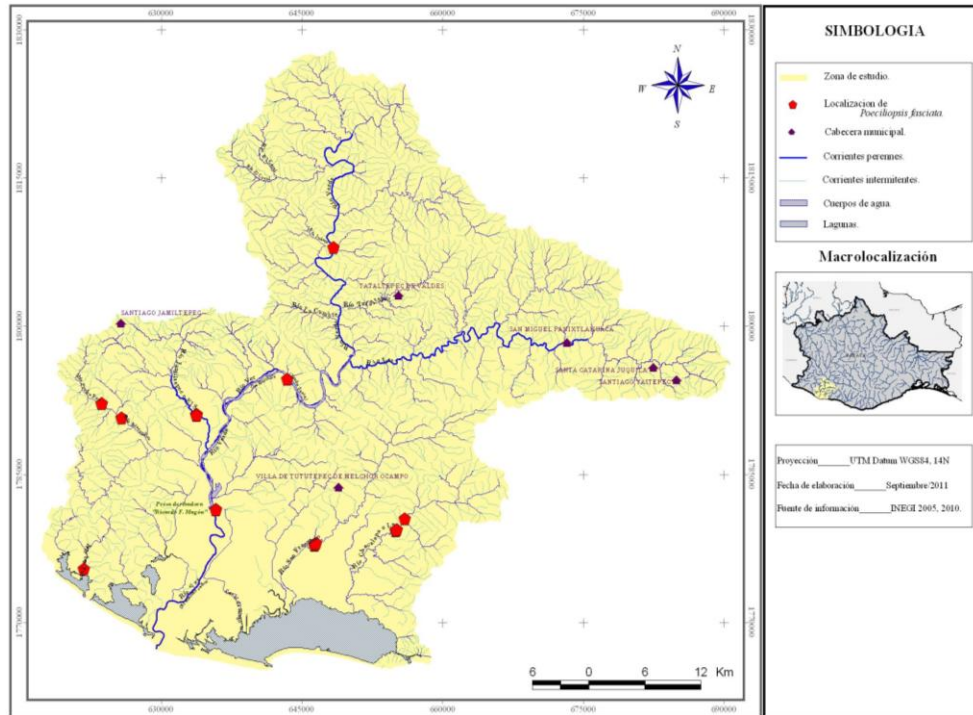
**Localización en Oaxaca.** Esta especie se distribuye en ambas vertientes del Estado Oaxaqueño (Martínez, 1999), además en los estudios de Martínez-Ramírez (2007), Cruz-Ruiz (2009) y Paulomaya *et al.* (2011), se confirma la presencia de *Poeciliopsis fasciata* en la cuenca del río Papaloapan (Cuadro 13).



**Cuadro 13.** Localización geográfica de *Poeciliopsis fasciata*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Golfo de México:</i>		
Papaloapan (RH28)	Río Papaloapan	Presa Miguel Alemán, Río Salado, Río Quiotepec o San Antonio, Valle Nacional y Playa Vicente
Coatzacoalcos (RH29)	Río Coatzacoalcos	Río Tolosa o Chichihua
Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez (RH30-E)	Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez	Río Encajonado
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Ometepec o Quetzala	Río Cortijos o Río Nuevo y Río San Miguel o Verde o Bejuco
	Río La Arena	Río La Arena y Laguna de Motengo o Notengo
	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina, Río Atoyac-San Pedro Juchatengo y Río Atoyac-Oaxaca de Juárez
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Colotepec	Río Colotepec, San Pedro Mixtepec o Río San Pedro, Río Grande o Pichuaca y Río San Francisco o Chacalapa o Chacalapan
	Río Copalita	Río Cozoaltepec
	Río Astata	Río Astata, Ayuta y Santa Gertrudis o Tenango
Tehuantepec (RH22)	Río Tehuantepec	Río Tehuantepec Bajo, Presa Benito Juárez, Río Tehuantepec Alto, Río San Antonio y Río Tequisistlán
	Laguna Superior e Inferior	Laguna Superior e Inferior, Río Ostuta, Río Niltepec, Río Cazadero o Espanta Perros, Río Chicapa o Espíritu Santo y Río Los Perros.
Costa de Chiapas (RH23)	Mar Muerto	Mar Muerto y Río Tapanatepec o Novillero

**Localización en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo a la colección de referencia esta especie fue colectada en 19 de los 33 sitios de muestreos (ver anexo 2 y 4), correspondientes a diez localidades de los cuales cinco pertenecen a ríos principales, de estas dos desembocan en la Laguna Chacahua-La Pastoría y una en la Laguna La Tuza, las otras cinco son de ríos tributarios (Fig. 20).



**Figura 20.** Mapa de distribución de *Poeciliopsis fasciata* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** Froese & Pauly (2011) consideran a *P. fasciata* como especie endémica de México y Eschmeyer & Fricke (2011) señalan que se distribuye únicamente en el Pacífico, sin embargo con los estudios biogeográficos y filogenéticos elaborados por Mateos *et al.* (2002), Mateos (2005) y Huidobro (2006), esta especie presenta una amplia distribución que va desde centro de México hasta Sudamérica.

Es común en rápidos expuestos, cálidos, rocosos y en remasos de arroyos y márgenes de ríos grandes, de bajo gradiente; agua clara a turbia; corriente nula a moderada; sustrato de arena, limo, lodo, grava, rocas; vegetación nula o rala, algas verdes, jacinto de agua y *Pontederia*, profundidad hasta 0.5 m. La biología de esta especie es poco conocida. Las crías recién nacidas se han capturado de fines de diciembre a fines de marzo, y juveniles de 10 mm a principios de mayo (Miller *et al.*, 2005).

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; SEMARNAT, 1994 y 2010). Aunque en la lista roja de la IUCN, la ubica en la categoría “Casi amenazada” (Near threatened -NT, siglas en inglés-) (Iwamoto *et al.*, 2010).

**Colección de referencia.** Se tienen depositados 276 organismos de esta especie colectados en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos morfométricos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
276	7.5-29.29	18.12	9.5-35.82	23.09	0.001-0.061	0.13

Ficha descriptiva 9. *Poeciliopsis gracilis* (Heckel, 1848).



**Figura 21.** Macho de *Poeciliopsis gracilis* colectado en la presa Derivadora “Ricardo Flores Magón” (MEX372) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008).

**Nombre científico.** *Poeciliopsis gracilis* (Heckel, 1848).

**Descripción original.** *Xiphophorus gracilis* Heckel, 1848: 300, Pl. 9 (figs. 3-4) [Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien v. 1 (pt 1-5) [1848]]. (Localidad típica: Orizaba, México).

**Sinonimias.** Con base a Froese & Pauly (2011), para esta especie son: *Gambusia heckeli* Bleeker, 1860; *Priapichthys letonai* Hildebrand, 1925.

**Nombre común.** Guatopote jarocho y topo (Espinosa *et al.*, 1993; Rodiles *et al.*, 1995). En la vertiente Golfo: luca y tincuiche. En la vertiente Pacífico: beque, charal, choguito, pote, pupo y tripón (Martínez, 1999).

**Otros nombres locales.** No registrado.

**Referencia de identificación.** Rosen & Bailey (1963), Álvarez (1970) y Miller *et al.* (2005).

**Distribución geográfica.** En ambas vertientes de América Central. En el Atlántico del río Actopan (Chachalacas), Veracruz a la región Grijalva-Usumacinta (RH28) en Guatemala, también en la parte superior del río Motagua en Guatemala y el río Humuya, Comayagua, Honduras. En el Pacífico desde las cuencas río Mixteco y Tlapaneco (límites de Oaxaca y Guerrero) en la parte alta de la región Balsas (RH18) hasta el río Choluteca, Honduras (Martínez, 1999; Froese & Pauly, 2011).

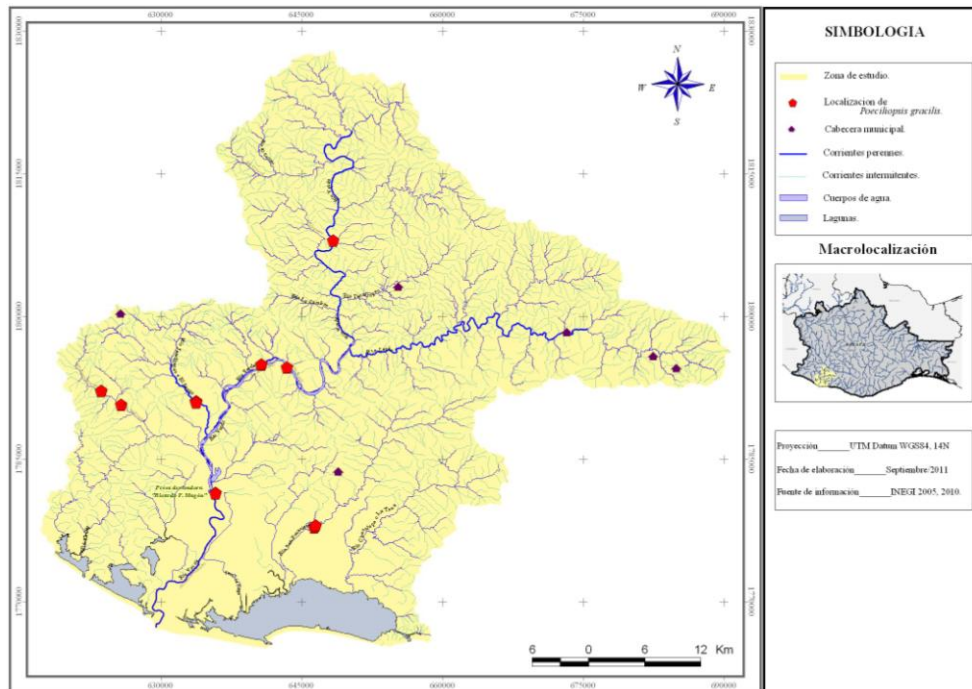
**Localización en Oaxaca.** Esta especie es citada en la vertiente Golfo en los sistemas Papaloapan y Coatzacoalcos y en la subcuenca río Usila perteneciente al primer sistema (Martínez, 1999); en el Pacífico en los sistemas Atoyac-Verde y Tehuantepec-Guatemala (Miller, 1986; Rodiles *et al.*, 1995) (Cuadro 14).

**Cuadro 14.** Localización geográfica de *Poeciliopsis gracilis*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Golfo de México:</i>		
Papaloapan (RH28)	Río Papaloapan	Río Papaloapan (a), Río Tonto (b), Presa Miguel Alemán (c), Río Petlapa (d), Río Salado (e), Río Quiotepec o San Antonio (f), Río Santo Domingo (g), Río Usila o Piedras, Río Valle Nacional, Río Manso o

Coatzacoalcos (RH29)	Río Coatzacoalcos	Monte Negro y Río Trinidad Río Coatzacoalcos, Río Jaltepec, Río Ixcuintepec o San Andrés, Río Santiago Tutla o Aguacatenango, Río Palo Grande o Tortuguero, Río Tolosa o Chichihua y Río Chalchijapan
Grijalva-Usumacinta (RH30)	Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez	Río Encajonado
<b><i>Vertiente Pacífico:</i></b>		
Balsas (RH18)	Río Mixteco Río Tlapaneco	Río Mixteco y Río Acatlán o Tizaac Río Tecoloyán y Tlapaneco (Guerrero)
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Ometepec o Quetzala Río La Arena Río Atoyac o Verde	Río Cortijos o Río Nuevo y Río San Miguel o Verde o Bejuco Río La Arena Río Atoyac-Paso de la Reina, Río Atoyac-San Pedro Juchatengo, Río Atoyac-Oaxaca de Juárez, Río Colorado o Sordo y Río Atoyaquillo o Yolotepec
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Colotepec Río Copalita Río Astata	Río Colotepec , San Pedro Mixtepec o Río San Pedro y Río Grande o Pichuaca Río Copalita Río Ayuta y Zimatán
Tehuantepec (RH22)	Río Tehuantepec Laguna Superior e Inferior	Río Tehuantepec Bajo , Presa Benito Juárez, Río Tehuantepec Alto, Río San Antonio y Río Tequisistlán Laguna Inferior, Río Ostuta, Río Niltepec, Río Cazadero o Espanta Perros, Río Chicapa o Espíritu Santo y Río Los Perros
Costa de Chiapas (RH23)	Mar Muerto	Mar Muerto y Río Tapanatepec o Novillero

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo a la colección de referencia se tiene registrado a esta especie en ocho localidades, correspondientes a 15 sitios de muestreo (ver anexo 2 y 4) (Fig.12).



**Figura 22.** Mapa de distribución de *Poeciliopsis gracilis* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** Esta especie presenta el cuerpo esbelto con la cabeza picuda, la talla máxima que alcanzan los machos en estadio adulto es de 30 a 40 mm y las hembras de 50 a 60 mm. Las tonalidades del cuerpo van de color olivo al café. El patrón de coloración característico de *P. gracilis* se manifiesta en 8 a 10 manchas o puntos oscuros de forma irregular cuyo diámetro es casi tan grande como la órbita del ojo, las aletas son ligeramente amarillas, la anal tiene el borde oscuro casi inmaculada el área alrededor del ano (Huidobro, 2000; Miller *et al.*, 2005).

*Poeciliopsis gracilis* se ha establecido en los canales de riego de California, EEUU, donde es común (Page y Burr, 1991). En las cuencas del río Papaloapan y Coatzacoalcos esta especie habita las tierras bajas y altas en biomas lóticos (ríos) (Miller, 1986). En Oaxaca habita en el mismo tipo de tierras en ambientes lóticos (manantiales, arroyos, ríos de todos los tamaños y canales de riego) y lénticos (lagunas, presas y represas). Es muy común y de distribución muy amplia (Martínez, 1999).

Habita típicamente en aguas tranquilas de arroyos, estanques de inundación, lagunas, remansos y márgenes de ríos de tierras bajas, en agua clara a lodosas; corriente nula o moderada; sustrato de arcilla, lodo, arena, grava, rocas; vegetación nula a rala, pero son comunes las algas verdes (Miller *et al.*, 2005).

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; SEMARNAT, 1994 y 2010).

**Colección de referencia.** Se tienen depositados 91 ejemplares, colectados en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos morfométricos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
91	11.00-47.20	25.96	15.00-58.43	30.99	0.02-2.04	0.44

## Ficha descriptiva 10. *Centropomus nigrescens* Günther, 1864.



**Figura 23.** *Centropomus nigrescens* colectado en el Charco Redondo (MEX390) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009).

**Orden** PERCIFORMES.

**Familia** CENTROPOMIDAE.

**Género** *Centropomus* Lacepède, 1802.

**Nombre científico.** *Centropomus nigrescens* Günther, 1864.

**Descripción original.** *Centropomus nigrescens* Günther, 1864: 144 [Proc. Zool. Soc. Lond. 1864 (pt 1)]. (Localidad típica: Chiapam, Guatemala).

**Sinonimias.** Ninguna.

**Nombre común.** Garaje, róbalo, róbalo: negro, prieto y redondo (Bussing, 1995; Froese & Pauly, 2011).

**Otros nombres locales.** Piolín.

**Referencia de identificación.** Bussing (1995), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005)

**Distribución geográfica.** En la costa Pacífica de América, de la costa de Baja California a Perú. Suele penetrar al agua dulce, desde Sonora hasta Guerrero (Torres-Orozco, 1991; Bussing, 1995; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005).

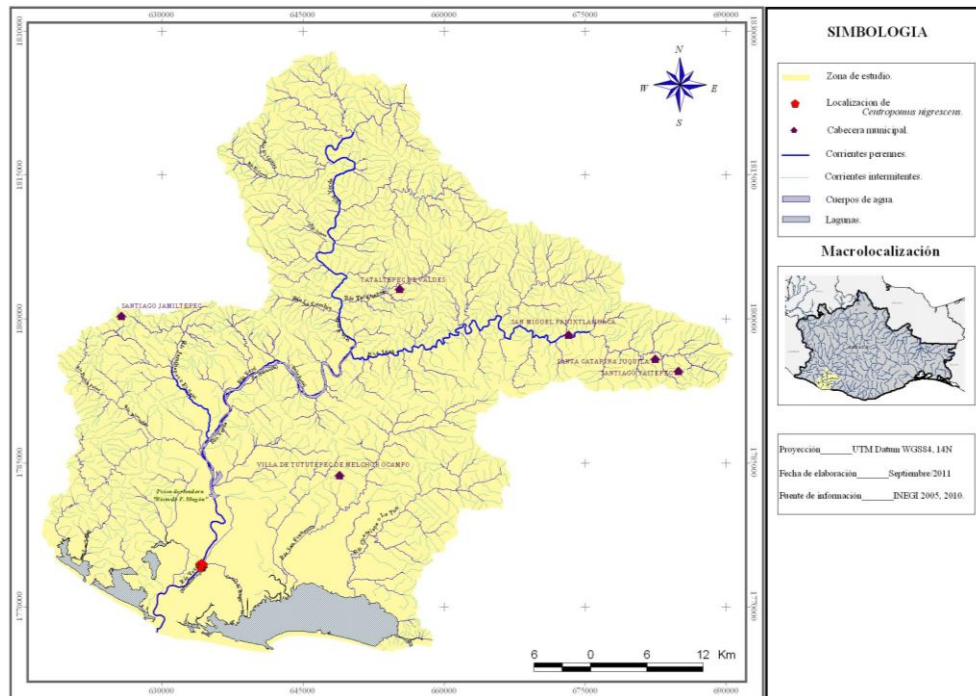
**Localización en Oaxaca.** Con base a los registros de la colección del CIIDIR-OAXACA, Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Martínez (1999) esta especie se distribuye en la vertiente pacífica del Estado (Cuadro 15).

**Cuadro 15.** Localización geográfica de *Centropomus nigrescens*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Copalita	Río Copalita y Cozoaltepec
Tehuantepec (RH22)	Laguna Superior e Inferior	Laguna Superior e Inferior

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo con la colección de referencia se tiene registrado a esta especie solo en la Agencia Municipal Charco Redondo del Mpio. San Pedro Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Dto. Juquila (ver anexo 2 y 4) (Fig. 24).





**Figura 24.** Mapa de distribución de *Centropomus nigrescens* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** Cuerpo esbelto (altura comprendida de 3.7 a 4.5 veces en la longitud estándar); longitud de la cabeza 2.7 a 2.9 veces en la longitud estándar; perfil predorsal recto; número total de branquiespinas en el primer arco de 19 a 23 (generalmente 20 a 22). Segunda aleta dorsal con I espina y 10 (raramente 9 u 11) radios blandos; aleta anal con III espinas y 6 radios blandos; la segunda espina anal (plegada) lejos de alcanzar la base de la aleta caudal). De 86 a 76 escamas (generalmente 71-74) inmediatamente sobre la línea lateral hasta la base de la aleta caudal; 10 a 24 (generalmente 12 a 14) desde el origen de la aleta anal hasta la línea lateral; y 25 a 30 (generalmente 27 a 29) en la circunferencia del pedúnculo caudal. Color, en vivo, dorso y flancos gris-azulados, cambiando abruptamente a blanco en el vientre, línea lateral oscura, aletas de color ceniciento (Bussing, 1995).

Es una especie eurihalina habitante temporal del componente estuarino, se desconoce su biología y alcanza un tamaño menor que *C. undecimalis*, su talla media es de 350 mm, aunque se ha registrado un ejemplar de 415 mm de largo. Es de importancia económica, se pesca con enmalle, anzuelo y artesanalmente (chinchorro, atarraya, arpón, nasa y otras artes más) y es utilizada en fresco, salado y congelado (Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

En la región Costa de Oaxaca habita en las tierras bajas en biomas lóticos (ríos medianos y grandes). En esta zona es un recurso de importancia pesquera (Martínez, 1999).

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; SEMARNAT, 1994 y 2010). Aunque en la lista roja de la IUCN, la ubica en la categoría “Menor preocupación” (Least concern -LC siglas en inglés-) (Cotto *et*

al., 2010a)

**Colección de referencia.** Se tiene depositado solo un organismo colectado en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, con las siguientes características:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
1	-----	190.93	-----	249.29	-----	110.90

Ficha descriptiva 11. *Centropomus robalito* Jordan & Gilbert, 1882.



**Figura 25.** *Centropomus robalito* colectado en el Charco Redondo (MEX370) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008)

**Nombre científico.** *Centropomus robalito* Jordan & Gilbert, 1882

**Descripción original.** *Centropomus robalito* Jordan & Gilbert, 1882: 462 [Proc. U.S. Nat. Mus. v. 4 (no. 254). (Localidad típica: Mazatlán, Sinaloa, al oeste de México).

**Sinonimias.** Ninguna.

**Nombre común.** Róbalo aleta amarilla (Bussing, 1995; Miller *et al.*, 2005). Conguito blanco, Robalito (Froese & Pauly, 2011).

**Otros nombres locales.** Pijolin.

**Referencia de identificación.** Bussing (1995 y 1998), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005).

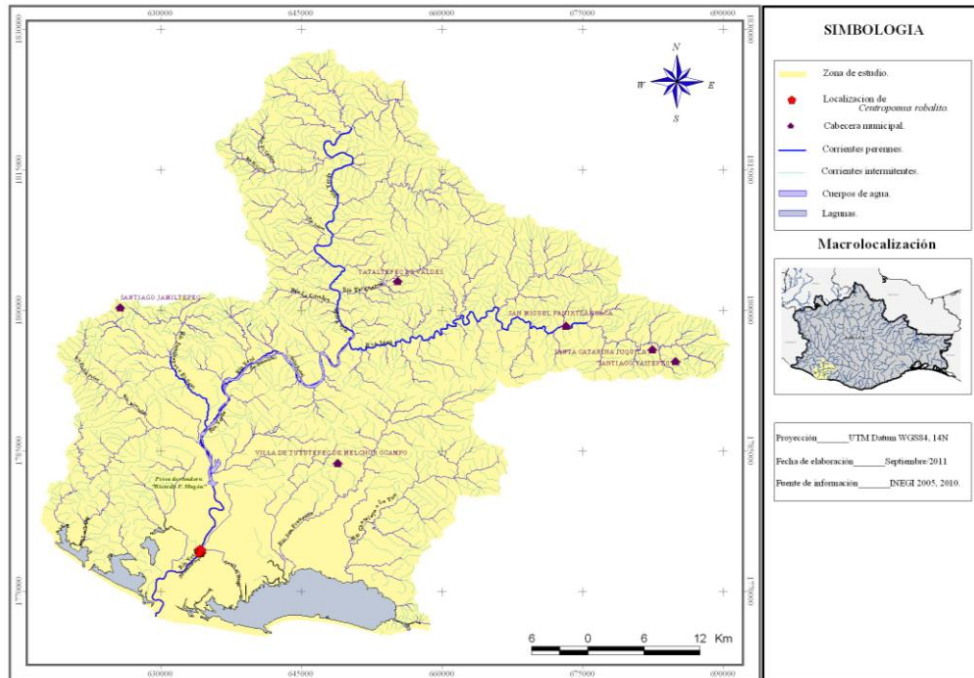
**Distribución geográfica.** Desde la parte centro-norte del Golfo de California, México a Panamá y probablemente hasta Perú (Bussing, 1995 y 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011).

**Localización en Oaxaca.** Con base a los registros de la colección del CIIDIR-OAXACA y Castro-Aguirre *et al.* (1999), esta especie se distribuye en la vertiente pacífica del Estado (Cuadro 16).

**Cuadro 16.** Localización geográfica de *Centropomus robalito*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina,
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Colotepec	Río San Francisco o Chacalapa o Chacalapan (incluye el sistema lagunar costero Chacahua-La Pastoría.
Tehuantepec (RH22)	Laguna Superior e Inferior	Laguna Superior e Inferior

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo con la colección de referencia se tiene registrado a esta especie solo en la Agencia Municipal Charco Redondo del Mpio. San Pedro Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Dto. Juquila (ver anexo 2 y 4) (Fig. 26).



**Figura 26.** Mapa de distribución de *Centropomus robalito* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** Cuerpo alto (altura comprendida de 3.1 a 3.8 veces en la longitud estándar); longitud de cabeza 2.4 a 2.6 veces en la longitud estándar; número total de branquiespinas en el primer arco 26 a 31 (generalmente 27 a 30). Segunda aleta dorsal con I espina y 10 (raramente 9 a 11) radios blandos; aleta anal con III espinas y 6 (raramente 7) radios blandos; la segunda espina anal (plegada) alcanza una vertical a través de la base de la aleta caudal. Cuentas de escamas: 47 a 55 (generalmente 49 a 54) inmediatamente sobre la línea lateral hasta la base de la aleta caudal; 6 a 10 (generalmente 6 a 8) desde el origen de la segunda aleta dorsal hasta la línea lateral; 9 a 12 (generalmente 9 a 11) desde el origen de la aleta anal hasta la línea lateral; y 18 a 22 (generalmente 19 a 21) en la circunferencia del pedúnculo caudal. Color. Dorso gris azulado, vientre plateado; línea lateral clara; membranas entre las espinas de la primera aleta dorsal y entre la segunda y la tercera espina anal claras (Bussing, 1995 y 1998).

Poco o nada se conoce acerca de la biología de esta especie, con excepción del estudio de Tovilla-Hernández y Castro-Aguirre (1988) citado en Castro-Aguirre *et al.* (1999) quienes analizaron muestras mensuales, durante un ciclo anual, de una población que se explota comercialmente en el sistema lagunar la Joya-Buena vista, Chiapas y determinaron algunos parámetros demográficos, así como edad, crecimiento y algunos datos de su biología reproductiva. Esta especie parece tener una estrecha relación con los sistemas estuarino-lagunares, ya que dentro de ellos se encontraron, sin excepción, todas las clases de edad, talla y peso; por ello, podría incluirse como parte del componente marino eurihalino. Castro-Aguirre *et al.* (1999), en las lagunas oriental y occidental, Oaxaca, capturaron 13 individuos entre 10.1 y 39.3 o/oo aunque, en su mayoría de 10.1 a 15.6 g.

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; SEMARNAT, 1994 y 2010). Aunque en la lista roja de la IUCN, la ubica en la categoría “Menor preocupación” (Least Concern -LC siglas en inglés-) (Cotto *et al.*, 2010b).

**Colección de referencia.** Se tienen depositados dos organismos, colectados en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
2	96.96-155.18	1126.07	126.76-201.29	164.03	21.04-82.77	51.91

Ficha descriptiva 12. *Caranx caninus* Günther, 1867.



Figura 27. *Caranx caninus* colectado en el Charco Redondo (MEX390) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009)

**Familia** CARANGIDAE.

**Género** *Caranx* Lacepède, 1801.

**Nombre científico.** *Caranx caninus* Günther, 1867.

**Descripción original.** *Caranx caninus* Günther, 1867: 601 [Proceedings of the General Meetings for Scientific Business of the Zoological Society of London 1866 (pt 3). (Localidad típica: Panamá).

**Sinonimias.** Ninguna.

**Nombre común.** Jurel común (Smith-Vaniz, 1995). En otros países como El Salvador, Colombia, Ecuador, Perú, se les conoce como: Aurel, burel, burro, cocinero, sargentillo, saregento (Froese & Pauly, 2011)

**Otros nombres locales.** “Frelitos”.

**Referencia de identificación.** Smith-Vaniz (1995) y Castro-Aguirre *et al.* (1999).

**Distribución geográfica.** Desde San Diego (33°N), California, U.S.A., Golfo de California, México hasta el Callao, Perú, incluyendo las Islas Galápagos (Smith-Vaniz, 1995, Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Froese & Pauly, 2011).

**Localización en Oaxaca.** Con base a los registros de la colección del CIIDIR-OAXACA y Castro-Aguirre *et al.* (1999) la especie se distribuye en la vertiente pacífica del Estado (Cuadro 17).

**Cuadro 17.** Localización geográfica de *Caranx caninus*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina,
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Colotepec	Río San Francisco o Chacalapa o Chacalapan (incluye el sistema lagunar costero Chacahua-La Pastoría.
Tehuantepec (RH22)	Laguna Superior e Inferior	Laguna Superior e Inferior

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo con la colección de referencia se tiene registrado a esta especie solo en la Agencia Municipal Charco Redondo del Mpio. San Pedro Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Dto. Juquila (ver anexo 2 y 4) (Fig. 28).

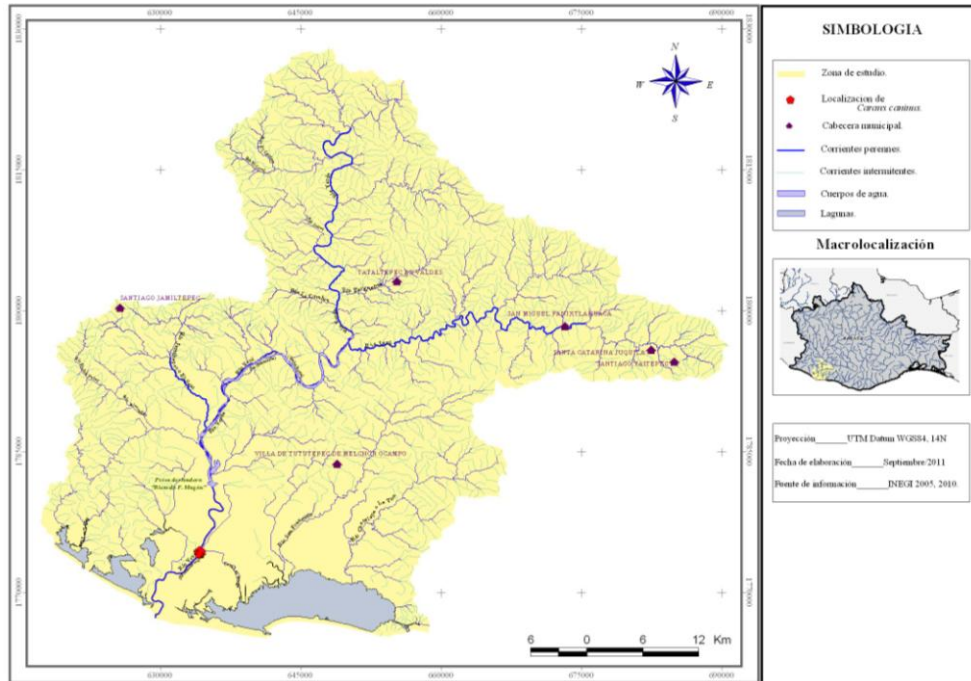


Figura 28. Mapa de distribución de *Caranx caninus* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en el sitio de muestreo.

**Observaciones.** Cuerpo alargado, alto y moderadamente comprimido. Ojo con un parpado adiposo bien desarrollado; extremo posterior de la mandíbula superior (en adultos) situado con una línea vertical a través del borde posterior del ojo o aún más atrás; aleta dorsal con VIII espinas, seguidas por I espina y 19 a 21 radios blandos; aleta anal con II espinas aisladas, seguidas por I espina y 16 o 17 radios blandos. Pecho sin escamas, a excepción de una pequeña área escamosa por delante de las aletas pélvicas. Adultos con una mancha negra en las aletas pectorales y otra bien evidente en el opérculo; juveniles con unas 5 franjas verticales oscuras en los flancos (Smith-Vaniz, 1995).

Es una especie pelágica en aguas costeras y oceánicas. Forma cardúmenes medianos a grandes que se desplazan generalmente con gran rapidez, aun que ejemplares más grandes suelen ser solitarios. Común sobre fondos someros, pero los ejemplares grandes pueden encontrarse en aguas oceánicas profundas hasta unos 350 m de profundidad. También frecuentan aguas salobres y ocasionalmente asciende los ríos. Se alimenta principalmente de peces, de camarones y otros invertebrados. Los juveniles son comunes en estuarios de río (Smith-Vaniz, 1995).

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinoza *et al.*, 1993; SEMARNAT, 1994 y 2010). Aunque en la lista roja de la IUCN, la ubica en la categoría “Menor preocupación” (Least Concern -LC siglas en inglés-) (Smith-Vaniz *et al.*, 2010).

**Colección de referencia.** Se tienen depositados solo dos ejemplares de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
2	81.09-123.49	102.29	99.15-142.95	121.05	13.15-49.37	31.26



### Ficha descriptiva 13. *Pomadasys bayanus* Jordan & Evermann, 1898.



**Figura 29.** *Pomadasys bayanus* colectado en la localidad del río El Charco Redondo (MEX370) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008).

**Género** *Pomadasys* Lacepède, 1802.

**Nombre científico.** *Pomadasys bayanus* Jordan & Evermann, 1898.

**Descripción original.** *Pomadasys bayanus* Jordan & Evermann, 1898: 1331 [Bulletin of the United States National Museum No. 47]. (Localidad típica: Río Bayano, en el Pacífico de Panamá).

#### Familia HAEMULIDAE.

**Sinonimias.** De acuerdo con Froese & Pauly (2011), para esta especie son: *Pomadasys sinuosus* Eigenmann, 1918.

**Nombre común.** Corocoro, braquimorada, blanquillo, braquimorada, burrito, burro, gruñón, gruñidor, mojarrón, roncador, sargo, trompa morada (Instituto Nacional de Pesca, 1976; Chirichigno *et al.*, 1982; Bussing, 1998; McKay y Schneider, 1995; Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011).

**Otros nombres locales.** Ninguna

**Referencia de identificación.** Álvarez (1970), Instituto Nacional de Pesca (1976), McKay y Schneider (1995), Bussing (1998), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005).

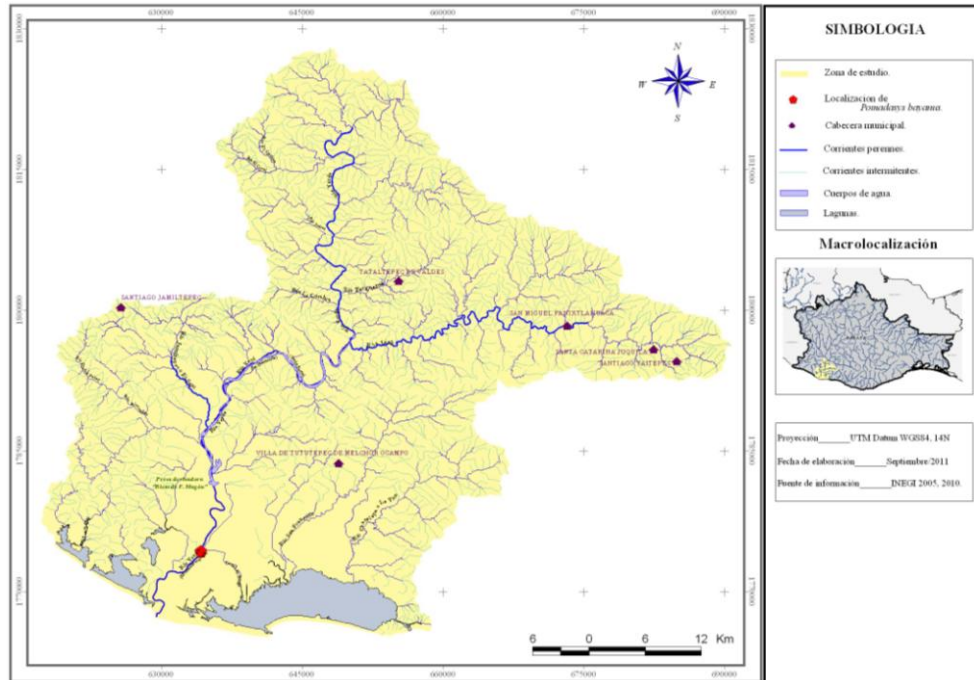
**Distribución geográfica.** En la costa Pacífico de América desde Baja California, México hasta Perú (McKay y Schneider, 1995; Bussing, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011).

**Localización en Oaxaca.** Con base a los registros de la colección del CIIDIR-OAXACA y Martínez (1999), esta especie se distribuye en la vertiente pacífica del Estado (Cuadro 18).

**Cuadro 18.** Localización geográfica de *Pomadasys bayanus*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río La Arena	Río La Arena
	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Copalita	Río Tonameca
	Río Astata	Río Zimatlán o Zimatán y Ayuta o Ayutla

**Localización en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo con la colección de referencia se tiene registrado a esta especie solo en la Agencia Municipal Charco Redondo del Mpio. San Pedro Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Dto. Juquila (ver anexo 2 y 4) (Fig. 30).



**Figura 30.** Mapa de distribución de *Pomadasys bayanus* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en un sitio de muestreo.

**Observaciones.** Esta especie se distingue de sus congéneres locales por la aletas pectorales cortas que no llegan a los extremos de las aletas pélvicas y por las escamas más pequeñas, 54 a 62 en la serie longitudinal. Es de cuerpo alargado, delgado y el hocico es largo y puntiagudo. El perfil predorsal es convexo lo que da la impresión de que la cabeza está dirigida un poco hacia abajo. El dorso el pardo oscuro, los costados y el vientre son plateados. Las aletas son pardas, la dorsal espinosa con margen negro. Las aletas pares son transparentes (McKay y Schneider, 1995; Bussing, 1998; Miller *et al.*, 2005).

Esta especie se considera como eurihalina del componente marino. En el Atlántico es sustituida por *Pomadasys croco* (Cuvier). En Costa Rica la primera especie es más abundante en ríos y arroyos cerca de las desembocaduras con el mar, pero no en ambientes estuarinos y marinos. Sube hasta una altitud de 640 m. Se encuentra en corrientes de poca a moderada velocidad a una temperatura de 21-30 °C. Es carnívora, se alimenta de crustáceos y peces. Alcanza una talla media de 330 mm de longitud. Su captura comercial se realiza con artes de pesca de arrastre, anzuelo y artesanales (chinchorro, atarraya, arpón, nasa y otras artes más) y se utiliza en fresco (Chirichigno *et al.*, 1982; Bussing, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

En la región Costa de Oaxaca esta especie habita en las tierras bajas en biomas lóticos (ríos de diferentes

tamaños) no muy lejos de la costa. Es un recurso de importancia pesquera apreciado en esta región oaxaqueña (Martínez, 1999).

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; SEMARNAT, 1994 y 2010).

**Colección de referencia.** Se tiene solo un organismo depositado de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g):
1	-----	62.38	-----	78.46	-----	5.97

Ficha descriptiva 14. *Cichlasoma trimaculatum* (Günther, 1867).



**Figura 31.** *Cichlasoma trimaculatum* colectado en el río verde de la localidad la Huichicata (MEX373) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008)

**Familia** CICHLIDAE.

**Género** *Cichlasoma* Swainson, 1839.

**Nombre científico.** *Cichlasoma trimaculatum* (Günther 1867).

**Descripción original.** *Heros trimaculatus* Günther, 1867: 602 [Proc. Zool. Soc. Lond. 1866 (pt 3)]. (Localidad típica: Chiapas y Huamuchal, Guatemala).

**Sinonimias.** De acuerdo con Froese & Pauly (2011), para esta especie son: *Cichlasoma trimaculatus* (Günther, 1867); *Cichlasoma mojarra* Meek, 1904; *Cichlasoma centrale* Meek, 1906; *Cichlasoma gordonsmithi* Fowler, 1936; *Cichlasoma cajali* Álvarez & Gutiérrez, 1953.

**Nombre común.** Cíclico de mancha en el hombro y de tres manchas y mojarra prieta (Espinosa *et al.*, 1993; Sands *et al.*, 1997; Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011).

**Otros nombres locales.** Mojarra y mojarra pinta.

**Referencia de identificación.** Álvarez (1970) y Miller *et al.* (2005).

**Distribución geográfica.** En la vertiente Pacífico de Mesoamérica desde la laguna de Coyuca al noroeste de Acapulco, en Chiapas, Guerrero y Oaxaca, México hasta la cuenca del río Lempa, El Salvador (Espinosa *et al.*, 1993; Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011).

