



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CAMPUS IZTACALA

Ecología de *Poecilia mexicana* Steindachner, 1863  
(Osteichthyes: Poeciliidae) en el Sistema  
Lagunar de Alvarado Veracruz.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

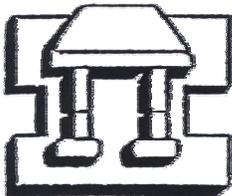
B I Ó L O G O

PRESENTA:

HORACIO CORTES GARRIDO

DIRECTOR DE TESIS:

M. en C. RAFAEL CHÁVEZ LÓPEZ



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA,

ESTADO DE MEXICO. 2003



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

A mi Madre por darme la oportunidad de estar aquí por que siempre me has apoyado en todas mis decisiones aunque no siempre hayan sido las mejores, por enseñarme a luchar por lo que uno quiere; por ser un ejemplo a seguir, y haberme llevado por buen camino.

Gracias BAUDE. Te Quiero.

A mi Padre por todo el apoyo brindado durante todo mi vida, por lo que he aprendido de ti

Gracias SABINO Te Quiero.

A mis hermanos por compartir tantos tiempos juntos Gracias.

A Kevin y Demián Enanos

"1977"

"No para siempre en la tierra,  
Tan solo un breve instante."

A la Universidad Nacional Autónoma de México

A la Facultad de Estudios Superiores Iztacala por la oportunidad de formar parte de la gran familia universitaria.

Al Laboratorio de Ecología de la FES-I  
División Necton Estuarino

Al M. En C. Rafael Chávez López, por aceptar la dirección de este trabajo por enriquecerlo con sus comentarios y compartir su gran conocimiento, por que tuvo tiempo y respuesta a todas mis dudas pero sobre todo por su amistad.

A mis revisores de tesis:

M. En C. Arturo Rocha Ramírez  
M. En C. Jonathan Franco López  
Biol. Ángel Moran Silva  
Biol. Carlos Bedia Sánchez

A todos ellos por su invaluable amistad

A los Caballeros.

Alejandro, Luis y Artemisa

A mis compañeros de Ecología

Henry, Carmen, Iván Dani, Lian, Trino, Tomas, Ángel, Ana A.

Amigos y camaradas

Omarfo, Beka, Jesús (inmortal), Oscar, J. C.(slow), Víctor (Flaco), Ernesto (güero), Emilio, Joel, Roberto, Marcos, Perla V, Kas, Daniel (911), Myrna, Liz, Anita, Claussen, Ale, Amanda, Pris, Victor D, Pablo, Ivonne, Idania, Soraya, Israel, Diana (Reynita), Tere, Nicco.

Por todas las experiencias vividas las que faltan y por que siempre hubo un punto de discusión amena e interesante.

A Erika P. (bonita), por ser una persona tan agradable y que siempre tuvo tiempo para escucharme.

A Sari por todo el amor que me brindaste, por que siempre estuviste junto a mi por lo que aprendimos juntos por que me enseñaste a dar mas de lo que yo creía, y por que siempre ocuparas un lugar muy importante en mi vida.

A la M. En C. Leonor Abundis Bonilla.

A todas aquellas personas que compartieron conmigo todo este tiempo y que de alguna manera formaron parte en mi formación profesional.

## CONTENIDO

	<b>PAGINA</b>
<b>RESUMEN</b>	
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. ANTECEDENTES</b>	<b>3</b>
<b>III. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>IV. AREA DE ESTUDIOS</b>	<b>5</b>
<b>V. MATERIAL Y METODOS</b>	<b>7</b>
<b>VI. RESULTADOS</b>	<b>13</b>
<i>Descripción de la especie</i>	13
<i>Parámetros ambientales</i>	14
<i>Distribución, Abundancia</i>	15
<i>Habitat</i>	16
<i>Distribución por tallas</i>	18
<i>Relación Peso-Longitud</i>	19
<i>Madurez gonádica</i>	20
<i>Índice gonadosomático y Fecundidad</i>	21
<i>Alimentación</i>	22
<b>VII. DISCUSION</b>	<b>30</b>
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>35</b>
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>36</b>
<b>X. ANEXO</b>	<b>40</b>

## RESUMEN

Desde el punto de vista ecológico los sistemas lagunares-estuarinos presentan características peculiares en su composición, física, química y biológica; Estas zonas son importantes como fuentes de alimento para los consumidores estuarinos y que además sirven de resguardo y habitats para muchos organismos. El sistema lagunar de Alvarado alberga una gran diversidad ictica, en la cual se encuentra la familia Poeciliidae, en el presente trabajo se analizan aspectos relacionados con la biología de la especie *Poecilia mexicana* como abundancia, distribución, crecimiento, madurez gonádica, fecundidad y la composición dietética. *Poecilia mexicana* registro una distribución amplia dentro del sistema ocurriendo en mayor medida en las zonas que presentan praderas de vegetación sumergida (Laguna Camaronera) en estas zonas se registró la mayor abundancia de la especie; el mayor número de individuos correspondió a la temporada de Nortes 2002 y la menor para Lluvias 2002 con una biomasa total de 9445.5 g. Presento un tipo de crecimiento alométrico, las tallas predominantes fueron las IV y V (41-50 y 51-60mm respectivamente) en todas las temporadas. El análisis de madurez gonádica mostró que los estadios de desarrollo gonádico mejor representados fueron III y el V, en lo que respecta al Índice Gonado-Somático (IGS) los valores más altos corresponden a hembras en estadio V (en reproducción). La fecundidad y la fertilidad tuvieron un rango de de 21 a 116 ovocitos y de 19 a 183 embriones respectivamente, presentando una actividad reproductiva constante; el análisis alimenticio permitió calificar a *Poecilia mexicana* como un pez herbívoro consumidor de 1er. Orden que se alimenta principalmente de fitoplancton (Diatomeas) algas y pastos.

## I. INTRODUCCIÓN

La zona costera es un amplio espacio de interacciones de la plataforma continental, la tierra, las aguas epicontinentales y la atmósfera, la transición que ocurre entre estas fases determina profundamente las condiciones y la dinámica ambiental de ciertos ambientes como las lagunas costeras y estuarios (Yáñez-Arancibia, 1986).

México está rodeado por una línea litoral de cerca de 11 mil 600 kilómetros, de los cuales un millón 567 hectáreas están cubiertas por superficies estuáricas. De las cuales el Golfo de México posee 674 mil 500 hectáreas. Los ecosistemas costeros mexicanos en general y las lagunas costeras en particular, constituyen recursos naturales de gran valor ecológico, productivo, económico y social. (Contreras, 1993)

Las lagunas costeras se diferencian de los estuarios sobre bases geomorfológicos (Lankford, 1977). Un estuario es considerado comúnmente como la boca de un río, mientras que una laguna costera es un embahiamiento separado del mar por islas de barrera que tienen, en su mayoría comunicación permanente o efímera con el mar, lo anterior causa fenómenos peculiares en su comportamiento físico, químico y biológico, con las consecuentes pautas ecológicas. Sin embargo; desde el punto de vista ecológico las lagunas costeras y estuarios constituyen un ecosistema de tipo similar y se puede hablar de ambientes lagunar-estuarino (Yáñez-Arancibia, 1986).

Estas características de comunicación con el mar y la interacción de factores tales como el patrón de mareas, mezcla y cambio de agua, procesos de sedimentación, depositación y tasas de producción orgánica; los hacen ser de los ecosistemas mas productivos y por lo que al mismo tiempo resultan en una ventaja para los organismos marinos, ya que representan para ellos una zona de resguardo y abrigo; pero también de abundante alimento, refugio e inmejorables zonas de alevinaje. (Domínguez, 1991)

Como ya se mencionó son considerados como zonas de transición entre dos ecosistemas definidos, caracterizados por su gran complejidad biológica debido a las adaptaciones fisiológicas de los organismos.

Las comunidades ícticas varían en su composición y abundancia de especies dentro de estos sistemas de acuerdo con: las condiciones hidrológicas del sistema, la estación del año, la localidad, gradientes de salinidad y una serie de componentes dependientes de las condiciones hidrológicas del sistema de tal forma, que en estos ecosistemas ocurre una gran gama de especies que encuentran las condiciones necesarias para llevar a cabo algunos procesos de su ciclo de vida. (Flores y Álvarez, 1980 en León *et al.* 1988). Un ejemplo es estos peces son los de la familia Poeciliidae.

Esta familia está compuesta casi exclusivamente de peces vivíparos, a la cual pertenecen los platys, gupys y mollys; tiene una distribución continental estrictamente americana incluyendo las Antillas. En México, es la familia que contribuye con mas géneros y especies a la fauna de peces vivíparos. Un pequeño pero bien diferenciado número de géneros, son endémicos en varia regiones de Mesoamérica. (Baley, 1963 en Arzate, 2002).

Su forma peculiar de reproducción vivípara, con sus diferentes grados de especialización (por ejemplo almacenamiento de esperma, superfecundación) los faculta para que una sola hembra fecundada pueda colonizar un nuevo hábitat y fundar una población exitosamente; los poecílidos muestran diferencias sexuales en tamaño, estructura y coloración; en los machos, una parte de la aleta anal (usualmente tercero, cuarto y quinto radios) se desarrolla un gonopodio, esta estructura se usa para insertar paquetes de esperma en el tracto genital de la hembra, y que posteriormente puede fertilizar varios paquetes de huevos. (Meffe y Snelson, 1989)

Los poecílidos viven en una amplia variedad de ambientes, tienen una gran tolerancia térmica, habitan desde las zonas templadas donde el agua se cubre de hielo hasta las aguas termales con temperaturas de 42 a 44 °C. Sus hábitos alimenticios son variados, por que hay especies piscívoras, omnívoras o herbívoras, algunas son selectivas, mientras que otras son oportunistas. Toleran muy bajas concentraciones de oxígeno disuelto y pueden respirar oxígeno del aire; presentan un periodo de vida que va de los 2 a los 7 años; típicamente habitan pequeños cuerpos de agua someros o áreas marginales de lagos y ríos, tiene la capacidad de colonizar una gran variedad de ambientes, producto de una amplia tolerancia ambiental que les confiere grandes posibilidades de dispersión. (Meffe y Snelson, *op. cit.*)

## II. ANTECEDENTES

Debido al papel que juegan los sistemas lagunares-estuarinos en cuanto al mantenimiento, conservación y desarrollo de diferentes recursos se han realizado estudios en cuanto a la diversidad ictiofaunística de éstos sistemas

Medina (1973) realizó un estudio sistemático sobre la familia Cichlidae reportando tres especies *Cichlasoma octofasciatum*, *C. salvini* y *C. fenestratum*. En (1992) Vera estudió algunos aspectos tales como la abundancia distribución y madurez gonádica para esta misma familia con cuatros especies.