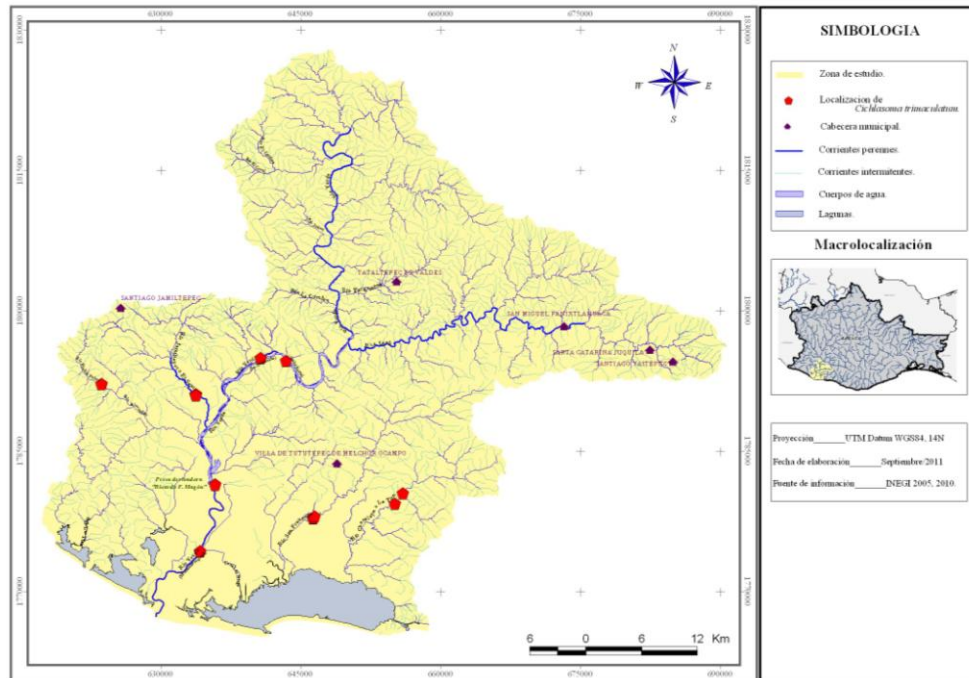
**Localización en Oaxaca.** Con base a los registros de la colección del CIIDIR-OAXACA, Miller, 1986 y Martínez (1999) se ha reportado en la vertiente Pacífico (Cuadro 19).

**Cuadro 19.** Localización geográfica de *Cichlasoma trimaculatum*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Ometepec o Quetzala	Río Cortijos o Río Nuevo y Río San Miguel o Verde o Bejuco
	Río La Arena	Río La Arena y Laguna de Motengo o Notengo
	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina y Atoyac-San Pedro Juchatengo
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Colotepec	San Pedro Mixtepec y río Colotepec y Pichuaca
	Río Copalita	Río Tonameca y Cozoaltepec
Tehuantepec (RH22)	Río Tehuantepec	Río Tehuantepec Bajo y Tequisistlán y presa Benito

		Juárez
	Laguna Superior e Inferior	Río Ostuta, Río Niltepec, Río Cazadero o Espanta Perros, Río Chicapa o Espíritu Santo y Río Los Perros
Costa de Chiapas (RH23)	Mar Muerto	Río Novillero

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo a la colección de referencia se tiene registrado a esta especie en nueve localidades correspondientes a 18 sitios de muestreo (ver anexo 2 y 4) (Fig. 32).



**Figura 32.** Mapa de distribución de *Cichlasoma trimaculatum* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** Tiene una fórmula dorsal de XVI-XVIII espinas, generalmente XVII; fórmula anal VII espinas; y con una mancha oscura grande en la nuca sobre el origen de la línea lateral, otra en la mitad del cuerpo cerca de la extremidad de la aleta pectoral y un punto redondo en la mitad superior del pedúnculo caudal, en base a este patrón de manchas es que se le asigno su epíteto específico. Puede presentar o no barras verticales y una serie de manchas laterales (Miller *et al.*, 2005).

Es tropical y carnívora, se alimenta de macroinvertebrados e insectos acuáticos y terrestres y de peces pequeños. Tiene una longitud estándar máxima de 365 mm. Presenta dimorfismo sexual, los machos sexualmente maduros son más grandes, altos y con una coloración más intensa en las manchas de los lados del cuerpo. Es un cíclido de gran tamaño apreciado por los acuariófilos, quienes alimentan a los peces con crustáceos, lombrices de tierras y alimento procesado. También los acuarófilos han observado que incuban en sustrato y protegen a sus crías, siendo entonces muy agresivos (Sands *et al.*, 1997; Froese & Pauly, 2011).

La mojarra prieta en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina de manera general puede alcanzar una longitud estándar máxima de entre 219-245 mm y un peso total de entre 471-628 g, sin embargo los machos pueden alcanzar tallas superiores de 253 a 388 mm y pesos totales superiores de 733 g; mientras que las hembras tienen un menor crecimiento, con una longitud estándar máxima de 228-299 mm y un peso total igual o superior a los 498 g. La época de reproducción se da en el periodo de secas y posiblemente inicia en el mes de enero para la población de *C. trimaculatum* de dicha subcuenca (Ortiz, 2011).

Según Miller (1986) habita en las tierras bajas en biomas lóticos (ríos) y lénticos (ecosistemas lacustres). En Oaxaca se encuentra en la parte baja, media y alta de las cuencas pequeñas, donde habita en las tierras bajas y altas en ambientes lóticos (manantiales y ríos de todos los tamaños); en cambio en las grandes cuencas sólo existe en la parte baja y media, habitando en las tierras bajas y medianamente altas en ambientes lóticos (manantiales, ríos de todos los tamaños y canales de riego) y lénticos (presas y charcos). Es de importancia alimenticia para los lugareños. En este estado y en Chiapas ha sido colectada en ecosistemas estuarinos (estuarios y lagunas costeras), por lo que se considera eurihalina (Martínez, 1999).

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; SEMARNAT, 1994 y 2010).

**Colección de referencia.** Se tienen depositados 93 ejemplares, colectados en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
93	13.45-197.71	59.96	16.65-246.17	71.70	0.10-356.49	20.29

### Ficha descriptiva 15. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758).



**Figura 33.** *Oreochromis niloticus* colectado en el río Verde de la localidad El Charco Redondo (MEX370) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008).

**Género** *Oreochromis* Günther, 1889.

**Nombre científico.** *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758).

**Descripción original.** *Perca nilotica* Linnaeus, 1758: 290 [Systema Naturae, Ed. X. v. 1]. (Localidad típica: río Nilo, Egipto).

**Sinonimias.** Froese & Pauly (2011) presenta los siguientes sinónimos: *Chromis nilotica* (Linnaeus, 1758); *Oreochromis nilotica* (Linnaeus, 1758); *Chromis niloticus* (Linnaeus, 1758); *Tilapia nilotica* (Linnaeus, 1758); *Sarotherodon niloticus* (Linnaeus, 1758); *Tilapia nilotica nilotica* (Linnaeus, 1758); *Tilapia calciati* Gianferrari, 1924; *Tilapia cancellata* Nichols, 1923; *Tilapia eduardiana* Boulenger, 1912; *Chromis guentheri* Steindachner, 1864; *Tilapia regani* Poll, 1932; *Tilapia inducta* Trewavas, 1933; *Tilapia vulcani* Trewavas, 1933; *Oreochromis niloticus baringoensis* Trewavas, 1983; *Oreochromis niloticus filoa* Trewavas, 1983; *Oreochromis niloticus sugutae* Trewavas, 1983; *Oreochromis niloticus tana* Seyoum & Kornfield, 1992.

**Nombre común.** Tilapia del Nilo (Froese & Pauly, 2011).

**Otros nombres locales.** Mojarra, Tilapia.

**Referencia de identificación.** Mora (2003), Eschmeyer & Fricke (2011) y Froese & Pauly (2011).

**Distribución geográfica.** En su medio natural se distribuye en los ríos de Israel (África). En general la tilapia o mojarra africana fue introducida a México el 10 de Julio de 1964, procedente de Auburn, Alabama, EUA las cuales fueron depositadas, en la Estación Piscícola de Temascal, Oax. Para la especie *O. niloticus* se hace una nueva inducción de esta tilapia, procedente de la Universidad de Stirling en Inglaterra, con dos variedades: negra y roja, depositándose en Zacatepec, Morelos, por segunda vez para su cultivo. Su adaptación de estas especie y otras de tilapia en el país ha sido amplia, principalmente en las zonas tropicales como sucede en los estados de Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Michoacán, Veracruz y Sinaloa; de la cual se han obtenido miles de toneladas de esta producción, creando fuentes de alimentación y trabajo en esas entidades federativas (Morales, 2003).

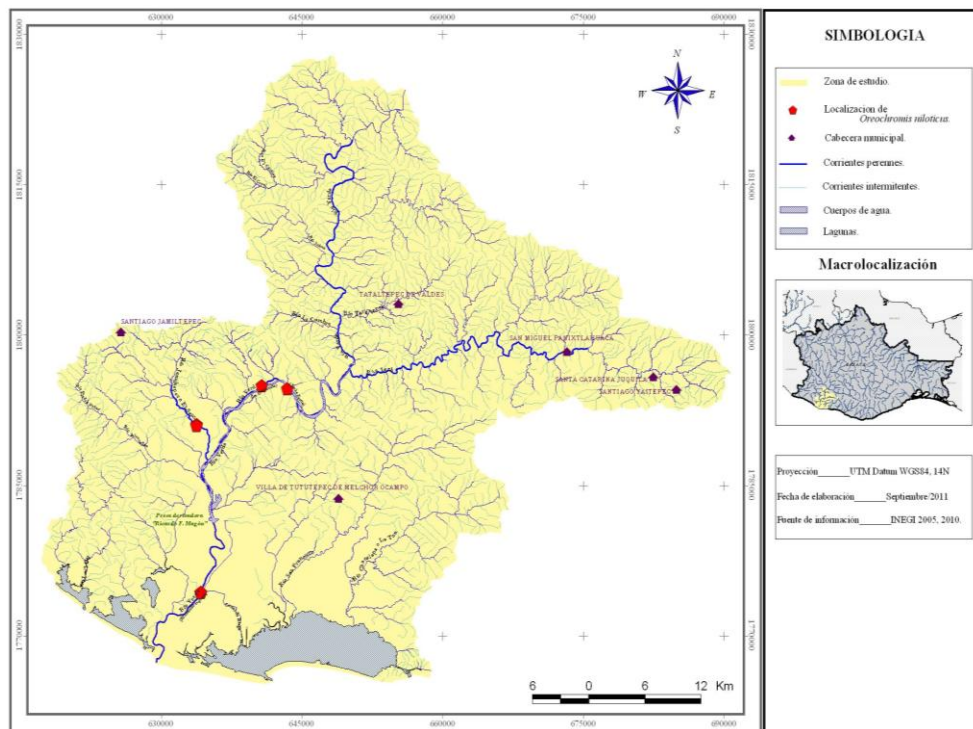
**Localización en Oaxaca.** Con base a los registros de la colección del CIIDIR-OAXACA, se identificó que la especie se distribuye en las dos vertientes (Cuadro 20).



**Cuadro 20.** Localización geográfica de *Oreochromis niloticus*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente del Golfo de México:</i>		
Papaloapan (RH28)	Río Papaloapan	Río Papaloapan, Playa Vicente, Salado, Quiotepec o San Antonio
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Astata (puerto Ángel)	Río Zimatlán o Zimatán
Tehuantepec (RH22)	Laguna Superior e Inferior	Laguna Superior e Inferior

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo a la colección de referencia se tiene registrado a esta especie en cuatro localidades correspondientes a siete sitios de muestreo (ver anexo 2 y 4) (Fig. 34).



**Figura 34.** Mapa de distribución de *Oreochromis niloticus* *Cichlasoma trimaculatum* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** Esta especie presenta de 19 a 22 branquias en la rama inferior del primer arco branquial; aleta dorsal presenta de XVI-XVII espinas, con 12-13 radios; la anal con III espinas y 10-11 radios; de 3 a 4 hileras de dientes robustos y gruesos, de 31 a 33 escamas en serie longitudinal. El cuerpo presenta una coloración verde metálico, los machos en reproducción toman una coloración ligeramente gris plateado; cabeza de color verde metálico; color de los ojos, café; vientre de coloración gris plateado; papila genital blanca; borde de la aleta dorsal negro u oscuro; parte terminal de la aleta caudal, rosa, bandas negras bien definidas y uniformes en forma circular, forma del perfil,



convexo y labios negros (Aunque estas coloraciones pueden cambiar de acuerdo al tipo de alimentación, temperatura, etc.) (Morales, 2003; Froese & Pauly, 2011).

*Oreochromis niloticus* es conocida comúnmente como tilapia del Nilo o nilótica y actualmente se considera como la especie de tilapia más cultivada en el mundo (Fitzsimmons, 2000). La tilapia del Nilo es una especie tropical que prefiere vivir en aguas someras. Las temperaturas letales son: inferior 11-12°C y superior 42°C, en tanto que las temperaturas ideales varían entre 31y 36°C. Es un omnívoro que se alimenta de fitoplancton, perifiton, plantas acuáticas, pequeños invertebrados, fauna béntica, desechos y capas bacterianas asociadas al detritus. La tilapia del Nilo puede filtrar alimentos tales como partículas suspendidas, incluyendo el fitoplancton y bacterias que atrapa en las mucosas de la cavidad bucal, si bien la mayor fuente de nutrición la obtiene pastando en la superficie sobre las capas de perifiton. En estanques, la madurez sexual la alcanzan a la edad de 5 ó 6 meses. El desove inicia cuando la temperatura alcanza 24°C. El proceso de reproducción empieza cuando el macho establece un territorio, excava un nido a manera de cráter y vigila su territorio. La hembra madura desova en el nido y tras la fertilización por el macho, la hembra recoge los huevos en su boca y se retira. La hembra incuba los huevos en su boca y cría a los pececillos hasta que se absorbe el saco vitelino. La incubación y crianza se completa en un período de 1 a 2 semanas, dependiendo de la temperatura. Cuando se liberan los pececillos, estos pueden volver a entrar a la boca de la madre si les amenaza algún peligro. Siendo una incubadora bucal materna, el número de huevos de una ovoposición es mucho menor en comparación con la mayoría de otros peces de cultivo. El número de huevos es proporcional al peso del cuerpo de la hembra. Un pez hembra de 100 g desovará aproximadamente 100 huevos, en tanto que una hembra con peso de entre 600 y 1 000 g podrá producir entre 1 000 y 1 500 huevos. El macho permanece en su territorio, cuidando el nido, y puede fertilizar los huevos de varias hembras. Si no se presenta una temporada de frío por la que se suprima un desove, la hembra puede desovar continuamente. Mientras está incubando, la hembra come muy poco o no come nada. La tilapia del Nilo puede vivir más de 10 años y alcanzar un peso de 5 kg (FAO, 2004; Froese & Pauly, 2011).

**Colección de referencia.** Se tienen depositados 14 ejemplares de esta especie, colectados en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos morfométricos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
14	28.00-206.45	81.84	35.00-252.25	102.70	0.75-399.29	44.03

**Ficha descriptiva 16. *Dactyloscopus amnis* Miller & Briggs, 1962.**



**Figura 35.** *Dactyloscopus amnis* colectado en el río verde de la localidad El Charco Redondo (MEX391) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009).

**Familia** DACTYLOSCOPIDAE.

**Género** *Dactyloscopus* Gill, 1859.

**Nombre científico.** *Dactyloscopus amnis* Miller & Briggs, 1962.

**Descripción original.** *Dactyloscopus amnis* Miller & Briggs, 1962: 2 [Occasional Papers of the Museum of Zoology University of Michigan No. 627]. (Localidad típica: a 2 millas antes de la desembocadura del río Papagayo y 25 millas al SE de Acapulco, Guerrero, México).

**Sinonimias.** Según Froese & Pauly (2011) no tiene sinonimias para esta especie, sin embargo cabe mencionar que Eschmeyer & Fricke (2011) reconocen dos sinónimos: *Cokeridia crossota* Meek & Hildebrand, 1928; *Dactyloscopus thysanotus* Böhlke, 1966.

**Nombre común.** Miraestrellas de arena (Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011).

**Otros nombres locales.** Alaguete.

**Referencia de identificación.** Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005).

**Distribución geográfica.** Desde el litoral suroccidental del golfo de California (Sinaloa) hasta panamá. Río Presidio, Sinaloa; desembocadura del río Balsas, Michoacán; laguna de Coyuca y río Papagayo, Guerrero; río Verde, Oaxaca; estero de Cuyucán y río Suchiate, Chiapas (Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005).

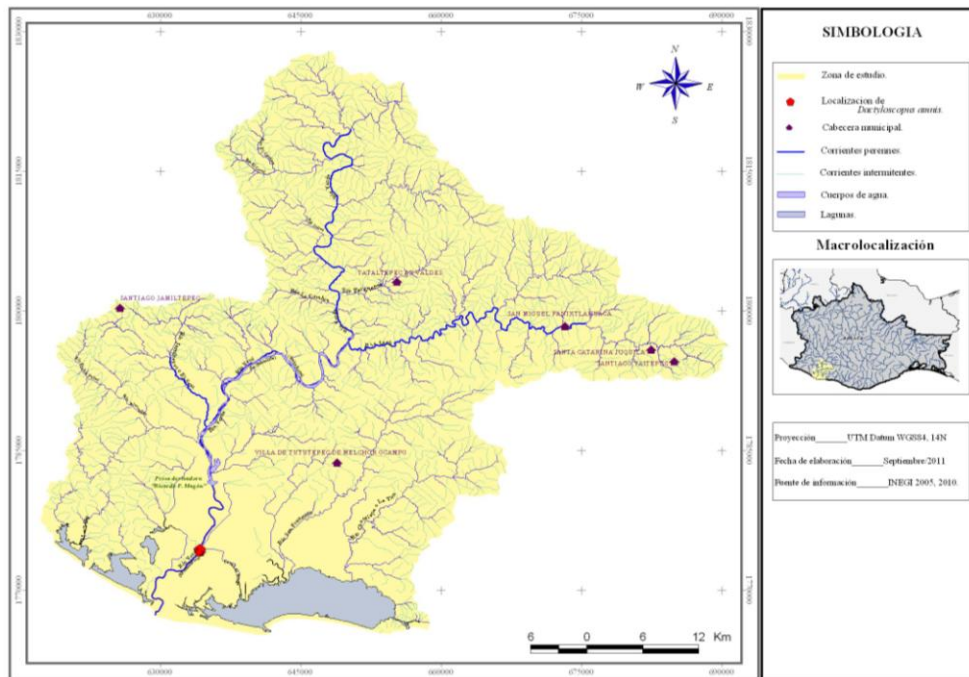
**Localización en Oaxaca.** Con base a los registros de la colección del CIIDIR-OAXACA y con Castro-Aguirre *et al.* (1999), esta especie se distribuye en la vertiente pacífica del Estado (Cuadro 21).

**Cuadro 21.** Localización geográfica de *Dactyloscopus amnis*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina,
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Colotepec	Río San Francisco o Chacalapa o Chacalapan (incluye el sistema lagunar costero Chacahua-La Pastoría.

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo con la colección de referencia se tiene registrado a esta especie solo en la Agencia Municipal Charco Redondo del Mpio.

San Pedro Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Dto. Juquila (ver anexo 2 y 4) (Fig. 36).



**Figura 36.** Mapa de distribución de *Dactyloscopus amnis* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en un sitio de muestreo.

**Observaciones.** Los miraestrellas, llamados en inglés “miraestrellas de arena”, su nombre se debe porque con frecuencia se entierran en sustratos de arena gruesa, dejando libres sólo los ojos, son peces pequeños (máxima LP, unos 81 mm), alargados, con una cabeza por lo general ancha y alta y un cuerpo comprimido en su parte posterior. Los ojos son dorsolaterales, a menudo extensibles, y se ubican muy adelante en la cabeza, ancha y lisa, cerca de la boca, la cual es oblicua a vertical. Solo esta especie de la Familia penetra al agua dulce en México (Miller *et al.*, 2005).

*D. amnis* especie única de esta familia con hábitos eurihalinos y tal vez, residente permanente de los sistemas mixohalinos, habitan los medios marino, salobre y (rara vez) dulceacuícola (Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005).

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; SEMARNAT, 1994 y 2010).

**Colección de referencia.** Se tiene depositado cuatro ejemplares, colectados en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos.

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
4	71.12-96.80	88.68	78.75-103.85	95.80	4.88-9.01	7.83

**Ficha descriptiva 17. *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844).**



**Figura 37.** *Dormitator latifrons* colectado en el río La Tuza (MEX393) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009).

**Familia** ELEOTRIDAE.

**Género** *Dormitator* Gill, 1861.

**Nombre científico.** *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844).

**Descripción original.** *Eleotris latifrons* Richardson, 1844: 57, Pl. 35 (figs. 4-5) [Ichthy. Voyage Sulphur 1]. (Localidad típica: Océano Pacífico).

**Sinonimias.** De acuerdo con los registros obtenidos del catálogo de Eschmeyer & Fricke (2011) y Froese & Pauly (2011), las sinonimias para esta especie son: *Hemieleotris carmenensis* Nichols, 1952; *Dormitator latifrons mexicanus* Ginsburg, 1953.

**Nombre común.** Camote, chame, dormilón gordo, guavina, guavisna, mapo, mapero, monengue, monengue durmiente, naca, pañeca, pañera, pipón y pocoyo (Chirichigno *et al.*, 1982; Hoese, 1995a; Bussing, 1998; Froese & Pauly, 2011).

**Otros nombres locales.** “Rompe-catre”, Popoyote.

**Referencia de identificación.** Álvarez (1970), Hoese (1995a), Bussing (1998), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005).

**Distribución geográfica.** Vertiente del Pacífico, del sur de California al norte de Perú; penetra a los ríos (Miller *et al.*, 2005; Eschemeyer & Fricke 2011 y Froese & Pauly, 2011). Registrado recientemente en las islas Galápagos (Massay & Mosquera, 1992).

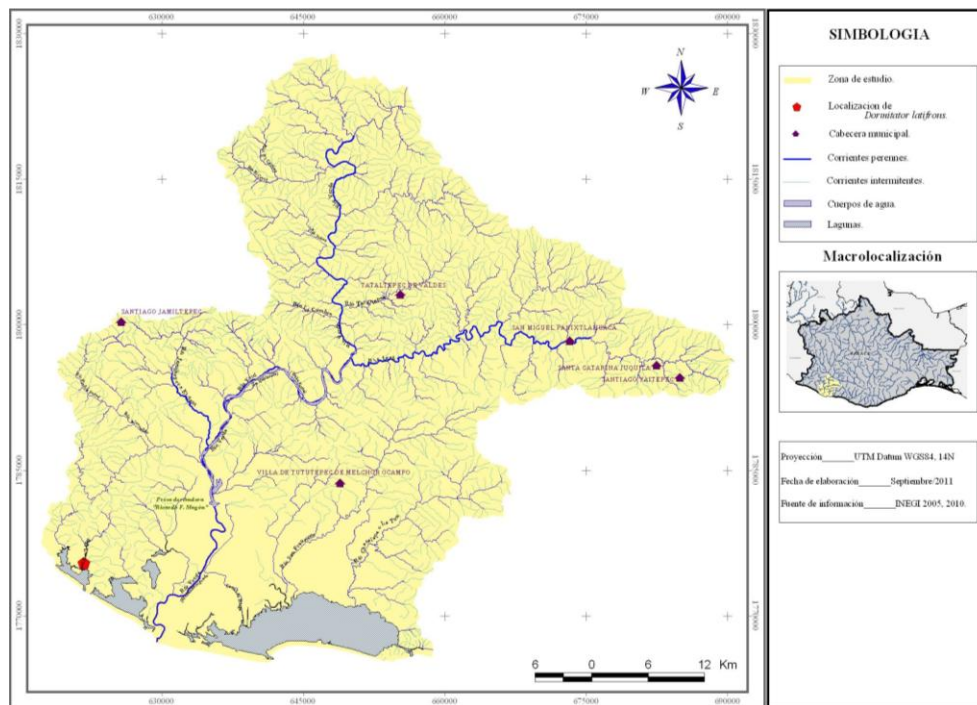
**Localización en Oaxaca.** Con base a los registros de la colección del CIIDIR-OAXACA, Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Martínez (1999), esta especie se distribuye en la vertiente pacífica del Estado (Cuadro 22).

**Cuadro 22.** Localización geográfica de *Dormitator latifrons*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río La Arena	Río La Arena y Laguna de Motengo
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Colotepec	San Pedro Mixtepec o Río San Pedro, Río Grande o Pichuaca y Río San Francisco o Chacalapa o Chacalapan
	Río Copalita	Río Copalita y Tonameca
	Río Astata	Río Astata y Ayuta

Tehuantepec (RH22)	Río Tehuantepec	Río Tehuantepec Bajo
	Laguna Superior e Inferior	Río Los Perros
Costa de Chiapas (RH23)	Mar Muerto	Río Novillero

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo con la colección de referencia se tiene registrado a esta especie solo en el paraje “La Tierra” de la agencia municipal La Tuza del Mpio. Santiago Jamiltepec. Dto. Jamiltepec (ver anexo 2 y 4) (Fig. 38).



**Figura 38.** Mapa de distribución de *Dormitator latifrons* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en un sitio de muestreo.

**Observaciones.** Cuerpo robusto, cabeza ancha con la región interorbital convexa y hocico chato. Las mandíbulas tienen varias filas de dientes diminutos con los ápices comprimidos. Las branquiespinas son muy largas y numerosas. La coloración general es gris oscura con tonos verdosos. La parte inferior de los costados presenta filas longitudinales de puntos pardos rojizos. El opérculo tiene líneas color pardo rojizas y detrás de este una mancha celeste un poco iridescente. Las aletas dorsales tienen puntos color café y el borde de la aleta anal es rojizo. Los juveniles tienen barras diagonales en los costados (Bussing, 1998).

Habita en agua dulce o salobre, en las partes bajas de ríos, pequeños arroyos costeros, pantanos, bahías, estanques lodosos y lagunas; agua clara a opaca, turbia o estancada, corriente nula o leve, fondo de lodo, limo, arena, residuos orgánicos, raíces de mangle (Miller *et al.*, 2005). Restringido a las lagunas costeras en México, en la época de estiaje (septiembre a marzo) (Warburton, 1979 en Miller *et al.*, 2005).

*D. latifrons* es subtropical, se encuentra en las áreas superficiales dentro de la zona costera, generalmente en agua dulce, aunque se traslada al mar, por lo que es eurihalina. Es rara en el norte de Baja California, México. Alcanza una longitud total máxima de 610 mm y tiene una talla media de 250 mm. En la provincia de Manabi, Ecuador se ha obtenido una longitud total máxima de 380 mm y un peso máximo de 969 g, también se han observado hembras maduras a una longitud total 165 mm. Para esta especie se han obtenido parámetros poblacionales y las curvas de crecimiento (relación longitud-peso). Es de importancia comercial, principalmente para subsistencia de los lugareños. Para su captura se utilizan artes de pesca artesanales (chinchorro, atarraya, arpón, nasa y otras más) y se utiliza en fresco (Chirichigno *et al.*, 1982; Martínez, 1999; Froese & Pauly, 2011).

En Oaxaca esta especie habita en las tierras bajas de la vertiente Pacífico en ambientes lóticos (manantiales y ríos). En la región costa del estado la gente lo considera un alimento afrodisiaco (Martínez, 1999).

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; SEMARNAT, 1994 y 2010). Aunque en la lista roja de la IUCN, la ubica en la categoría “Menor preocupación” (Least Concern -LC siglas en inglés-) (Van Tassell, 2010a).

**Colección de referencia.** Se tienen depositados cuatro ejemplares, colectados en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
4	36.41-49.25	40.37	43.09-60.83	49.45	1.17-3.17	1.72

**Ficha descriptiva 18. *Eleotris picta* Kner, 1863.**



**Figura 39.** *Eleotris picta* colectado en la localidad de la presa derivadora “Ricardo Flores Magón”. (MEX372) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008).

**Género** *Eleotris* Boch & Schneider, 1801.

**Nombre científico.** *Eleotris picta* Kner, 1863

**Descripción original.** *Eleotris picta* Kner, 1863: 223, Fig. 6 [Sitzungsber. Koenigl. Bayer. Akad. Wiss. Muenchen v. 2]. (Localidad típica: río Bayano, Panamá).

**Sinonimias.** No registrado.

**Nombre común.** Dormilón del Pacífico, durmiente moteado, guavina y vieja (Hoese, 1995a; Espinosa *et al.*, 1993; Bussing, 1998; Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011).

**Otros nombres locales.** Alahuate.

**Referencia de identificación.** Álvarez (1970), Hoese (1995a), Bussing (1998), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005).

**Distribución geográfica.** Vertiente del Pacífico, bajo río Colorado, California hasta Perú, incluidas las islas Galápagos y Cocos; penetra a la parte baja de los cursos de los ríos (Espinosa *et al.*, 1993; Bussing, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005; Eschmeyer & Fricke, 2011; Froese & Pauly, 2011).

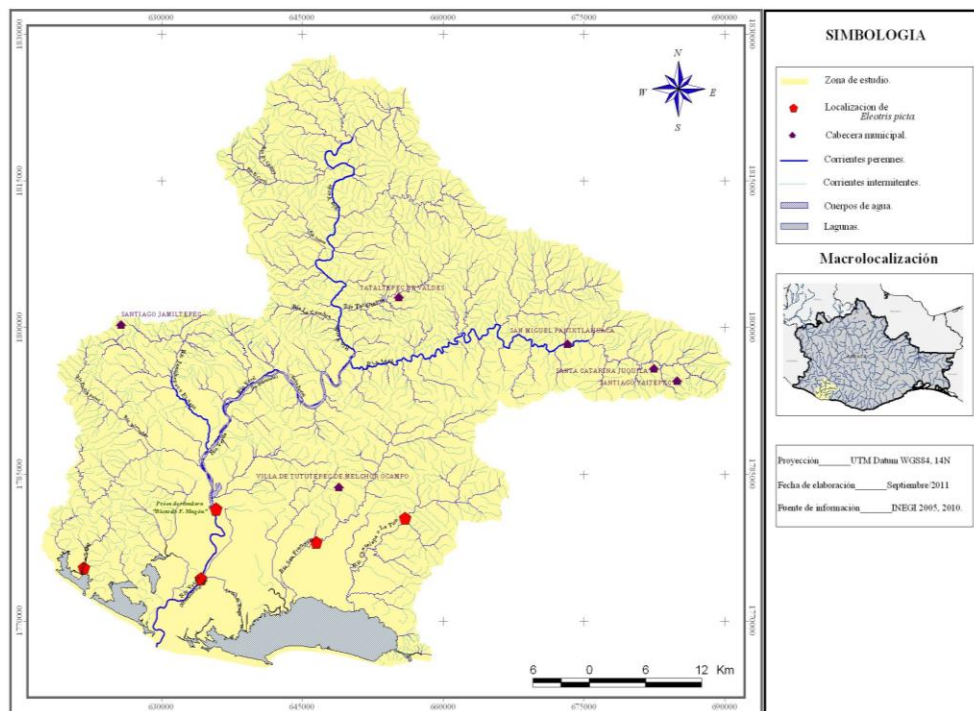
**Localización en Oaxaca.** Con base a los registros de la colección del CIIDIR-OAXACA y lo reportado por Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Martínez (1999), esta especie se distribuye en la vertiente pacífica del Estado (Cuadro 23).

**Cuadro 23.** Localización geográfica de *Eleotris picta*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río La Arena	Río La Arena
	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Colotepec	San Pedro Mixtepec y río Pichuaca
	Río Copalita	Río Copalita, Coyul y Tonameca
	Río Astata	Río Zimatlán o Zimatán
Tehuantepec (RH22)	Río Tehuantepec	Río Tehuantepec Bajo
	Laguna Superior e Inferior	Laguna Superior e Inferior
Costa de Chiapas (RH23)	Mar Muerto	Río Novillero



**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo a la colección de referencia se tienen registrados en nueve sitios de muestreos (ver anexo 2 y 4) (Fig. 40).



**Figura 40.** Mapa de distribución de *Eleotris picta* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** Esta especie parece ser el gigante de las especies de *Eleotris* locales; ejemplares grandes son relativamente abundantes en las colecciones y alcanzan por lo menos 320 mm de longitud. Además de su mayor tamaño, *E. picta* se distingue de su congénere de la vertiente pacífica por tener escamas más pequeñas (60 a 68 filas longitudinales y 22 a 24 filas transversales). El dorso es color grisáceo, los costados más claros y a veces con manchas irregulares amarillentas en pequeños y subadultos. El color del dorso de los juveniles es a menudo un pardo amarillento claro, con costados manchados y la cola negro intenso con borde transparente. Todas las aletas son oscuras con puntos trasparentes produciendo bandas alternadas de oscuro y claro; este patrón es menos marcado en individuos grandes (Bussing, 1998).

Habita en ríos, arroyos, estanques en llanuras de inundación, canales y lagunas, en agua dulce, salobre y salada (salinidad de 22.4 ppm en el canal Chiquimulilla, Guatemala); agua clara a turbia o lodosa; corriente nula a moderada, rara vez veloz; sustrato de limo, lodo, arena, grava, guijarros, rocas; vegetación de algas verdes, jacinto de agua, *Pistia*, *Nasturtium*, mangle; profundidad hasta 2 m. El desove parece tener lugar durante el estiaje (febrero a abril en Panamá), puesto que cinco hembras capturadas un 20 de febrero y un 26 de marzo tenían huevos ya sea grandes o en desarrollo (Hildebrand, 1938). La especie es estrictamente carnívora. Se ha capturado juveniles de 16-18 mm de longitud patrón en México entre el 24 de febrero y el 20 de marzo, lo que apoya la opinión de que el período reproductivo podría ser restringido a la época de sequía. Máxima longitud patrón conocida,



37.5 cm (Miller *et al.*, 2005).

En Oaxaca habita en las tierras bajas en biomas lóticos (manantiales, ríos y canales de riego) y lénticos (lagunas). Es de importancia alimenticia para los lugareños (Martínez, 1999).

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; SEMARNAT, 1994 y 2010). Aunque en la lista roja de la IUCN, la ubica en la categoría “Menor preocupación” (Least Concern -LC siglas en inglés-) (Van Tassell, 2010b).

**Colección de referencia.** Se tienen depositados 16 ejemplares, colectados en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos morfométricos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
16	41.00-262.25	108.04	53.00-310.10	129.89	1.13-476.44	64.41

**Ficha descriptiva 19. *Gobiomorus maculatus* (Günther, 1859).**



**Género** *Gobiomorus* Lacepède, 1800.

**Nombre científico.** *Gobiomorus maculatus* (Günther, 1859).

**Descripción original.** *Lembus maculatus* Günther, 1859: 505 [Cat. Fishes v. 1]. (Localidad típica: Andes de Ecuador).

**Figura 41.** *Gobiomorus maculatus* colectado en la localidad del Charco Redondo (MEX370) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008).

**Sinonimias.** Froese & Pauly (2011) señala los siguientes: *Philypnus lateralis* Gill, 1860; *Eleotris lembus* Günther, 1861.

**Nombre común.** Dormilón manchado y guavina (Bussing, 1987 y 1998; Espinosa *et al.*, 1993; Froese & Pauly, 2011). Sacalmiche, camamiche y jalmiche (Martínez, 1999).

**Otros nombres locales.** No registrado.

**Referencia de identificación.** Álvarez (1970), Bussing (1987 y 1988), Hoese (1995a), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005)

**Distribución geográfica.** En la costa del Pacífico de América, del Golfo de California, México hasta Perú (Bussing, 1987 y 1998; Espinosa *et al.*, 1993; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011). Eschmeyer & Fricke (2011) reportan una distribución hasta las islas Galápagos.

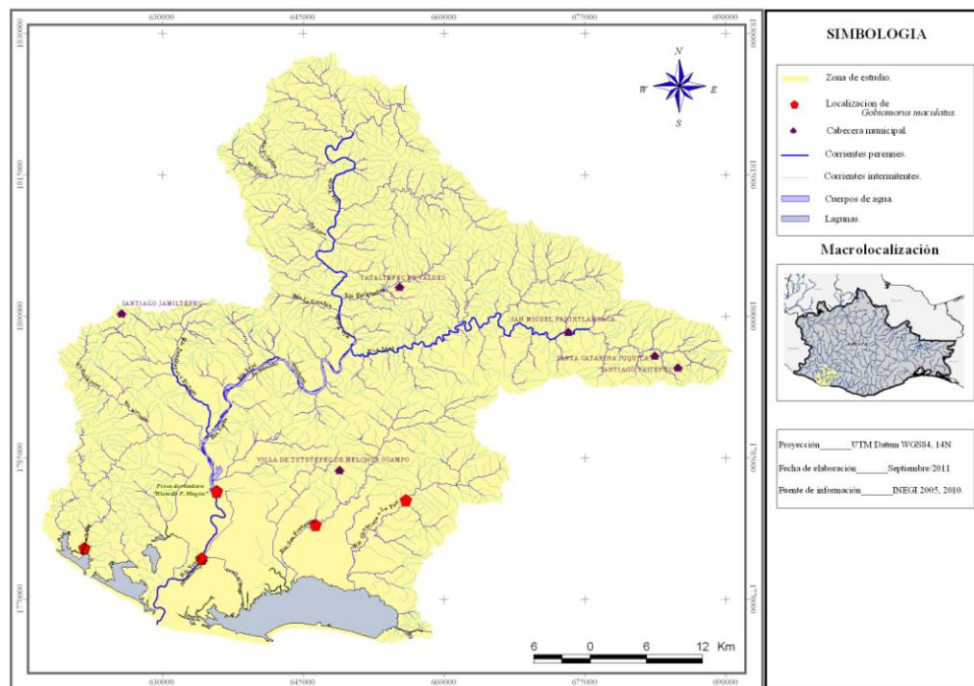
**Localización en Oaxaca.** Con base a los registros de la colección del CIIDIR-OAXACA y lo reportado por Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Martínez (1999), esta especie se distribuye en la vertiente pacífica del Estado (Cuadro 24).

**Cuadro 24.** Localización geográfica de *Gobiomorus maculatus*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Ometepec o Quetzala	Río Cortijos o Río Nuevo y Río San Miguel o Verde o Bejuco
	Río La Arena	Río La Arena
	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Colotepec	Río Colotepec, San Pedro Mixtepec o Río San Pedro, Río Grande o Pichuaca y Río San Francisco o Chacalapa

		o Chacalapan
	Río Copalita	Río Coyul, Tonameca y Cozoaltepec
	Río Astata	Río Astata, Ayuta, Chacalapa y Zimatán
Tehuantepec (RH22)	Río Tehuantepec	Río Tehuantepec Bajo
	Laguna Superior e Inferior	Río Los Perros y Ostuta
Costa de Chiapas (RH23)	Mar Muerto	Río Novillero

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo a la colección de referencia se tienen registrados en siete sitios de muestreos (ver anexo 2 y 4) (Fig. 42).



**Figura 42.** Mapa de distribución de *Gobiomorus maculatus* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** Esta especie es eurihalina del componente marino, muy abundante en los ambientes estuarinos (estuarios y lagunas costeras) y en sitios sin influencia marina, siendo más frecuente en las aguas continentales que en el mar. En los ambientes marinos se encuentra en zonas someras semienterrada en fondos arenosos y lodosos. En Costa Rica se encuentra en ríos, riachuelos y lagos; desde los manglares salobres hasta una altitud de 115 m y a una temperatura de 24-33 °C. Es bentónica, las crías son abundantes cerca de la costa, lo que al parecer indica que se reproducen en aguas salobres o marinas, aunque en Nicaragua existen poblaciones en lagunas volcánicas sin desagüe, lo que demuestra que pueden completar su ciclo de vida en agua dulce. Es carnívora, se alimenta de crustáceos y peces; y alcanza una talla de 270 mm de largo (Bussing, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005).

En las cuencas de la vertiente Pacífica mexicana habita en las tierras bajas en biomas lóticos (ríos) (Miller *et al.*, 2005). En Oaxaca también habita en este tipo de tierras en biomas lóticos (manantiales

y ríos de todos los tamaños) y lénticos (presas). Localmente es de importancia alimenticia (Martínez, 1999).

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; SEMARNAT, 1994 y 2010). Aunque en la lista roja de la IUCN, la ubica en la categoría “Menor preocupación” (Least Concern -LC siglas en inglés-) (Van Tassell, 2010c).

**Colección de referencia.** Se tienen 47 ejemplares depositados en la colección, los cuales fueron colectados en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos morfométricos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
47	36.02-165.00	96.63	44.55-195.00	116.32	0.67-90.01	18.62

## Ficha descriptiva 20. *Awaous banana* (Valenciennes, 1837).



**Figura 43.** *Awaous banana* colectado en la Presa Derivadora “Ricardo Flores Magón” (MEX394) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2009).

**Familia** GOBIIDAE.

**Género** *Awaous* Cuvier y Valenciennes, 1837.

**Nombre científico.** *Awaous banana* (Valenciennes, 1837).

**Descripción original.** *Gobius banana* Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1837: 103 [Hist. Nat. Poiss. v. 12]. (Localidad típica: Santo Domingo).