Domínguez (1991) estudió aspectos poblacionales de la mojarra plateada, *Diapterus auratus* encontrando que esta especie tiene una distribución amplia en todo el sistema, con preferencia a las zonas de influencia marina.

Altamirano *et al.* (1985) en su estudió sobre la comunidad íctica de Alvarado reportaron un total de 20 familias entre ellas Poeciliidae, agrupándola según la clasificación de Yáñez-Arancibia (1977), en peces dulceacuícolas que ocasionalmente penetran en aguas salobres. Domínguez (1996) determinó algunos aspectos ecológicos sobre la fauna del sistema, en el cual también reporta a la familia Poeciliidae.

Daza en 1999, estudió la variación morfológica de *Poecilia mexicana* en la vertiente Atlántica de México.

Arceo, et al., 2000 hicieron una revisión a los aspectos ecológicos de la ictiofauna en la laguna "El Bayo" ubicada en el municipio de Alvarado Ver., reportó 8 especies de 6 familias entre ellas *Poecilia* sp .

Como se puede ver, solamente algunos de los estudios hacen mención a esta familia haciendo a un lado aspectos relacionados con su biología, debido al bajo registro que se tiene de estos organismos, es por eso que se considera importante conocer la dinámica y el papel ecológico que desempeñan en el sistema y la interacción con otros organismos.

### III. OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

- Establecer aspectos de la biología y ecología de *Poecilia mexicana* en el Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz.

#### OBJETIVOS PARTICULARES

- Caracterizar las variaciones estacionales de la abundancia y distribución de *Poecilia mexicana* en la zona de estudio.
- Establecer la madurez gonádica de *P. mexicana* durante el período de estudio.
- Determinar la fecundidad durante el periodo de estudio para los organismos colectados
- Determinar la variaciones alimenticias estacionales de la especie en la zona de estudio.

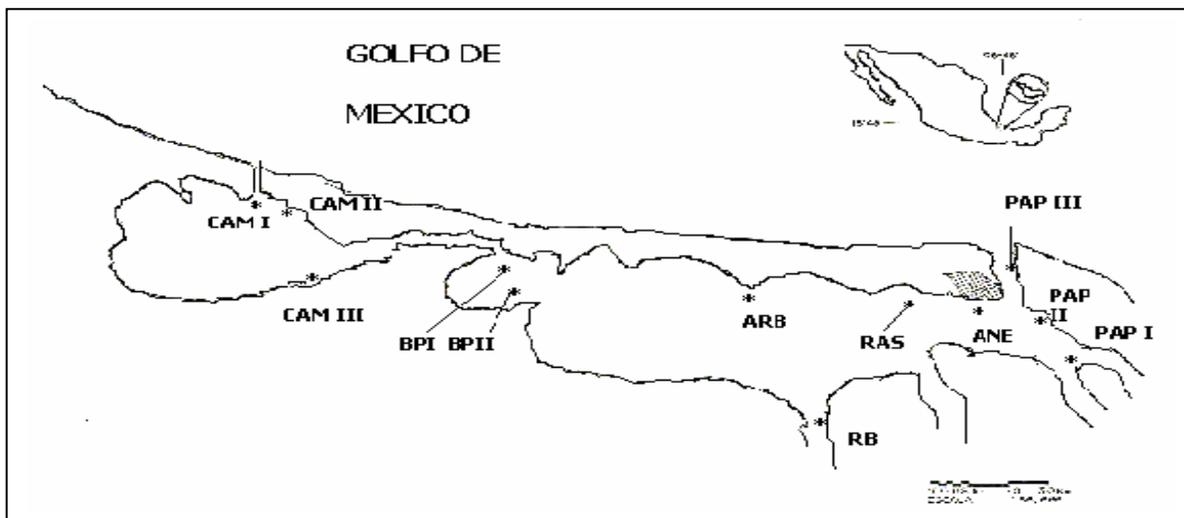
Horacio Cortes Garrido  
Ecología de *Poecilia mexicana*...