**Sinonimias.** De acuerdo con Froese & Pauly (2011), para esta especie son: *Gobius martinicus* Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1837; *Chonophorus bucculentus* Poey, 1860; *Awaous transandeanus*, (Günther, 1861); *Chonophorus contractus* Poey, 1861; *Gobius mexicanus* Günther, 1861; *Gobius transandeanus* Günther, 1861; *Gobius dolichocephalus* Cope, 1867; *Awaous nelsoni* Evermann, 1898; *Gobius (Awaous) guentheri* Regan, 1903; *Gobius guentheri* Regan, 1903.

**Nombre común.** Chupapiedra, gobio reticulado, gobio ribereño (Bussing, 1998; Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011)

**Otros nombres locales.** Alminche pinto.

**Referencia de identificación.** Hoese (1995b), Bussing (1998), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005).

**Distribución geográfica.** En el Pacífico de la parte central de Baja California Sur y Sonora, México hasta Tumbes, Perú (Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.* 2005); sin embargo aún está en discusión la distribución de aquellas poblaciones que se localizan en la vertiente Atlántica de América: del norte de Florida, EEUU hasta el sur de Caracas, Venezuela, incluyendo las Antillas y Trinidad y Tobago (Bussing, 1998; Eschmeyer & Fricke, 2011; Froese & Pauly, 2011).

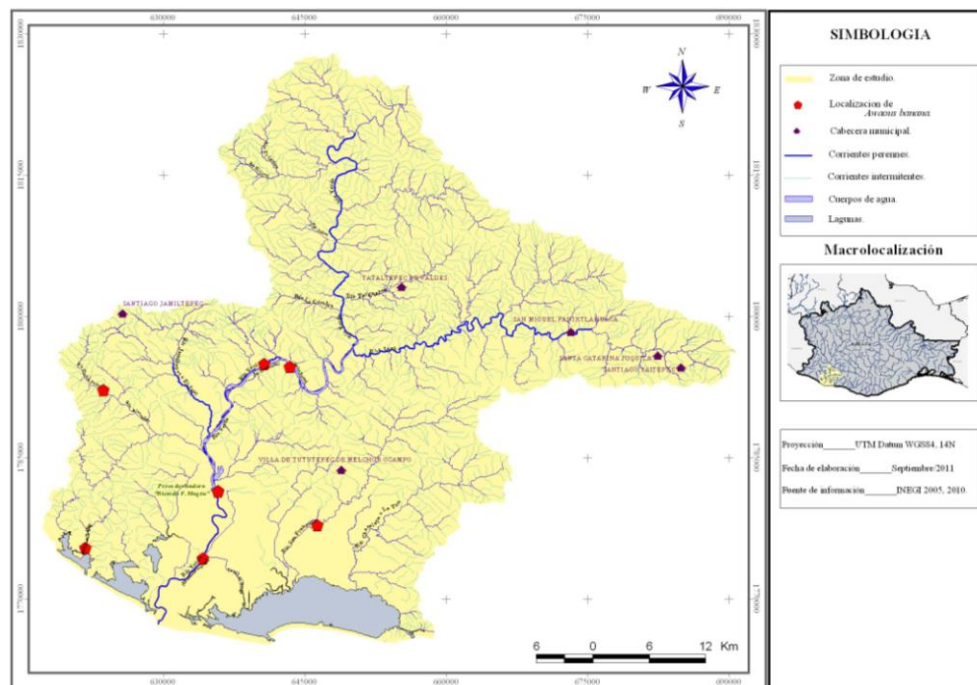
**Localización en Oaxaca.** Con base a los registros de la colección del CIIDIR-OAXACA y lo reportado por Castro-Aguirre *et al.* (1999), Martínez (1999) y Miller *et al.* (2005), esta especie se distribuye en la vertiente pacífica del Estado (Cuadro 25).

**Cuadro 25.** Localización geográfica de *Awaous banana*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Ometepec o Quetzala	Río Cortijos o Río Nuevo y Río San Miguel o Verde o Bejuco

Costa de Oaxaca (RH21)	Río La Arena	Río La Arena
	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina
	Río Colotepec	Río Colotepec, San Pedro Mixtepec o Río San Pedro, Río Grande o Pichuaca y Río San Francisco o Chacalapa o Chacalapan
	Río Copalita	Río Coyul y Tonameca
	Río Astata	Río Santa Gertrudis o Tenango o Mazatán, Río Astata o Grande, Río Ayuta o Ayutla, Río Chacalapa y Río Zimatlán o Zimatán
Tehuantepec (RH22)	Río Tehuantepec	Río Tehuantepec Bajo y presa Benito Juárez
	Laguna Superior e Inferior	Río Ostuta

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo a la colección de referencia se tienen registrados ocho sitios de muestreos (ver anexo 2 y 4) (Fig. 44).



**Figura 44.** Mapa de distribución de *Awaous banana* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** *Awaous banana* difiere de *A. tajasica*, ya que tiene menos escamas en la línea longitudinal (60 a 67) y menos filas de escamas entre el origen de la segunda aleta dorsal y el origen de la anal (16 a 20). Aunque la coloración de esta especie y de *A. tajasica* es muy parecida (Bussing, 1998; Miller *et al.*, 2005). Por lo que Castro-Aguirre *et al.* (1993), propuso que *A. banana* se distribuye únicamente en la vertiente del pacífico de México.

*Awaous banana* es tropical, eurihalina y un habitante temporal del componente estuarino, ya que pasa la mayor parte de su vida en el agua dulce o salobre. Se ha colectado en sitios muy alejados de la costa como en el puente de Ixtla, Morelos en la región Balsas (RH18), por lo que se ha considerado como

sumamente ubiquista. Habita en ríos con corrientes claras sobre el fondo de arena o grava, pero también se encuentran en aguas turbias con fondos lodosos. Prefiere los caudales transparentes y bien oxigenados. Se alimenta sobre todo de algas filamentosas. Presenta una longitud estándar máxima de 264 mm. Es de importancia comercial. En Costa Rica se encuentra en zonas con aguas estancadas, arroyos y en ríos con corrientes rápidas. Vive en un intervalo de altitud de 0-120 m, prefiere temperaturas de 25-31 °C y fondos de arena. Se alimenta de gran cantidad de detritos, quironómidos, microbivalvos y algas filamentosas. Por el tipo de alimentación es bentófago y omnívoro. (Bussing, 1987 y 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Martínez, 1999; Froese & Pauly, 2011).

En Oaxaca habita en las tierras bajas de la región Costa e Istmo en biomas lóticos (ríos de todos los tamaños) y lénticos (presas, lagunas y charcos). Localmente es de importancia alimenticia (Martínez, 1999).

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; SEMARNAT, 1994 y 2010).

**Colección de referencia.** Se tienen depositados 78 ejemplares, colectados en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos morfométricos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
78	15.01-96.10	31.79	18.25-114.21	37.40	0.02-12.83	1.12

**Ficha descriptiva 21. *Sicydium multipunctatum* Regan, 1906.**



**Figura 45.** *Sicydium multipunctatum* colectado en la localidad de San José de las Flores (MEX366) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008).

**Género** *Sicydium* Valenciennes, 1837.

**Nombre científico.** *Sicydium multipunctatum* Regan, 1906.

**Descripción original.** *Sicydium multipunctatum* Regan, 1906: 11, Pl. 1 (fig. 1) [Biol. Cent.-Amer. Part 93]. (Localidad típica: Tequixistlán, Oaxaca, México).

**Sinonimias.** De acuerdo con Froese & Pauly (2011), esta especie solo tiene un sinónimo: *Cotylopus punctatus* Regan, 1905.

**Nombre común.** Bocapiedra, chupapiedra, dormilon pecos, pegapiedra (Martínez, 1999; Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011).

**Otros nombres locales.** Alminche pinto.

**Referencia de identificación.** Hoese (1995b), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005).

**Distribución geográfica.** Vertiente del Pacífico, cerca de Mazatlán, Sinaloa hasta el sur de la cuenca río Choluteca, Honduras (Espinosa *et al.*, 1993; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005; Eschmeyer & Fricke, 2011; Froese & Pauly, 2011).

**Localización en Oaxaca.** Con base a los registros de la colección del CIIDIR-OAXACA y lo reportado por Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Martínez (1999), esta especie se distribuye en la vertiente pacífica del Estado (Cuadro 26).

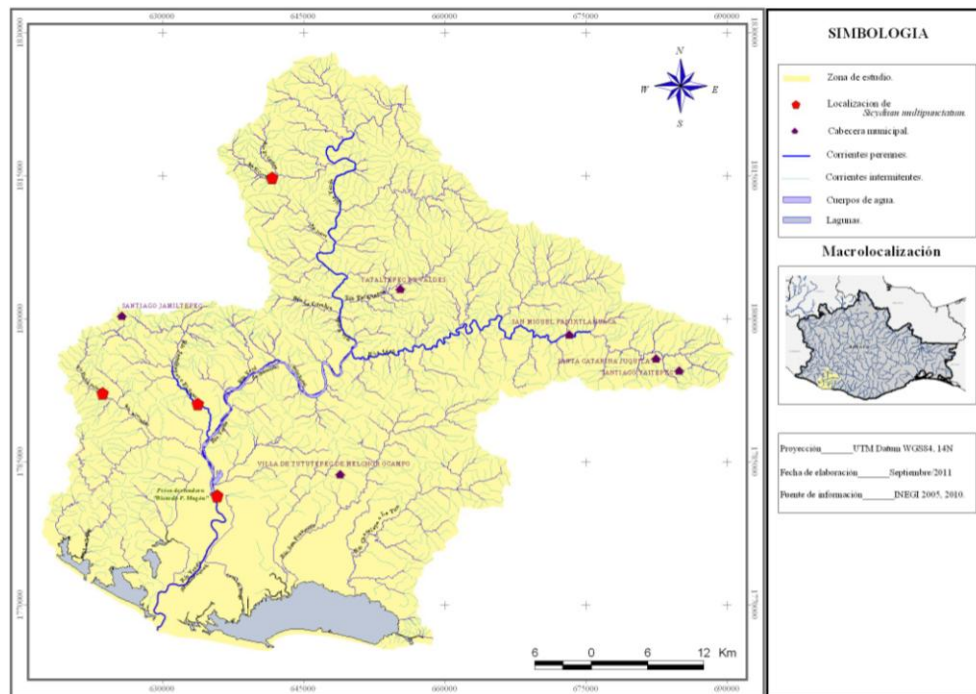
**Cuadro 26.** Localización geográfica de *Sicydium multipunctatum*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Ometepec o Quetzala	Río Cortijos
	Río La Arena	Río La Arena
	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la, Río Atoyac-San Pedro Juchatengo, Río Colorado o Sordo y Río Atoyaquillo o Yolotepec
Costa de Oaxaca (RH21)	Río Colotepec	Río Colotepec, San Pedro Mixtepec o Río San Pedro, Río Grande o Pichuaca y Río San Francisco o Chacalapa o Chacalapan



Tehuantepec (RH22)	Río Copalita	Río Copalita, San Pedro Pochutla o Río Coyul o Coyula, Río Tonameca o Grande y Río Cozoaltepec
	Río Astata	Río Astata, Ayuta, Chacalapa y Zimatán
	Río Tehuantepec	Río Tehuantepec Bajo y Tequisistlán
	Laguna Superior e Inferior	Río Ostuta

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** De acuerdo a la colección de referencia se tienen registrado en cinco sitios de muestreo (ver anexo 2 y 4) (Fig. 46).



**Figura 46.** Mapa de distribución de *Sicydium multipunctatum* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en los sitios de muestreo.

**Observaciones.** Esta especie es tropical y se ha considerado como un habitante permanente del componente estuarino. Es más común en la parte baja de los ríos que en las aguas marinas. Se ha calculado una longitud total máxima de 100 mm y una longitud de madurez de 90 mm. Es de importancia comercial (Castro-Aguirre, *et al.*, 1999; Froese & Pauly, 2011). Por lo anterior más bien debería considerarse como una especie eurihalina y habitante temporal del componente estuarino.

Habita en y cerca de rápidos rocosos, con cantos rodados, en arroyos costeros, tanto en tierras altas como bajas, en agua clara y veloz; la corriente puede ser sólo ligera o prácticamente nula en el estiaje; algas verdes sobre las rocas; profundidad hasta unos 2 m (Martínez, 1999; Miller *et al.*, 2005).

Esta especie es un pez diádromo, todas las etapas del ciclo de vida, excepto la larvaria, transcurren en el agua dulce; se desconocen los detalles. Las postlarvas (llamadas localmente “tixme”) migran del mar hacia el agua dulce. Se han capturado juveniles de 18-22 mm de longitud patrón del 6 de febrero al 19 de marzo. Es posible que todo el ciclo de vida pueda completarse en agua dulce (Castro-Aguirre *et al.*,

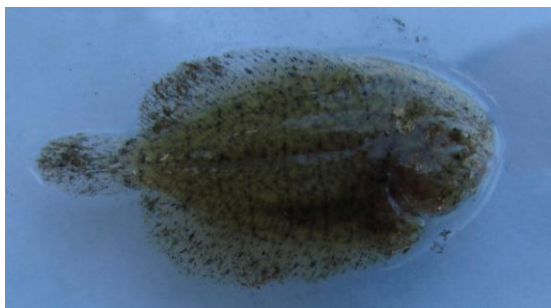
1999). La longitud patrón máxima conocida es de 130 mm (Miller *et al.*, 2005).

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas NOM-059-SEMARNAT-2010 (Espinosa *et al.*, 1993; SEMARNAT, 1994 y 2010). Aunque en la lista roja de la IUCN, la ubica en la categoría “Menor preocupación” (Least Concern -LC siglas en inglés-) (Snoeks *et al.*, 2009).

**Colección de referencia.** Se tienen depositados 13 ejemplares, colectados en la subcuenca Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos morfométricos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
13	16.06-125.00	59.93	19.09-153.00	71.58	0.03-49.17	10.49

**Ficha descriptiva 22. *Trinectes fonsecensis* (Günther, 1862).**



**Figura 47.** *Trinectes fonsecensis* colectado en la localidad El Charco Redondo (MEX370) y tomado por E. Martínez-Ramírez (2008).

**Orden** PLEURONECTIFORMES.

**Familia** ACHIRIDAE.

**Género** *Trinectes* Rafinesque, 1832

**Nombre científico.** *Trinectes fonsecensis* (Günther, 1862).

**Descripción original.** *Solea fonsecensis* Günther, 1862: 475 [Catalogue of the fishes in the British Museum. v. 4]. (Localidad típica: Golfo de Fonseca, Costa Pacífica de Centroamérica).

**Sinonimias.** De acuerdo a Froese & Pauly (2011), esta especie solo presenta un sinónimo: *Solea panamensis* Steindachner, 1876.

**Nombre común.** Pez plano, lenguado, lenguado redondo, sol rayado, suela rayada (Bussing, 1987 y 1998; Krupp, 1995; Miller *et al.*, 2005). En Ecuador les llaman guardaboya o guardaboya tapadera (Froese & Pauly, 2011)

**Otros nombres locales.** Pez plano.

**Referencia de identificación.** Bussing (1998), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005).

**Distribución geográfica.** Desde el este del pacífico central: se conoce en el golfo de California y entre el río Yaqui, Sonora, México hasta Perú (Bussing, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005; Eschmeyer & Fricke, 2011; Froese & Pauly, 2011).

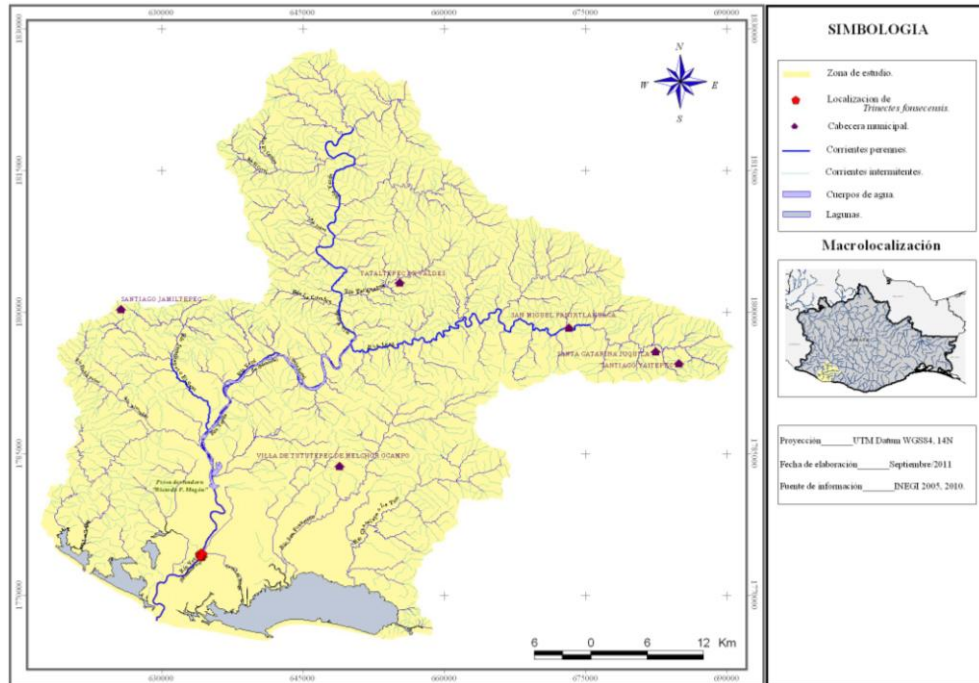
**Localización en Oaxaca.** Con base a los registros de la colección del CIIDIR-OAXACA y lo reportado por Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Martínez (1999), esta especie se distribuye por toda la costa oaxaqueña (Cuadro 27).

**Cuadro 27.** Localización geográfica de *Trinectes fonsecensis*, por región hidrológica, cuenca y subcuenca para el Estado de Oaxaca.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
<i>Vertiente Pacífico:</i>		
Costa Chica-Río Verde (RH20)	Río Atoyac o Verde	Río Atoyac-Paso de la Reina
Tehuantepec (RH22)	Río Tehuantepec	Río Tehuantepec Bajo
	Laguna Superior e Inferior	Laguna superior e Inferior

**Localización en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.** En la localidad El Charco

Redondo (ver anexo 2 y 4). Este es el primer registro de distribución de esta especie en la zona de estudio (Fig. 48).



**Figura 48.** Mapa de distribución de *Trinectes fonsecensis* en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina en un sitio de muestreo.

**Observaciones.** Se distingue la especie por su cuerpo de perfil ovalado, aletas pectorales ausentes o rudimentarias y de 9 a 11 líneas que atraviesan el cuerpo entre la abertura branquial y la base de la cola. Tiene de 58 a 64 radios dorsales y 43 a 46 radios anales. Su coloración es gris o pardo sólida o con manchas irregulares más oscuras. Hay 9 a 1 líneas verticales cruzando los costados y 2 líneas más en la cabeza. Las aletas impares tienen puntos oscuros, aunque en algunos adultos las aletas son de color pardo sólido. La aleta pélvica derecha está unida a la aleta anal (Bussing, 1987 y 1998).

Esta especie habita ríos y riachuelos de poca a mucha corriente entre el mar y 20 m de altura (Bussing, 1987) y sobre fondos de fango y arena en aguas someras (Krupp, 1995). Por lo anterior Castro-Aguirre *et al.* (1999), determinaron que dicha especie pertenece al componente marino eurihalino, como lo demuestra su presencia en ambientes plenamente dulceacuícolas, la zona nerítica adyacente y dentro de las áreas estuarino-lagunares, donde puede permanecer largas temporadas. Cabe mencionar, que esta especie llega a subir a grandes distancias por los ríos (hasta altitudes de 75 m); en aguas claras a lodosas, con corriente nula o veloz, con sustrato de lodo, arena, grava y con poca vegetación o algas verdes y una profundidad de hasta 2 m (Miller *et al.*, 2005).

Se alimenta de insectos acuáticos (en los arroyos) y de pequeños peces, crustáceos y ocasionalmente, detrito. Se han registrado juveniles de 15-17 mm de longitud patrón en la parte baja de los ríos o

estuarios en febrero y marzo. La máxima longitud patrón conocida es de 90 mm (en agua dulce) (Bussing, 1998; Krupp, 1995; Miller *et al.*, 2005). Sin embargo, se han reporta ejemplares de 150-180 mm de longitud total (Bussing, 1987 y 1998).

Especie sin estatus de conservación, no está incluida en la lista de especies protegidas NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 1994 y 2010). Aunque en la lista roja de la IUCN, la ubica en la categoría “Menor preocupación” (Least Concern -LC siglas en inglés-) (Nielsen *et al.*, 2010).

**Colección de referencia.** Se tiene depositado solo un ejemplar de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, con los siguientes datos morfométricos:

Organismos examinados	Intervalo LP (mm)	Media LP (mm)	Intervalo LT (mm)	Media LT (mm)	Intervalo Peso (g)	Media Peso (g)
1	-----	27.92	-----	36.40	-----	0.86

## 1.5 DISCUSIÓN.

### 1.5.1 Ictiofauna de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

En la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina se identificaron siete ordenes, de los cuales los mejores representados en términos de número de especies y familias son el orden Perciformes y Cyprinodontiformes, desde el punto de vista taxonómico, junto con los Characiformes, Cypriniformes, Siluriformes y Gymnotiformes, están dentro de los grupos que se considera como de alta diversidad taxonómica, es decir, que concentran un gran número de familias y especies de peces, principalmente dulceacuícolas y son representantes comunes de la región Neotropical (Nelson, 2006; Lévêque *et al.*, 2008).

Por familias, se determinó que las mejores representadas en cuanto al número de especies, son Poeciliidae y Eleotridae. Estas familias de la zona de estudio, junto con las familias Goodeidae, Cyprinidae, Atherinopsidae y Cyprinodontidae suelen presentar una alta riqueza específica y muestran un alto grado de endemismo (Castro-Aguirre y Balart, 1993) en aquellos lugares donde se distribuyen, sin embargo en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, no se observó un alto número de especies endémicas, a excepción del único miembro de la familia Profundulidae, *Profundulus balsanus*, el cual se ha señalado que debe considerarse una especie endémica para México (Doadrio *et al.*, 1999; Martínez, 1999). Con respecto a la familia Poeciliidae se deduce que fue una de las mejor representadas, en cuanto a número de especies y abundancia de individuos, por lo que mencionan Meffe y Snelson (1989), ya que señalan que la diversidad de hábitats explotados por dicha familia, indica que son un grupo tolerante y altamente adaptativo, lo cual les confiere dos características: son excelentes colonizadores y una sola hembra grávida puede fundar una nueva población, consecuentemente sus crías pueden explotar un nuevo hábitat; y en segundo lugar su distribución los ubica como peces ampliamente eurihalinos y euritérmicos.

Al nivel de especies se observó la presencia de nueve especies nativas más de lo reportado por Martínez (1999) y Martínez-Ramírez *et al.* (2004) quienes mencionan que la ictiofauna para dicha subcuenca está conformada por 13 especies nativas, 10 géneros y siete familias.

De las 22 especies se determinó que solo seis de ellas se localizaron en casi toda la subcuenca río Atoyac, fueron: *Astyanax fasciatus*, *Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis fasciata*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Poeciliopsis gracilis* y *Profundulus balsanus*, estas son especies comunes en los ríos de Oaxaca y en particular para la región centro-sureste de México, en donde se ha reportado amplia distribución y sus poblaciones son muy abundantes (Martínez 1999; Miller *et al.*, 2005). Sin embargo para el resto de las especies se observó una baja ocurrencia y abundancia; esto se explica porque en la zona de estudio se encuentra construida una presa derivadora sobre el río principal, la cual actúa como barrera artificial, evitando la interacción de los peces dulceacuícolas y los marinos, ya que los peces marinos ingresan a sistemas dulceacuícolas principalmente para alimentarse, y parte de su dieta está compuesta por

alimentarse de otros peces y en particular de peces pequeños que habitan en los ríos como los poecílidos.

Otra factor que pudiera estar interviniendo en la proceso biológicos y naturales de las especies nativas de la zona de estudio, se deba a la presencia de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es la única especie exótica que se distribuye en la subcuenca, la cual junto con otras especies se han introducido por la acuicultura que se realiza en el Estado, mediante la piscicultura rural tanto extensiva en los grandes y pequeños embalses de agua (tilapias, carpas y lobina) como semi-intensiva en pequeños estanques (tilapias y carpas) (Martínez, 1999). La cantidad de estas especies es algo considerable, aunque al parecer su poca distribución geográfica en el estado es un indicador indirecto del impacto de esta actividad acuícola, el cual se supone no es muy grave, aunque hacen falta realizar estudios ecológicos al respecto para afirmar categóricamente lo anterior.

Sin embargo en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina se tienen algunas cooperativas pesqueras establecidas en las lagunas de agua dulce, en las cuales se pesca principalmente a la tilapia del Nilo, conocida localmente como tilapia, junto con otras especies de peces nativas (*Dormitator latifrons*, *Cichlasoma trimaculatum* y *Ariopsis guatemalensis*). Por lo anterior, se puede confirmar que las especies exóticas ya están interactuando con especies nativas, lo cual puede llegar a provocar la disminución de la fauna íctica nativa, ya que la introducción de una especie puede desencadenar las siguientes situaciones en un ecosistema: desaparición de una o varias especies nativas, con o sin efecto en el nicho de especies nativas similares; desaparición de una o varias especies nativas por alteración de la cadena trófica o del ecosistema; y finalmente, el fracaso en el establecimiento de la especie invasora. En términos de ecología teórica, la probabilidad de cada una de estas situaciones está determinada por el estado del ecosistema, es decir, generalmente el número de especies que puede soportar un ecosistema depende de la diversidad y cantidad de hábitats y recursos. Cuando existe un mayor número de especies en una comunidad natural, la cantidad de nichos disponibles es menor. Una comunidad rica en especies y estructurada es más resistente a la invasión de especies exóticas por competencia. En cambio un ecosistema sometido a perturbaciones, tiene una mayor capacidad de ser invadido que otro ambiente estable. Los ríos y embalses son medios idóneos para la introducción de peces exóticos (Granado, 1996).

#### 1.5.2 Clasificación ecológica de la ictiofauna de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

Con base a la clasificación ecológica se observó, que la zona de estudio estuvo representada más por especies de origen marino que dulceacuícola. Esto se debe al contacto del subcuenca con el medio marino, la cual permite que las especies de origen marino y que sean tolerantes a agua dulce, penetren a los ríos para realizar sus funciones biológicas, tales como alimentación, protección o reproducción, este fenómeno de interacción especies dulceacuícolas-marinas lo observó López-López (2009), en su trabajo realizado del río Champotón el cual desemboca en el océano del Golfo de México, donde se observó la interacción de los peces dulceacuícolas con aquéllos que toleran la salinidad de los medios esturiones y marinos.

### 1.5.3 Clasificación taxonómica.

De las 22 especies distribuidas en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, se tienen dos especies, en las cuales se observaron las siguientes implicaciones taxonómicas:

Para *Astyanax fasciatus*: anteriormente en las cuencas de las dos vertientes de Oaxaca se habían citado dos especies del género *Astyanax*: *A. fasciatus* y *A. mexicanus*. En el Golfo de México en las cuencas río Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-Tuxtla Gutiérrez. En el Pacífico en la región hidrológica Balsas (RH18) y en las demás cuencas que están en la región Costa e Istmo de este estado (Álvarez, 1970; Miller, 1986; Torres-Orozco, 1991; Espinosa *et al.*, 1993; Rodiles *et al.*, 1995).

De lo mencionado anteriormente, lo más acorde con los resultados del estudio de sistemática molecular en Oaxaca se encuentran dos especies, *A. aeneus* y *A. fasciatus*, cuya distribución es la siguiente: *A. aeneus* en ambas vertientes oaxaqueñas, en el Golfo de México en las tres cuencas arriba mencionadas y en el Pacífico en la región hidrológica Balsas (RH18); y *A. fasciatus* en la vertiente Pacífico en las cuencas que quedan entre los ríos Quetzala y Novillero (Martínez, 1999).

Para *Profundulus balsanus*: se consideró como sinónimos más recientes de *P. punctatus* a: *P. balsanus* (Ahl, 1935) y *P. oaxacae* (Meek, 1902) de las cuencas de los ríos Papagayo y Atoyac-Verde respectivamente en México; y *P. scapularis* (Fowler, 1936) en Guatemala. De la misma forma Eschmeyer & Fricke (2011) y Froese & Pauly (2011) señalan a *P. balsanus* como sinonimia de *P. punctatus*. Sin embargo, con el estudio de sistemática molecular (Doadrio *et al.*, 1999; Martínez, 1999), aquellas muestras localizadas desde el río Papagayo hasta el río Coyula en la Región Costa Chica del Pacífico mexicano pertenecen a *P. balsanus*.



## 1.6 CONCLUSIONES.

Este estudio identificó un total de 22 especies de peces continentales, el cual representa el 69% más de lo último reportado.

Se reportan cuatro especies más para el listado ictiológico del Estado de Oaxaca como para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina: *Caranx caninus*, *Centropomus robalito*, *Dactyloscopus amnis* y *Trinectes fonsecensis*. Estas especies son de origen marino y se suman para dar un total de 133 peces continentales para el Estado de Oaxaca.

De las especies nativas, la zona de estudio está reasentada más por especies de origen marino que por dulceacuícolas, sin embargo los que peces que más abundan son los de hábitos dulceacuícolas.

Las especies de origen marino indican migraciones que existen entre los ecosistemas dulceacuícolas, estuarinos y marinos, realizándose un importante intercambio de materia y energía, sin embargo para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, este intercambio se ve afectado por la presencia de la presa derivadora “Ricardo Flores Magón”.

# **CAPITULO II. ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES DE PECES**

## 2.1 INTRODUCCIÓN.

En ecología de comunidades se investigan las relaciones especie-ambiente asociando la composición de una comunidad a las variables de su hábitat. Esto es para explicar los patrones dominantes de variación de una comunidad biológica mediante variables medioambientales (Martínez, 1999).

La mayoría de los estudios que han intentado cuantificar los efectos de las variables ambientales sobre las comunidades de peces en aguas epicontinentales, se han elaborado más en la zona templada, principalmente del norte del mundo (Gorman & Karr, 1978; Pires *et al.*, 1999; Trujillo-Jiménez *et al.*, 2010), comparado con la gran proporción de especies de peces dulceacuícolas que están concentradas en los trópicos, de las cuales, son relativamente escasos los estudios de los patrones de composición en la estructura y distribución dentro y entre los ríos bajo condiciones naturales (Ibanez *et al.*, 2007).

El número de especies dentro de un bioma, un continente, o una zona climática, son ejemplos de diversidad regional, que está determinada por factores como la geología, el clima, la migración o la extinción (Angermeier & Winston, 1998) esto permite que la diversidad local esté relacionada con la diversidad regional, sin embargo la presencia o ausencia de las especie que pueden estar en una localidad depende de los factores locales como la estructura del hábitat, la productividad, las perturbaciones o interacciones bióticas.

Por lo tanto a continuación se describen estudios que han trabajado sobre la importancia de las gradientes ambientales en explicar la diversidad de peces principalmente en ríos:

En el estudio de Pires *et al.* (1999), analizaron la estructura de la comunidad de peces en los límites medios de la cuenca río Guadiana, Portugal, y observaron que la densidad y biomasa de los peces fueron más altas en los ríos y sitios de la parte baja de esta cuenca. Además, con la ayuda de un análisis estadístico multivariado (Análisis de Correspondencia Canónica), sugieren que existe una simple relación entre las diferentes especies y sus preferencias de hábitat. Estos autores determinaron que los peces de tamaños pequeños (en este caso *Rutilus alburnoides* y *Leusiscus pyrenaicus*) usan todos o la mayoría de los hábitats con cobertura vegetal (vegetación riparia) y flujo del río; mientras que las altas concentraciones de peces grandes las encontraron en los límites del río abajo, asociados a profundidades más grandes y un incremento en el ancho del río, en este caso las especies *Barbus microcephalus*, *B. steindachneri* y *B. comiza* prefieren dichos sitios.

Suárez & Petreire (2007) estudiaron los factores ambientales que predicen la estructura de la comunidad de peces en dos ríos neotropicales de Brasil, en los ríos Jogui e Iguatemi, donde aplicaron tanto un análisis de clasificación, con el índice de Morisita-Horn y el método de promedio (UPGMA); como un análisis de ordenación, en la cual emplearon el Análisis de Correspondencias Canónica (CCA). Como resultado obtuvieron que *Hypostomus ancistroides* y *Parauchenipterus galeatus* fueron las especies más

abundantes en los ríos. Observaron que la variación de las especies presentó un gradiente altitudinal de peces la cual fue más importante que la estacionalidad (meses de colecta) en la determinación de la composición de especies en ambos ríos, por lo que la diferencia entre las temporadas de lluvias y secas no fue estadísticamente significativa. La altitud fue el factor más importante que define la distribución de las especies, seguida por la turbidez y la conductividad en el río Jogui; y por la temperatura del agua y el oxígeno disuelto en el río Iguatemi. Una gran proporción de la variación de la diversidad de peces, fue explicada por las variables ambientales en el río Jogui (56.4%), la cual fue mayor que en el río Iguatemi (23.4%).

El trabajo de Ibanez *et al.* (2007) señalan que la riqueza de especies generalmente se incrementa a lo largo de una gradiente río arriba-río abajo, debido por la disminución de la elevación y el aumento en la conductividad del agua que fueron los predictores locales más importantes de la composición de la estructura de peces.

Para México existen trabajos, donde analizaron la relación que hay entre las características fisicoquímicas del agua (factores abióticos) y la ictiofauna en la cuenca del río Lerma en el centro de México y utilizaron modelos multivariado (Análisis de Componentes Principales) para describir las comunidades de peces (López-López & Díaz-Pardo, 1991; Díaz-Pardo *et al.*, 1993).

Paulo-Maya & Ramírez-Enciso (1997) analizaron los patrones longitudinales en la composición y estructura de las comunidades de peces, en la cuenca del alto río Balsas, en el centro de México. En este estudio identificaron diferencias entre las comunidades que fueron explicadas por su localización geográfica en la cuenca, elevación y otros factores como la temperatura, turbidez y concentración de oxígeno disuelto, nitratos y sulfatos.

Lyons y Mercado (1999) evaluaron la importancia de los factores zoogeográficos a gran escala y las características específicas de un hábitat sobre la composición de la comunidad de peces en ríos y arroyos en el oeste de Jalisco, México. De las variables analizadas, la cuenca fue la más importante para explicar las diferencias en especies y la composición de los gremios entre los sitios de colecta; las otras tres variables zoogeográficas consideradas en el análisis – la elevación, la distancia al Océano Pacífico y el área de la cuenca – no tuvieron un peso importante en la explicación de la variación encontrada. Tras haber considerado la cuenca, observaron que tres características del hábitat – vegetación ribereña, profundidad y cobertura – tuvieron una importancia significativa para explicar la variación de las especies y la composición de los gremios entre los sitios de muestreos. Una cuarta variable, el sustrato, tuvo poco significado en la explicación de esta variación. Por lo tanto, la vegetación en toda la orilla del río fue la característica más importante del hábitat; de esta manera, los sitios con vegetación ribereña natural extensa y bien desarrollada presentaron ensambles de peces significativamente diferentes de aquellos lugares sin vegetación marginal.

Alcántara-Soria *et al.* (2000) analizaron los factores ambientales que determinan la distribución de la ictiofauna de la cuenca del río Pánuco en los estados de Querétaro y San Luis Potosí, y obtuvieron como resultado que la comunidad de peces está representada por 30 especies, agrupadas en 20 géneros y 10 familias. Las especies más frecuentes fueron *Poecilia mexicana* (73%), *Astyanax mexicanus* (60.71%) y *Cichlasoma labridens* (57.14%). Las especies *Dionda dichroma*, *Goodea gracilis*, *Notropis sallei*, *Notropis calientis* y *Oncorhynchus mykiss* fueron colectadas solo una vez. *Poecilia Mexicana*, *Gambusia panuco*, *Astyanax mexicanus*, *Herichthys labridens* y *Oreochromis aureus* son tolerantes a amplios intervalos de magnitud de los factores medioambientales; mientras que *Ictiobus bubalus*, *Micropterus salmoides*, *Oncorhynchus mykiss* y *Dionda dichroma* son muy sensibles a los factores medioambientales; finalmente *Poeciliopsis gracilis*, *Oreochromis mossambicus*, *Ictalurus mexicanus*, *Herichthys cyanoguttatum*, *Xiphophorus montezumae*, *Notropis calientis* y *Notropis sallei* son especies de tolerancias intermedias hacia los factores medioambientales. Los gradientes medioambientales detectados señalan primero la diferencia muy marcada entre las temporadas de lluvias y estiajes, ello como resultado de la dinámica propia de los ríos. Dentro de los patrones estacionales (lluvias y secas) es posible apreciar que en ambas épocas del año las localidades con menor diversidad son aquellas que presentan bajos valores de turbiedad, conductividad y en general bajas concentraciones de sales disueltas en el agua, en contraste suelen presentar altas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua; estas condiciones se presentan de manera natural en los ríos de la porción alta de dicha cuenca.

Carcaño *et al.* (2003), describieron la estructura de las comunidades de peces en ríos del sotavento de la Sierra Madre de Chiapas e identificaron los factores ambientales que la determinan. Realizaron una colecta mediante electropesca a mediados de enero en 69 sitios de 25 localidades correspondientes a 10 ríos. Colectaron un total de 3,765 ejemplares que fueron identificados hasta nivel específico y corresponden a seis familias, ocho géneros y 20 especies, además en cada sitio se determinaron alrededor de 22 factores ambientales in situ y se tomaron muestras de agua para determinar nueve variables relacionadas con la calidad del agua mediante espectrofotometría. La familia mejor representada por tener el mayor número de organismos fue la Poeciliidae con 2,566 individuos, por el contrario, la que menos representación tuvo fue la Synbranchidae con sólo seis individuos. La mayor riqueza específica y diversidad ocurrió en los hábitats que ofrecen algún tipo de protección o refugio para los peces, como por ejemplo, las orillas con vegetación, las orillas protegidas por el dosel de los árboles y zonas rocosas; por el contrario, la menor riqueza específica y diversidad se presentó en los hábitat que presentan cierta velocidad de la corriente, someros y que carecen de áreas de refugio o protección para los organismos.

En otro trabajo elaborado, Carcaño *et al.* (2004), determinaron la estructura de las comunidades de peces, considerando especies, clases de talla y gremios tróficos en ríos del sotavento de la Sierra Madre de Chiapas e identificar los factores ambientales que la determinan. Para lograrlo, se realizó un muestreo mediante electropesca a mediados de enero del 2003 en 71 sitios de 21 localidades correspondientes a 10 ríos. Se capturó un total de 4,143 ejemplares que fueron identificados hasta nivel específico y corresponden a seis familias, nueve géneros y 18 especies, además en cada sitio se determinaron

alrededor de 22 factores ambientales y se tomaron muestras de agua para determinar nueve variables relacionadas con la calidad del agua mediante espectrofotometría. Se obtuvieron un total de ocho clases de talla. Mediante análisis multivariado de ordenación y agrupación de los resultados de contenido estomacal por clases de talla se detectaron seis gremios tróficos (detritívoros, tres tipos de bentófagos y dos tipos de omnívoros). El análisis multivariado de las localidades y los sitios permitió identificar 13 hábitats caracterizados principalmente por la altitud, velocidad de la corriente, temperatura del agua, oxígeno disuelto, pH y tipo de sustrato. La mayor riqueza específica y diversidad ocurrió en los hábitats que ofrecen algún tipo de protección o refugio para los peces, como las orillas con vegetación y protegidas por el dosel de los árboles así como zonas rocosas; por el contrario, la menor riqueza específica y diversidad se presentó en los hábitat que presentan una elevada velocidad de la corriente, someros y que carecen de áreas de refugio o protección para los organismos.