#### IV. AREA DE ESTUDIO

México cuenta con más de 130 lagunas costeras, a lo largo de su línea litoral. El Sistema Lagunar de Alvarado pertenece a la región hidrológica de la cuenca del Papaloapan y se localiza en la posición SE del Estado de Veracruz, entre los 18° 52' 15" Lat. N y 95° 57' 32" Log W a 70 Km. al sureste del Puerto de Veracruz, esta formado por tres lagunas que son: Laguna de Alvarado, Buen País y Camaronera; su longitud aproximada es de 26 Km. desde el W de la isla Vives hasta el NW de la Laguna Camaronera y presenta un ancho que no excede los 5 Km., ocupando una extensión de 6200 has con una orientación de noreste a sudoeste con respecto al litoral; presenta una comunicación permanente con el Golfo de México por medio de una boca natural con una apertura de 400m aproximadamente y por una boca artificial en la Laguna Camaronera.

El clima es de tipo Aw2 o sea cálido con lluvias en verano de acuerdo con García (1973), la temperatura promedio anual oscila entre los 25.6°C y 26.1°C, la precipitación media anual es de 2121 mm. (Chávez, 1998).

El sustrato de la zona esta compuesto por arena y carbonatos, con un contenido de materia orgánica de 6.1 a 9.25 %; prácticamente en todo el contorno de la laguna esta rodeado por manglar, siendo la especie predominante el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), inmediatamente después se presenta el mangle negro (*Avicennia germinans*) y detrás de este el mangle blanco (*Laguncunaria racemosa*) y palmeras (Contreras, 1993 ). En época de lluvia invade a la laguna el lirio acuático *Eichhornia crassipes*, en las aguas someras con fondos lodosos se presenta vegetación sumergida fundamentalmente praderas de *Ruppia maritima* (Arceo, 2002). Fig. 1



**Fig. 1. Ubicación de las Estaciones de colecta en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. Clave: CAM I Camaronera 1, CAM II Camaronera 2, CAM III Camaronera 3, BPI Buen País 1, BPII Buen País 2, ARB Arbolillo, RAS Rastro, ANE Aneas, RB Río Blanco, PAPI Papaloapan 1, PAPII Papaloapan 2, PAPIII Papaloapan 3.**

## V. MATERIAL Y METODOS

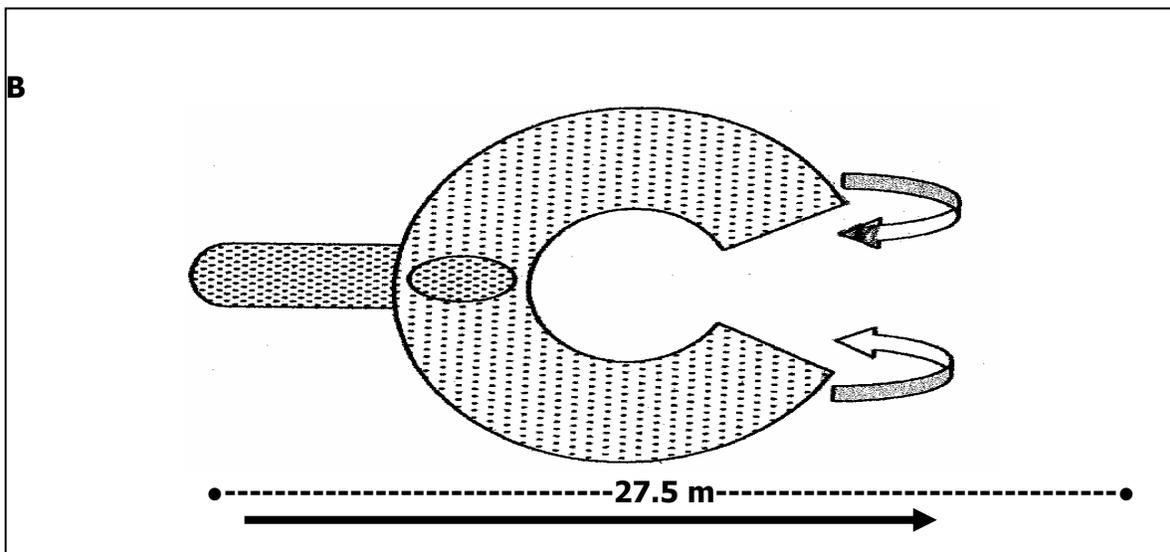
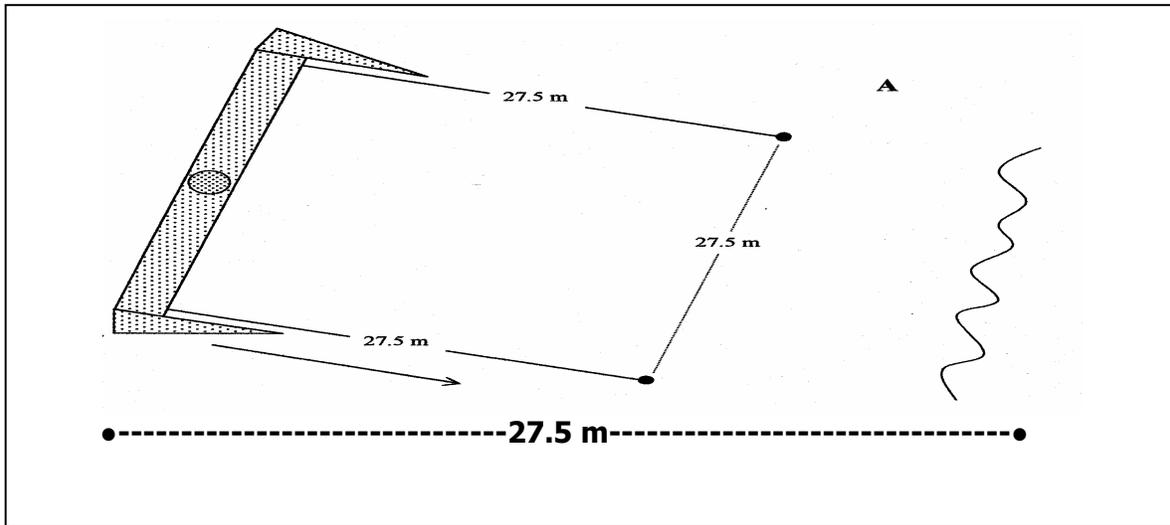
El material biológico y los datos de los parámetros fisicoquímicos para el presente estudio se obtuvieron de colectas realizadas mensualmente en el Sistema Lagunar de Alvarado Ver., en un periodo de 24 meses comprendidos de Junio de 2000 a Junio de 2002, se establecieron 12 estaciones de muestreo entre zonas de manglar, praderas de pasto sumergido, fondos lodosos y arrecifes de conchas

Cada sitio se geoposicionó con un GPS Garmin 10X, en cada lugar se midieron los siguientes parámetros físicos y químicos:

Temperatura ambiente con un termómetro Taylor de  $-10$  a  $40^{\circ}$  C, la salinidad, temperatura del agua y conductividad con un salinómetro YSI-33, oxígeno disuelto con un oxímetro YSI-51B.

La turbidez se midió con un turbidímetro La Motte 2020, este parámetro se expresa en unidades nefelométricas de turbidez, la transparencia con un disco de Secchi y la profundidad con una sondaleza, ambas registradas en centímetros.

Para la colecta de los peces del sistema lagunar de Alvarado se empleó un chinchorro playero de 30 m de largo, 2 m de copo, 2 m de caída y luz de malla de 1/2 pulgada; en cada estación se realizó 1 arrastre recuperado manualmente, procurando un área de arrastre efectivo de aproximadamente 27.5 x 27.5 metros con una superficie de  $756.25\text{m}^2$ ; esta unidad de esfuerzo se empleó en todas las ocasiones (Fig. 2).



**Fig. 2.** Esquema de la unidad de muestreo empleada para la colecta de peces del Sistema lagunar de Alvarado, Ver. El cuadrante quedará determinado por dos cuerdas de 27.5m que se arreglarán perpendiculares al área de la red empleada para la colecta (A); al arrastrar y llegar a los puntos ●, la red de arrastre será cerrada para obtener la captura (B).

Los organismos colectados se inyectaron "in situ" en la cavidad abdominal con formol boratado al 38% para detener los procesos digestivos y se fijaron con una solución de formol boratado al 10% o alcohol etílico en solución al 70%, los individuos se colocaron en bolsas de polietileno etiquetadas con los siguientes datos: Sitio de Colecta, fecha, Número de recolecta y Hora, todo el material se transportó al Laboratorio de Ecología de la FES Iztacala.

### **TRABAJO DE LABORATORIO**

En el laboratorio los organismos se lavaron con agua corriente, y se preservaron en alcohol al 70%, se determinaron hasta el nivel taxonómico de especie por medio de las claves de Álvarez del Villar (1970) y Rush-Miller (1983) para la familia Poeciliidae. A los organismos obtenidos se les realizaron las medidas morfométricas de longitud patrón (mm) y peso (g).

De acuerdo a los organismos colectados se establecieron los siguientes intervalos de talla.

- I.- 1-20 mm
- II.- 21-30 mm
- III.- 31-40 mm
- IV.- 41-50 mm
- V.- 51-60 mm
- VI.- 61-70 mm
- VII.- 71- 80 mm
- VIII.- 81-90 mm
- IX.- 91-100 mm

### **ABUNDANCIA Y BIOMASA**

Se estableció la abundancia y distribución de la especie de acuerdo a las variaciones estacionales en los sitios en donde se colectó de manera constante en el periodo en que se realizaron los muestreos. También se cuantificó la biomasa para todas las estaciones de muestreo en que estuvo presente la especie.

### **HABITAT**

De manera conjunta se examinó la relación entre las variables fisicoquímicas profundidad, transparencia, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, turbidez y % de cobertura de vegetación sumergida (estimada visualmente), considerando un procedimiento de 2 etapas (Mathews, 1985; Peterson y Vanderkooy, 1997) en la primera se ordenaron los sitios de colecta sobre la base de las 7 variables

fisicoquímicas usando Análisis de Componentes Principales (ACP) de la matriz de correlación con rotación varimax para maximizar los resultados de la descarga.

Se usó una prueba de pantalla para determinar el número de componentes principales. El porcentaje de cobertura de vegetación sumergida se transformó al arcoseno antes de todos los análisis (Sokal y Rohlf, 1995).