Serna-Hernández *et al.* (2004), examinaron la estructura de las comunidades de peces en ríos de la vertiente del Pacífico del estado de Chiapas y los cambios en tiempo y espacio que esta pudiera tener. Para esto se realizaron muestreos en dos temporadas del año (inicios de lluvias y estiaje) en 16 ríos del Pacífico chiapaneco. La colecta de peces se llevó a cabo con equipo de electropesca en diferentes hábitats dentro de los ríos. En cada uno de ellos se registraron 21 factores ambientales. Los datos comunitarios se analizaron considerando: la composición de especies, las clases de talla y los gremios alimentarios de la ictiofauna. Mediante análisis multivariados se describen los factores ambientales que caracterizan cada uno de los hábitats y la estructura de la comunidad. Se obtuvieron un total de 21 especies contenidas dentro de 11 familias, se detectaron cinco gremios y se observó que existen tallas de una misma especie que se ubican dentro de distintos gremios, así como gremios que agrupan varias especies. Se obtuvieron cuatro grupos de los identificados por los factores geográficos y para cada uno de estos grupos se identificaron siete hábitats, definidos en función de la magnitud de los siguientes factores: velocidad de corriente, anchura del hábitat, profundidad, porcentaje de los tipos de sustratos y porcentaje de cobertura vegetal. La riqueza específica, diversidad y dominancia presentan fluctuaciones espaciales y estacionales, estas variaciones se dan tanto para especies como para clases de talla y gremios. Estos parámetros comunitarios son mayores durante la temporada de estiaje. Con respecto a los diferentes hábitats, se detectó mayor diversidad de especies y gremios en aquellos que ofrecen sitios de refugio y en los rápidos de ríos poco perturbados ( $S_{\text{especie}}=1.82$ ;  $S_{\text{gremio}}=2.3$ ); mientras que la menor diversidad se presenta en ríos muy modificados ( $S_{\text{especie}}=0.78$ ;  $S_{\text{gremio}}=0.38$ ) pues el número de hábitats que ofrecen protección es más reducido. Finalmente se describe la conformación de la comunidad para cada hábitat, considerando las abundancias de especies, clases de talla y gremios tróficos.

López-López *et al.* (2009) analizaron patrones de distribución espacial y temporal de las asociaciones de peces en el río Champotón, localizado en el suroeste de México. En dicho trabajo señalan la importancia de la variabilidad espacial y temporal de la ictiofauna en relación con las características físicas del hábitat y encontraron la presencia de 53 especie de peces. Mediante la aplicación del análisis de correspondencia canónica identificaron que las los factores medioambientales que describe mejor la variabilidad de las

comunidades de peces fueron la salinidad, distancia desde la desembocadura del río y el tipo de sustrato, mostrando una clara diferencia entre la zona estuarino y dulceacuícola, cada región estuvo representada por especies exclusivas: 26 estearinas y 27 dulceacuícolas. De las especie dulceacuícola, seis ingresan a la región estuarino cuando el flujo del río es alto y disminuye la salinidad. Los estuarios mostraron significativas diferencias estacionales en cuanto a la riqueza de especies a diferencia de la zona dulceacuícola, la cual mostró los sitios con el mayor número de especies. A pesar de sus pequeños tributarios, río Champotón presenta una alta diversidad ictiofaunística, sin embargo algunas aéreas son afectadas por las actividades humanas y los huracanes. Por lo que su conservación debe ser prioritaria.

Trujillo-Jiménez *et al.* (2010), analizaron patrones de distribución espacial y temporal de la comunidad de peces del río Amacuzac, Morelos; relacionando las variables ambientales y las características del hábitat. Como primeros resultados identificaron la presencia de 15 especies, de las cuales ocho son exóticas y un nuevo registro de *Pterygoplichthys disjunctivus*, la cual es especie introducida para la zona de estudio. Mediante análisis de componentes principales, observaron la relación entre los sitios de colecta y la variables medioambientales, en los dos primeros ejes explico el 52.93%, esto significa que los sitios de muestreos se ordena en función a gradientes ambientales, estos gradientes corresponden a las características del hábitat (principalmente la altitud) y la temperatura, le sigues las variables físico-químicas y la calidad del agua (como la conductividad, oxígeno disuelto, ortofosfatos, amonio y pH) observándose una variación temporal. Identificaron que los sitios ubicados en la zona alta del río mostraron baja riqueza de especies (ocho especies cada sitio) en comparación con los sitios que se localizan en la parte baja (11 especies cada uno), sin embargo se observó que seis de todas las especies ocurrieron a lo largo de todo el río. Con base a la composición ictiofaunística y con el índice de Bray-Curtis, el análisis de clasificación mostro dos grupos sitios de muestreos y tres de especies. Por otro lado mediante un análisis de correspondencia canónica, relacionaron la abundancia de los peces con variables ambientales, encontrando que los dos primeros ejes explicaron el 78.31% de la varianza total; el primer eje se explicó por la altitud, la distocia y heterogeneidad del hábitat y el segundo eje, presento un comportamiento estacional: en lluvias los parámetros como amonio, dureza, alcalinidad del agua presentaron los valores más altos y para secas fueron la temperatura, dióxido de carbono, oxígeno disuelto, ortofosfatos y la conductividad del agua. Con base a estos gradientes ambientales identificaron tres asociaciones ictiológicas, la primera compuesta por *Astyanax aeneus* y *Notropis moralesi*, especies que se distribuyen a lo largo del río, pero sus abundancias más altas se ubican en sitios altos y rocosos con sustratos lodoso/pegregoso; la segundo asociación está formada por las especies *Heterandria bimaculata*, *Poecilia sphenops*, *Ictalurus balsanus*, *Ilyodon whitei*, *Amatitlania nigrofasciata*, *Pterygoplichthys disjunctivus* y *Xiphophorus helleri*, especies relacionadas con sitios de baja altitud, con sustratos rocoso/arenoso, arenoso/lodoso y arenoso/pegregoso, así también por presentar sitios con alta conductividad y ortofosfatos; finalmente el tercer grupo se compone por las especies *Cichlasoma istlanum*, *Atherinella balsana*, *Poeciliopsis gracilis*, *Poecilia reticulata*, *Aequidens rivulatus* and *Oreochomis mossambicus*, en sitios caracterizados por presentar altos niveles de amonio y dureza del agua. La riqueza de especies presenta un patrón espacial asociado a la introducción de especies exóticas por los usos ornamentales. De acuerdo

con el índice de valor de importancia, las especies dominantes dentro del río Amacuzac fueron los poecílicos *Poeciliopsis gracilis* y *Heterandria bimaculata*, pequeños peces que fueron introducidos en el río. El río Amacuzac presenta un alteración biótica en su estructura comunitaria de peces debido a la invasión de especies exóticas, lo que representa un riesgo para la integridad de la ictiofauna nativa.

Finalmente los estudios comparables sobre la influencia de las características medioambientales en la estructura de las comunidades de peces para Oaxaca, están los estudios de Martínez (1999) y Cruz-Ruiz (2009): el primero realizó un estudio de ecología de comunidades de peces nativos en el estado de Oaxaca, quien mediante un análisis multivariado, determinó que variables abióticas y bióticas que afectan la distribución de los peces dulceacuícolas, autóctona en Oaxaca en orden descendiente de importancia son: la vertiente, la altitud, la anchura del río, la cuenca, la precipitación pluvial, la temperatura del agua y el oxígeno disuelto en el agua. En el estudio de Cruz-Ruiz (2009), caracterizó la variación de la diversidad ictiológica de manera espacial y temporal de la subcuenca río Quiotepec en la parte oaxaqueña de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, en lo que observó que las variables medioambientales, medidas en la zona de estudio, que influyen en la ocurrencia y abundancia de los peces; son la altitud el factor que mayor influye en ambos parámetros biológicos, seguida por las variables ancho y profundidad del río; aunque no aplicó un prueba de confiabilidad, estos resultados representan una gran contribución para explicar las causas de la distribución local de la ictiofauna dulceacuícola.

## **2.2 OBJETIVOS.**

2.2.1 Identificar la composición específica de la comunidad de peces espacial (por zonas) y temporalmente (épocas de lluvias y secas) de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

2.2.2 Analizar los atributos ecológicos de abundancia (en términos de densidad y biomasa), riqueza y diversidad específica de la ictiofauna de la zona de estudio, y analizar su variación espacial (por zonas) y temporalmente (épocas de lluvias y secas).

2.2.3 Determinar los principales factores medioambientales que son responsables de la variación de la comunidad de peces dulceacuícolas en la zona de estudio.

## **2.3 MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **2.3.1 Especies.**

Para aproximar cómo se comporta la variación de la ictiofauna en la zona de estudio, se utilizaron las 16 especies nativas, específicamente aquéllas que fueron colectadas con pesca eléctrica en la subcuenca río



Atoyac-Paso de la Reina (Anexo 5), las cuales fueron identificadas taxonómicamente en la colección científica del CIIDIR-OAXACA.

### 2.3.2 Sitios de muestreo.

Al igual que las especies, solo se consideró emplear 30 sitios de muestreo (MEX) correspondientes a 144 muestras, de acuerdo a la información obtenida de las hojas de campo, porque la mayoría de estos sitios fueron colectados con electropesca (transecto de aproximadamente 400 m a lo largo del río en contracorriente) y pocos con pesca artesanal (atarraya o chinchorro) (Anexo 2). El tipo de muestreo que caracterizan a estos registros es de tipo estratificado, es decir, se establecen estaciones de muestreo a diferentes altitudes y se colectan muestras representativas de la ictiofauna dulceacuícola, denominado como muestreo puntual con puntos de recolección al azar (Granado, 1996; Martínez, 1999).

Así de esta manera se homogenizó el análisis de datos para examinar la variación espacial (por zonas) y temporal (épocas del año) de la comunidad de peces en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina:

**a) Para el análisis espacial.** Se consideró principalmente la altitud, correspondiente a las características de muestreo de los registros. Además que esta característica se considera como uno de los principales agentes en explicar la variación espacial de comunidades biológicas (Lyons & Mercado, 1999; Martínez, 1999; Granado, 2000; Ostrand & Wilde, 2002; Ibanez *et al.*, 2007; Suarez & Petreter, 2007)

Por lo tanto se elaboró una zonificación de la subcuenca río Atoyac-Paso de la reina con base a los datos de elevación, registrados para cada sitio de colecta, mediante el análisis gráfico y una tabla de frecuencias de acuerdo con Zar (2010). Con el cual se determinaron tres zonas, estas clases representan cada zona en las que se dividió el área de estudio para analizar espacialmente los datos.

Para complementar, mediante un análisis exploratorio, en la zona A se observó que la barrera artificial (presa derivadora “Ricardo Flores Magón”) mostraba sesgos estadísticos. Por lo tanto, con el fin de tener un análisis más minucioso de los datos, esta zona se dividió, para observar si realmente existe variación entre la zona que está por debajo de la presa y aquellas zonas que están por arriba de dicha la presa. Finalmente la zona de estudio quedó representada por cuatro zonas, a continuación se describen:

**Zona A1:** Se localiza en la parte baja de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina; con base a sus registros presenta un rango altitudinal entre los 8 hasta los 50 m snm sobre el curso riverino y está compuesta por 14 sitios de muestreos (Cuadro 28). Esta zona se ubica por debajo de la presa derivadora en el área de estudio, cabe mencionar que en esta zona se localizan un gran número de lagunas, como las de Chacahua-La Pastoría, Las Salinas, El Zarzal, El Espejo, Miniyuva y La Tuza.

**Cuadro 28.** Registros para la zona A1 del número de muestreo, sitios de muestreos, elevación de cada

sitio y época de colecta.

<b>Id</b>	<b>Muestreo</b>	<b>Sitio de muestreo (MEX)</b>	<b>Elevación (m snm)</b>	<b>Época de colecta</b>
1	1	MEX370	8	Secas
2	1	MEX371*	8	Secas
3	2	MEX390*	8	Secas
4	2	MEX391	8	Secas
5	2	MEX393	14	Secas
6	1	MEX372	15	Secas
7	2	MEX394	15	Secas
8	2	MEX389	20	Secas
9	3	MEX408	20	Lluvias
10	4	MEX422	20	Lluvias
11	2	MEX387	41	Secas
12	3	MEX407	41	Lluvias
13	4	MEX421	41	Lluvias
14	2	MEX388	50	Secas

\*= Sitios de muestreos no utilizados en esta sección del análisis de datos.

**Zona A1:** Constituida por 11 sitios de muestreos que se localizan por arriba de la presa derivadora (Cuadro 29). Con base a sus registros presenta un rango altitudinal entre los 33 hasta los 122 m snm sobre el curso riverino.

**Cuadro 29.** Registros para la zona A2 del número de muestreo, sitios de muestreos, elevación de cada sitio y época de colecta.

<b>Id</b>	<b>Muestreo</b>	<b>Sitio de muestreo (MEX)</b>	<b>Elevación (m snm)</b>	<b>Época de colecta</b>
1	1	MEX369	33	Secas
2	2	MEX385	33	Secas
3	3	MEX411	33	Lluvias
4	4	MEX423	33	Lluvias
5	2	MEX384	34	Secas
6	1	MEX373	37	Secas
7	2	MEX386	37	Secas
8	4	MEX427	64	Lluvias
9	2	MEX395	83	Secas
10	3	MEX414	83	Lluvias
11	2	MEX380*	122	Secas

\*= Sitios de muestreos no utilizados en esta sección del análisis de datos.

**Zona B:** alude específicamente a un río tributario, identificado como “río Juárez – San Luis Chatañu”; con un rango altitudinal de los 252 hasta los 495 m snm sobre el curso acuático, compuesta por dos sitios de muestreos (Cuadro 30).

**Cuadro 30.** Registros para la zona B del número de muestreo, sitios de muestreos, elevación de cada sitio y época de colecta.

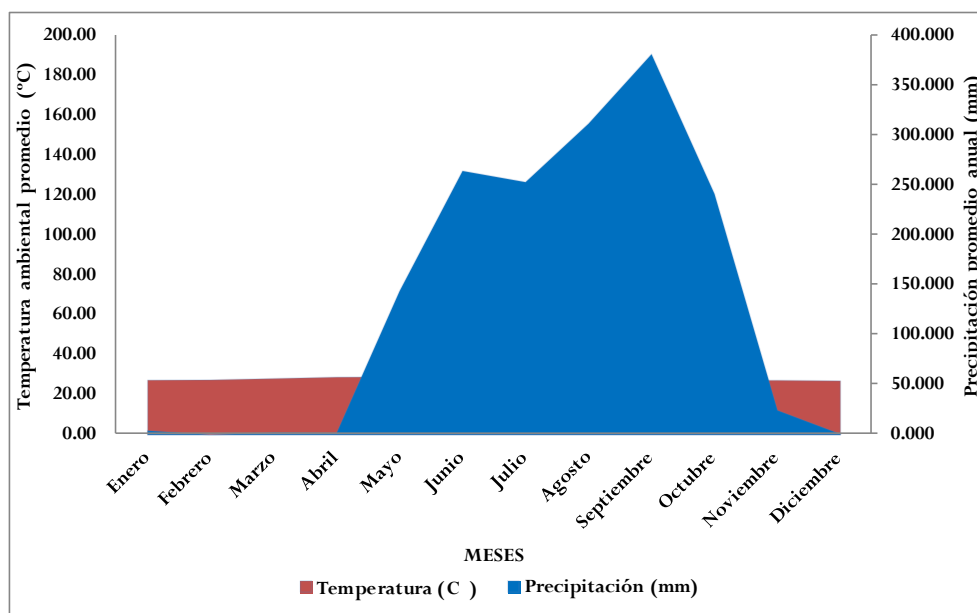
<b>Id</b>	<b>Muestreo</b>	<b>Sitio de muestreo (MEX)</b>	<b>Elevación (m snm)</b>	<b>Época de colecta</b>
1	4	MEX420	354	Lluvias
2	4	MEX419	363	Lluvias

**Zona C:** parte alta de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, con un rango altitudinal de los 496 hasta los 739 m snm sobre el curso riverino; únicamente representada por sitios cuyas muestras fueron registrados en ríos tributarios y compuesta por seis estaciones de muestreos (Cuadro 31).

**Cuadro 31.** Registros para la zona C del número de muestreo, sitios de muestreos, elevación de cada sitio y época de colecta.

<b>Id</b>	<b>Muestreo</b>	<b>Sitio de muestreo (MEX)</b>	<b>Elevación (m snm)</b>	<b>Época de colecta</b>
1	1	MEX365	720	Secas
2	2	MEX379	720	Secas
3	3	MEX405	720	Lluvias
4	1	MEX364	737	Secas
5	2	MEX378	737	Secas
6	3	MEX404	737	Lluvias

**b) Para el análisis temporal:** con los datos de las precipitaciones y temperaturas ambientales mensuales promedios de los últimos 10 años más recientes (2000-2009) registrados por la estación meteorológica de Santiago Jamiltepec (CONAGUA, 2009), se elaboró un diagrama ombrotérmico de Gausson, para definir las épocas del año en la zona de estudio. En dicho diagrama, en general, se observa que la temporada de secas comprende de noviembre a abril y la de lluvias corresponde de mayo a octubre; siendo febrero el más seco y septiembre el de más precipitación respectivamente (Figura 49). Acto seguido se concentraron los sitios de muestreo por época del año, en cada una de ellas se concentró el número total de especies y organismos.



**Figura 49.** Precipitación mensual promedio (mm) y temperatura ambiental mensual promedio (°C), para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

A continuación se describe cada época:

**Época de secas:** de acuerdo con los registros, se representa por dos campañas de muestreos, una en diciembre del 2008 y otra en enero del 2009; con un total de 18 estaciones de muestreos (Cuadro 32).

**Cuadro 32.** Registros para la época de secas de los dos muestreos, los sitios de muestreo y la elevación de cada sitio.

Id	Muestreo	Sitio de muestreo (MEX)	Elevación (m snm)
1	1	MEX364	737
2	1	MEX365	720
3	1	MEX369	33
4	1	MEX370	8
5	1	MEX371*	8
6	1	MEX372	15
7	1	MEX373	37
8	2	MEX378	737
9	2	MEX379	720
10	2	MEX380*	122
11	2	MEX384	34
12	2	MEX385	33
13	2	MEX386	37
14	2	MEX387	41
15	2	MEX388	50
16	2	MEX389	20
17	2	MEX390*	8

Id	Muestreo	Sitio de muestreo (MEX)	Elevación (m snm)
18	2	MEX391	8
19	2	MEX393	14
20	2	MEX394	15
21	2	MEX395	83

\* = Sitios de muestreos no utilizados en esta sección del análisis de datos.

**Época de lluvias:** está representada por dos campañas de muestreos, septiembre y octubre del 2009, con un total de 12 sitios de muestreos (Cuadro 33).

**Cuadro 33.** Registros para la época de lluvias de los dos muestreos, los sitios de muestreo y la elevación de cada sitio.

Id	Muestreo	Sitio de muestreo (MEX)	Elevación (m snm)
1	3	MEX404	737
2	3	MEX405	720
3	3	MEX407	41
4	3	MEX408	20
5	3	MEX411	33
6	3	MEX414	83
7	4	MEX419	363
8	4	MEX420	354
9	4	MEX421	41
10	4	MEX422	20
11	4	MEX423	33
12	4	MEX427	64

### 2.3.3 Variables ambientales.

Los parámetros medioambientales fueron tomados de los formatos de campo de la colección de peces del CIIDIR-OAXACA. De estas variables, algunas fueron utilizadas en este estudio, para analizar la relación especie-ambiente. A continuación se describe cada una de ellas (Cuadro 34) de acuerdo con Martínez (1999).

**Cuadro 34.** Parámetros ambientales, sus claves y el método de medición utilizado en los sitios de colecta de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, Oaxaca.

	Variable	Clave	Método
1.	Tipo de ecosistema: 1 (manantial), 2(río) y 3 (Laguna)	TIPECOS	Observación directa
2.	Temperatura ambiental (°C)	TEMAMB	Termómetros de mercurio de -20 a 110 °C.
3.	Temperatura del agua (°C)	TEMAGUA	Termómetro de mercurio de -20 a 110 °C
4.	Oxígeno disuelto en el agua (mg/l)	OXI	Oxímetro marca Oakton
5.	pH del agua	pH	Papel pH marca Baker –

Variable	Clave	Método
		pHIX de 0 - 14
6. Altitud (m)	ALT	GPS marca Garmin modelo Geko 301
7. Ancho de la masa de agua (m)	ANCRIO	Cinta métrica de 50 m
8. Profundidad de la masa de agua (m)	PROFRIO	Cinta métrica
9. Pendiente de la masa de agua (%)	PENDIEN	Observación directa
10. Sustrato roca de la masa de agua (%)	SUSROC	Observación directa
11. Sustrato canto rodado de la masa de agua (%)	SUSCR	Observación directa
12. Sustrato grava de la masa de agua (%)	SUSGRA	Observación directa
13. Sustrato arena de la masa de agua (%)	SUSARE	Observación directa
14. Sustrato arcilla de la masa de agua (%)	SUSARC	Observación directa
15. Sustrato materia orgánica de la masa de agua (%)	SUSMONI	Observación directa
16. Vegetación ríparia (tipo): 1 (árboles), 2 (arbustos), 3 (hierbas) y 4 (bosque de galería)	SIN CLAVE	Observación directa
17. Vegetación ríparia (abundancia): 1 (ausente), 2 (poca), 3 (media), 4 (densa) y 5 (total)	VGRIAB	Observación directa
18. Cobertura de vegetación sobre el cuerpo de agua: 1 (ausente), 2 (poca), 3 (media), 4 (densa) y 5 (total)	COVERI	Observación directa
19. Vegetación sumergida bentónica: 0% (ausente), 25% (escasa), 50% (media), 75% (densa) y 100% (muy densa)	VESUBE	Observación directa
20. Vegetación sumergida flotante: 0% (ausente), 25% (escasa), 50% (media), 75% (densa) y 100% (muy densa)	VESUFL	Observación directa
21. Refugio de peces en troncos (%)	REFTRO	Observación directa
22. Refugio de peces en vegetación (%)	REFVEG	Observación directa
23. Refugio de peces en rocas (%)	REFROC	Observación directa
24. Refugio de peces en cuevas (%)	REFCUE	Observación directa
25. Refugio de peces en otros (%)	REFOTR	Observación directa
26. Grado de alteración del ambiente acuático: 1 (sin), 2 (poca), 3 (media), 4 (mucho) y 5 (total)	GRAALT	Observación directa

#### 2.3.4 Composición ictiofaunística de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

Se analizó espacial y temporalmente, para el primero se determinó mediante el análisis de la composición de las especies de peces que se ubican en cada una de las zonas; temporalmente se evaluó entre época de secas y lluvias. Tanto para el análisis espacial y temporal, se obtuvieron los valores promedio del número de especies y organismos, aplicando la media aritmética ( $\bar{X}$ ), la cual se obtiene a partir de la suma de todos sus valores dividida entre el número de sumandos, por un lado se ejecutó para cada zona y por otro para la época de secas y lluvias; así también se calculó la desviación estándar ( $\sigma$ ) para cada parámetros evaluados.

Se aplicó una ANOVA de una vía, con el fin de comprobar si existen diferencias estadísticas o no en las

medias aritméticas entre zonas, primero en términos de número de especie y segundo en cuanto al número de organismos; en caso de existir diferencias, se aplicó la prueba *Post Hoc* de Tukey para identificar entre que zonas existen las diferencias (Zar, 2010).

Por otro lado, se realizó una *t* de Student, para identificar si existen diferencias o no entre las medias aritméticas entre las épocas de secas y lluvias, primero en términos de número de especie y segundo en cuanto al número de organismos (Zar, 2010).

### 2.3.5 Abundancia de la comunidad ictiológica.

Con el fin de determinar cuál es el comportamiento espacial (entre zonas) y temporal (entre épocas del año) de la abundancia comunitaria de los peces (en términos de densidad y biomasa) para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, se analizó en valores promedio y con base a los siguientes registros:

Para la densidad promedio se usaron 5,722 individuos, en un área total muestreada de 83,300 m<sup>2</sup> (≈ 8.33 hectáreas); estos datos se tomaron directamente de los registrados en las hojas de campo, las cuales están bajo el resguardo de la colección ictiológica del CIIDIR-OAXACA.

Para la biomasa promedio se emplearon datos de 1,776 organismos, con un peso total 5.703503 kg, en un área proporcional de 35,333.040 m<sup>2</sup> (≈ 3.53 hectáreas); dichos organismos se encuentran almacenados en la colección ictiológica.

Por lo tanto identificar tal variación de la abundancia (por zonas y época del año) en términos de densidad (Ind/m<sup>2</sup>) y biomasa promedio (g/m<sup>2</sup>), se utilizaron las siguientes expresiones (Yañez-Arancibia *et al.*, 1985; Teixeira, 2002):

**Densidad (D)**= N/A (Donde: D= número de individuos total por m<sup>2</sup>, N= número de individuos totales de la muestra y A= área muestreada).

**Biomasa (B)**= P/A (Donde: B= peso total de la muestra por m<sup>2</sup>, P= peso total de la muestra y A= área muestreada).

Se calculo tanto la media aritmética de la densidad y biomasa, con respecto al número de registros asignados espacial (por zonas) y temporalmente (secas y lluvias); como la desviación estándar ( $\sigma$ ) para la densidad y biomasa.

Seguido a lo anterior y con el fin de comprobar si existen diferencias estadísticas en las medias aritméticas entre zonas, se aplicó una ANOVA de una vía, para cada uno de los atributos (densidad y biomasa promedio), en caso de existir diferencias se aplicó la prueba *Post Hoc* de Tukey para identificar entre que

zonas existen esas diferencias. Por otro lado, para identificar las diferencias o no entre las medias aritméticas entre la época de secas y lluvias, se realizó una *t* de Student (Zar, 2010).

Además se calculó la densidad y biomasa relativa de las especies que representa cada zona y época del año, para tener un mejor panorama sobre la distribución de la abundancia comunitaria espacial (en cada zona) y temporalmente (secas y lluvias).

### 2.3.6 Análisis de índices ecológicos de la comunidad de peces.

Mediante la aplicación de curvas de acumulación de especies, se determinó el porcentaje de la riqueza observada de especies que se logró capturar con el esfuerzo de colecta en el área de estudio, para lo cual se utilizaron un total 30 registros, los cuales fueron colectados con pesca eléctrica. El análisis se calculó espacial (sitios de muestreos que identifica a la zona de estudio) y temporalmente (en secas y lluvias), se elaboraron gráficos con los datos observados, relacionando el esfuerzo de colecta con el número de especies acumulado; con el fin de estimar la riqueza de especies potencial en la zona de estudio, se emplearon los siguientes modelos asintóticos con datos aleatorizados (Soberón y Llorente, 1993; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003):

#### **Modelo de Clench (Michaelis - Menten) como “límite superior”:**

$$E(S) = (ax)/(1+bx)$$

Donde:  $E(S)$  = número esperado de especies,  $a$  = tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario,  $b$  = parámetro relacionado con la forma de la curva y  $x$  = número acumulativo de muestras.

La ecuación de Clench es el modelo más utilizado y ha demostrado un buen ajuste en la mayoría de las situaciones reales y para la mayoría de los taxa. Esta ecuación está recomendada para estudios en sitios de área extensa y proyectos en los que se pasa más tiempo en campo, es decir, cuanto más experiencia se gana con el método de muestreo y el grupo taxonómico, mayor es la probabilidad de añadir nuevas especies al inventario (Soberón y Llorente, 1993; Moreno, 2001).

#### **Modelo exponencial como “límite inferior”:**

$$E(S) = (a/b) (1 - e^{-bx})$$

Donde:  $E(S)$  = número esperado de especies,  $a$  = tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario,  $b$  = parámetro relacionado con la forma de la curva,  $x$  = número acumulativo de muestras y  $e$  = constante.

Este modelo nos indica que conforme aumenta la lista de especies, la probabilidad de añadir una nueva especie disminuye de manera exponencial. Si la zona de muestreo es relativamente pequeña o el grupo



taxonómico es bien conocido, entonces todas las especies tienen una alta probabilidad de ser encontradas (Soberón y Llorente, 1993; Moreno, 2001).

El número de especies esperadas se obtuvo por aleatorización (100 veces), para lo cual se utilizó el paquete informático EstimateS versión 8.20 (Colwell, 2005). La riqueza total de especies (asíntota) en el espacio y tiempo se estimó mediante el cociente de los parámetros  $a$  y  $b$ , los cuales son constantes que se emplean en los modelos de acumulación de especies. El ajuste de las curvas se realizó con el programa Statistica 5.1 (StatSoft, 1998), con el método de ajuste Simplex & Quasi-Newton, que de acuerdo con Jiménez-Valverde y Hortal (2003), este método es uno de los más robustos, porque permite un mejor ajuste de las funciones  $a$  y  $b$  de los modelos de acumulación de especies.

Mediante los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) se evaluó el ajuste de las curvas de acumulación;  $R^2$  toma valores de 0 a 1, siendo el mejor ajuste cuando se acerca a 1, además nos indica el porcentaje de variación que explica la variable independiente, en este caso el esfuerzo de recolecta (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Seguido se calculó la diversidad, para lo cual fue utilizada el Índice de Shannon-Weaver (Shannon, 1949), cuyo cálculo tomo en cuenta la proporción del número de individuos con respecto al total de especies y asume que los individuos provienen de una comunidad de tamaño infinito y que todas las especies están representadas, el procedimiento es la siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^S (P_i \log_2 P_i)$$

En donde  $H'$  es la diversidad y  $p_i$  representa la abundancia proporcional de la especie  $i$  con respecto al total ( $n_i/N_t$ ), siendo  $n_i$  la abundancia de la especie  $i$  en la comunidad y  $N_t$  el número total de individuos de la comunidad. Se utilizó el  $\log_2$ , ya que en la teoría de la formación se maneja dígitos binarios y bits (Muro, 2003).

Para complementar y probar si los valores obtenidos de diversidad son iguales o diferentes, tanto por zonas como por temporada de colecta se utilizó el procedimiento de “ $t$ ” modificado por Hutcheson (Bravo, 1991; Moreno, 2001; Muro, 2003)

Conjuntamente, se evaluó la dominancia y equidad tanto por zonas como por épocas de secas y lluvias respectivamente. Primero, para conocer la dominancia específica en la comunidad de peces, se analizó mediante la aplicación del Índice de Simpson ( $\lambda$ ) (Begon *et al.*, 2006; Dodds & Whiles, 2010):

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde:  $p_i$  es abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra. Este índice manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Peet, 1974; Magurran, 1988; Dodds & Whiles, 2010). Cuando el valor resultante tiende a cero, la dominancia es baja y por el contrario, cuando dicho valor es cercano o igual a uno, la dominancia es alta (Magurran, 1988).

Finalmente, con el propósito de obtener mayor información de la diversidad en relación con la equidad de especies, la equidad se determino a partir de la expresión:

$$E = 1 - \lambda$$

Donde:  $E$  representa el valor de equidad en la comunidad ictiológica y  $\lambda$  es el valor del índice de Simpson. La uniformidad o equidad de especies indica que tan abundantes son las especies de una comunidad (Muro, 2003), por lo tanto una uniformidad o equidad alta ocurre, cuando los especies son iguales o teóricamente igual en abundancia, lo que corresponde a una diversidad alta y viceversa (Krebs, 1999).

#### 2.3.7 Análisis multivariado.

Como se ha mencionado anteriormente, las investigaciones dentro de los sistemas acuáticos se han enfocado a evaluar las relaciones que existen entre las especies y su ambiente (ecología de comunidades), es decir, que tanto influyen las característica medioambientales (físico-químicas, del hábitat, geográficas, etc.) en la composición y estructura de comunidades biológicas. Para esto son utilizados métodos de clasificación (consiste en agrupar comunidades similares en grupos) y ordenación (las comunidades se muestran en un gráfico de manera que los más similares en composición son los más cercanos) (Begon *et al.*, 2006). Para el caso de los métodos de ordenación, permiten explicar cómo gradientes ambientales afectan la distribución de las comunidades biológicas; además se ha demostrado que proyectan buenos resultados y su robustez estadística has sido fuertemente evaluados (ter Braak & Šmilauer, 2002; Erös *et al.*, 2003; Humpl & Pivnička, 2006).

Por lo tanto, con el fin de identificar las posibles relaciones entre la presencia/ausencia de las especies ictiológicas en la zona de estudio y las variables medioambientales descritas anteriormente (Cuadro 2), se elaboraron matrices, utilizando los siguientes datos:

- a) Registros de especies: se emplearon los datos de ocurrencia (presencia/ausencia) de 16 especies.
- b) Registros de las estaciones de muestreo: se usaron 30 unidades de muestreos.
- c) Variables ambientales: se emplearon las registradas en las bases de datos de la colección de peces continentales, propuesta por Martínez (1999).

Posteriormente y debido a la heterogeneidad de las magnitudes en cada una de las variables ambientales, se realizó el reescalamiento y estandarización de las algunas variables medioambientales, con el fin de cumplir con los principios estadísticos básicos de los modelos multivariados utilizados (Hair y Anderson, 1999; Zar, 2010): por un lado, la variable altitud fue la única que se reescalo, es decir, se formaron clases, con bases a los datos de elevación registrados en cada uno de los sitios, quedando identificados de la siguiente manera: Clase 1= 0-200, Clase 2= 201-400, Clase 3= 401-600 y Clase 5= 601-800 m snm respectivamente; por otra parte, las demás variables fueron normalizadas, de acuerdo a las siguientes funciones: con la función  $\sqrt{X}$  (raíz cuadrada) se estandarizó el ancho y profundidad máxima del río, por presentar datos de tipo escalar; para las variables que presentan medidas en porcentaje se utilizó la función  $\text{ArcoSeno} \sqrt{(X/100)}$ ; y el resto de la variables no tuvieron transformación alguna (temperatura del ambiente y agua, pH, grado de alteración del habita, abundancia y cobertura de la vegetación ríparia).

La variación en la composición de las comunidades en los sitios de muestreos fueron evaluadas mediante un Análisis de Correspondencia (AC) (Lebart *et al.*, 1984; Hirst & Jackson, 2007), se utilizó la ocurrencia de las especies en el AC para determinar cuáles contribuyen mejor en explicar la variación total observada entre los sitios (>80%). Posteriormente con las especies más importantes, se realizó un análisis de conglomerado, para definir grupos de especies (grupos biológicos) de acuerdo a la presencia/ausencia de los peces en los sitios de muestreos, utilizando como medida de similitud el Coeficiente de Jaccard y se construyo un dendrograma con distancias de ligamiento completo. El punto de corte o definición de grupos estadísticamente diferentes, se determinó con la pseudo t ( $p \leq 0.05$ ) (Johnson & Wichern, 1982; López-López *et al.*, 2009)

Posteriormente se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), para evaluar las variables medioambientales que mejor explican las diferencias entre los sitios de muestreos (Johnson & Wichern, 1982; Espinoza, 2007; López-López *et al.*, 2009; Trujillo-Jiménez *et al.*, 2010). Una vez identificadas las variables más importantes, se realizo un análisis de conglomerado, para caracterizar los microhábitats utilizados por los grupos biológicos, usando como coeficiente de similitud las distancias euclidianas y utilizando como método de aglomeración el UPGMA. El punto de corte o definición de grupos estadísticamente diferentes se determinó con la pseudo t ( $p \leq 0.05$ ) (Johnson & Wichern, 1982)

Finalmente, la relación entre la composición de especies y las variables medioambientales más importantes, se evaluó mediante el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC), este análisis es una herramienta estadística multivariada que permite determinar la existencia de correlaciones entre la ocurrencia de las especies y los factores abióticos y/o bióticos registrados en la zona de estudio. El ACC al igual que otros métodos multivariados, es de tipo directo (ordenación restringida) y de medias ponderadas, en la que se extraen los patrones dominantes de variación de la composición de una comunidad y los ejes principales de ordenación que explican dicha variación (combinaciones lineales de las variables ambientales) (ter Braak, 1986 y 1988; ter Braak & Šmilauer, 2002). Además, con la ayuda

de los coeficientes canónicos y las correlaciones intragrupos se interpretaron los ejes, estos coeficientes canónicos definen los ejes de ordenación como combinaciones lineales de las variables medioambientales y las correlaciones intragrupos son los coeficientes de correlación entre las variables medioambientales y los ejes de ordenación (Ter Braak, 1986). Para el análisis de ACC, se utilizaron los datos de presencia/ausencia de los peces en cada uno de los sitios de muestreos y las variables medioambientales más importantes, previamente evaluadas. Para ello se utilizó el programa estadístico para ingresar la matriz de datos y obtener los diagramas de ordenación de las especies, los sitios de muestreos y las variables ambientales, respectivamente (ter Braak, 1986 y 1988; Kovach, 2007).

Los análisis estadísticos de esta sección del trabajo se realizó con la ayuda de los paquetes estadísticos IBM-SPSS, SAS, Clustan Graphics y MVSP (Clustan Graphics, 2001; Kovach, 2007; IBM-SPSS, 2009).

## 2.4 RESULTADOS.

### 2.4.1 Composición ictiofaunística de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

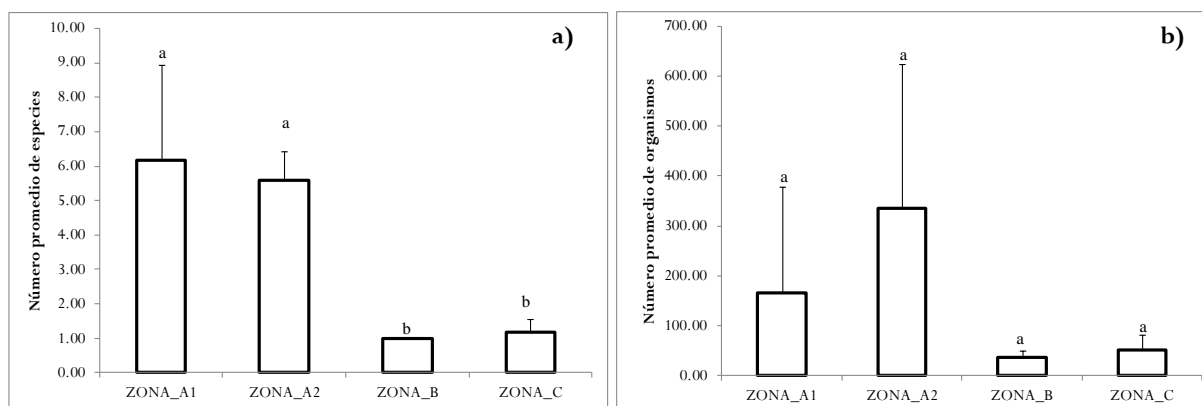
#### 2.4.1.1 Por zonas.

En cuanto al número promedio de especies, las mejores representadas son las zonas A1 y A2, con 6.17 y 5.6 especies en promedio respectivamente; le sigue la zona C, con 1.17 especies; y finalmente la zona B, con 1.0 especie en promedio (Cuadro 35, Fig. 50a).

Con respecto al número de organismos, se observó que las zonas con el mayor número promedio de individuos son: las zonas A2 y A1, con 335.70 y 165.42 individuos promedio respectivamente, le sigue la zona C con 51.00 y finalmente la zona B con 37.00 individuos en promedio respectivamente (Cuadro 35, Fig. 50b).