Luego se graficaron las marcas estandarizadas de factor para cada colecta por sitio contra los componente principales y luego las abundancias de *Poecilia mexicana* en esas localidades específicas. Se considero cualquier variable que se descargó en un componente a un valor absoluto de  $>0.40$  para hacer una contribución significativa para la interpretación de cada componente.

Todos los cálculos se hicieron con el programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences Ver. 10, Chicago, Ill.) y los resultados se consideraron significativos si  $p < 0.05$ .

### **RELACION PESO-LONGITUD**

La relación peso (g) – longitud (mm) se calculó mediante la ecuación de Le Creen (1951) (Bagenal 1978), expresada matemáticamente como una función del peso contra la longitud según la ecuación:

$$W = aL^b$$

Donde:

W = Peso en gramos

L = Longitud en mm

a = Ordenada al origen (factor de condición)

b = Pendiente (tipo de crecimiento)

Linealizando la ecuación por medio de logaritmos

$$\ln W = \ln a + b \ln L$$

Se determinaron la constantes **a** y **b** utilizando un análisis de regresión potencial. Dicha relación se calculó estacionalmente, lo cual permitió analizar el crecimiento estacionalmente a través del coeficiente de alometría (b) y la condición de la población por medio del factor de condición promedio (a) (Bagenal 1978)

Para determinar el tipo de crecimiento los valores obtenidos de ( b ) se sometieron a una prueba estadística de t para establecer si esto se alejaban significativamente del valor teórico (3) utilizando la siguiente formula :

$$tc = \frac{bc - bt}{sb}$$

Donde: tc = t calculada  
bc = Pendiente calculada  
bt = pendiente teórica ( 3 )

$$sb = \frac{Sy^2}{N}$$

$$Sy^2 = \frac{(y - yc)^2}{n - 2}$$

Donde : x = longitud en mm  
y = peso en g  
yc = peso calculado en g  
n = número de datos

“ tt ” de tablas

### **ESTUDIO DE MADUREZ GONADICA.**

Se realizaron disecciones y se procedió a extraer las gónadas de los organismos tanto de hembras como de machos, registrando el peso (g) de estas; en el caso de las gónadas femeninas se realizara el conteo de ovocitos y para machos se efectuaron cortes a la gónada para su observación al microscopio y posteriormente se registró el estadio de desarrollo en que se encontraron las gónadas de acuerdo con los criterios morfohistológicos de Nikolsky 1963.(ver anexo)

### **INDICE GONADOSOMATICO (IGS)**

Para obtener el IGS se pesó a cada organismo, se consideraron los registros de longitud patrón, el peso de los individuos y el peso de la gónada.

Los valores del IGS, se obtuvieron usando la siguiente fórmula:

$$\text{IGS} = \frac{\text{Wg}}{\text{Wt} - \text{Wg}} \times 100$$

En donde:

IGS = Índice Gonadosomático  
Wg = Peso de la gónada  
Wt = Peso del ejemplar

## **FECUNDIDAD**

La fecundidad aporta los datos necesarios para conocer el potencial reproductivo de la especie y esta definida como el número de huevos maduros encontrados el ovario de la hembra justo antes del desove.

Se obtendrá la fecundidad absoluta, que es el número de huevos que se encuentran en el ovario (gónada) y se aplica a nivel de individuo.

## **ANÁLISIS DEL CONTENIDO ESTOMACAL**

Se realizaron disecciones con la finalidad de retirar el tracto digestivo, separándolo de la cavidad abdominal, para obtener el contenido el cual se depositó en un frasco con alcohol al 4% el análisis alimenticio se efectuó a partir del contenido estomacal según la técnica de Alvarez-Lajoncherre,(1983).

Agitando el frasco se tomó una porción con un gotero, depositando una gota de la suspensión en un portaobjetos antes de que esta se depositara dentro del gotero. Luego de colocar un cubreobjetos con cuidado para evitar la formación de bolsas de aire. El conteo de la muestra se realizara comenzando por el borde inferior de la platina hasta el borde superior, hasta alcanzar un número representativo de partículas, para después calcular el porcentaje numérico.

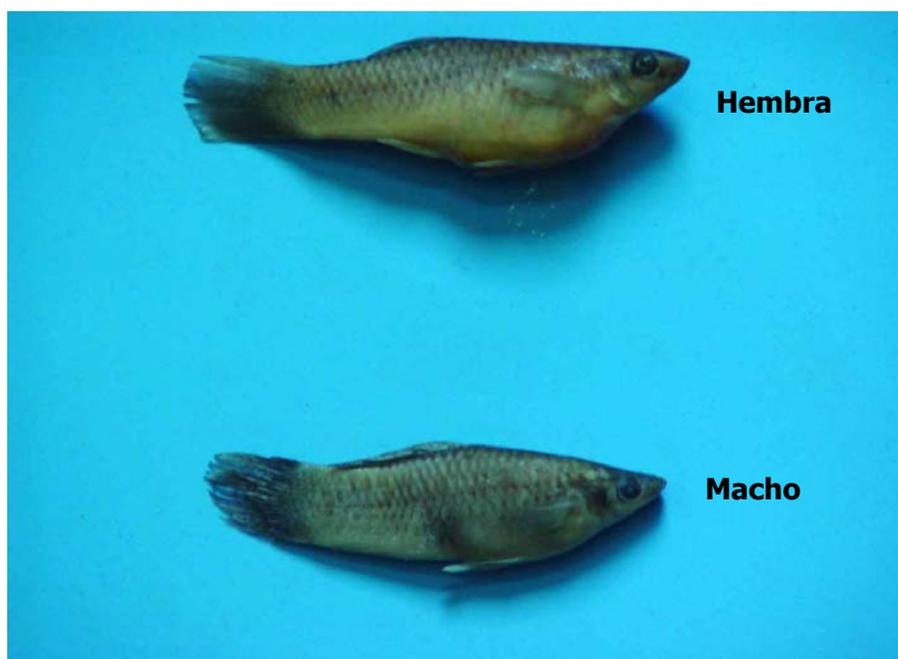
Horacio Cortes Garrido  
Ecología de *Poecilia mexicana*...

## VI. RESULTADOS

### DESCRIPCION DE LA ESPECIE

**SISTEMATICA DE *Poecilia mexicana*** Steindachner, 1863 (Tomada de Nelson 1994)

<b>Phyllum</b>	Chordata
<b>Subphyllum</b>	Vertebrata
<b>Clase</b>	Osteichthyes
<b>Subclase</b>	Actinopterygii
<b>Orden</b>	Cyprinodontiformes
<b>Suborden</b>	Cyprinodontoidei
<b>Familia</b>	Poeciliidae
<b>Genero</b>	Poecilia
<b>Especie</b>	<i>Poecilia mexicana</i> Steindachner, 1863



***Poecilia mexicana* Steindancher, 1863.**

## **DIAGNOSIS**

### ***Poecilia mexicana***

Peces relativamente pequeños, de amplia distribución en las zonas intertropicales, presentan fecundación interna y la realizan mediante un aparato intromitente llamado gonopodio presente en los machos de la especie.

Con aleta dorsal posicionada hacia atrás con origen atrás de la inserción de la aleta pélvica, con 7-11 radios raramente 6, la longitud de la base de la aleta dorsal cabe mas de dos veces en la distancia predorsal; escamas entre el origen de la aleta dorsal y el occipucio 10 o mas, escamas alrededor del pedúnculo caudal 16 o 18, con aletas cortas. Dientes interiores unicúspides en las puntas, radios de la aleta anal 9 generalmente.

Se encuentran desde la parte superior de la cuenca del Río San Juan, tributario del Río Grande y del Río San Fernando en el Noroeste de México, hacia el Sur y Este, a lo largo de la pendiente Atlántica de México, tierras bajas de Belice, ríos Polochio y Motagua en Guatemala probablemente hacia el Norte de Honduras y el Sur y Centro de Nicaragua, sin un limite definido en el Sur de Centroamérica.

## **PARAMETROS AMBIENTALES**

Para el estudio realizado en el sistema lagunar de Alvarado Ver. durante el periodo correspondiente de Junio 2000 a Junio 2002 se efectuó la división por temporadas climáticas, haciendo referencia a lo propuesto por Raz-Guzmán (1992), que proponen la siguiente clasificación; Lluvias ( julio, agosto, septiembre y octubre), Nortes ( noviembre, diciembre, enero y febrero ) y Secas (marzo, abril, mayo y junio), quedando de la siguiente manera; Lluvias 2000, Nortes 2000-01, Secas 2001, Lluvias 2001, Nortes 2002 y Secas 2002 .

En temporadas de Lluvias la temperatura del agua fluctuó entre los 27<sup>0</sup> C y 32<sup>0</sup> C , registrándose diferencias en la temperatura en las estaciones de laguna Buen País y Río Blanco. En Nortes se registraron las temperaturas mas bajas con fluctuaciones entre 21<sup>0</sup> y 27<sup>0</sup> C, se presentaron los valores mas altos en laguna Buen País y Alvarado. Para secas Laguna Camaronera obtuvo los registros mas altos, laguna Buen País y Alvarado presentaron una temperatura entre los 20<sup>0</sup> y 28<sup>0</sup> C.

El comportamiento de la salinidad en Lluvias fue de carácter hipoalino en las lagunas de Buen País y Alvarado, en laguna Camaronera la estación Cam III presento la misma tendencia; las estaciones Cam I y Cam II mostraron un comportamiento oligohalino a mesohalino en esta temporada.

En Nortes se pudo observar una clara zonificación entre la laguna Camaronera con un comportamiento oligohalino y una zona de transición en las lagunas de Buen País y Alvarado y desde río Blanco a las estaciones de río Papaloapan fue hipohalino.

La temporada de secas mostró características hipohalinas en las desembocaduras de los ríos Blanco y Papaloapan, la estación Papaloapan III alcanzó un carácter mesohalino; presentando la misma tendencia de laguna Alvarado hasta laguna Camaronera.