**Cuadro 35.** Ocurrencia y abundancia absoluta y total de cada especie y total y promedio por zonas de la ictiofauna continental en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

Especie	Ocurrencia					Abundancia				
	A1	A2	B	C	Total	A1	A2	B	C	Total
<i>Agonostomus monticola</i>	1	-	-	-	1	75.0	-	-	-	75.0
<i>Astyanax fasciatus</i>	1	1	-	-	2	299.0	580.0	-	-	879.0
<i>Atherinella guatemalensis</i>	1	-	-	-	1	1.0	-	-	-	1.0
<i>Awaous banana</i>	1	1	-	-	2	94.0	9.0	-	-	103.0
<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	1	1	-	-	2	99.0	335.0	-	-	434.0
<i>Dactyloscopus amnis</i>	1	-	-	-	1	6.0	-	-	-	6.0
<i>Dormitator latifrons</i>	1	-	-	-	1	11.0	-	-	-	11.0
<i>Eleotris picta</i>	1	-	-	-	1	17.0	-	-	-	17.0
<i>Gobiomorus maculatus</i>	1	-	-	-	1	62.0	-	-	-	62.0
<i>Mugil curema</i>	1	-	-	-	1	2.0	-	-	-	2.0
<i>Poecilia sphenops</i>	1	1	-	-	2	384.0	2,015.0	-	-	2,399.0
<i>Poeciliopsis fasciata</i>	1	1	-	-	2	829.0	230.0	-	-	1,059.0
<i>Poeciliopsis gracilis</i>	1	1	-	-	2	50.0	116.0	-	-	166.0
<i>Profundulus balsanus</i>	1	1	1	1	4	26.0	68.0	74.0	304.0	472.0
<i>Sicydium multipunctatum</i>	1	1	-	1	3	29.0	4.0	-	2.0	35.0
<i>Trinectes fonsecensis</i>	1	-	-	-	1	1.0	-	-	-	1.0
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		<b>1,985.0</b>	<b>3,357.0</b>	<b>74.0</b>	<b>306.0</b>	<b>5,722.0</b>
<b>Promedio</b>	<b>6.17</b>	<b>5.60</b>	<b>1.00</b>	<b>1.17</b>		<b>165.42</b>	<b>335.70</b>	<b>37.00</b>	<b>51.00</b>	
<b>Desviación estándar</b>	<b>2.79</b>	<b>0.84</b>	<b>0.00</b>	<b>0.41</b>		<b>213.20</b>	<b>288.51</b>	<b>14.14</b>	<b>32.20</b>	



**Figura 50.** Número promedio de especies (a) y organismos (b) y desviación estándar (líneas verticales) entre zonas de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

Para el número promedio de especies, de acuerdo con la ANOVA, se observó una diferencia significativa entre las zonas ( $F= 12.694$ ;  $g.l.= 3$ ;  $p < 0.001$ ); y con la prueba de Tukey arrojó que las zonas A1 y A2 son iguales pero difieren completamente con las zona B y C. Sin embargo, con los resultados del número promedio de individuos entre zonas, debido a que se presentan desviaciones estándares más grandes que las medias, el ANOVA es muy sensible a estos datos, indicando que no existen diferencias significativa entre zonas, por lo tanto los resultados se interpretan gráficamente de la siguiente manera, siendo las zonas A2 y A1 las que presentan valores promedio más altos, comparados con la zonas C y B.

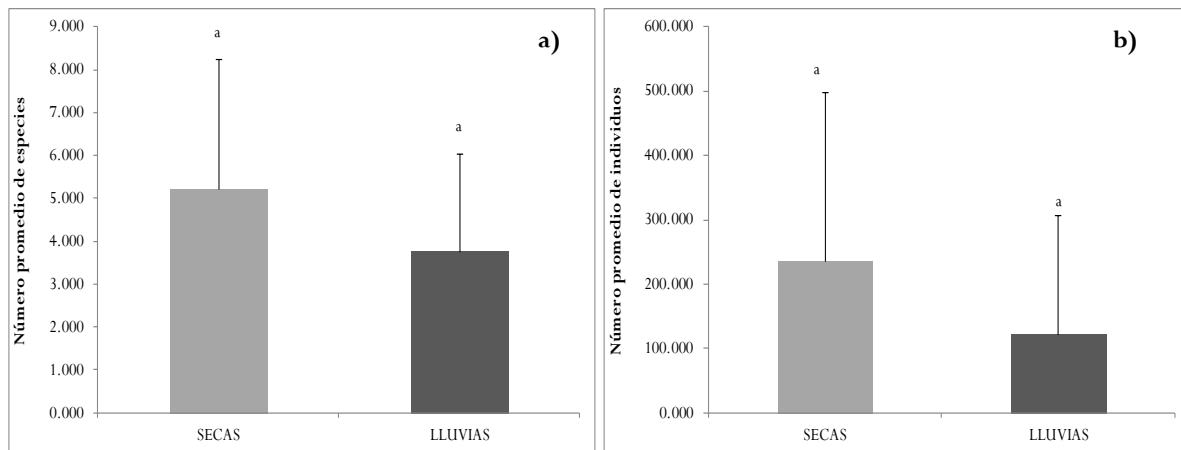
#### 2.4.1.2 Por épocas del año.

De acuerdo al análisis de la composición de la ictiofauna por época del año, se determinaron los siguientes promedios para el número de especies y organismos respectivamente: en secas 5.2 y 236.3, sin embargo, en lluvias se obtuvo 3.0 y 122.4 (Cuadro 36).

Con base a lo anterior, se observó que la composición por épocas del año arrojó que la temporada de sequias es donde se presentó el mayor número promedio de especies y organismos, comparado con la estación lluviosa (Fig. 51 a y b). Sin embargo, al aplicar la prueba estadística *t-Student*, mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el número de promedio especies ( $t= 1.512$ ;  $g.l.=28$ ;  $p= 0.142$ ) y entre el número promedio de organismos ( $t= 1.396$ ;  $g.l.= 28$ ;  $p= 0.174$ ) por estación del año.

**Cuadro 36.** Ocurrencia y abundancia total en época de secas y lluvias de la ictiofauna continental en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

Especie	Ocurrencia			Abundancia		
	Secas	Lluvias	Total	Secas	Lluvias	Total
<i>Agonostomus monticola</i>	1	-	1	75.0	-	75.0
<i>Astyanax fasciatus</i>	1	1	2	742.0	137.0	879.0
<i>Atherinella guatemalensis</i>	1	-	1	1.0	-	1.0
<i>Awaous banana</i>	1	-	1	103.0	-	103.0
<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	1	1	2	368.0	66.0	434.0
<i>Dactyloscopus amnis</i>	1	-	1	6.0	-	6.0
<i>Dormitator latifrons</i>	1	-	1	11.0	-	11.0
<i>Eleotris picta</i>	1	1	2	15.0	2.0	17.0
<i>Gobiomorus maculatus</i>	1	1	2	61.0	1.0	62.0
<i>Mugil curema</i>	1	-	1	2.0	-	2.0
<i>Poecilia sphenops</i>	1	1	2	1,670.0	729.0	2,399.0
<i>Poeciliopsis fasciata</i>	1	1	2	778.0	281.0	1,059.0
<i>Poeciliopsis gracilis</i>	1	1	2	84.0	82.0	166.0
<i>Profundulus balsanus</i>	1	1	2	305.0	167.0	472.0
<i>Sicydium multipunctatum</i>	1	1	2	31.0	4.0	35.0
<i>Trinectes fonsecensis</i>	1	-	1	1.0	-	1.0
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>9</b>		<b>4,253.0</b>	<b>1,469.0</b>	<b>5,722</b>
<b>Promedio</b>	<b>5.389</b>	<b>3.917</b>		<b>236.2</b>	<b>122.4</b>	
<b>Desviación estándar</b>	<b>3.032</b>	<b>2.503</b>		<b>262.3</b>	<b>184.3</b>	



**Figura 51.** Número promedio de especies (a) y organismos (b) y desviación estándar (líneas verticales) para la época de secas y lluvias, en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

## 2.4.2 Abundancia de la comunidad ictiológica.

### 2.4.2.1 Variación espacial y temporal de la densidad.

#### a) Por zonas.

Espacialmente se observó que la zona con la mayor densidad promedio se presentó en la zona A2, con 0.254 Ind/m<sup>2</sup>; le sigue la zona A1, con 0.135 Ind/m<sup>2</sup>; finalmente están la zona C y B, con 0.040 y 0.011 Ind/m<sup>2</sup> respectivamente (Cuadro 37). Con el fin de observar diferencias en la densidad promedio entre zonas, se aplicó la ANOVA de una vía, la cual arrojó como resultado que la densidad promedio entre zonas no difieren significativamente ( $F= 1.010$ ; g.l.= 3;  $p > 0.05$ ), sin embargo tales diferencias no significativas se deben a que las desviaciones estándares calculadas en cada zona son más grandes con respecto a su media, es por esto que la ANOVA no logra presentar significancias estadísticas; del tal manera que los datos se interpretan gráficamente (Fig. 52).

**Cuadro 37.** Variación de la densidad promedio (Ind/m<sup>2</sup>) por zonas de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. S= número total de especies, N= número total de individuos registrados en las hojas de campo,  $\pm$ = desviación estándar

Zona	S	N*	Área total muestreada (m <sup>2</sup> )	Densidad promedio (Ind/m <sup>2</sup> )
A1	16	1,985	40,800	0.135 ( $\pm 0.29$ )
A2	8	3,357	21,180	0.253 ( $\pm 0.31$ )
B	1	74	7,080	0.011 ( $\pm 0.01$ )
C	2	306	14,240	0.046 ( $\pm 0.07$ )

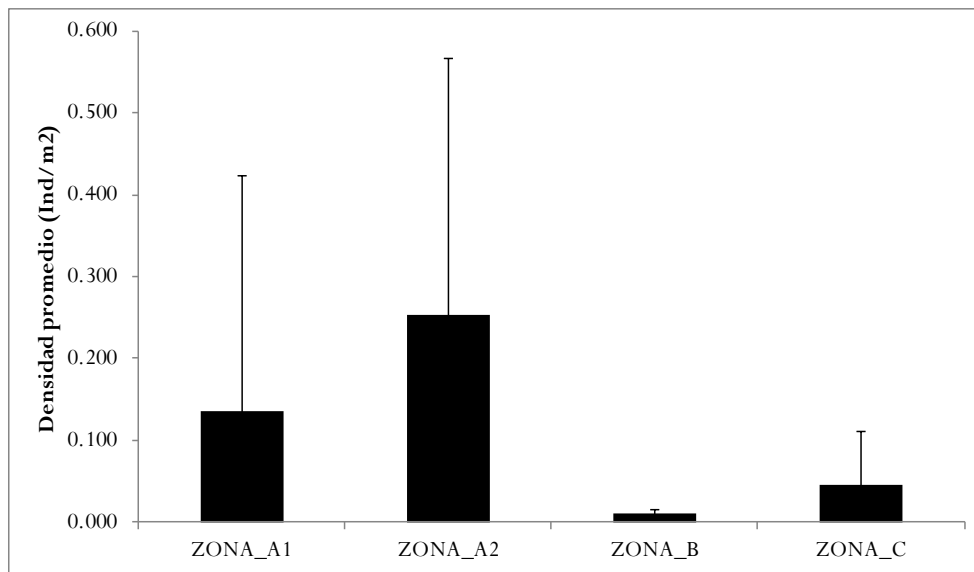


Figura 52. Variación entre zonas de la abundancia en términos de densidad promedio (Ind/m<sup>2</sup>) y desviación estándar (líneas verticales) en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.



En cuanto a la abundancia relativa de cada especie, se determinó para la zona A1 (por debajo de la presa derivadora) que convergen especies de peces marino, estuarino-lagunares y dulceacuícolas; siendo casi todas especies dulceacuícolas primarias y secundarias en esta zona, las especies más dominantes fueron: *Poeciliopsis fasciata* (41.7% del total), *Poecilia sphenops* (19.3%), *Astyanax fasciatus* (15.1%), *Cichlasoma trimaculatum* (5.0%) y una especie marina *Awaous banana* (4.7 %). Para la zona A2 (arriba de la presa derivadora) fueron: *Poecilia sphenops* (59,8%), le sigue *Astyanax fasciatus* (17.2%), *Cichlasoma trimaculatum* (9.9%), *Poeciliopsis fasciata* (6.8%) y *Poeciliopsis gracilis* (3.4%). Y en las zonas B y C (zonas por arriba de la presa derivadora), la especie que domina es *Profundulus balsanus*, con el 100% y 99.3% respectivamente (Cuadro 38).

**Cuadro 38.** Distribución entre zonas de la densidad poblacional (Ind/m<sup>2</sup>) de los peces continentales en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

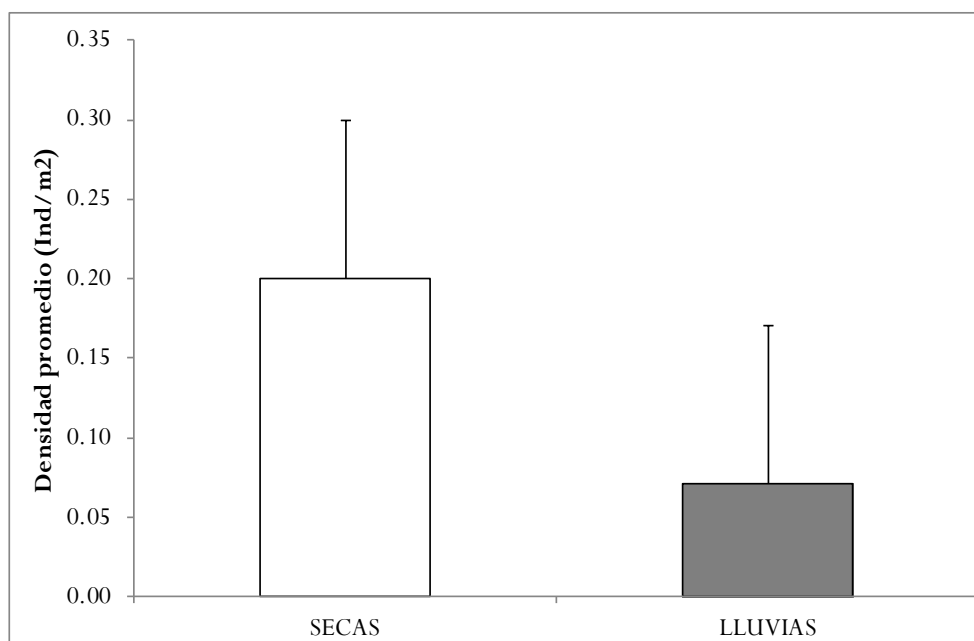
	Especie	Zona A1	Zona A2	Zona B	Zona C
1	<i>Agonostomus monticola</i>	0.0049	-	-	-
2	<i>Astyanax fasciatus</i>	0.0089	0.0274	-	-
3	<i>Atherinella guatemalensis</i>	0.0003	-	-	-
4	<i>Awaous banana</i>	0.0049	0.0014	-	-
5	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	0.0034	0.0169	-	-
6	<i>Dactyloscopus amnis</i>	0.0015	-	-	-
7	<i>Dormitator latifrons</i>	0.0034	-	-	-
8	<i>Eleotris picta</i>	0.0007	-	-	-
9	<i>Gobiomorus maculatus</i>	0.0026	-	-	-
10	<i>Mugil curema</i>	0.0003	-	-	-
11	<i>Poecilia sphenops</i>	0.0117	0.0951	-	-
12	<i>Poeciliopsis fasciata</i>	0.0253	0.0175	-	-
13	<i>Poeciliopsis gracilis</i>	0.0031	0.0055	-	-
14	<i>Profundulus balsanus</i>	0.0065	0.0090	0.0105	0.0213
15	<i>Sicydium multipunctatum</i>	0.0036	0.0022	-	0.0008
16	<i>Trinectes fonsecensis</i>	0.0003	-	-	-

b) Por épocas del año.

La variación por época del año, se observó que la mayor densidad promedio se presentó en secas (0.20 Ind/m<sup>2</sup>) y disminuyó para lluvias (0.07 Ind/m<sup>2</sup>) (Cuadro 39). Con el fin de conocer si los promedios entre secas y lluvias son diferentes o no, se aplicó la prueba t-Student, la cual arrojó que no existen diferencias estadísticamente significativas (t= 1.320, g.l.= 28, p > 0.05), sin embargo tales diferencias no significativas se debe a que las desviaciones estándares calculadas en cada época son más grandes con respecto a su media, es por esto que la t-Student no presenta significancias estadísticas; del tal manera que los datos se interpretan gráficamente (Fig. 53).

**Cuadro 39.** Variación de la densidad promedio (Ind/m<sup>2</sup>) en época de secas y lluvias para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. S= número total de especies, N= número total de individuos registrados en las hojas de campo, ±= desviación estándar.

Época	S	N	Área total muestreada (m <sup>2</sup> )	Densidad promedio (Ind/m <sup>2</sup> )
Secas	16	4,253	50,760	0.20 (± 0.33)
Lluvias	9	1,469	32,540	0.07 (± 0.09)



**Figura 53.** Variación en época de secas y lluvias de la densidad promedio (Ind/m<sup>2</sup>) y desviación estándar (líneas verticales) en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

Cabe mencionar, que se determinaron como especies más abundantes en la comunidad principalmente a los poecílidos *Poecilia sphenops* (39.2% del total) y *Poeciliopsis fasciata* (18.3%), le siguen en orden de importancia *Astyanax fasciatus* (17.4%), *Cichlasoma trimaculatum* (8.6%) y *Profundulus balsanus* (7.2%), durante la temporada de secas. En cuanto a la época de lluvias, *Poecilia sphenops* sigue siendo la más dominante, al presentar un abundancia relativa del 49.5%, siguiéndole en orden de importancia *Poeciliopsis fasciata* (19.1%), *Profundulus balsanus* (11.3%), *Astyanax fasciatus* (9.3%) y *Poeciliopsis gracilis* (5.6%); por lo tanto, siguen siendo las especies dulceacuícolas (primarias y secundarias) quienes en densidad dominan los ríos de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina (Cuadro 40).

**Cuadro 40.** Distribución por época de secas y lluvias de la densidad poblacional (Ind/m<sup>2</sup>) de los peces continentales en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

Especie	Secas	Lluvias
1 <i>Agonostomus monticola</i>	0.005	-

2	<i>Astyanax fasciatus</i>	0.021	0.007
3	<i>Atherinella guatemalensis</i>	0.000	-
4	<i>Awaous banana</i>	0.004	-
5	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	0.012	0.004
6	<i>Dactyloscopus amnis</i>	0.002	-
7	<i>Dormitator latifrons</i>	0.003	-
8	<i>Eleotris picta</i>	0.001	0.001
9	<i>Gobiomorus maculatus</i>	0.003	0.000
10	<i>Mugil curema</i>	0.000	-
11	<i>Poecilia sphenops</i>	0.054	0.031
12	<i>Poeciliopsis fasciata</i>	0.034	0.012
13	<i>Poeciliopsis gracilis</i>	0.003	0.007
14	<i>Profundulus balsanus</i>	0.022	0.009
15	<i>Sicydium multipunctatum</i>	0.003	0.002
16	<i>Trinectes fonsecensis</i>	0.000	-

#### 2.4.2.2 Variación espacial y temporal de la biomasa.

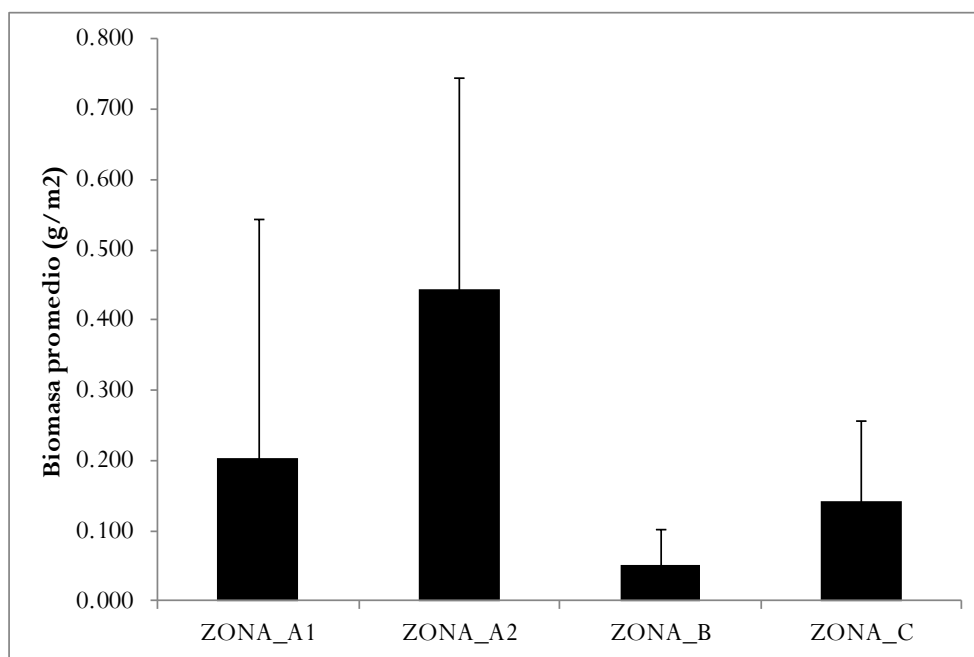
##### a) Por zonas.

De acuerdo con los datos obtenidos para la biomasa promedio se presentó de la siguiente manera: la zona A2 fue la que presentó el valor más alto con 0.445 g/m<sup>2</sup>, le siguen en orden de importancia, la zona A1 con 0.204 g/m<sup>2</sup>, zona C con 0.143 g/m<sup>2</sup> y por último la zona B con 0.050 g/m<sup>2</sup> (Cuadro 41). A lo anterior se le aplicó la ANOVA de una vía, para identificar si la biomasa promedio entre zonas son significativas o no. La prueba arrojó que no hay diferencias estadísticamente significativas (F= 2.200; g.l.= 3; p > 0.05), sin embargo tal diferencia no significativa se debe a que las desviaciones estándares calculadas en cada zona son más grandes con respecto a su media; así que los datos se interpretan gráficamente (Fig. 54).

**Cuadro 41.** Variación por zonas de la biomasa promedio (g/m<sup>2</sup>) de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. S= número total de especies, N= número total de individuos resguardados en la colección ictiológica, ±= desviación estándar

Zona	S	N	Área muestreada (m <sup>2</sup> )*	Biomasa promedio (g/m <sup>2</sup> )
A1	16	582	21,285	0.024 (± 0.34)
A2	8	1,146	8,500	0.445 (± 0.30)
B	1	15	1,396	0.050 (± 0.05)
C	2	77	4,152	0.143 (± 0.11)

\*= área proporcional muestreada con respecto al total de individuos depositados en la colección de referencia para cada zona. En el Cuadro 37 se observan el área total muestreada.



**Figura 54.** Variación entre zonas de la abundancia comunitaria en términos de biomasa promedio ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) y desviación estándar (líneas verticales), en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

Con base a los pesos relativos de las especies presentes en cada zona, en la zona A1 (por debajo de la presa) se observa la interacción de peces marinos, estuarino-lagunares y dulceacuícolas (primarias y secundarias); comparado a los que se observó con la densidad promedio, en términos de biomasa las especies, que dominan en esta zona son peces de origen marino y/o estuarino-lagunares como *Gobiomorus maculatus* (32.50%), *Eleotris picta* (31.84%) y *Mugil curema* (6.63%), además se encuentran peces dulceacuícolas como *Astyanax fasciatus* representada en esta zona con el 8.56% del total, le siguen *Poecilia sphenops* (6.58%) y *Cichlasoma trimaculatum* (5.99%), aunque estas tres últimas especies se localizan en la zona A1, sus pesos relativos están mejor representadas en el resto de las zonas (principalmente en la zona A2), siendo *Cichlasoma trimaculatum* quien tiene el predominio (57.09%), le sigue en orden de importancia *Poecilia sphenops* (19.23%) y *Astyanax fasciatus*; para la zona B y C, la especie predominante es *Profundulus balsanus* con 100% y 91.34%, respectivamente (Cuadro 42).

**Cuadro 42.** Distribución entre zonas de la biomasa poblacional ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) de los peces continentales en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

	Especie	Zona A1	Zona A2	Zona B	Zona C
1	<i>Agonostomus monticola</i>	0.004	-	-	-
2	<i>Astyanax fasciatus</i>	0.004	0.041	-	-
3	<i>Atherinella guatemalensis</i>	0.000	-	-	-
4	<i>Awaous banana</i>	0.004	0.002	-	-
5	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	0.009	0.040	-	-
6	<i>Dactyloscopus amnis</i>	0.012	-	-	-

	Especie	Zona A1	Zona A2	Zona B	Zona C
7	<i>Dormitator latifrons</i>	0.002	-	-	-
8	<i>Eleotris picta</i>	0.043	-	-	-
9	<i>Gobiomorus maculatus</i>	0.052	-	-	-
10	<i>Mugil curema</i>	0.023	-	-	-
11	<i>Poecilia sphenops</i>	0.011	0.314	-	-
12	<i>Poeciliopsis fasciata</i>	0.001	0.027	-	-
13	<i>Poeciliopsis gracilis</i>	0.000	0.006	-	-
14	<i>Profundulus balsanus</i>	0.000	0.011	0.053	0.076
15	<i>Sicydium multipunctatum</i>	0.002	0.003	-	0.001
16	<i>Trinectes fonsecensis</i>	0.000	-	-	-

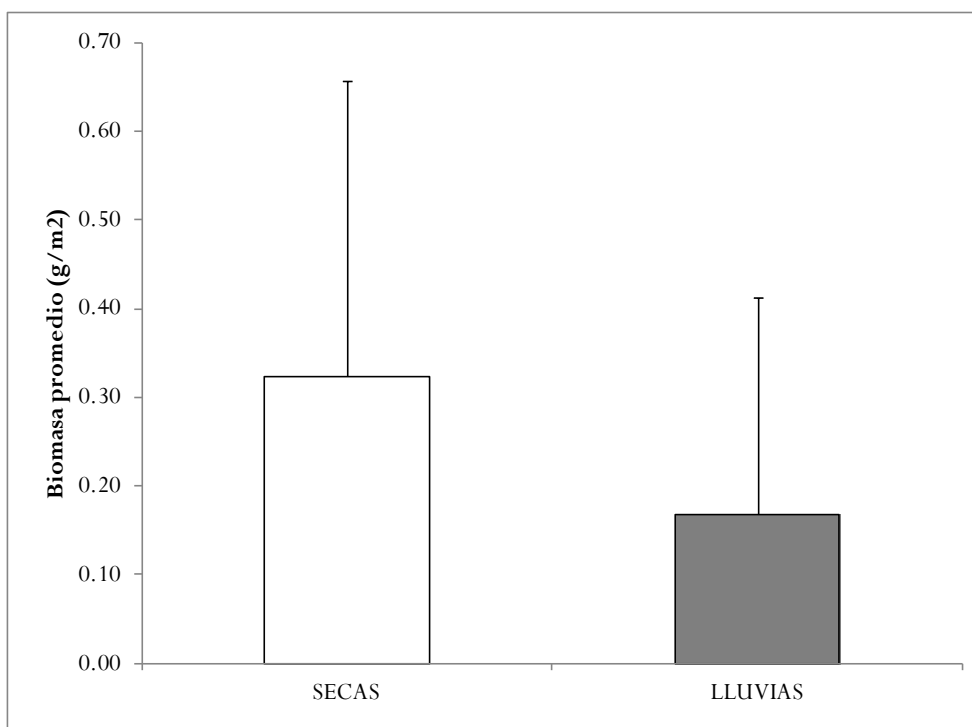
b) Variación temporal.

La biomasa promedio por época del año, resultó que es la época de secas que presenta la mayor biomasa promedio ( $0.32 \text{ g/m}^2$ ) y tiende a disminuir en lluvias ( $0.17 \text{ g/m}^2$ ) (Cuadro 43). Con el fin de conocer si la biomasa promedio calculada para secas y lluvias difieren o no, se aplicó la prueba t-Student, la cual arrojó que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $t= 1.390$ , g.l.= 28,  $p > 0.05$ ), sin embargo tales diferencias no significativas se debe a que las desviaciones estándares calculadas en cada época son más grandes con respecto a su media, es por esto que la t-Student no presenta significancias estadísticas; del tal manera que los datos se interpretan gráficamente (Fig. 55).

**Cuadro 43.** Variación en época de secas y lluvias de la biomasa promedio ( $\text{g/m}^2$ ), de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. S= número total de especies, N\*= número total de individuos con base al resguardado en la colección ictiológica, \*\*= Peso total del número de organismos resguardados en la colección ictiológica,  $\pm$ = desviación estándar.

Época	S	N*	Peso total (g)**	Área muestreada ( $\text{m}^2$ )***	Biomasa promedio ( $\text{g/m}^2$ )
Secas	16	1,160	4,608.17	23,462	$0.32 (\pm 0.33)$
Lluvias	9	616	1,095.34	11,871	$0.17 (\pm 0.24)$

\*\*\*= área proporcional muestreada con respecto al total de individuos depositados en la colección de referencia para cada época. En el Cuadro 39 se observan el área total muestreada.



**Figura 55.** Variación en épocas de secas y lluvias de la biomasa promedio ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) y desviación estándar (líneas verticales) en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

Con base a los pesos relativos de las especies, se observó que en la época de secas *Cichlasoma trimaculatum* presenta el mayor peso dentro de la comunidad, al representar el 25.61% del total, le sigue *Eleotris picta* (18.89%), *Gobiomorus maculatus* (16.62%), *Astyanax fasciatus* (9.47%) y *Poecilia sphenops* (9.45%). En la época lluvias, *Cichlasoma trimaculatum* sigue siendo la más dominante, al presentar un peso relativo 40.24%, siguiéndole en orden de importancia *Poecilia sphenops* (21.04%), *Profundulus balsanus* (7.86%), *Gobiomorus maculatus* (7.82%) y *Astyanax fasciatus* (7.66%); por lo tanto se asume que las especies dulceacuícolas (primarias y secundarias) son quienes en peso dominan los ríos de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina (Cuadro 44).

**Cuadro 44.** Distribución por época de secas y lluvias de la biomasa poblacional ( $\text{Ind}/\text{m}^2$ ) de los peces continentales en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

	Especie	Secas	Lluvias
1	<i>Agonostomus monticola</i>	0.0043	-
2	<i>Astyanax fasciatus</i>	0.0182	0.0091
3	<i>Atherinella guatemalensis</i>	0.0003	-
4	<i>Awaous banana</i>	0.0044	-
5	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	0.0800	0.0314
6	<i>Dactyloscopus amnis</i>	0.0117	-
7	<i>Dormitator latifrons</i>	0.0059	-
8	<i>Eleotris picta</i>	0.0478	0.0010

	<b>Especie</b>	<b>Secas</b>	<b>Lluvias</b>
9	<i>Gobiomorus maculatus</i>	0.0606	0.0003
10	<i>Mugil curema</i>	0.0228	-
11	<i>Poecilia sphenops</i>	0.0417	0.0636
12	<i>Poeciliopsis fasciata</i>	0.0009	0.0183
13	<i>Poeciliopsis gracilis</i>	0.0011	0.0130
14	<i>Profundulus balsanus</i>	0.0911	0.0225
15	<i>Sicydium multipunctatum</i>	0.0071	0.0034
16	<i>Trinectes fonsecensis</i>	0.0002	-

### 2.4.3 Diversidad ecológica.

#### 2.4.3.1 Funciones de acumulación de especies.

De acuerdo con las curvas de acumulación de especies, de modo general, tiende a la asíntota ( $a/b$ ), lo que nos indica que el esfuerzo de colecta da un inventario confiable sobre la biodiversidad de peces localizados en los ríos de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina (Cuadro 45; Fig. 56). Para la ecuación de Clench se esperaría encontrar 18.5 especies, mientras que de acuerdo al modelo Exponencial se encontrarían 15.8; dado que en la zona de estudio se identificaron 17 especies (con base a los registros colectados con electropesca), se logró registrar el 92.10% de las especies según el modelo de Clench o al 107.03% bajo el modelo Exponencial.

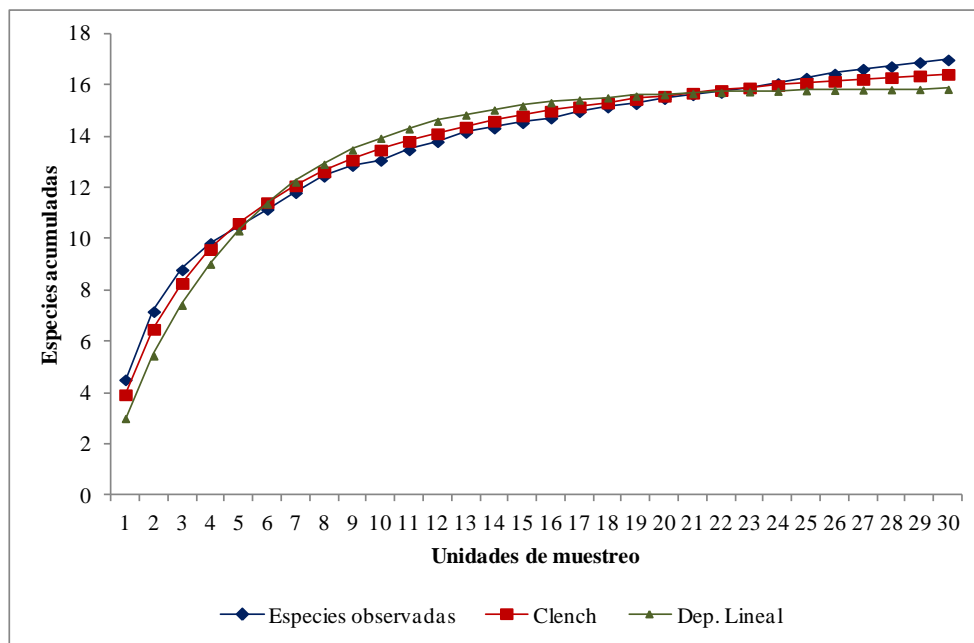
Cuando se analiza por épocas, las cifras fueron 19.5 especies para secas y 11.4 para lluvias de acuerdo al modelo de Clench y de 16.3 y 9.6 especies respectivamente con la ecuación Exponencial; de tal modo que se logró registrar el 87.11 y 87.18% de acuerdo con Clench y 103.97 y 103.80% según el modelo Exponencial para secas y lluvias respectivamente (Cuadro 45, Fig. 57).

De manera general, en las épocas de secas y lluvias el modelo de Clench es el que mejor se ajusta a los datos aleatorizados, ya que los valores del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) está por arriba de 0.98, cuya asíntota se encuentra por encima del número de especies observadas. Además con la pendiente se determinó la representatividad del inventario de peces de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, la cual nos indica a modo general que el inventario es bastante confiable (pendiente= 0.059). Sin embargo, por épocas del año se determinó que en secas tal inventario aun no es lo suficiente confiable (pendiente= 0.128), comparado con lluvias que si lo es (pendiente= 0.055) (Cuadro 45).

**Cuadro 45.** Número de especies observadas y esperadas de acuerdo con los modelos de Clench y Exponencial para el total de registros y por época de secas y lluvias en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

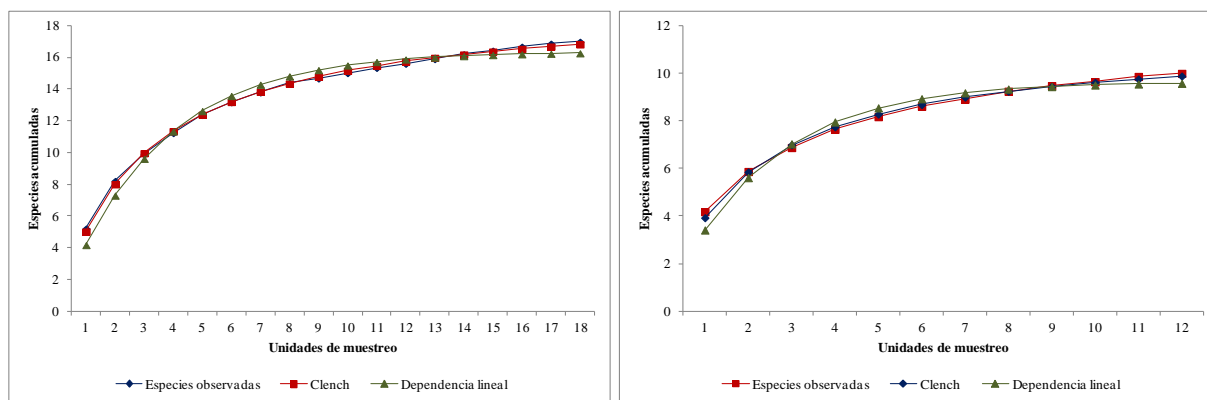
Unidad de esfuerzo	Especies observadas	Especies esperadas (a/b) <sup>&amp;</sup>	%	Pendiente	R <sup>2</sup>	Modelo
<i>Modelo de Clench</i>						
Total	17	18.4	92.10%	0.059	0.9882	$Y = (5.00 * X) / (1 + (0.271 * X))$
Secas	17	19.5	87.11%	0.128	0.9885	$Y = (6.80 * X) / (1 + (0.349 * X))$
Lluvias	10	11.47	87.18%	0.055	0.9961	$Y = (5.97 * X) / (1 + (0.520 * X))$
<i>Modelo Exponencial</i>						
Total	17	15.8	107.03%	-	0.9354	$Y = (3.339 / 0.210) * (1 - \exp^{-0.201 * X})$
Secas	17	16.3	103.97%	-	0.9743	$Y = (4.840 / 0.296) * (1 - \exp^{-0.296 * X})$
Lluvias	10	9.6	103.80%	-	0.9607	$Y = (4.208 / 0.437) * (1 - \exp^{-0.437 * X})$

<sup>&</sup>= Asintota calculada de la curva, %= porcentaje de la asintota representado por las especies encontradas, R<sup>2</sup>= coeficiente de determinación, Y=Especies esperadas, X= Esfuerzo de colecta.



**Figura 56.** Curva de acumulación de especies general del inventario de peces continentales de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. Cada unidad de muestreo consiste en un transecto de  $\approx 400$  m, empleando como técnica de colecta la electropesca.





**Figura 57.** Curvas de acumulación de especies para la época de secas (izquierda) y lluvias (derecha) del inventario de peces continentales de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. Cada unidad de muestreo consiste en un transecto de  $\approx 400$  m, empleando como técnica de colecta la electropesca.

#### 2.4.3.2 Análisis de índices ecológicos de la comunidad de peces.

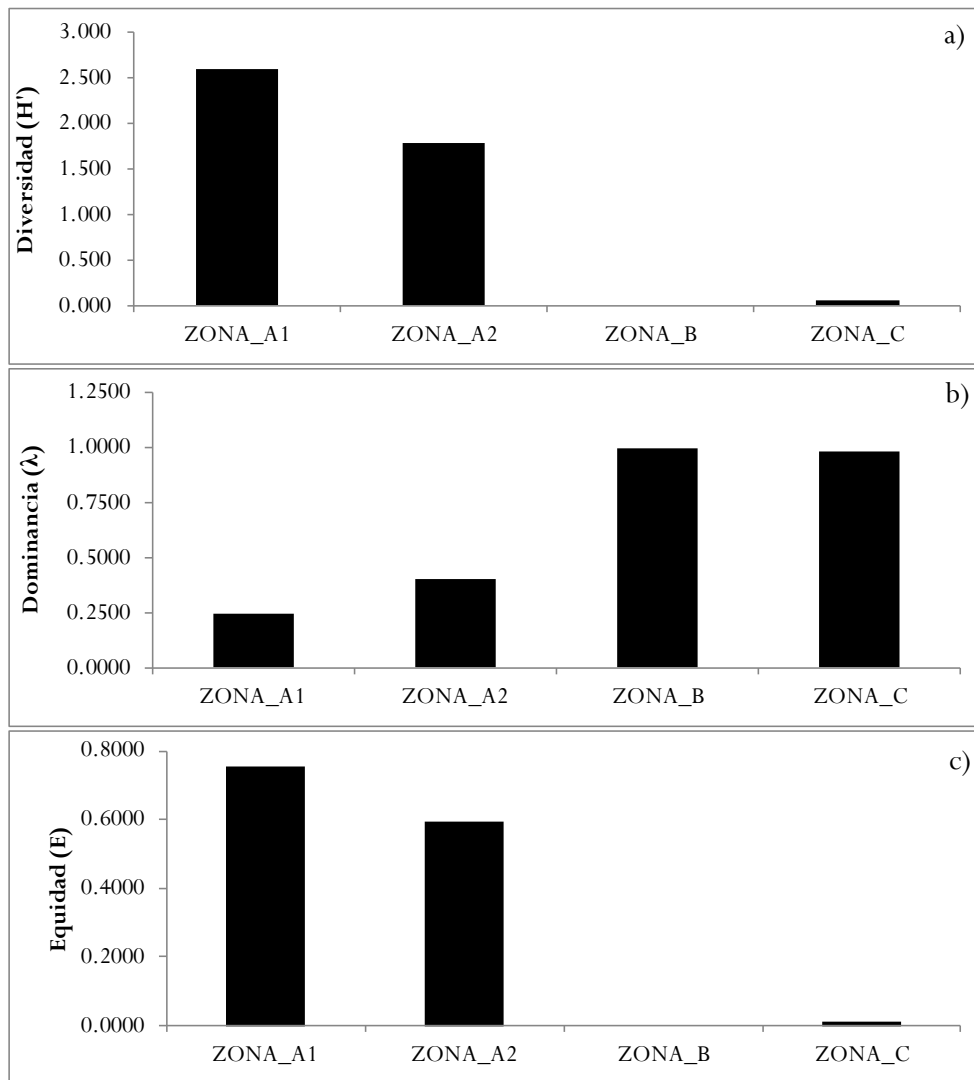
a) Por zonas.

Se determinó que la diversidad más alta se presentó en la zona A1 con  $H' = 2.606$ , con una dominancia de  $\lambda = 0.243$ , dominancia que fue la más baja de todas las zonas, además esta zona represento el valor más alto de equidad ( $E = 0.757$ ) de todas las zonas. Por el contrario la menor diversidad se presentó en la zona B con  $H' = 0.00$ , a la cual correspondió la dominancia más alta ( $\lambda = 1.0$ ) y en donde se presenta la menor equidad ( $E = 0.00$ ) (Cuadro 46; Figura 58 a, b y c). Los valores de diversidad entre pares de zonas presentaron diferencias estadísticamente significativas, excepto en las zonas B y C.

**Cuadro 46.** Atributos ecológicos entre zonas para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina y prueba “t” de Hutcheson. S= Número de especies, N= número de organismos,  $H'$ = Diversidad,  $\lambda$ = Dominancia y E= Equidad.

Atributo	Zona A1	Zona A2	Zona B	Zona C	Total
S	16	9	1	2	17
N	1985	3357	74	306	5734
$H'$	2.606 <sup>a</sup>	1.793 <sup>b</sup>	0.000 <sup>c</sup>	0.057 <sup>c</sup>	2.498
$\lambda$	0.243	0.406	1.000	0.987	0.247
E	0.757	0.594	0.000	0.013	0.753

*Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la diversidad entre zonas.*



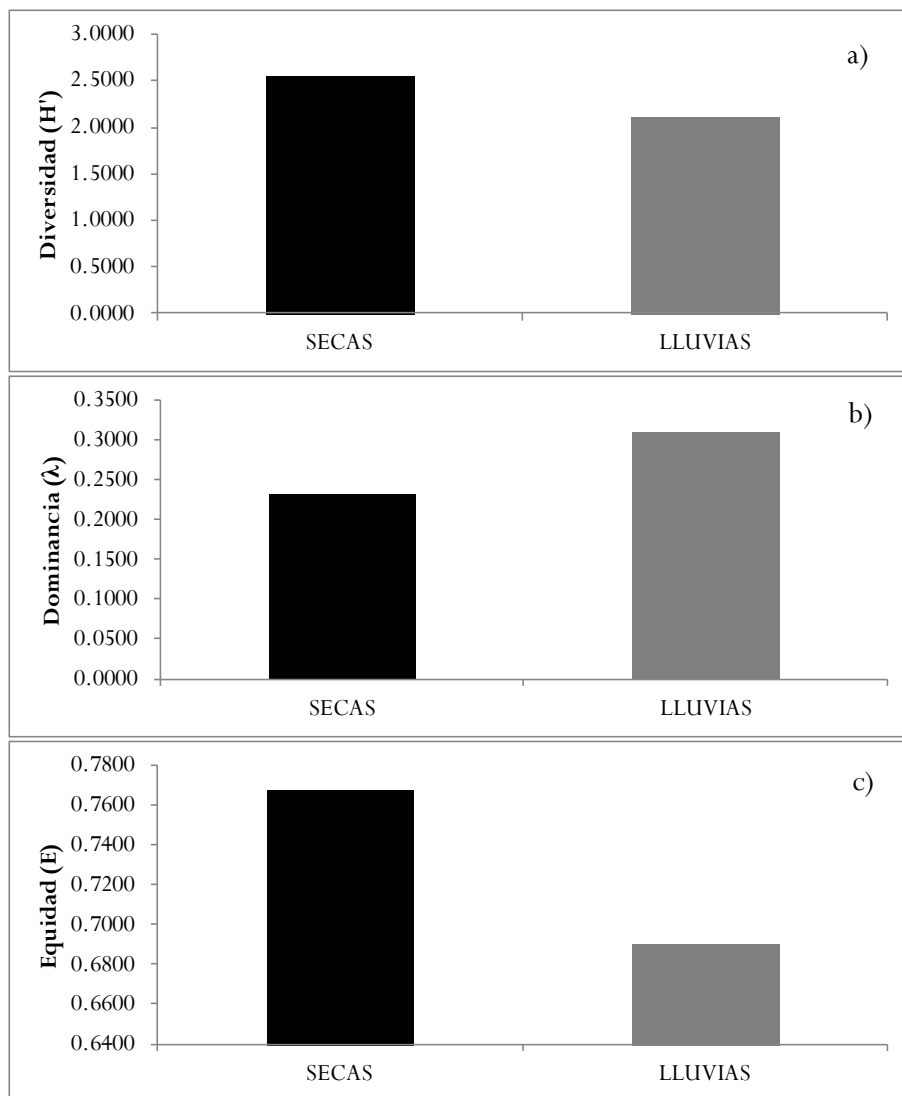
**Figura 58.** Atributos ecológicos determinados entre zonas para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. a)  $H'$ = Diversidad, b)  $\lambda$ = Dominancia y c)  $E$ = Equidad.

b) Por épocas del año.

Por épocas del año, se determinó que en secas se presentó la diversidad más alta con  $H' = 2.568$ , con una dominancia de  $\lambda = 0.232$ , las más baja entre épocas y fue en esta época donde se presentó el valor más alto de equidad,  $E = 0.769$ . Por el contrario, en lluvias se presentó una diversidad relativamente alta ( $H' = 2.136$ ), con una dominancia baja ( $\lambda = 0.308$ ) y con una equidad alta ( $E = 0.693$ ) (Cuadro 47, Fig. 59 a, b y c). Con base a la prueba de Hutchison, la diversidad entre el par secas-lluvias, mostraron diferencias estadísticamente significativas.

**Cuadro 47.** Atributos ecológicos entre épocas de secas y lluvias para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. S= Número de especies, N= numero de organismos, H'= Diversidad,  $\lambda$ = Dominancia y E= Equidad.

Atributo	Secas	Lluvias	Total
S	16	9	16
N	4253	1469	5734
H'	2.55	2.11	2.48
$\lambda$	0.232	0.309	0.247
E	0.767	0.690	0.753



**Figura 59.** Atributos ecológicos para la época de secas y lluvias en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. a) H'= Diversidad, b)  $\lambda$ = Dominancia y c) E= Equidad.

#### 2.4.4 Análisis multivariado.

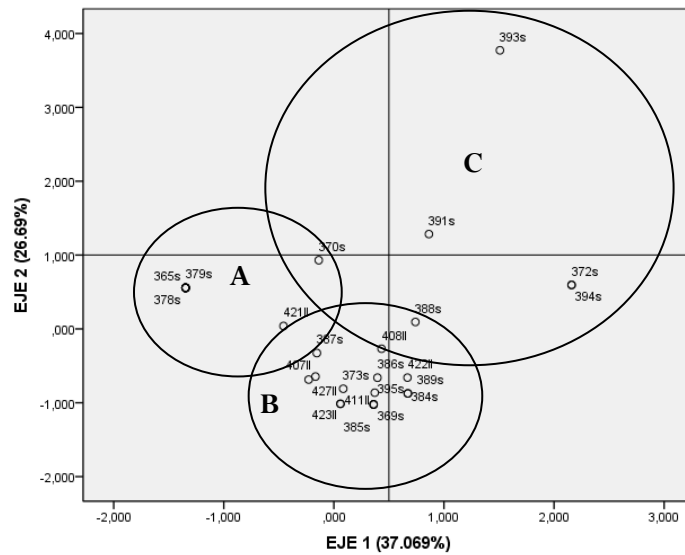
##### 2.4.4.1 Descripción y clasificación de la variación ictológica de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

En el análisis de correspondencia se determinó que en los primeros cuatro ejes se explicó más del 80% de la variabilidad total de la composición de especies de peces observadas en los 30 sitios de muestreos. De las 16 especies de peces para la subcuenca río Atoyac-Paso de la reina, se identificó que 13 de ellas son las más importantes en determinar la composición en los sitios de colecta. En el primer eje las especies que proporcionan la mayor parte de la variabilidad, de mayor a menor importancia, son: *Profundulus balsanus*, *Poecilia sphenops*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Astyanax fasciatus*, *Awaous banana*, *Agonostomus monticola* y *Poeciliopsis fasciata*; en el segundo y tercer eje las especies que contribuyeron a la mayor variabilidad en la composición de los sitios de muestreos, fueron: *Atherinella guatemalensis* y *Gobiomorus maculatus*; y en cuarto eje nuevamente son las especie *Awaous banana* y *Profundulus balsanus* (Cuadro 48).

**Cuadro 48.** Vectores y valores propios del análisis de correspondencia de la composición de peces en los sitios de muestreos de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4
<i>Astyanax fasciatus</i> (ASTFAS)	.474	.341	.007	.050
<i>Poecilia sphenops</i> (POESPH)	.506	.222	.189	.001
<i>Poeciliopsis fasciata</i> (POEFAS)	.425	.125	.168	.006
<i>Cichlasoma trimaculatum</i> (CICTRIM)	.476	.303	.005	.000
<i>Poeciliopsis gracilis</i> (POEGRA)	.297	.389	.008	.150
<i>Profundulus balsanus</i> (PROBAL)	.517	.000	.000	.174
<i>Awaous banana</i> (AWABAN)	.440	.050	.005	.223
<i>Eleotris picta</i> (ELEPIC)	.394	.272	.094	.079
<i>Gobiomorus maculatus</i> (GOBMAC)	.371	.305	.100	.126
<i>Agonostomus monticola</i> (AGOMON)	.430	.375	.055	.057
<i>Mugil curema</i> (MUGCUR)	.333	.025	.281	.134
<i>Atherinella guatemalensis</i> (ATHGUA)	.078	.491	.409	.004
<i>Dormitator latifrons</i> (DORLAT)	.078	.491	.409	.004
Valor propio	4.819	3.389	1.730	1.007
% de la varianza	37.069	26.069	13.309	7.744
% acumulado	37.069	63.137	76.446	84.190

La dispersión de los sitios de muestreos sobre el primer plano determinado por los dos primeros ejes, se observa la separación de al menos tres grandes grupos en función de la ocurrencia de las especies más importantes: la primera asociación (A) se da con sitios de muestreos en función de la ocurrencia de *Profundulus balsanus*; la segunda agrupación (B) se observa en parte media del gráfico donde se concentran la mayor parte de los sitios de muestreos debido a la presencia de las especies *Poecilia sphenops*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Astyanax fasciatus*, *Awaous banana*, *Agonostomus monticola* y *Poeciliopsis fasciata*; finalmente se observa la asociación de sitios con respecto a especies principalmente por la ocurrencia de *Atherinella guatemalensis* y *Dormitator latifrons* (C) (Fig. 60).

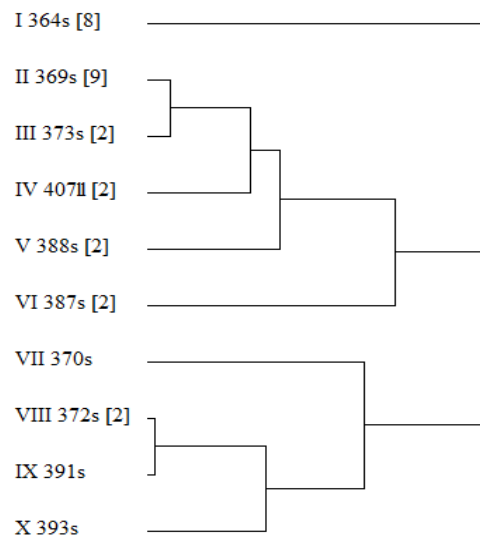


**Figura 60.** Dispersión de los 30 sitios de muestreos con base a los dos primeros ejes principales del análisis de correspondencia.

Con respecto al análisis de conglomerados, se observó que lo obtenido con el análisis de correspondencia concuerda con la formación de tres grandes grupos, sin embargo se determinó 10 grupos estadísticamente diferentes ( $t=3.55$ ,  $\alpha=0.05$ ,  $g.l.=28$ ) con base a la ocurrencia las especies de peces más importantes en los 30 sitios de muestreos, tal como se puede observar en la Fig. 61. En la parte superior se observa el grupo I en la cual se agrupan sitios en donde principalmente se identificó la especie *Profundulus balsanus*, los grupos II-VI se agrupan debido a que comparten varias especies principalmente dulceacuícolas primarios y secundarias y finalmente el conglomerado compuesto por los grupos VII-X se debe a la presencia principalmente de peces marinos y/o estuarino-lagunares. Las especies que conforman cada grupo se puede observar en el Cuadro 49.

**Cuadro 49.** Modas de la presencia (X) y ausencia (0) de las 13 especies de peces más importantes en cada grupo biológico identificado para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

Especie	Grupo biológico (n= numero de sitios)									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
	364s (8)	369s (9)	373s (2)	407II (2)	388s (2)	387s (2)	370s	372s (2)	391s	393s
<i>Astyanax fasciatus</i>	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0
<i>Poecilia sphenops</i>	0	X	X	X	X	X	0	X	0	X
<i>Poeciliopsis fasciata</i>	0	X	0	X	X	X	0	X	0	X
<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	0	X	X	X	X	0	0	X	X	0
<i>Poeciliopsis gracilis</i>	0	X	X	X	0	0	0	X	0	0
<i>Profundulus balsanus</i>	X	X	0	X	0	0	0	0	0	0
<i>Awaous banana</i>	0	X	X	0	0	0	0	X	X	X
<i>Eleotris picta</i>	0	X	0	0	X	0	X	X	X	X
<i>Gobiomorus maculatus</i>	0	0	0	0	X	0	X	X	X	X
<i>Agonostomus monticola</i>	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X
<i>Mugil curema</i>	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0
<i>Atherinella guatemalensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
<i>Dormitator latifrons</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X



**Figura 61.** Dendrograma de agrupamiento jerárquico de los sitios de muestreo con base a las 13 especies de peces más importantes: [ ]= numero de sitios por grupo.

#### 2.4.4.2 Descripción y clasificación de la variación ecológica en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

Con el primer análisis de componentes principales se determinó que a partir del sexto eje se explicó el 84.54% de la variación de las características ambientales presentes en los sitios de muestreo. De las 23 variables medioambientales utilizadas se redujeron a utilizar únicamente 13, ya que en estas se concentró mejor en explicar la variación ecológica en los sitios de muestreo.

Con base a lo anterior se elaboró el análisis de componentes principales final, con las variables medioambientales más importantes, el cual determinó que el primer componente (CP1) aportó el 31.099% de la variabilidad global, el segundo (CP2) 21.496%, el tercero (CP3) 12.426%, el cuarto (CP4) 8.622% y el quinto (CP5) 6.334%. Los dos primeros componentes explican el 52.595% de la variación y de forma conjunta los cinco ejes explican el 80.014% de la varianza total (Cuadro 50).

**Cuadro 50.** Proporción de la varianza global, vectores y valores propios de los primeros cinco componente principales, en 30 sitios de muestreos de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina. CP= Componente principal

Variable ecológica	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
Temperatura ambiental (TEMAMB)	-0.473	0.308	0.508	0.395	0.214
Altitud (ALTr)	<b>0.675</b>	-0.078	<b>-0.593</b>	0.120	0.024
Sustrato rocoso (SUSROCr)	<b>0.717</b>	0.394	-0.359	0.140	0.045
Sustrato canto rodado (SUSCRr)	<b>0.825</b>	-0.067	0.104	0.067	0.352
Sustrato gravoso (SUSGRAr)	0.495	0.504	0.190	0.435	-0.222
Sustrato arenoso (SUSARer)	<b>-0.666</b>	<b>-0.670</b>	0.089	0.235	0.046
Sustrato arcilloso (SUSARCr)	-0.132	<b>0.695</b>	0.197	<b>-0.530</b>	-0.165
Grado de alteración del hábitat (GALHAB)	0.328	-0.339	<b>0.561</b>	-0.396	0.028
Abundancia de la vegetación riparia (ABVERI)	0.408	-0.140	0.501	0.420	-0.017
Vegetación sumergible bentónica (VESUBEr)	-0.404	0.617	-0.197	-0.019	<b>0.533</b>
Vegetación sumergible flotante (VESUFLr)	0.256	<b>0.794</b>	0.341	-0.042	-0.005
Refugio de los pece en vegetación (REFVEGr)	<b>-0.793</b>	0.261	-0.172	0.101	0.229
Otro tipo de refugio de peces (REFOTRr)	0.576	-0.368	0.195	-0.236	0.484
Valor propio	4.043	2.795	1.620	1.121	0.823
Variación explicada (%)	31.099	21.496	12.462	8.622	6.334
Variación explicada acumulada (%)	31.099	52.595	65.057	73.680	80.014

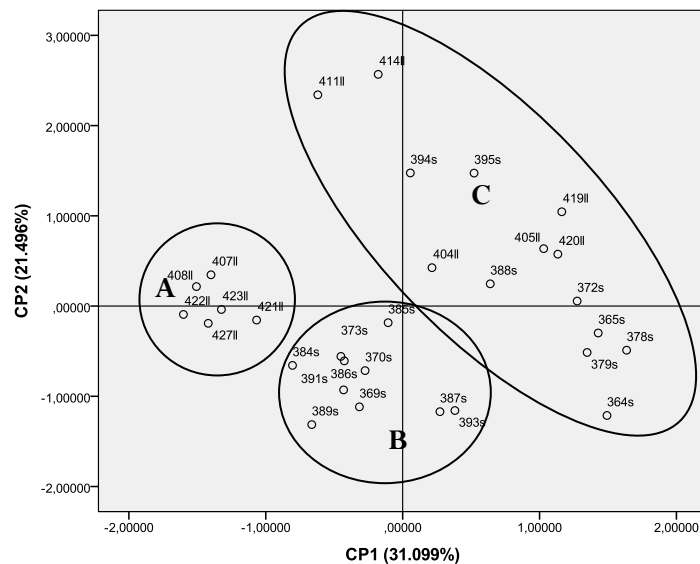
El CP1, fue determinado en mayor grado por el sustrato canto rodado, refugio de los peces en vegetación, sustrato rocoso y altitud; el CP2 por la vegetación sumergible flotante, sustrato arcilloso y sustrato arenoso; en el CP3 la altitud y el grado de alteración del hábitat; el CP4 lo determinó el sustrato arcillosos y el CP5 por la vegetación sumergida bentónica. Como se puede observar la variación ecológica entre los sitios esta principalmente en función de las características del hábitat, en este caso de manera general por los diferente tipos de sustrato, que al mismo tiempo están relacionados con la presencia de vegetación sumergible flotante y bentónica, y finalmente un factor determinante que se observo en este estudio: el grado de alteración de la hábitat.

El valor de los coeficientes de determinación indica la proporción en que cada variable estandarizada contribuye a la varianza explicada por cada componente principal. Con base a los primeros cinco componentes principales los coeficientes de determinación indicaron que las variables más importantes fueron la temperatura ambiental (TEMAMB), el sustrato canto rodado (SUSCR), abundancia de la vegetación riparia (ABVERI) y vegetación sumergible bentónica (VESUBE) (Cuadro 51).

**Cuadro 51.** Coeficiente de determinación de las características originales a cada uno de los primeros cinco componentes principales de las 13 variables ecológicas más importantes. V.A.= Variabilidad acumulada hasta el quinto CP.

Variable ecológica	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	V.A.
Temperatura ambiental (TEMAMB)	-0.117	0.110	0.314	0.353	0.260	<b>0.920</b>
Altitud (ALTr)	0.167	-0.028	-0.366	0.107	0.029	-0.091
Sustrato rocoso (SUSROCr)	0.177	0.141	-0.221	0.125	0.054	0.275
Sustrato canto rodado (SUSCRr)	0.204	-0.024	0.065	0.060	0.427	<b>0.731</b>
Sustrato gravoso (SUSGRAr)	0.122	0.180	0.117	0.388	-0.270	0.538
Sustrato arenoso (SUSAREr)	-0.165	-0.240	0.055	0.210	0.056	-0.083
Sustrato arcilloso (SUSARCr)	-0.033	0.249	0.122	-0.473	-0.200	-0.336
Grado de alteración del hábitat (GALHAB)	0.081	-0.121	0.346	-0.354	0.033	-0.014
Abundancia de la vegetación riparia (ABVERI)	0.101	-0.050	0.309	0.374	-0.021	<b>0.714</b>
Vegetación sumergible bentónica (VESUBEr)	-0.100	0.221	-0.121	-0.017	0.647	<b>0.630</b>
Vegetación sumergible flotante (VESUFLr)	0.063	0.284	0.210	-0.038	-0.007	0.514
Refugio de los pece en vegetación (REFVEGr)	-0.196	0.093	-0.106	0.090	0.278	0.159
Otro tipo de refugio de peces (REFOTRr)	0.142	-0.132	0.120	-0.211	0.588	0.508

La dispersión de los sitios de muestreos en el plano determinado por los dos primeros componentes principales (52.595% de la variación global) muestra tres grandes asociaciones (Fig. 62), con base a las variables ecológicas: temperatura ambiental, sustrato canto rodado, abundancia de la vegetación riparia y vegetación sumergible bentónica.

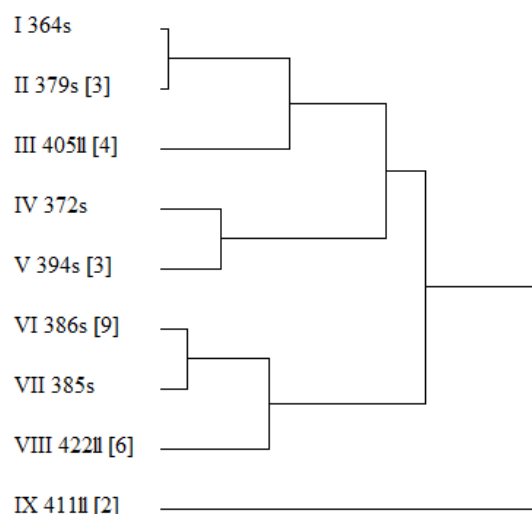


**Figura 62.** Dispersión de los 30 sitios de muestreos con base a los componentes principales 1 y 2.

Las asociaciones obtenidas con los componentes principales concuerda a grosso modo con el análisis de conglomerado, ya que se pueden observar tres grandes grupos, sin embargo estadísticamente se determinó nueve grupos diferentes ( $t= 5.01$ ,  $\alpha= 0.05$ , g.l.= 28) con base a las variables



medioambientales más importantes, como se puede observar en la Figura 63. En el Cuadro 52 se presenta la descripción general de los grupos generados en el análisis de conglomerado.



**Figura 63.** Dendrograma de agrupamiento jerárquico, con base a las 13 variables medioambientales más importantes. []= número de sitios por grupo

**Cuadro 52.** Intervalos y valores descriptivos de los grupos ecológicos para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

Variable ecológica	Grupo ecológico (n= número de sitios)								
	I 364s	II 379s (3)	III 405II (4)	IV 372s	V 394s (3)	VI 386s (9)	VII 385s	VIII 422II (6)	IX 411II (2)
Temperatura ambiental (°C)	15.00	25.75-28.00	23.00-28.00	32.00	32.00-35.00	24.00-36.00	36.00	23.00-36.00	31.00-33.00
Altitud (m snm)	737	720-737	354-737	15	15-83	8-737	33	20-363	33-83
Sustrato rocoso (%)	15	20-25	50-70	25	5-20	0-25	5	0-70	5-10
Sustrato canto rodado (%)	20	10-30	0-15	20	10-15	0-30	10	0-15	0
Sustrato gravoso (%)	0	10-20	5-15	20	10-43	0-20	5	0-15	7-10
Sustrato arenoso (%)	0	30	10-40	25	30-50	25-100	70	0-98	0
Sustrato arcilloso (%)	0	0	0	0	0-10	0-10	0	0-88	80-88
Grado de alteración del hábitat	4	3-4	2-3	5	3	3-5	4	2-3	3
Abundancia de la vegetación riparia (%)	3	3-4	2-3	5	3-4	2-5	2	2-3	2-3
Vegetación sumergible bentónica (%)	0	0-15	5-20	5	0-50	0-40	40	3-75	30-60
Vegetación sumergible flotante (%)	0	0	2-35	5	20-30	0-20	0	0-40	10-40
Refugio de los peces en vegetación (%)	0	0	0-70	0	10-30	0-50	0	0-100	60-80
Otro tipo de refugio de los peces (%)	50	50-100	0-30	10	10-40	0-100	30	0-30	0-10

#### 2.4.4.3 Relación entre las especies y las variables medioambientales.

Con base a los grupos biológicos y ecológicos obtenidos en el análisis de correspondencia y análisis de componente principales, se analizó la relación entre las especies de peces y variables más importantes.

Para lo cual se utilizaron los datos de presencia y ausencia de 13 especies (ver Cuadro 49), 30 sitios de muestreos y 13 variables medioambientales, de esta manera verificar que los grupos observados anteriormente corresponden o no, mediante la aplicación del análisis de correspondencia canónica. Con los resultados arrojados por el ACC se observó que los dos primeros dos ejes explican el 54.24% de la variación total (Cuadro 53).

**Cuadro 53.** Resultado del Análisis de Correspondencia Canónica para la matriz de ocurrencia de 13 especies y las 13 variables medioambientales más importantes en los 30 sitios de muestreos, para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina.

	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4
Eigenvalor	0.593	0.258	0.112	0.054
% de variación explicada de cada eje	37.810	16.431	7.126	3.438
% de variación explicada acumulada	37.810	54.241	61.367	64.805
Correlaciones Especie-Ambiente	0.954	0.854	0.838	0.628

Con base a los coeficientes canónicos y la correlación de las variables medioambientales en los primeros dos ejes, se observó, que para el primer eje (Eje 1) la variable más importante es la Altitud (ALT), junto con sustrato tipo rocoso (SUSROC) y la temperatura ambiental (TEMAMB); en el eje dos (Eje 2) el sustrato tipo canto rodado (SUSCR) fue la variable más importante, le sigue otro tipo de refugio (REFOTR) y refugio entre la vegetación (REFVEG) de los peces (Cuadro 54); de tal forma que gráficamente la dispersión de los sitios de muestreos y las especies con respecto a las variables medioambientales se observa en la Figura 64.

**Cuadro 54.** Coeficientes canónicos y la correlación de las variables medioambientales con los dos primeros ejes del análisis de correspondencia canónica (ACC) para los 30 sitios de muestreos.

Variable en el Eje	Coeficientes canónicos		Coeficiente de correlación	
	Eje1	Eje1	Eje 1	Eje 2
TEMAMB	-0.088	-0.067	-0.308	-0.281
ALT	<b>0.488</b>	-0.028	<b>0.892</b>	0.095
SUSROC	<b>0.281</b>	-0.246	<b>0.488</b>	0.009
SUSCR	-0.140	<b>0.348</b>	0.123	<b>0.631</b>
SUSGRA	<b>0.214</b>	<b>-0.374</b>	0.160	-0.159
SUSARE	-0.087	<b>-0.310</b>	-0.205	-0.050
SUSARC	<b>-0.185</b>	-0.172	-0.165	-0.195
GALHAB	-0.137	-0.231	-0.179	0.021
ABVERI	-0.157	0.138	-0.126	0.187
VESUBE	0.039	0.106	0.052	-0.294
VESUFL	-0.167	0.049	-0.068	-0.073
REFVEG	0.068	<b>-0.247</b>	-0.089	<b>-0.406</b>
REFOTR	0.152	0.012	0.116	0.440

De esta manera y de acuerdo con los dos primeros ejes del ACC, se distinguen cuatro grupos, donde se observa la asociación de los sitios de muestreos, las especies de peces, y las características ambientales caracterizan a cada grupo:

El grupo A representa sitios de muestreos (364s, 365s, 378s, 379s, 404ll, 405ll, 419ll y 420ll) de la parte alta que van desde los 354 a 737 m snm de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, y esta positivamente correlacionada con los dos ejes. La principal especie de pez que se localiza en esta ara es *Profundulus balsanus*, estos sitios además están caracterizados por presentan del 15 al 60% de sustrato tipo rocoso y con temperatura ambiental relativamente bajas, que van desde los 15 a 28°C (más bajo en lluvias y aumenta en secas).

El grupo B está compuesta por los sitios 385s, 395s, 407ll, 423ll y 427ll, de acuerdo a la altitud es una zona que va desde los 33 a los 83 m snm, y esta positivamente correlacionada con el eje 1 y negativamente con el Eje 2. En esta área se distingue una composición íctica principalmente formada por las especies *Astyanax fasciatus*, *Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis fasciata*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Poeciliopsis gracilis* y *Profundulus balsanus*. Presenta una temperatura ambiental de 25 a 36°C (más bajo en lluvias y aumenta en secas), con poca presencia de sustrato tipo rocoso (0-5%) y canto rodado (0-10%), pero con un poco más de grava (0-43%) y los peces utilizan se refugian principalmente en la vegetación acuática (0-100%).

El Grupo C, está constituido por los sitios 369s, 370s, 372s, 373s, 384s, 386s, 387s, 388s, 389s, 391s, 394s, 408ll, 411ll, 414ll, 421ll y 422ll; con base a la altitud representa la zona baja de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, la cual va desde los 8 m msn sobre el río principal “río verde” hasta los 83 m



antes de la desembocadura del río principal “río Verde o Atoyac” con una longitud de 700 m por 3 m de altura; dicha barrera está interviniendo en los procesos biológicos como en la alimentación y en la reproducción de algunas especies de peces, provocando, por una lado que las especies que presentan comportamientos migratorios, no pueden ingresar más allá de la zona A1, como es el caso de *Agonostomus monticola*, *Dactyloscopus amnis*, *Dormitator latifrons*, *Eleotris picta*, *Gobiomorus maculatus*, *Mugil curema*, a diferencia de los góbidos *Awaous banana* y *Sicydium multipunctatum*, que presentan una característica morfológica (aletas pélvicas fusionadas en forma de disco), lo cual les permite adherirse al sustrato bentónico y de esta manera logran subir o migrar río arriba, y de esta manera se le encuentra en la zona A2 incluso hasta la zona C.

Por el otro lado, se observó la presencia de especies dulceacuícola primarias y/o secundarias, las cuales se ubican principalmente por arriba de la presa derivadora, comenzando desde la zona A2 hasta la B y C, en donde se encuentran las especies *Astyanax fasciatus*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis gracilis* y *Profundulus balsanus*, en estas zonas presentan abundancias altas, sin embargo pueden encontrarse por debajo de la presa derivadora, con abundancias relativas bajas, excepto el poecílido *Poeciliopsis fasciata*, es en la zona A1 donde presenta su mayor abundancia.

Con base a lo anterior se observó que la presa derivadora, esta influenciando fuertemente en la composición ictiofaunística identificada para subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, provocando que existan diferencias abruptas en la riqueza y abundancia promedio en cada una de las zonas analizadas

Con respecto a la composición del número promedio de especies y organismos de la ictiofauna por temporada, se mostro que no existen diferencias significativas, lo cual se asume que se deba a la baja presencia y abundancia de especies marinas y estuarino-lagunares, y aunque son pocas las especies dulceacuícola (primarias y secundarias) son las que mantienen su abundancia en mayor o menor media a lo largo del año; las fluctuaciones en las condiciones físico-químicas de los ríos tanto en secas como en lluvias y sobre todo por la influencia antropogénica, principalmente por la barrera artificial (presa derivadora “Ricardo Flores Magón”) localizada en el río principal de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, la cual obstruye la entrada y a su vez la interacción de especies marinas, estuarino-lagunares con las especies dulceacuícola (primarias y secundarias).

En estudios que se han elaborado para peces continentales, se ha reportado que en la zona bajas de los ríos hacia la desembocadura, incrementa la diversidad biológica, la cual se debe al intercambio de especies de peces de los ecosistemas dulceacuícolas y costeros (estuarinos y marinos), Aunque se ha observado que las especies primarias (estrictamente dulceacuícolas) van perdiendo su importancia conforme se acercan a la desembocadura del río, lo contrario sucede con los peces que realizan las migraciones las cuales estas representadas por especies secundarias, terciarias, del componente estuarino y las eurihalinas del componente marino (Martínez, 1999; López-López, et al., 2009).

### 2.5.2 Abundancia de la comunidad ictiológica por zonas y por épocas del año.

De acuerdo a la zonificación de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, la zona A1 queda por debajo de la presa, está no permite el paso río arriba de especies marinas y estuarino-lagunares ni de las pocas especies dulceacuícolas a la zona A2 y mucho menos a las zonas B y C, a excepción de dos especies: *Awaous banana* y *Sicydium multipunctatum*, que por presentar ciertas características morfológicas mencionado anteriormente, logran migrar río arriba, por tal razón se hallan en la zona A2 incluso hasta la zona C, es el caso de *Sicydium multipunctatum*.

Con respecto a las densidades poblacionales, en la zona A2 y A1 se localizan las más altas y están representadas principalmente por peces dulceacuícolas primarias y secundarias, sin embargo dichas especies dulceacuícolas presentan mayor concentración en la zona A2. Por el otro lado se observó que especies marinas y estuarino-lagunares se observan su mayor densidad únicamente en la zona A1, debido a la presencia de la presa, impidiendo que no pueden migrar a la zonas A2, B y C, provocando que sus densidades poblacionales disminuyan, aunque *Awaous banana* y *Sicydium multipunctatum*, logran migrar hacia la zona a A2 incluso hasta la zona C, pero sus densidades poblacionales son más bajas.

Por otro lado, la densidad de la comunidad íctica mostro una variación por temporada, ya que durante la época de secas se presenta la mayor densidad promedio y tiende a disminuir en la época de lluvias. Esta diferencia se debe a que en secas están presentes peces marinos, estuarino-lagunares y dulceacuícolas (primarios y secundarios), en comparación con lluvias que únicamente se observaron peces dulceacuícolas (primarios y secundarios). La ocurrencia de peces marinos y estuarino-lagunares es común durante secas porque en los ríos presentan condiciones favorables para la búsqueda de alimento, refugio (guarderías) o zonas de reproducción; a diferencia de lluvias, que solo se encuentran especies dulceacuícolas (primarias y secundarias) y los ríos cambian sus características físico-químicas, por ejemplo aumento del caudal, agua turbia, poco disponibilidad de alimento, impidiendo la entrada de especies marinas y estuarino-lagunares a estos ecosistemas dulceacuícolas. Sin embargo en este estudio se identificó la presencia de *Eleotris picta*, *Gobiomorus maculatus* y *Sicydium multipunctatum*, pero la ocurrencia de *Eleotris picta* y *Gobiomorus maculatus* en lluvias, se debe a que fueron registrados en ríos que desembocan directamente la lagunas costeras (por ejemplo en la Laguna Chacahua-La Pastoría) pero no presentan ninguna conexión con el río principal “río Atoyac o Verde” y para el caso de *Sicydium multipunctatum*, migra río arriba y de las lagunas costeras a los río aislado del río principal.

A pesar que en secas existen más especies que en lluvias, son las especies dulceacuícola (primarias y secundarias) las que presentan densidades poblaciones altas y se localizan durante las dos épocas del año, en comparación de las especies marinas y estuarino-lagunares que tienen densidad poblacional baja y solo las encontramos principalmente en época de secas, son: *Agonostomus monticola*, *Atherinella guatemalensis*, *Awaous banana*, *Dactyloscopus amnis*, *Dormitator latifrons*, *Mugil curema* y *Trinectes fonsecensis*.

En cuanto a la biomasa promedio, la zona A1 está completamente separada de las zonas A2, B y C. Por lo tanto en la zona A1 (debajo de la presa) son los peces marinos y estuarino-lagunares, que presentan una biomasa alta, entre los que destacan son *Gobiomorus maculatus*, *Eleotris picta* y *Mugil curema*; para las zonas que están por arriba de la presa (A2, B y C), la biomasa está en función de los peces dulceacuícolas primarias y/o secundarias, siendo *Poecilia sphenops* con el mayor biomasa, le siguen *Poeciliopsis fasciata*, *Profundulus balsanus* y *Cichlasoma trimaculatum*; *Profundulus balsanus* presenta los mayores valores de biomasa en la zona B y C.

La biomasa promedio más alta de la comunidad íctica por época del año, se presento en secas y disminuye en lluvias. Lo cual se debe a que en secas está presentes peces marinos, estuarino-lagunares y dulceacuícolas (primarios y secundarios), en comparación con lluvias que únicamente se observaron peces dulceacuícolas (primarios y secundarios). La ocurrencia de peces marinos y estuarino-lagunares es común durante secas porque los ríos presentan condiciones favorables para la búsqueda de alimento, refugio (guarderías) o zonas de reproducción.

Tal como se observa con los resultados de este estudio, se ha señalado que la densidad y biomasa presentada por las comunidades de peces continentales tienden a mostrar valores más altos en zonas bajas hacia la desembocadura (Pires *et al.*, 1999; Ibanez *et al.*, 2007; López-López, 2009), esto se debe a que en las zona más bajas existe mayor disponibilidad de hábitat, lo cual se debe a la características físicas del río como el ancho, velocidad y el tipo sustrato (Vannote *et al.*, 1980. Aunado con lo anterior, temporalmente se ha observado que es la época de secas es cuando se presentan valores más altos de densidad y biomasa, la cual se ha vistos en algunos estudios como los de Teixeira (2002) en Uruguay y Casatti (2005) en el suroeste de Brasil.

De manera general se ha señalado que las variaciones espaciales y temporales de la abundancia de la comunidades de peces en términos de biomasa y densidad, se debe a cambios espaciales y temporales observados dentro del orden del río, diferencias en la estructura y complejidad del hábitat (Gorman & Karr, 1978; Schlosser, 1982), la disponibilidad de recursos (Grenouillet *et al.*, 2002), patrones biogeográficos (Jackson & Harvey, 1989; Matthews & Robinson, 1998), factores medioambientales (Lagler *et al.*, 1984; Granado, 1996; Tejerina-Garro *et al.*, 2005), interacciones bióticas (Lagler *et al.*, 1984; Granado, 1996), entres otros. Además que estos estimadores son los patrones mayormente observados en las comunidades ictiofaunísticas de los ríos (Schlosser, 1982; Matthews *et al.*, 1988; Ostrand & Wilde, 2002).

### 2.5.3 Análisis de índices ecológicos de la comunidad de peces por zonas y por épocas del año.

Curvas de acumulación de especies: Con base a los resultados obtenidos con las curvas de acumulación de especies, nos indica que de acuerdo a la características del esfuerzo de colecta se logró captura más del 90% de especies de peces continentales localizadas en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, tales

resultados arrojados se debe a que los registros se obtuvieron en mayor parte utilizando como técnica de muestreo a la electropesca, aunque esta técnica es menos selectiva que otras metodologías, tiene cierto nivel de parcialización para obtener una buena muestra de estudio, es decir, que no es método de colecta con 100% de eficacia (Onorato *et al.*, 1998; Penczak *et al.*, 1998; Cowx *et al.*, 2001).

Diversidad, Dominancia y Equidad: Espacialmente se observó que tanto la diversidad como la equidad disminuye de la zona A1 hacia la zona C, es decir, desde desembocadura del río Verde hacia la parte alta de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, mientras que la dominancia mostró una relación inversa, es decir, que la mayor dominancia se presentó en la zona C y va disminuyendo conforme se acerca las zonas se acercan a la desembocadura.

Por lo anterior se identificó diferencias significativas entre las zonas, donde la zona A1 y A2, son diferentes así como de B y C, pero estas dos últimos son iguales. Esto se debe al número de especies y organismo presentes en cada uno de las zonas: en la zona A1 (16 especies y 1985 organismos) está representada en mayor parte por especies marinos y estuarino-lagunares y menor proporción por peces dulceacuícolas; para la zona A2 (9 especies y 3357 organismos), está constituida por peces dulceacuícolas y en donde presentan mayores abundancia; para las zona B y C se demostró que son estadísticamente iguales, ya que el número de especies que los representan no es mayor a dos, y siendo *Profundulus balsanus* la especie común para estas zonas. Temporalmente, se observó que la mayor diversidad y equidad se presenta durante la época de secas y la dominancia baja, caso contrario sucede para lluvias, donde la diversidad y equidad disminuyen, con dominancia alta. Esto se debe a que en secas se presenta un gran número de especies e individuos comparado con la época de lluvias.

Se ha señalado que la diversidad está influenciada básicamente por la altitud (Ibanez *et al.*, 2007; Martínez, 1999); en este estudio se observa que, las zonas más diversas están en la zona baja de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, estas zonas son muy diversas y por tanto equidades más altas (Casatti 2005), además, las diferencias espaciales entre zonas son más importantes que las diferencias temporales entre épocas del año (Suarez & Petrere, 2007).

#### 2.5.4 Análisis multivariado.

En la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina se observó que las especies que determinan la composición y estructura de las comunidades de peces son principalmente dulceacuícolas primarias y secundarias, y algunas peces marinas y/o estuarino lagunares. Tales cambios observados en la composición en los ríos, concuerdan con otros estudios, en los que determinaron cambios en la composición de peces a lo largo del río en donde el mayor número de especies y organismos se registros cerca de la desembocadura (Ostrand & Wilde, 2002; Espinoza, 2007; Trujillo-Jiménez *et al.*, 2010).

Los patrones longitudinales en ecología de ríos y arroyos muestran que en general hay incremento en



riqueza de especies que va progresivamente desde la cabecera hasta la desembocadura de los ríos (Horowitz, 1978). El aumento en el número de especies en las partes bajas de los ríos puede explicarse por diversidad de hábitat, condiciones ambientales moderadas y un incremento del espacio habitable (Gorman & Karr, 1978; Matthews & Robinson, 1998; Rahel & Hubert, 1991;). La mayoría de los sistemas acuáticos lóticos comienzan con corrientes pequeñas y aumentan longitudinalmente en tamaño.

Generalmente, el resultado del aumento de tamaño de la corrientes es un aumento progresivo en números de especies río abajo (Horowitz, 1978). Numerosos estudios han tratado de explicar este patrón (altitud), han concluido que la diversidad del hábitat, la moderación de condiciones ambientales y simplemente un aumento en el espacio habitable contribuyen al aumento de la diversidad de especies (Gorman & Karr, 1978; Matthews & Robinson, 1998; Rahel & Hubert, 1991).

Una de las teorías más importantes acerca de la organización de los ecosistemas riverinos es el Concepto del Río Continuo (Vannote *et al.*, 1980). Esta teoría afirma que, los ríos representan gradientes de cambios físicos, químicos y biológicos que ocurren en un gradiente longitudinal desde las cabeceras hasta las partes más bajas de un sistema riverino o arroyos, como se ha observado en este estudio; lo anterior se asemeja lo que Ostrand & Wilde (2002) sugieren: la estructura del ensamble está determinada mas por diferencias medias o persistentes en las condiciones ambientales entre sitios, que por variación estacional de las condiciones ambientales. Esto se debe al hecho que los ríos son ecosistemas con una amplia variación entre temporadas. Durante la época de lluvias, la velocidad y el flujo de la corriente incrementa drásticamente a través de todo el sistema, permitiendo la variación de algunas condiciones físicas tales como la temperatura, pH y la conductividad, entre otros y haciendo más difícil determinar si existen cambios en los patrones de distribución (Rondon & Petreere, 2007).

## 2.6 CONCLUSIONES.

En la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, se observó que la mayor composición ictiofaunística se presentó en las zonas bajas hacia la desembocadura del río principal “Atoyac o Verde”; por época del año se observó durante la temporada de secas.

La abundancia en términos de densidad y biomasa, presentó los valores altos en las zonas bajas de la subcuenca y durante la época de secas. Sin embargo se observó que la densidad está determinada por especies de la familia Poeciliidae, Characidae, Cichlidae y Profundulidae, mientras que la biomasa los mejores representantes son especies de la familia Eleotridae y Mugilidae.

Con base a las curvas de acumulación de especies, restaría capturar >10% la ictiofauna, para completar un buen inventario ictiológico de peces dulceacuícolas para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina; siendo la época de sequías, la mejor temporada para capturarlas.

De acuerdo con los índices ecológicos, la zona baja de la subcuenca presentó los valores más altos de diversidad y equidad, con una dominancia baja; así también, temporalmente se observó que en secas donde se presenta una diversidad y equidad alta, con dominancia baja.

La variación de la comunidad de peces en los sitios de muestreos estuvo determinada, en mayor parte, por especies de peces dulceacuícolas (*Profundulus balsanus*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Astyanax fasciatus*, *Poecilia sphenops* y *Poeciliopsis fasciata*) y algunas especies marinas y/o estuarino-lagunares (*Awaous banana*, *Agonostomus monticola*, *Atherinella guatemalensis* y *Dormitator latifrons*).

La variación ecológica de los sitios de muestreos estuvo determinada por la temperatura ambiental, el sustrato canto rodado, abundancia de la vegetación riparia y vegetación sumergible bentónica.

En cuanto al ACC, se determinó que la variación en la estructura de la comunidad de peces está en función de un gradiente altitudinal, seguida por la temperatura ambiental y características del hábitat (sustrato canto rodado y el refugio de los peces en vegetación), de esta manera se puede observar que las especies quedaron asociadas en cuatro grupos: (1) compuesta por *Profundulus balsanus*, (2) se asociaron peces con hábitos principalmente dulceacuícolas, están: *Astyanax fasciatus*, *Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis fasciata*, *Cichlasoma trimaculatum* y *Poeciliopsis gracilis*, (3) formado por peces con hábitos dulceacuícolas y estuarino-lagunares, son: *Astyanax fasciatus*, *Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis fasciata*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Poeciliopsis gracilis*, *Profundulus balsanus*, *Awaous banana*, *Eleotris picta*, *Gobiomorus maculatus*, *Agonostomus monticola* y *Mugil curema* y finalmente (4) un grupo de peces que se separó del resto de las asociaciones, compuesta por *Gobiomorus maculatus* y *Atherinella guatemalensis*.

# LITERATURA CITADA

- Alcántara-Soria, L, Soto-Galera E., Paulo-Maya J. y Díaz-Pardo E. 2000. **Factores ambientales que determinan la distribución de la ictiofauna de la cuenca del Pánuco en los estados de Querétaro y San Luis Potosí.** In: VII Congreso Nacional de Ictiología (resúmenes). Universidad Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores "Zaragoza". Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C. (SIMAC). Ciudad de México, México. p. 56.
- Álvarez, del V. J. 1970. **Peces mexicanos (claves).** Secret. de Ind. y Com, Inst. Nac. de Inv. Pesq. D.F., México. p. 166.
- Álvarez, del V. J. y Cortés, M. T. 1962. **Ictiología michoacana. I. Claves y catálogo de las especies conocidas.** An. Esc. nac. Cienc. biol. 11: 85-142.
- Amezcu-Linares, F. 1996. **Peces demersales de la Plataforma Continental del Pacífico central de México.** UNAM, Instituto de Ciencia del Mar y Limnología. México. pp. 186.
- Angermeier, P. L. & Winston, M. R. 1998. **Local vs regional influences on local diversity in stream fish communities of Virginia.** Ecology 79: 911-927.
- Angermeier, P. L. & Davideanu, G. 2004. **Using fish communities to assess streams in Romania: initial development of an index of biotic integrity.** Hidrobiología 511: 65-78.
- Arriaga-Cabrera, L., Aguilar, S. V. y Alcocer, D. J. 2000. **Agua continentales y diversidad biológica de México.** CONABIO. México. pp. 372.
- Barón, B., Rodríguez, D. E., Piña, I., Martínez, E. y Castro, A. 1991. **Ictiofauna continental y cultivo experimental de especies nativas del Estado de Oaxaca.** Informe final de proyecto, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, IPN, México, Oaxaca. pp. 31.
- Begon, M., Townsend, C. R. & Harper, J. L. 2006. **Ecology: From Individuals to Ecosystems.** 4ª ed. Ed. Blackwell Publishing Ltd. UK. pp. 783.
- Betancur-R, R. 2003. **Filogenia de los bagres marinos (Siluriformes: Ariidae) del nuevo mundo.** Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. pp. 123.
- Broose, S. & Lek, S. 2000. **Medellín coach (*Rutilus rutilus*) microhábitat using linear and nonlinear techniques.** Freshwater Biology. 44: 441-452.
- Bussing, W. A. 1987. **Peces de las aguas continentales de Costa Rica.** Editorial Universidad de Costa Rica, San José. pp. 271.
- Bussing, W. A. 1995. **Centropomidae, Róbalos** In: Fischer W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter & V. H. Niem. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. 2. FAO. Roma, Italia. pp. 987-995.
- Bussing, W. A. 1998. **Peces de las aguas continental de Costa Rica/Freshwater fishes of Costa Rica.** Editorial Universidad de Costa Rica, San José. pp. 468.
- Cabral, S. E.G. 1999. **Estudio sobre el crecimiento y aspectos reproductivos de la lebrancha (*Mugil curema*) en la laguna de Cuyutlán.** Tesis de Maestría. Universidad de Colima. pp. 91.
- Carcaño, S. J., Soto-Galera, E. y Corona-Santoyo, G. A. 2003. **Estructura de las comunidades de peces en ríos del Sotavento de la Sierra Madre del Sur, Estado de Chiapas.** In: VII Congreso de Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación (resúmenes). Centro de

- Convenciones de Tuxtla Gutiérrez. Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación, A. C. Chiapas, México. p. 31.
- Carcaño, S. J., Soto-Galera, E. y Corona-Santoyo, G. A. 2004. **Variación espacial de la estructura de las comunidades de peces en ríos de sotavento de la sierra Madre del Sur, Estado de Chiapas.** In: IX congreso nacional de ictiología (resúmenes). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C. Tabasco, México. p.58.
- Casatti, L. 2005. **Fish assemblage structure in a first order stream, southeastern Brazil: longitudinal distribution, seasonality, and microhabitat diversity.** *Biota Neotropica*. 5(1):75-83.
- Castro-Aguirre, J. L., Espinosa-Pérez, H. S. y Schmitter-Soto, J. J. 1999. **Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México.** IPN-SERIES BIOTECNOLOGIAS. 1ra. ed. Ed. LIMUSA S.A. DE C.V. México, D.F. pp. 711.
- Castro-Aguirre, J. L. & Balart, E. F. 1993. **La ictiología en México: Pasado, presente y futuro.** *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 44: 327-343.
- Chaires, M. L. y Fernández A. M. 2000. **Hábitos alimentarios de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1850) (Characidae) en la Barranca los guayabos, Cuautla, Morelos.** In: VII Congreso Nacional de Ictiología (resúmenes). Universidad Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores "Zaragoza". Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C. (SIMAC). Ciudad de México, México. p. 56.
- Chávez, M. J. C. 2011. **Variación morfo métrica, en talla y peso del bagre *Sciades guatemalensis* (Günther, 1864) en el complejo lagunar-estuarino Chantuto-Panzacola, Chiapas, México.** Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar-Campus Puerto Ángel. Puerto Ángel, Oaxaca, México. pp. 81.
- Chirichigno, N., Fischer, W. y Nauen, C. E. 1982. **INFOPECA. Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina.** Parte 2-Pacífico centro y suroriental. Roma, Italia. FAO/PNUD, SIC/82/2. pp. 588.
- CIIDIR-IPN-OAXACA. 2009. **Caracterización de los recursos bióticos en el Sistema Ambiental Regional del proyecto de Aprovechamiento hidráulico de usos múltiples Paso de la Reina, Oaxaca.** Informe Técnico, CIIDIR IPN Unidad Oaxaca, Oaxaca, México. pp. 248.
- Clustan Graphics.2001. **Clustan Graphics Version 5.22 Dec. 2001.** Edinburgh, Scotland.
- Colwell, R. K. 2005. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples.** Version 7.5. User's Guide and application. Disponible en línea: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2009. **Precipitación histórica en la estación meteorológica de Jamiltepec, Oaxaca.** Base de datos de Microsoft® Excel® (fecha de consulta: 25/01/2010).
- Contreras-Balderas, S., Ruiz-Campos, G., Schmitter-Soto, J. J., Díaz-Pardo, E., Contreras-McBeath, T., Medina-Soto, M., Zambrano-González, L., Varela-Romero, A., Mendoza-Alfaro, R.,

- Ramírez-Martínez, C., Leija-Tristán, M. A., Almada-Villela, P., Hendrickson, D. A. & Lyons, J. 2008. **Freshwater fishes and water status in México: A country-wide appraisal.** Aquatic Ecosystem Health & Management. 11(3): 246-256.
- Cooke, R., Acero, A., Betancur, R., Rojas, P. & Cotto, A. 2007. *Ariopsis guatemalensis*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2011.1. En línea: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) (Consultado: 31/agosto/2011).
- Cotto, A., Acero, A., Rojas, P. & van der Heiden, A. 2010a. *Centropomus nigrescens*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 20 May 2012.
- Cotto, A., Acero, A., Rojas, P. & van der Heiden, A. 2010b. *Centropomus robalito*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 20 May 2012.
- Cowx, I. G., Nunn, A. D. & Harvey, J. P. 2001. **Quantitative sampling of 0-group fish populations in large lowland rivers: point abundance sampling by electric fishing versus micromesh seine netting.** Archiv für Hydrobiologie. 151:369–382.
- Cruz-Arenas, E. 2009. **Contribución a la biología y cultivo experimental de algunos peces oaxaqueños de la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán.** Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Oaxaca. pp. 208.
- Cruz-Ruiz, G. I. 2009. **Estudio de la comunidad de peces la subcuenca río Quiotepec de la cuenca río Papaloapan en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México.** Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Oaxaca. pp. 161.
- Díaz- Pardo, E., Godínez-Rodríguez, M.A., López-López, E. y Soto-Galera, E. 1993. **Ecología de los peces de la cuenca del río Lerma, México.** An. Esc. nac. Cienc. Biol., Méx. 38(1-4): 103-128.
- Doadrio, I., Carmona, J. A., Martínez, E. & De Sostoa, A. 1999. **Genetic variation and taxonomic analysis of the subgenus *Profundulus*.** Journal of Fish Biology. 55: 751-766.
- Dodds, W. K. & Whiles, M. R. 2010. **Freshwater Ecology, concepts and environmental applications of limnology.** Elsevier – Academic Press. 2 ed. USA. pp. 811.
- Dudgeon, D., Arthington, A. H., Gessner, M. O., Kawabata, Z., Knowler, D. J., Lévêque, C., Naiman, R. J., Prieur-Richard, A. H., Soto, D., Stiassny, M. L. J. & Sullivan, C. A. 2006. **Freshwater biodiversity: importante, threats, status and conservation challenges.** Biological Reviews. 81:163-182.
- Erös, T., Botta-Dukát, Z. & Grossman, G. D. 2003. **Assemblage structure and habitat use of fishes in a Central European submontane stream: a patch-based approach.** Ecology Freshwater Fish. 12: 141-150.
- Eschmeyer, W. N. & Fricke, R. (Eds.). 2011. **Catalog of Fishes electronic version.** En línea: <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp> (Revisado: Julio/2011)
- Eschmeyer, W. N. & Fong, J. D. **Species by Family/Subfamily.** En línea:

- <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>. (Revisado: junio del 2012).
- Espinosa, P. H., Gaspar, D. M. T. y Fuentes, M. P. 1993. **Listados faunísticos de México. III. Los peces dulceacuícolas mexicanos**. Dep. de Zool. Inst. Biol. U.N.A.M., D. F., Méx. pp. 101.
- Espinoza, M. M. 2007. **Composición y estructura de las comunidades de peces del río La Cañaza, Pacífico Sur de Costa Rica**. Brenesia. 67: 35-43.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2004. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura**. Roma, Italia. pp. 168.
- Findley, L., Espinosa, H., Collette, B. & Rojas, P. 2007. *Atherinella guatemalensis*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1. En línea: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) (Consultado: 15/septiembre/2011).
- Fischer, W., Krupp, K., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E. y Niem, V. H. 1995. **Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental**. Vol. I-III. FAO. Roma, Italia. pp. 1813.
- Fitzsimmons, K. 2000. **Tilapia aquaculture in Mexico**. In: Pierce, C. & J. E. Rakocy (Eds.). *Tilapia aquaculture in the Americas*. 2: 171-183.
- Flores, M. A. y Manzanero, G. M. 1999. **Los tipos de vegetación del estado de Oaxaca**. Sociedad y Naturaleza en Oaxaca. 3: 7-45.
- Franco, L. y Bashirullah, K. M. B. 1992. **Alimentación de la liza (*Mugil curema*) del Golfo de Cariaco-Estado Sucre, Venezuela**. Zoo.Trop. 10(2): 219-238.
- Froese, R. & Pauly, D. (Eds.). 2011. **FishBase**. En línea: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org). (Revisado: Junio/2011)
- García, E. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. **Climas (clasificación de Köppen, modificado por García)**. Escala 1:1000000. México.
- García-Mendoza, A y Torres-Colín, R. 1999. **Estado actual del conocimiento sobre la flora de Oaxaca**. In: Vásquez-Dávila, M. A. (Ed.). *Sociedad y Naturaleza de Oaxaca 3: Vegetación y Flora*. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca (I.T.A.O.). Oaxaca, México. p. 50-86.
- Gómez, R. E. M. 2011. **Contribución a la biología de *Profundulus balsanus* (Cyprinodontiformes: Profundulidae) de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, Jamiltepec, Oaxaca**. Informe técnico de residencia profesional de Licenciatura. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Xoxocotlán, Oaxaca, México. pp. 112.
- Google Earth. 2010. **Google Earth 5**. En línea: <http://earth.google.es/index.html>.
- Gorman, O. T. & Karr, J. R. 1978. **Habitat structure and stream fish communities**. Ecology. 59(3): 507-515.
- Granado, L. C. 1996. **Ecología de peces**. Series: Ciencias. Universidad de Sevilla, España. pp. 353.
- Granado, L. C. 2000. **Ecología de comunidades: el paradigma de los peces de agua dulce**. Secretariado de Publicaciones. Universidad de Sevilla, España. pp. 282.
- Grenouillet, G., Pont, D. & Seis, K. L. 2002. **Abundance and species richness as a function of food resources and vegetation structure: juvenile fish assemblages in rivers**. Ecology. 25: 641-650.

- Hair, J. F. y Anderson, R. E. 1999. **Análisis multivariante**. Prentice Hall. Madrid, España. pp. 799.
- Harrison, I. J. 1995. **Mugilidae, Lisas**. In: Fischer W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. 3. FAO. Roma, Italia. pp. 1293-1299.
- Hildebrand, S. F. 1938. **The Panama Canal as a passageway for fishes, with lists and remarks on the fishes and invertebrates observed**. Zoologica. 24: 15-45.
- Hirst, C. N. & Jackson, D. A. 2007. **Reconstructing community relationships: the impact of sampling error, ordination approach, and gradient length**. Diversity and Distributions. 13: 361-371.
- Hoese, D. F. 1995a. **Eleotridae, Durmientes**. In: Fischer W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter & V. H. Niem. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. 2. FAO. Roma, Italia. pp. 1062-1065.
- Hoese, D. F. 1995b. **Gobiidae, Gobios, chanquetes y guasetas**. In: Fischer W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter & V. H. Niem. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. 2. FAO. Roma, Italia. pp. 1129-1135.
- Horowitz, R. J. 1978. **Temporal variability patterns and the distributional patterns of stream fishes**. Ecological Monographs. 48:307–321.
- Huidobro, C. L. 2000. **Peces**. En: De la Lanza, G., S. Espino y J. L. Carbajal. (Eds). Organismos indicadores de la calidad del agua y de contaminación (Bioindicadoras). SEMARNAP. Comisión Nacional del Agua. Universidad Nacional Autónoma de México. Plaza Valdés y Editores. México. p. 195-263.
- Huidobro, C. L. 2006. **Filogenia y biogeografía del género *Poeciliopsis* (Pisces: Poeciliidae)**. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. pp. 192.
- Humpl, M. & Pivnička, K. 2006. **Fish assemblages as influenced by environmental factors in streams in protected areas of the Czech Republic**. Ecology of Freshwater Fish. 15: 96-103.
- Hunter, A. K. 2003. **Longitudinal patterns of community structure for stream fishes in a Virginia Tailwater**. Tesis de Maestría. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia. pp. 104.
- Ibanez, C., Oberdorff, T., Teugels, G., Mamonokeneve, V., Lavoué, S., Fermon. Y., Paugy, D. & Toham, A. K. 2007. **Fish assemblages structure and function along environmental gradients in rivers of Gabon (Africa)**. Ecology of Freshwater Fishes. 16: 315- 334.
- IBM-SPSS. 2009. **IBM SPSS STATISTICS, Release 19.0.0**. Sun Microsystems, Inc.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (I.N.F.D.M.). 2009. **Enciclopedia de los Municipios de México: Estado de Oaxaca. Gobierno del Estado de Oaxaca**. En línea: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/oaxaca/>. (Consultado: noviembre del 2010).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1995. **Anuario estadístico del**



- estado de Oaxaca.** Edición 1995. Aguascalientes, México. pp. 707.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2010. **Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) ver. 2.1. Escala: 1:50,000.** En línea: [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/SIATL/#](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#).
- Instituto Nacional de Pesca. 1976. **Catálogo de peces marinos mexicanos.** Secret. de Ind. y Com. Subsecret. de Pes. D. F., Méx. pp .462.
- Iwamoto, T., Eschmeyer, W., Alvarado, J. & Bussing, W. 2010. *Poeciliopsis fasciata*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 20 May 2012.
- Jackson, D. A. & Harvey, H. H. 1989. **Biogeographic associations in fish assemblages: Local vs. Regional processes.** Ecology. 70:1472-1484.
- Jackson, D. A, Peres-Neto, P. R. & Olden, J. D. 2001. **What controls who is where in freshwater fish communities - the roles of biotic, abiotic, and spatial factors.** Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 58: 157-170.
- Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. 2003. **Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la cantidad de los inventarios biológicos.** Revista Ibérica de Aracnología. 8: 151-161.
- Johnson, R. A. & Wichern, D. W. 1982. **Applied multivariate statistical analysis.** Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey
- Kailola, P. J. y Bussing, W. A. 1995. **Ariidae, Bagres marino.** In: Fischer W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter & V. H. Niem. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. 2. FAO. Roma, Italia. p 860-886.
- Kallman, K. D., Walter, R. B., Morizot, D. C. & Kazianis, S. 2004. Two new species of *Xiphophorus* (Poeciliidae) in the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico, with a discussion of the distribution of the *X. clemenciae* clade. American Museum Novitates. 3441. pp. 34.
- Krebs, J. C. 1999. **Ecological Methodology.** Addison Wesley Longman. Menlo Park, Nueva York. pp. 620.
- Kovach, W. L. 2007. **MVSP - A MultiVariate Statistical Package for Windows, ver. 3.1.** Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K.
- Krupp, F. 1995. **Achiridae, suelas.** In: Fischer W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter & V. H. Niem. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. 2. FAO. Roma, Italia. pp. 845-850.
- Labonne, J., Allouche, S. & Gaudin, P. 2003. **Use of generalized linear model to test habitat preference: the example of *Zingle asper*, an endemic endangered percid of the River Rhône.** Freshwater Biology. 48: 687-697.
- Lagler, F. K., Bardach, J. E., Miller, R. R. y Passino, M. D. R. 1984. **Ictiología.** A. G. T. Editor, S. A., D.F., México. pp. 489.
- Lamouruoux, N. & Souchon, Y. 2002. **Simple predictions of instream habitat model outputs for fish habitat guilds in large streams.** Freshwater Biology. 47: 1531-1542.

- Lavenberg, R. J. y Chernoff, M. 1995. **Atherinidae, Pejerreyes**. In: Fischer W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter & V. H. Niem. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. 3. FAO. Roma, Italia. pp. 889-901.
- Lebart, L., Morineau, A. & Warwik, K. W. 1984. **Multivariate descriptive statistical analysis**. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA.
- Lévêque, C., Oberdorff, T., Paugy, D., Stiassny, M. L. J. & Tedesco, P. A. 2008. **Global diversity of fish (Pisces) in freshwater**. *Hydrobiologia*. 595: 545-567.
- Llorente, B. J. y S. Ocegueda. 2008. **Estado del conocimiento de la biota**, En: Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México. pp. 283-322.
- López-López, E. y Díaz-Pardo, E. 1991. **Cambios distribucionales en los peces del río de la Laja (Cuenca río Lerma) por efectos de disturbios ecológicos**. *An. Esc. nac. Cienc. Biol.* 35: 91-116.
- López-López, E., Sedeño-Díaz, J. E., López-Romero, F. & Trujillo-Jímenez, P. 2009. **Spatial and seasonal distribution patterns of fish assemblages in the Río Champotón, southeastern Mexico**. *Rev Fish Biol Fisheries* 19: 127-142. DOI 10.1007/s11160-008-9093-y.
- Lyons, J. y Mercado, N. S. 1999. **Patrones taxonómicos y ecológicos entre comunidades de peces en ríos y arroyos en el oeste de Jalisco, México**. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*. 70(2): 169-190.
- McKay, R. J. & Schneider, M. 1995. **Haemulidae, Burros, corocoros, chulas, gallinazos, roncos**. In: Fischer W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter & V. H. Niem. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. 2. FAO. Roma, Italia. pp. 1136-1175.
- Magurran, A. E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton University Press, Nueva Jersey. pp. 179.
- Marceniuk, A. P. & Menezes, N. A. 2007. **Systematics of the family Ariidae (Ostariophysi, Siluriformes), with a redefinition of the genera**. *Zootaxa* 1416. Magnolia Press, Auckland, New Zeland. pp. 126.
- Martínez, R. E. 1999. **Taxonomía y zoogeografía de la ictiofauna dulceacuícola del Estado de Oaxaca, México**. Tesis doctoral. Univ. Barc. Barc., Esp. pp. 507.
- Martínez-Ramírez, E.; Doadrio-Villarejo, I. y de Sostoa-Fernández, A. 2004. **Peces continentales**. En: García-Mendoza, A. J.; Ordóñez, M. J. y Briones-Salas, M. (eds.). **Biodiversidad de Oaxaca**. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Found. México. p. 357- 373.
- Martínez, R. E. y Gómez, U. R. M. 2006. **Los peces de las cuencas hidrológicas de Oaxaca, México**. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras, Centro de Investigaciones Pesqueras, La Habana, Cuba*. 24(1): 46-49.
- Martínez-Ramírez, E. 2007. **Los peces del área oaxaqueña de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán**. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación

para el Desarrollo Integral Regional. Unidad Oaxaca. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto No. DT002. México D.F. pp. 21.

- Massay, S. & Mosquera, R. 1992. **Presence of chame, *Dormitaro latifrons* (Richardson, 1844) (Pisces: Eleotridae), in the Galápagos Islands.** Journal Fish Biology. 40(5): 815-816.
- Mateos, M., Sanjur, O. I. & Vrijenhoek, R. C. 2002. **Historical biogeography of the livebearing fish genus *Poeciliopsis* (Poeciliidae: Cyprinodontiformes).** Evolution. 56(5): 972-984.
- Mateos, M. 2005. **Comparative phylogeography of livebearing fishes in the genera *Poeciliopsis* y *Poecilia* (Poeciliidae: Cyprinodontiformes) in central Mexico.** Journal of Biogeography. 32: 775-780.
- Matthews, W. J., Cashner, R. C. & Gelwick, F. P. 1988. **Stability and persistence of fish faunas and assemblages in three Midwestern streams.** Copeia. 4: 945- 955.
- Matthews, W. J. & Robinson, H. W. 1998. **Influence of drainage connectivity, drainage area and regional species richness of fishes of the interior highlands in Arkansas.** The American Midland Naturalist. 139(1): 1-19.
- Meek, E. 1904. **The Fresh-Water Fishes of Mexico of the Isthmus of Tehuantepec.** Ser. 5(93). Field Comlumbia Museum Zoology, USA, South Carolina. pp. 256.
- Meffe, G. K. & Snelson, F. F. (Eds). 1989. **Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae).** Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA. pp. 453.
- Mercado-Silva, H., Lyons, J., Díaz-Pardo, E., Gutiérrez-Hernández, A., Ornelas-García, C. P., Pedraza-Lara, C. y Zanden, V. J. V. 2006. **Long-term changes in the fish assemblages of the Laja River, Guanajuato, Central Mexico.** Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 16: 533-546.
- Miller, R. R. 1955. **A systematic review of the Middle American fishes of the genus *Profundulus*.** Misce. Publi. Mus. Zool. Univ. Mich. U. S. A. 92: 1-64.
- Miller, R. R. 1986. **Composition and derivation of fresh water fish fauna of Mexico.** Anales de la Escuela de Ciencias Biológicas. 30(1-4): 121-153
- Miller, R. R., Minckley, W. L. & Norris, S. M. 2005. **Freshwaters fishes of Mexico.** University of Chicago, U.S.A. pp. 490.
- Mora, F. M. P. 2003. **Cultivo intensivo de tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) Pisces: Cichlidae con reversión sexual en aguas duras con alto contenido de sales.** Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Sinaloa. Mazatlán, Sinaloa, México. pp. 66.
- Morales, D. A. 2003. **Biología, cultivo y comercialización de la Tilapia.** Ed. AGT. México, D.F. pp. 205.
- Moreno, C. E. 2001. **Métodos para medir la biodiversidad.** M&T – Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, España. pp. 84 .
- Muro, O. O. 2003. **Uso de la simulación para la comparación de índices de diversidad, caso: índice de Shannon H' vs índice  $\alpha$  de Fisher.** Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. pp. 81.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B. & Kent, J. 2000.

- Biodiversity hotspots for conservation priorities.** Nature. 403: 853-858.
- Nelson, J.S. 2006. **Fishes of the World.** 4ª edición. John Wiley & Sons, Inc. (Eds.) Nueva Cork, U.S.A. pp. 600.
- Nielsen, J.G., Munroe, T. & Tyler, J. 2010. *Trinectes fonsecensis*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 06 June 2012.
- Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable de Oaxaca (O.E.I.D.R.U.S.). 2007. **Tarjetas municipales de información estadística básica del estado de Oaxaca.** Gobierno del estado de Oaxaca. En línea: <http://www.oeidrus-oaxaca.gob.mx/fichas/fichas.htm>. (Consulta: noviembre del 2010).
- Onorato, D., Marion, K. R. & Angus, R. A. 1998. **Longitudinal variations in the ichthyofaunal assemblages of the upper Cahaba River: Possible effects of urbanization in a watershed.** Journal of Freshwater Ecology. 13:139-154.
- Ortiz, C. V. M. 2011. **Análisis del crecimiento y madurez sexual de *Cichlasoma trimaculatum* (Günther, 1867) de la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, Oaxaca.** Tesis de Maestría. IPN-CIIDIR-OAXACA. Oaxaca, México. pp. 99.
- Ortiz-Pérez, M. A., Hernández-Santana, J. R. y Figueroa, J. M. 2004. **Reconocimiento fisiográfico y geomorfológico.** En: García-Mendoza, A. J., M. J. Ordoñez y M. Briones-Salas (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza- World Wildlife Fund. México. p. 43-54.
- Ostrand, K.G. & Wilde, G. R. 2002. **Seasonal and spatial variation in a prairie stream-fish assemblages.** Ecology freshwater fishes. 11: 137-149.
- Page, L. M. & Burr, B. M. 1991. **A Field Guide to Freshwater Fishes. North America North of Mexico.** The Peterson Field Guides Series. Houghton Mifflin Co. Boston, Massachusetts, U.S.A. pp. 432.
- Paulo-Maya, J. & Ramírez-Enciso, A. 1997. Space and time distribution of the Cutzamala river fishes (Michoacán: México) (SPA). Journal of Tropical Biology. 45: 845-854.
- Paulo-Maya, J., Lozano-Ramos, T. y Soto-Galera, E. 2011. **Actualización del inventario de peces dulceacuícolas del río Papaloapan.** Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. FM017. México D. F.
- Peet, R. K. 1974. **The measurement of species diversity.** Annual Review of Ecology and Systematics. 5: 285-307.
- Péfaur, J. E. 1995. **Metodología de un análisis faunístico integral en el estudio de una cuenca Hidrográfica.** Revista de Ecología Latinoamericana. 2(1-3): 59-67.
- Penczak, T., Glowacki, L., Galicka, W. & Koszaliniski, H. 1998. **A long-term study (1985-1995) of fish populations in the impounded Warta River, Poland.** Hydrobiologia. 368:157-173.
- Pérez, R. O. 2005. **Ictiofauna dulceacuícola de Santa Catarina Juquila, Oaxaca, México.** Memoria de Residencias Profesionales de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca No. 23. Xoxocotlán, Oaxaca, México. pp. 71.
- Pires, A. M., Cowx, I. G., & Coelho, M. H. 1999. **Seasonal changes in fish community**

- structure of intermittent stream in the middle reaches of the Guadiana basin, Portugal.** *Journal of Fish Biology*. 54: 235-249.
- Rahel, F. J. & Hubert, W. A. 1991. **Fish assemblages and habitat gradients in a Rocky Mountain-Great Plains stream: biotic zonation and additive patterns of community change.** *Transactions of the American Fisheries Society*. 120: 319-332.
- Rzedowski, J. 1978. **Vegetación de México.** Limusa, México. pp. 432.
- Rodiles, R., Díaz-Pardo, E. y Safa, A. 1995. **Estudio sobre la actividad pesquera en la cuenca del río de Usila, Oaxaca. Situación actual y perspectivas.** *Prog. de Aprov. Integ. Rec. Nat. (PAIR-UNAM-OAXACA)*. Oax., Méx. pp. 83.
- Rosen, D. E. & Bailey, R. M. 1963. **The Poeciliid Fishes (Cyprinodontiformes), their Structure, Zoogeography, and Systematics.** *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 126 (1). New York, U.S.A. pp. 176.
- Salas, O. E., Chapin, F. S. III, Armesto, J. J., Berlow, R., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L. F., Jackson, R. B., Kinzing, A., Leemans, R., Lodge, D., Mooney, H. A., Oosterheld, M., Poff, N. L., Sykes, M. T., Walter, B. H., Walter, M., & Wall, D. H. 2000. **Global biodiversity scenarios for the year 2100.** *Science*. 287:1770-1774.
- Sands, D., Loiselle, P. V. & Leibel, W. S. 1997. **El libro de Guías de Acuario. Cíclidos tropicales.** El Drac (Edit.). Madrid, España. pp. 242.
- Saunders, D. L., Meeuwig, J. J., & Vicent, C. J. 2002. **Freshwater protected areas: strategies for conservations.** *Conservation Biology*. 16(1): 30-41.
- Schlosser, I. J. 1982. **Fish community structure and function along two habitat gradients in a headwater stream.** *Ecological Monographs*. 52: 395-414.
- Schmitter-Soto, J. J. 1998. **Catálogo de los peces continentales de Quintana Roo.** *Guías Científicas ECOSUR. CONABIO*. Chiapas, México. pp. 239.
- Schönhuth, S., De Sostoa, A., Martínez, E. & Doadrio, I. 2001. **Southern Mexican minnows of the genus *Notropis* (Actinopterygii, Cyprinidae): genetic variation, phylogenetic relationships and biogeographical implications.** *Biochemical Systematics and Ecology*. 29(4): 359-377.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 1994. **Norma oficial mexicana NOM-059-ECOL-1994.** *Diario Oficial de la Federación* (16 de mayo de 1994), D.F., Méx. 488 (10): 1-60.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. **NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.** *Diario Oficial de la Federación* (30 de Diciembre del 2010). D. F., Méx. p. 1-78.
- Serna-Hernández, J. A., Corona-Santoyo, G. A., Soto, G. E. y Carcaño, S. J. 2004. **Variación espacial y temporal de la estructura de comunidades de peces en ríos de la vertiente del Pacífico del estado de Chiapas.** In: IX congreso nacional de ictiología (resúmenes). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C. Tabasco, México. p. 59.

- Shannon, C. E. 1949. **The Mathematical Theory of Communication**. In: Shannon, C. E. & W. Weaver. 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press. p. 29-125.
- Smith-Vaniz, W. F. 1995. **Carangidae, Jureles, pámpanos, cojinúas, zapateros, cocineros, casabes, macarelas, chicharros, jorobados, medregales, pez pilota**. In: Fischer W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter & V. H. Niem. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. 2*. FAO. Roma, Italia. p. 940-985.
- Smith-Vaniz, B., Robertson, R., Bussing, W. & Molina, H. 2010. *Caranx caninus*. In: IUCN 2011. *IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2*. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 20 May 2012.
- Snoeks, J., Laleye, P. & MacBeath, T. 2009. *Sicydium multipunctatum*. In: IUCN 2011. *IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2*. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 20 May 2012.
- Soberón, J. & Llorente, J. 1993. **The use of species accumulation functions for the prediction of species richness**. *Conservation Biology*. 7(3): 480-488.
- StatSoft. 1998. **STATISTICA (data analysis software system and computer program manual) version 5.1**. StatSoft Inc., Tulsa, OK.
- Suárez, Y. R. & Petrere, M. Jr. 2007. **Environmental factors predicting fish community structure in two Neotropical rivers in Brazil**. *Neotropical Ichthyology*. 5(1): 61-68.
- Teixeira, de M. F. 2002. **Distribución espacial de la comunidad de peces en la Cañada del Dragón (Montevideo, Uruguay) y su relación con los factores ambientales**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Uruguay. pp. 39.
- Tejerina-Garro, F. L., Maldonado, M., Ibañez, C., Pont, D., Roset, N. & Oberdorff, T. 2005. **Effects of natural and anthropogenic environmental changes on riverine fish assemblages: a framework for ecological assessment of rivers**. *Journal Brazilian Archives of Biology and Technology*. 48(1): 91-108.
- ter Braak, C. J. F. 1986. **Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis**. *Ecology*. 67(5): 1167-1179.
- ter Braak, C. J. F. 1988. **CANOCO – a FORTRAN program form canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy correspondence analysis (version 2.1)**. – Agricultural Mathematics Group, Wageningen. The Netherlands. pp. 95.
- ter Braak, C. J. F. & Šmilauer, P. 2002. **CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5)**. Ithaca, NY: Microcomputer Power. pp. 500.
- Torres-Orozco, B. R. E. 1991. **Los peces de México**. 1ª edición. AGT Editor, S. A. D. F., Méx. pp. 235.
- Townsend, C. R. 1989. **The patch dynamics concept of stream community ecology**. *Journal of*

the North American Benthological Society. 8(1):36-50.

- Trujillo, J. P. 1998. **Dinámica trófica de la ictiofauna del río Amacuzac, Morelos**. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma De México. México. D.F. pp. 101.
- Trujillo, J. P. y Toledo, B. H. 2007. **Alimentación de los peces dulceacuícolas tropicales *Heterandria bimaculata* y *Poecilia sphenops* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae)**. Revista Biología Tropical. 55: 603-615.
- Trujillo-Jiménez, P., López-López, E., Díaz-Pardo, E. & Camargo, J. A. 2010. **Patterns in the distribution of fish assemblages in río Amacuzac, Mexico: influence of abiotic factors and biotic factors**. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 20: 457-469. DOI 10.1007/s11160-009-9153-y.
- Van Tassell, J. 2010a. ***Dormitator latifrons***. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 20 May 2012.
- Van Tassell, J. 2010b. ***Eleotris picta***. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 20 May 2012.
- Van Tassell, J. 2010c. ***Gobiomorus maculatus***. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 20 May 2012.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell J. R. & Cushing, C. E. 1980. **The river concept continuum**. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 37: 130-137.
- Yañez-Arancibia, A. 1978. **Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México**. Ana. Cen. Cien. del Mar y Lim. 2: 1-306.
- Yañez-Arancibia, A., Lara-Domínguez, A. L. y Álvarez-Guillen, H. 1985. **Fish community ecology and dynamic in estuarine inlets**. In: Yañez-Arancibia, A. (Ed.). Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards Ecosystem Integration. DR (R) UNAM Press. D.F., México. p. 127-168.
- Yañez-Arancibia, A & Lara-Domínguez, A. L. 1988. **Ecology of three sea catfishes (Ariidae) in a tropical coastal ecosystem-Southern Gulf of Mexico**. Mar. Eco. Progr. Ser. 49: 215-230.
- Zar, J. H. 2010. **Biostatistical analysis**. 5ª ed. Ed. Prentice Hall. U.S.A. pp. 960.

# **ANEXOS.**



**Anexo 1.** Regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas del estado de Oaxaca, tomado de Martínez (1999).

VERTIENTE	REGIÓN HIDROLÓGICA		CUENCA HIDROLÓGICA		SUPERFICIE ESTATAL (%)
	Clave	Nombre	Clave	Nombre	
Pacífico	RH18	Balsas	A	Río Atoyac o Mixteco	8.25
			E	Río Tlapaneco	1.14
Pacífico	RH20	Costa Chica-Río Verde	A	Río Atoyac	19.8
			B	Río La Arena y otros	2.47
			C	Río Ometepec	2.74
Pacífico	RH21	Costa de Oaxaca	A	Río Astata y otros	3.15
			B	Río Copalita y otros	3.95
			C	Río Colotepec y otros	3.93
Pacífico	RH22	Tehuantepec	A	Laguna Superior e Inferior	6.18
			B	Río Tehuantepec	11.18
Pacífico	RH23	Costa de Chiapas	D	Mar Muerto	1.1
Atlántico	RH28	Papaloapan	A	Río Papaloapan	24.49
Atlántico	RH29	Coatzacoalcos	B	Río Coatzacoalcos	10.25
Atlántico	RH30	Grijalva-Usumacinta	E	Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez	1.37

A continuación se detallan las subcuencas de cada cuenca hidrológica, separadas por Vertiente, de acuerdo a Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1995):

**Vertiente del Pacífico.**

CUENCA	SUPERFICIE (km <sup>2</sup> )	ALTITUD DE NACIMIENTO Y ABANDONO DEL ESTADO (m snm)*	SUBCUENCAS EN OAXACA (nombre y clave)
Río Mixteco o Atoyac (RH18-A)	7 167	3 220 - 950	2 Río Mixteco (f) y Río Acatlán o Tizaac (g)
Río Tlapaneco (RH18-E)		2 400	2 Río Coicoyán (c) y Río Tecoloyán o Salado (d)
Río La Arena (RH20-B)	2 267	1 600	2 Río La Arena (incluye varias lagunas costeras como Corralero, Monroy y Miniyua, entre otras) (a) y Laguna de Motengo o Notengo (Río El Camarón-RíoYutacalite e incluye la laguna costera Motengo) (b)
Río Atoyac o Verde (RH20-A)	18 542	2 270	5 Río Atoyac-Paso de la Reina (Río Verde-Río Tataltepec o Leche) (a), Río Atoyac-San Pedro Juchatengo (Río Atoyac-Río San Francisco o Coatlán) (b), Río Atoyac-Oaxaca de Juárez (Río Sola-Río Miahuatlán-Río Atoyac-Río Salado) (c), Río Colorado o Sordo (d) y Río Atoyaquillo o Yolotepec (e)
Río Ometepec o	2 414	1 300	2

<b>CUENCA</b>	<b>SUPERFICIE (km<sup>2</sup>)</b>	<b>ALTITUD DE NACIMIENTO Y ABANDONO DEL ESTADO (m snm)*</b>	<b>SUBCUENCAS EN OAXACA (nombre y clave)</b>
Grande o Quetzala (RH20-C)			Río Cortijos o Río Nuevo (a) y Río San Miguel o Verde o Bejuco (b)
Río Colotepec (RH21-C)	3 745	2 300	4 Río Colotepec (a), San Pedro Mixtepec o Río San Pedro (b), Río Grande o Pichuaca (c) y Río San Francisco o Chacalapa o Chacalapan (incluye el sistema lagunar costero Chacahua-La Pastoría) (d)
Río Copalita (RH21-B)	4 319	2 800	5 Río Copalita (a), San Pedro Pochutla o Río Coyul o Coyula (b), Río Tonameca o Grande (c), Río Cozoaltepec (d) y Río Valdeflores (e)
Río Astata (Puerto Ángel) (RH21-A)	2 779	1 420	7 Salina Cruz o Nizaburra (a), Río Santa Gertrudis o Tenango o Mazatán (b), Arroyo Platanar o Río Bamba (c), Río Astata o Grande (d), Río Ayuta o Ayutla (e), Río Chacalapa (f) y Río Zimatlán o Zimatán (g)
Río Tehuantepec (RH22-B)	10 374	2 500	5 Río Tehuantepec Bajo (a), Presa Benito Juárez (b), Río Tehuantepec Alto (c), Río San Antonio (Río Quiechapa-Río San Antonio o Grande-Río Candelaria) (d) y Río Tequisistlán (e)
Laguna Superior e Inferior (RH22-A)	5 726		6 Laguna Superior (Río Estancado o Arroyo Verde-laguna costera Superior) e Inferior (arroyos pequeños de la parte noroeste y sureste de esta laguna costera-laguna Inferior) (a), Río Ostuta (Río Agua Colorada-Río Ostuta-Río Zanatepec) (b), Río Niltepec (c), Río Cazadero o Espanta Perros (d), Río Chicapa o Espíritu Santo (e) y Río Los Perros (f)
Mar Muerto (RH23-D)	1 008		2 Mar Muerto (ríos pequeños hacia el oeste como el río Agua Dulce y hacia el este del río Tapanatepec-laguna costera Mar Muerto) (b) y Río Tapanatepec o Novillero (c)
<b>TOTAL</b>	<b>58 342</b>		<b>42 subcuencas</b>

\* m snm= metros sobre el nivel del mar.

### Vertiente del Golfo.

<b>CUENCA</b>	<b>SUPERFICIE (km<sup>2</sup>)</b>	<b>ALTITUD DE NACIMIENTO Y ABANDONO DEL ESTADO (m snm)*</b>	<b>SUBCUENCAS EN OAXACA (nombre y clave)</b>
---------------	--	---	--

<b>CUENCA</b>	<b>SUPERFICIE (km<sup>2</sup>)</b>	<b>ALTITUD DE NACIMIENTO Y ABANDONO DEL ESTADO (m snm)*</b>	<b>SUBCUENCAS EN OAXACA (nombre y clave)</b>
Río Papaloapan (RH28-A)	23 749	3 060 - 15	15 Río Papaloapan (a), Río Tonto (b), Presa Miguel Alemán (c), Río Petlapa (d), Río Salado (e), Río Quiotepec o San Antonio (f), Río Santo Domingo (g), Río Usila o Piedras (h), Río Valle Nacional (i), Río Obispo (j), Río Playa Vicente (k), Río Manso o Monte Negro (l), Río La Lana o Lalana (n), Río Trinidad (o) y Río Amapa (x)
Río Coatzacoalcos (RH29-B)	9 910	1 450 - 35	8 Río Coatzacoalcos (a), Jaltepec (d), Río Ixcuintepec o San Andrés (e), Río Santiago Tutla o Aguacatenango (f), Río Palo Grande o Tortuguero (g), Río Tolosa o Chichihua (h), Río Oaxaca (k) y Río Chalchijapan (l)
Río Grijalva- Tuxtla Gutiérrez (RH30-E)	1 319	1 350 - 520	3 Río Encajonado o Negro (f) y una porción pequeña tanto de la Presa Nezahualcóyotl (a) con el Río Agua Blanca como del Río Cintalapa (g) con el Río Arroyo Grande, ambos ríos en Oaxaca
<b>TOTAL</b>	<b>34 978</b>		<b>26 subcuencas</b>

\* m snm= metros sobre el nivel del mar.

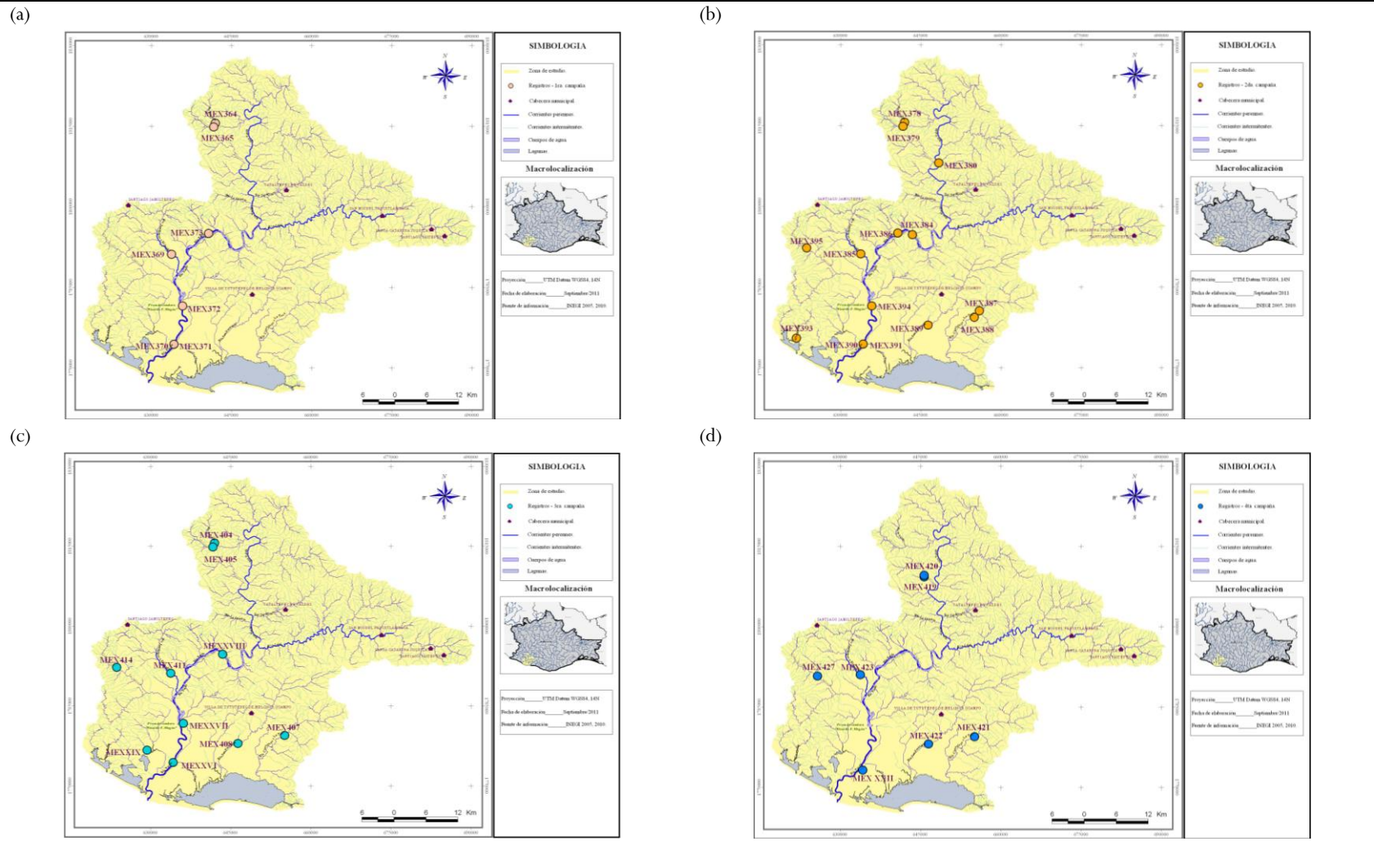
**Anexo 2.** Sitios de muestreos para la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina registrados en la colección de peces continentales CIIDIR-OAXACA. Los MEX, identificados con número romanos, indican que por algún motivo no se pudo obtener muestra; esto es común en época de lluvias (Martínez, 1999).

<b>Id</b>	<b>MEX</b>	<b>Fecha de colecta</b>	<b>Nombre del cuerpo de agua</b>	<b>Localidad</b>	<b>Coordenadas (Lat.; Long.)</b>	<b>Método de captura</b>
1	364	10/diciembre/2008	El Carrizo	Paraje el Carrizo, Agencia Municipal El Carrizo, Municipio Santiago Tetepec, Dto. Jamiltepec.	16.4164°; - 97.6702°	Electropesca
2	365	10/diciembre/2008	Coyul	A 3.5 km del Carrizo, Agencia Municipal El Carrizo, Sgto. Tetepec, Dto. Jamiltepec.	16.4102°; - 97.6730	Electropesca
3	369	11/diciembre/2008	Río El Santo-río Tigre (Piedra Ancha)	A 500 m al sur de la Agencia Municipal El Santo, Santiago Jamiltepec, Dto. Jamiltepec.	16.1965°; - 97.7485	Electropesca
4	370	12/diciembre/2008	Río El Charco Redondo	Agencia Municipal El Charco Redondo, Municipio Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Dto. Juquila.	16.0450°; - 97.7450°	Electropesca y artesanal (Atarraya)
5	371	10/diciembre/2008	Río El Charco Redondo	Paraje El Charco Redondo, Agencia Municipal El Charco Redondo, Municipio Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Dto. Juquila.	16.0450°; - 97.7450°	Artesanal (Atarraya)
6	372	12/diciembre/2008	Río Verde-Presa derivadora	Por debajo de la presa derivadora "Ricardo Flores Magón" entre Municipio Santiago Jamiltepec y Municipio Villa de Tututepec de Melchor Ocampo.	16.1093°; - 97.7296°	Electropesca
7	373	12/diciembre/2008	Río Verde -La Huichicata	Paraje La Huichicata a orilla de carretera, Huichicata, Municipio Santiago Jamiltepec, Dto. Jamiltepec.	16.2308°; - 97.6831°	Electropesca
8	378	19/enero/2009	El Carrizo	Paraje el Carrizo-La Soledad, Agencia Municipal El Carrizo, Santiago Tetepec, Dto. Jamiltepec.	16.4167°; - 97.6701°	Electropesca
9	379	19/enero/2009	El Coyul	A 3.5 Km del Carrizo, Agencia Municipal El Carrizo, Sgto. Tetepec, Dto. Jamiltepec.	16.4103°; - 97.6730°	Electropesca
10	380	20/enero/2009	Río Verde-San Luis Chatañu	Paraje El Carnero, a 40 minutos de la Agencia Municipal San Luis Chatañu, Municipio Santiago Tetepec, Dto. Jamiltepec.	16.3483°; - 97.6109	Artesanal (Chinchorro)
11	384	22/enero/2009	Río Verde-Yerba Santa	Paraje Yerba Santa, entrando al encierro del Sr. Felipe Díaz, Mpo. San Pedro Tututepec.	16.2281°; - 97.6576°	Electropesca
12	385	22/enero/2009	Río El Santo- río Tigre (Piedra Ancha)	A 500 m al sur de la Agencia Municipal El Santo, Santiago Jamiltepec, Dto. Jamiltepec.	16.1965°; - 97.7484°	Electropesca
13	386	22/enero/2009	Río Verde-La Huichicata	Paraje La Huichicata a orilla de carretera, Huichicata, Municipio Santiago Jamiltepec, Dto. Jamiltepec.	16.2308°; - 97.6832°	Electropesca

<b>Id</b>	<b>MEX</b>	<b>Fecha de colecta</b>	<b>Nombre del cuerpo de agua</b>	<b>Localidad</b>	<b>Coordenadas (Lat.; Long.)</b>	<b>Método de captura</b>
14	387	23/enero/2009	Río Chacalapa-La Tona	Agencia municipal Chacalapa, Municipio Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Dto. Juquila.	16.0886°; -97.5507°	Electropesca
15	388	23/enero/2009	Río Chacalapa-La Tona	Agencia municipal Chacalapa, Municipio Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Dto. Juquila.	16.0993°; -97.5416°	Electropesca
16	389	23/enero/2009	Río San Francisco	Debajo del puente San Francisco (encierros) de la carretera federal, San Francisco, Municipio San Pedro Tututepec Villa de Melchor Ocampo. Dto. Juquila.	16.0762°; -97.6313°	Electropesca
17	390	23/enero/2009	Río El Charco Redondo	Paraje El Charco Redondo, Agencia Municipal El Charco Redondo, Municipio Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Dto. Juquila.	16.0450°; -97.7450°	Artesanal (Atarraya)
18	391	23/enero/2009	Río El Charco Redondo	Paraje El Charco Redondo, Agencia Municipal El Charco Redondo, Municipio Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Dto. Juquila.	16.0449°; -97.7450°	Electropesca
19	393	24/enero/2009	Río La Tuza	Paraje La Tierra, Agencia Municipal la Tuza, Municipio Santiago Jamiltepec, Dto. Jamiltepec	16.0555°; -97.8616°	Electropesca
20	394	24/enero/2009	Río Verde-Presa derivadora	Por debajo de la presa derivadora "Ricardo Flores Magón" entre Municipio Santiago Jamiltepec y Municipio Villa de Tututepec de Melchor Ocampo.	16.1089°; -97.7295°	Electropesca
21	395	24/enero/2009	Río Piedra Parada	Paraje Piedra Parada, Agencia Municipal Piedra Parada, Municipio Santiago Jamiltepec. Dto. Jamiltepec.	16.2068°; -97.8431°	Electropesca
22	404	09/septiembre/2009	El Carrizo	Paraje el Carrizo, Agencia Municipal El Carrizo, Santiago Tetepec, Dto. Jamiltepec.	16.4167°; -97.6702°	Electropesca
23	405	09/septiembre/2009	El Coyul	A 3.5 Km del Carrizo, Agencia Municipal El Carrizo, Sgto. Tetepec, Dto. Jamiltepec.	16.4100°; -97.6731°	Electropesca
24	407	10/septiembre/2009	Río Chacalapa-La Tona	Agencia municipal Chacalapa, Municipio Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Dto. Juquila.	16.0896°; -97.5498°	Electropesca
25	408	10/septiembre/2009	Río San Francisco	Debajo del puente San Francisco (encierros) de la carretera federal, San Francisco, Municipio San Pedro Tututepec Villa de Melchor Ocampo. Dto. Juquila.	16.0762°; -97.6313°	Electropesca
26	411	11/septiembre/2009	Río El Santo-río Tigre (Piedra Ancha)	A 500 m al sur de la Agencia Municipal El Santo, Santiago Jamiltepec, Dto. Jamiltepec.	16.1965°; -97.4844°	Electropesca
27	414	12/septiembre/2009	Río Piedra Parada	Paraje Piedra Parada, Agencia Municipal Piedra Parada, Municipio Santiago Jamiltepec. Dto. Jamiltepec.	16.2066°; -97.8430°	Electropesca

<b>Id</b>	<b>MEX</b>	<b>Fecha de colecta</b>	<b>Nombre del cuerpo de agua</b>	<b>Localidad</b>	<b>Coordenadas (Lat.; Long.)</b>	<b>Método de captura</b>
28	419	07/octubre/2009	Río Juárez-San Luis Chatañu	Agencia de Policía San Luis Chatañu, Municipio, Santiago Tetepec, Dto. Jamiltepec.	16.3626°; - 97.6355°	Electropesca
29	420	08/octubre/2009	Río Juárez-San Luis Chatañu	A 50 m de la Agencia de Policía San Luis Chatañu, Municipio, Santiago Tetepec, Dto. Jamiltepec.	16.3600°; - 97.6355°	Electropesca
30	421	08/octubre/2009	Río Chacalapa-La Tona	Agencia municipal Chacalapa, Municipio Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Dto. Juquila.	16.0897°; - 97.5498°	Electropesca
31	422	08/octubre/2009	Río San Francisco	Debajo del puente San Francisco (encierros) de la carretera federal, San Francisco, Municipio San Pedro Tututepec Villa de Melchor Ocampo. Dto. Juquila.	16.0776°; - 97.6303°	Electropesca
32	423	09/octubre/2009	Río El Santo-río Tigre (Piedra Ancha)	A 500 m al sur de la Agencia Municipal El Santo, Santiago Jamiltepec, Dto. Jamiltepec.	16.1954°; - 97.7484°	Electropesca
33	427	09/octubre/2009	Río Atotonilco	Agencia Municipal Atotonilco, Municipio Santiago Jamiltepec, Dto. Jamiltepec.	16.1934°; - 97.8232°	Electropesca
	XVI	10/septiembre/2009	Río El Charco Redondo	Paraje El Charco Redondo, Agencia Municipal El Charco Redondo, Municipio Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Dto. Juquila.	16.0449°; - 97.7450°	Electropesca
	XVII	10/septiembre/2009	Río Verde-Presa derivadora	Por debajo de la presa derivadora "Ricardo Flores Magón" entre Municipio Santiago Jamiltepec y Municipio Villa de Tututepec de Melchor Ocampo.	16.1111°; - 97.7269°	
	XVIII	11/septiembre/2011	Río Verde-Yerba Santa	Paraje Yerba Santa, entrando al encierro del Sr. Felipe Díaz, Mpo. San Pedro Tututepec.	16.2281°; - 97.6576°	Electropesca
	XXII	09/octubre/2009	Río El Charco Redondo	Paraje El Charco Redondo, Agencia Municipal El Charco Redondo, Municipio Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Dto. Juquila.	16.0449°; - 97.7450°	

**Anexo 3.** Ubicación geográfica de estaciones de muestreo en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina: (a) primera, (b) segunda, (3) tercera y (4) cuarta colecta (Fuente: Elaborado por Autor).



**Anexo 4.** Registros de peces colectados en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina depositados en la colección de peces continentales del CIIDIR-OAXACA. \* = Numero de individuos cuantificados en campo; \*\* = Numero de individuos resguardados en la colección de referencia.

ID	MEX	CIDOAX	N° Frasco	Familia	Genero	Especie	No. Individuos*	No. Individuos**	Altitud	Temporada de colecta
1	MEX364	CIDOAX490	2547	PROFUNDULIDAE	<i>Profundulus</i>	<i>balsanus</i>	101	22	737	Secas
3	MEX365	CIDOAX491	2549	PROFUNDULIDAE	<i>Profundulus</i>	<i>balsanus</i>	26	5	720	Secas
2	MEX365	CIDOAX491	2548	GOBIIDAE	<i>Sicydium</i>	<i>multipunctatum</i>	2	2	720	Secas
4	MEX369	CIDOAX495	2565	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	41	40	33	Secas
5	MEX369	CIDOAX495	2566	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	38	13	33	Secas
6	MEX369	CIDOAX495	2567	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	437	202	33	Secas
7	MEX369	CIDOAX495	2568	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	3	3	33	Secas
8	MEX369	CIDOAX495	2569	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	11	11	33	Secas
11	MEX370	CIDOAX496	2572	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	33	23	8	Secas
10	MEX370	CIDOAX496	2571	CENTROPOMIDAE	<i>Centropomus</i>	<i>robalito</i>	1	1	8	Secas
13	MEX370	CIDOAX496	2574	ELEOTRIDAE	<i>Eleotris</i>	<i>picta</i>	1	1	8	Secas
14	MEX370	CIDOAX496	2575	ELEOTRIDAE	<i>Gobiomorus</i>	<i>maculatus</i>	8	6	8	Secas
12	MEX370	CIDOAX496	2573	CICHLIDAE	<i>Oreochromis</i>	<i>niloticus</i>	1	1	8	Secas
15	MEX370	CIDOAX496	2576	HAEMULIDAE	<i>Pomadasys</i>	<i>bayanus</i>	1	1	8	Secas
9	MEX370	CIDOAX496	2570	ACHIRIDAE	<i>Trinectes</i>	<i>fonsecensis</i>	1	1	8	Secas
17	MEX371	CIDOAX497	2578	MUGILIDAE	<i>Mugil</i>	<i>curema</i>	7	7	8	Secas
16	MEX371	CIDOAX497	2577	CICHLIDAE	<i>Oreochromis</i>	<i>niloticus</i>	1	1	8	Secas
24	MEX372	CIDOAX498	2585	MUGILIDAE	<i>Agonostomus</i>	<i>monticola</i>	9	8	15	Secas
18	MEX372	CIDOAX498	2579	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	2	2	15	Secas
22	MEX372	CIDOAX498	2584	GOBIIDAE	<i>Awaous</i>	<i>banana</i>	25	9	15	Secas
19	MEX372	CIDOAX498	2580	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	1	1	15	Secas
20	MEX372	CIDOAX498	2581	ELEOTRIDAE	<i>Eleotris</i>	<i>picta</i>	4	4	15	Secas
21	MEX372	CIDOAX498	2582	ELEOTRIDAE	<i>Gobiomorus</i>	<i>maculatus</i>	17	16	15	Secas



ID	MEX	CIDOAX	N° Frasco	Familia	Genero	Especie	No. Individuos*	No. Individuos**	Altitud	Temporada de colecta
25	MEX372	CIDOAX498	2586	MUGILIDAE	<i>Mugil</i>	<i>curema</i>	1	1	15	Secas
26	MEX372	CIDOAX498	2587	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	35	27	15	Secas
27	MEX372	CIDOAX498	2588	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	2	2	15	Secas
28	MEX372	CIDOAX498	2589	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	2	2	15	Secas
23	MEX372	CIDOAX498	2584	GOBIIDAE	<i>Sicydium</i>	<i>multipunctatum</i>	1	1	15	Secas
29	MEX373	CIDOAX499	2590	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	14	7	37	Secas
30	MEX373	CIDOAX499	2591	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	10	7	37	Secas
31	MEX373	CIDOAX499	2592	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	26	8	37	Secas
32	MEX373	CIDOAX499	2593	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	1	1	37	Secas
33	MEX378	CIDOAX504	2603	PROFUNDULIDAE	<i>Profundulus</i>	<i>balsanus</i>	80	25	737	Secas
34	MEX379	CIDOAX505	2604	PROFUNDULIDAE	<i>Profundulus</i>	<i>balsanus</i>	34	13	720	Secas
35	MEX380	CIDOAX506	2605	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	1	1	122	Secas
36	MEX380	CIDOAX506	2606	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	1	1	122	Secas
37	MEX384	CIDOAX510	2620	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	196	70	34	Secas
40	MEX384	CIDOAX510	2623	GOBIIDAE	<i>Awaous</i>	<i>banana</i>	2	2	34	Secas
38	MEX384	CIDOAX510	2621	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	46	4	34	Secas
39	MEX384	CIDOAX510	2622	CICHLIDAE	<i>Oreochromis</i>	<i>niloticus</i>	3	3	34	Secas
41	MEX384	CIDOAX510	2624	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	39	8	34	Secas
42	MEX384	CIDOAX510	2625	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	3	2	34	Secas
43	MEX384	CIDOAX510	2626	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	28	11	34	Secas
44	MEX385	CIDOAX511	2627	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	105	58	33	Secas
45	MEX385	CIDOAX511	2628	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	76	13	33	Secas
46	MEX385	CIDOAX511	2629	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	579	80	33	Secas
47	MEX385	CIDOAX511	2630	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	39	22	33	Secas
48	MEX385	CIDOAX511	2631	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	16	11	33	Secas
49	MEX385	CIDOAX511	2632	PROFUNDULIDAE	<i>Profundulus</i>	<i>balsanus</i>	39	17	33	Secas

50	MEX386	CIDOAX512	2633	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	8	7	37	Secas
53	MEX386	CIDOAX512	2636	GOBIIDAE	<i>Awaous</i>	<i>banana</i>	1	1	37	Secas
51	MEX386	CIDOAX512	2634	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	21	8	37	Secas
52	MEX386	CIDOAX512	2635	CICHLIDAE	<i>Oreochromis</i>	<i>niloticus</i>	3	3	37	Secas
54	MEX386	CIDOAX512	2637	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	56	15	37	Secas
55	MEX386	CIDOAX512	2638	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	4	4	37	Secas
56	MEX387	CIDOAX513	2639	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	108	13	41	Secas
57	MEX387	CIDOAX513	2640	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	14	3	41	Secas
58	MEX387	CIDOAX513	2641	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	658	34	41	Secas
59	MEX388	CIDOAX514	2642	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	128	52	50	Secas
60	MEX388	CIDOAX514	2643	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	66	4	50	Secas
61	MEX388	CIDOAX514	2644	ELEOTRIDAE	<i>Eleotris</i>	<i>picta</i>	3	3	50	Secas
62	MEX388	CIDOAX514	2645	ELEOTRIDAE	<i>Gobiomorus</i>	<i>maculatus</i>	8	6	50	Secas
63	MEX388	CIDOAX514	2646	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	123	8	50	Secas
64	MEX388	CIDOAX514	2647	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	10	5	50	Secas
65	MEX389	CIDOAX515	2648	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	10	4	20	Secas
67	MEX389	CIDOAX515	2650	GOBIIDAE	<i>Awaous</i>	<i>banana</i>	4	2	20	Secas
66	MEX389	CIDOAX515	2649	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	19	4	20	Secas
68	MEX389	CIDOAX515	2651	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	7	3	20	Secas
69	MEX389	CIDOAX515	2652	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	6	4	20	Secas
70	MEX389	CIDOAX515	2653	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	1	1	20	Secas
71	MEX390	CIDOAX516	2654	ARIIDAE	<i>Ariopsis</i>	<i>guatemalensis</i>	3	3	8	Secas
72	MEX390	CIDOAX516	2655	CARANGIDAE	<i>Caranx</i>	<i>caninus</i>	2	2	8	Secas
73	MEX390	CIDOAX516	2656	CENTROPOMIDAE	<i>Centropomus</i>	<i>nigrescens</i>	1	1	8	Secas
74	MEX390	CIDOAX516	2657	CENTROPOMIDAE	<i>Centropomus</i>	<i>robalito</i>	1	1	8	Secas
75	MEX390	CIDOAX516	2658	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	3	3	8	Secas
77	MEX390	CIDOAX516	2660	ELEOTRIDAE	<i>Eleotris</i>	<i>picta</i>	1	1	8	Secas
78	MEX390	CIDOAX516	2661	MUGILIDAE	<i>Mugil</i>	<i>curema</i>	3	3	8	Secas

76	MEX390	CIDOAX516	2659	CICHLIDAE	<i>Oreochromis</i>	<i>niloticus</i>	3	1	8	Secas
85	MEX391	CIDOAX517	2668	MUGILIDAE	<i>Agonostomus</i>	<i>monticola</i>	1	1	8	Secas
79	MEX391	CIDOAX517	2662	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	3	3	8	Secas
84	MEX391	CIDOAX517	2667	GOBIIDAE	<i>Awaous</i>	<i>banana</i>	1	1	8	Secas
80	MEX391	CIDOAX517	2663	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	1	1	8	Secas
81	MEX391	CIDOAX517	2664	DACTYLOSCOPIIDAE	<i>Dactyloscopus</i>	<i>amnis</i>	6	4	8	Secas
82	MEX391	CIDOAX517	2665	ELEOTRIDAE	<i>Eleotris</i>	<i>picta</i>	2	2	8	Secas
83	MEX391	CIDOAX517	2666	ELEOTRIDAE	<i>Gobiomorus</i>	<i>maculatus</i>	12	12	8	Secas
91	MEX393	CIDOAX519	2680	MUGILIDAE	<i>Agonostomus</i>	<i>monticola</i>	62	10	14	Secas
86	MEX393	CIDOAX519	2675	ATHERINOPSIDAE	<i>Atherinella</i>	<i>guatemalensis</i>	1	1	14	Secas
90	MEX393	CIDOAX519	2679	GOBIIDAE	<i>Awaous</i>	<i>banana</i>	1	1	14	Secas
87	MEX393	CIDOAX519	2676	ELEOTRIDAE	<i>Dormitator</i>	<i>latifrons</i>	11	4	14	Secas
88	MEX393	CIDOAX519	2677	ELEOTRIDAE	<i>Eleotris</i>	<i>picta</i>	2	2	14	Secas
89	MEX393	CIDOAX519	2678	ELEOTRIDAE	<i>Gobiomorus</i>	<i>maculatus</i>	1	1	14	Secas
92	MEX393	CIDOAX519	2681	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	42	12	14	Secas
93	MEX393	CIDOAX519	2682	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	35	22	14	Secas
100	MEX394	CIDOAX520	2690	MUGILIDAE	<i>Agonostomus</i>	<i>monticola</i>	3	3	15	Secas
94	MEX394	CIDOAX520	2683	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	9	6	15	Secas
98	MEX394	CIDOAX520	2687	GOBIIDAE	<i>Awaous</i>	<i>banana</i>	63	60	15	Secas
95	MEX394	CIDOAX520	2684	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	6	1	15	Secas
96	MEX394	CIDOAX520	2685	ELEOTRIDAE	<i>Eleotris</i>	<i>picta</i>	3	2	15	Secas
97	MEX394	CIDOAX520	2686	ELEOTRIDAE	<i>Gobiomorus</i>	<i>maculatus</i>	15	6	15	Secas
101	MEX394	CIDOAX520	2689	MUGILIDAE	<i>Mugil</i>	<i>curema</i>	1	1	15	Secas
102	MEX394	CIDOAX520	2691	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	51	10	15	Secas
103	MEX394	CIDOAX520	2692	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	6	2	15	Secas
104	MEX394	CIDOAX520	2693	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	11	3	15	Secas
99	MEX394	CIDOAX520	2688	GOBIIDAE	<i>Sicydium</i>	<i>multipunctatum</i>	28	8	15	Secas
105	MEX395	CIDOAX521	2694	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	85	8	83	Secas

107	MEX395	CIDOAX521	2696	GOBIIDAE	<i>Awaous</i>	<i>banana</i>	6	2	83	Secas
106	MEX395	CIDOAX521	2695	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	84	4	83	Secas
108	MEX395	CIDOAX521	2697	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	261	13	83	Secas
109	MEX395	CIDOAX521	2698	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	16	4	83	Secas
110	MEX395	CIDOAX521	2699	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	10	4	83	Secas
111	MEX395	CIDOAX521	2700	PROFUNDULIDAE	<i>Profundulus</i>	<i>balsanus</i>	25	5	83	Secas
112	MEX404	CIDOAX530	2758	PROFUNDULIDAE	<i>Profundulus</i>	<i>balsanus</i>	43	5	737	Lluvias
113	MEX405	CIDOAX531	2759	PROFUNDULIDAE	<i>Profundulus</i>	<i>balsanus</i>	20	5	720	Lluvias
114	MEX407	CIDOAX533	2762	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	2	2	41	Lluvias
115	MEX407	CIDOAX533	2763	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	1	1	41	Lluvias
116	MEX407	CIDOAX533	2764	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	52	11	41	Lluvias
117	MEX407	CIDOAX533	2765	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	11	11	41	Lluvias
118	MEX407			PROFUNDULIDAE	<i>Profundulus</i>	<i>balsanus</i>	26	1	41	Lluvias
119	MEX408	CIDOAX534	2767	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	2	2	20	Lluvias
120	MEX408			CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	1	0	20	Lluvias
121	MEX408	CIDOAX534	2769	ELEOTRIDAE	<i>Gobiomorus</i>	<i>maculatus</i>	1	1	20	Lluvias
122	MEX408	CIDOAX534	2770	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	1	1	20	Lluvias
123	MEX408	CIDOAX534	2771	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	5	2	20	Lluvias
124	MEX411	CIDOAX537	2782	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	45	34	33	Lluvias
125	MEX411	CIDOAX537	2783	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	13	5	33	Lluvias
126	MEX411	CIDOAX537	2784	CICHLIDAE	<i>Oreochromis</i>	<i>niloticus</i>	1	1	33	Lluvias
128	MEX411	CIDOAX537	2786	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	135	67	33	Lluvias
129	MEX411	CIDOAX537	2787	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	60	13	33	Lluvias
130	MEX411	CIDOAX537	2788	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	1	1	33	Lluvias
127	MEX411	CIDOAX537	2785	GOBIIDAE	<i>Sicydium</i>	<i>multipunctatum</i>	1	1	33	Lluvias
131	MEX414	CIDOAX540	2800	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	22	5	83	Lluvias
132	MEX414	CIDOAX540	2801	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	19	5	83	Lluvias
134	MEX414	CIDOAX540	2803	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	29	5	83	Lluvias

135	MEX414	CIDOAX540	2804	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	5	2	83	Lluvias
136	MEX414	CIDOAX540	2805	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	10	3	83	Lluvias
133	MEX414	CIDOAX540	2802	GOBIIDAE	<i>Sicydium</i>	<i>multipunctatum</i>	3	1	83	Lluvias
137	MEX419	CIDOAX545	2822	PROFUNDULIDAE	<i>Profundulus</i>	<i>balsanus</i>	27	5	363	Lluvias
138	MEX420	CIDOAX546	2823	PROFUNDULIDAE	<i>Profundulus</i>	<i>balsanus</i>	47	10	354	Lluvias
139	MEX421	CIDOAX547	2824	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	44	2	41	Lluvias
140	MEX421	CIDOAX547	2825	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	69	27	41	Lluvias
141	MEX422	CIDOAX548	2826	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	2	1	20	Lluvias
142	MEX422	CIDOAX548	2827	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	4	4	20	Lluvias
143	MEX422	CIDOAX548	2828	ELEOTRIDAE	<i>Eleotris</i>	<i>picta</i>	2	1	20	Lluvias
144	MEX422	CIDOAX548	2829	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	15	15	20	Lluvias
145	MEX422	CIDOAX548	2830	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	27	27	20	Lluvias
146	MEX422	CIDOAX548	2831	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	36	1	20	Lluvias
147	MEX423	CIDOAX549	2832	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	56	56	33	Lluvias
148	MEX423	CIDOAX549	2833	CICHLIDAE	<i>Cichlasoma</i>	<i>trimaculatum</i>	28	15	33	Lluvias
149	MEX423	CIDOAX549	2834	CICHLIDAE	<i>Oreochromis</i>	<i>niloticus</i>	4	4	33	Lluvias
150	MEX423	CIDOAX549	2835	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	445	129	33	Lluvias
151	MEX423	CIDOAX549	2836	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	103	93	33	Lluvias
152	MEX423	CIDOAX549	2837	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	33	36	33	Lluvias
153	MEX423	CIDOAX549	2838	PROFUNDULIDAE	<i>Profundulus</i>	<i>balsanus</i>	3	3	33	Lluvias
154	MEX427	CIDOAX553	2850	CHARACIDAE	<i>Astyanax</i>	<i>fasciatus</i>	8	1	64	Lluvias
155	MEX427	CIDOAX553	2851	POECILIIDAE	<i>Poecilia</i>	<i>sphenops</i>	8	4	64	Lluvias
156	MEX427			POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>fasciata</i>	1	0	64	Lluvias
157	MEX427	CIDOAX553	2853	POECILIIDAE	<i>Poeciliopsis</i>	<i>gracilis</i>	2	1	64	Lluvias
158	MEX427	CIDOAX553	2854	PROFUNDULIDAE	<i>Profundulus</i>	<i>balsanus</i>	1	1	64	Lluvias

**Anexo 5.** Ictiofauna dulceacuícola en la subcuenca río Atoyac-Paso de la Reina, detallando la técnica de captura con la que fue recolectada.

N°	Orden	N°	Familia	N°	Género	N°	Especie	Método de captura				
								Electropesca	Atarraya	Chinchorro		
1	Atheriniformes	1	Atherinopsidae	1	<i>Atherinella</i>	1	<i>Atherinella guatemalensis</i>	X				
2	Characiformes	2	Characidae	2	<i>Astyanax</i>	2	<i>Astyanax fasciatus</i>	X				
3	Cyprinodontiformes	3	Poeciliidae	3	<i>Poecilia</i>	3	<i>Poecilia sphenops</i>	X				
				4	<i>Poeciliopsis</i>	4	<i>Poeciliopsis fasciata</i>	X		X		
						5	<i>Poeciliopsis gracilis</i>	X		X		
4	Mugiliformes	4	Profundulidae	5	<i>Profundulus</i>	6	<i>Profundulus balsanus</i>	X				
				5	Mugilidae	6	<i>Agonostomus</i>	7	<i>Agonostomus monticola</i>	X		
						7	<i>Mugil</i>	8	<i>Mugil curema</i>	X	X	
5	Perciformes	6	Carangidae	8	<i>Caranx</i>	9	<i>Caranx caninus</i>		X			
				7	Centropomidae	9	<i>Centropomus</i>	10	<i>Centropomus nigrescens</i>		X	
								11	<i>Centropomus robalito</i>		X	
				8	Cichlidae	10	<i>Cichlasoma</i>	12	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	X	X	
						11	<i>Oreochromis</i>	13	<i>Oreochromis niloticus*</i>	X	X	
				9	Dactyloscopidae	12	<i>Dactyloscopus</i>	14	<i>Dactyloscopus amnis</i>	X		
				10	Eleotridae	13	<i>Dormitator</i>	15	<i>Dormitator latifrons</i>	X		
						14	<i>Eleotris</i>	16	<i>Eleotris picta</i>	X	X	
						15	<i>Gobiomorus</i>	17	<i>Gobiomorus maculatus</i>	X		
				11	Gobiidae	16	<i>Awaous</i>	18	<i>Awaous banana</i>	X		
		17	<i>Sicydium</i>			19	<i>Sicydium multipunctatum</i>	X				
		12	Haemulidae	18	<i>Pomadasys</i>	20	<i>Pomadasys bayanus</i>		X			
6	Pleuronectiformes	13	Achiridae	19	<i>Trinectes</i>	21	<i>Trinectes fonsecensis</i>	X				
7	Siluriformes	14	Ariidae	20	<i>Ariopsis</i>	22	<i>Ariopsis guatemalensis</i>		X			