El Oxígeno disuelto en el agua para temporada de Lluvias estuvo en promedios entre 5.7 y 9 pmm, las variaciones mayores se presentaron entre las estaciones Rastro, Aneas y Río Blanco. Para Nortes la concentración de este elemento fluctuó en promedios de 9 a 10.8 pmm, las concentraciones más altas se presentaron en las estaciones de Rastro y Aneas en laguna Alvarado. En secas se observó un gradiente desde las estaciones de laguna Camaronera con promedios de 11 a 1.5 pmm, hasta 9 a 10 pmm en las estaciones de Aneas y las de río Papaloapan; excepto en río Blanco que mostró concentraciones similares a las de laguna Camaronera.

## **DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA**

*Poecilia mexicana* es una especie que se encuentra distribuida en casi todo el sistema lagunar excepto en las estaciones de Río Blanco, Papaloapan II y Papaloapan III, en las que no se presentó durante el periodo de estudio.

Se capturaron un total de 3086 organismos, en el periodo de Jun-00 a Jun-02. (Fig. 3), el mayor registro de organismos por temporada climática se registró en Nortes-2002 con 1987 orgs., seguida por Secas-2001 con una abundancia mucho menor con 459 orgs finalmente la temporada en la que se colectó la menor abundancia fue Lluvias-2001 con solo 2 organismos. (Tabla 1)

La mayor incidencia de dicha especie ocurrió en las temporadas de Nortes en los dos periodos comprendidos con un total de 2169 orgs (70.30 %), seguida por Secas con 690 orgs (22.36 %) y por último Lluvias en donde el registro de la especie fue mínimo con 227 orgs (7.35 %) del total de organismos.

Espacialmente, se obtuvo el mayor registro de *P. mexicana* en laguna Camaronera con un total de 2761 orgs (89.45 %), en segundo término tenemos a laguna Alvarado con 300 organismos (9.72 %), y finalmente laguna Buen País con 25 organismos (0.81 %).

**Tabla. 1. Abundancia por temporada climática en el sistema lagunar de Alvarado Ver.**

<b>TEMPORADAS CLIMÁTICAS</b>	<b>LLUVIAS 2000</b>	<b>NORTES 2000-01</b>	<b>SECAS 2001</b>	<b>LLUVIAS 2002</b>	<b>NORTES 2002</b>	<b>SECAS 2002</b>
<b>No. DE ORGANISMOS</b>	<b>225</b>	<b>182</b>	<b>459</b>	<b>2</b>	<b>1987</b>	<b>231</b>

*Poecilia mexicana* registró una abundancia total para la temporada de Lluvias 2000 de 225 organismos, el registro mas alto se presentó al principio del mes noviembre 221 y la menor fue para julio con solo 4.

En Nortes 2000-01 la abundancia total fue de 182 organismos, donde el registro mayor correspondió al mes de febrero con un total de 85 orgs y la menor para el mes de noviembre con 10.

La abundancia registrada para la especie en Secas 2000 mostró un total de 459 organismos, en el mes de marzo hubo la abundancia mayor con 295 orgs, manifestándose un decremento en lo meses de abril y junio con 115 y 47 respectivamente.

Para la temporada de Lluvias 2001 solo se colectaron dos organismos en el mes de Julio-01.

La abundancia total de *P. mexicana* para Nortes-02 fue de 1987 individuos, enero fue el mes que presentó el pico de abundancia mayor con 1851 orgs, diciembre con 129 y febrero con solo 6.

En Secas-02 se obtuvo una abundancia total de 231 organismos, de los dos meses en donde hubo registro para esta temporada, el mes de mayo presento la abundancia mayor con 169 orgs y junio la menor con 62.

Por lo anterior, observamos que *Poecilia mexicana* es una especie que estuvo presente en el sistema lagunar a lo largo de los dos años de estudio.

## **HABITAT**

De 2000 a 2001, *Poecilia mexicana* se colectó hacia la zona norte del sistema lagunar en particular desde laguna Camaronera donde se atrapo al 95% de los ejemplares, en la zona intermedia del sistema en las estaciones de Buen País y el margen interno de la laguna de Alvarado, en las zonas de influencia riberina (ríos Blanco y Papaloapan) no se colectó ningún individuo.

El 71% de los individuos fueron capturados en zonas con más del 50 % de cobertura vegetal, pero es notable el porcentaje atrapado en zonas de baja cobertura de *Ruppia maritima* (Tabla 2).

**Tabla 2. Abundancia relativa de *Poecilia mexicana*, expresada como: 1) un porcentaje de todos los peces colectados, 2) como porcentaje en sitios con menos de 50% de cobertura de vegetación sumergida, 3) como porcentaje en sitios aproximadamente de 50% de cobertura de vegetación sumergida, y 4) como porcentaje en sitios con más de 50% de cobertura de vegetación sumergida.**

	CAM I	CAM II	CAM III	BPI	BPII	ARBOLILLO	RASTRO	ANEAS	TOTAL
1) AB REL/LOCALIDAD	0.2709	0.1714	0.5154	0.0126	0.0046	0.0091	0.0126	0.0034	1.0
2) SITIOS CON CV < 50%	0.2709					0.0091	0.0034	0.0034	0.2868
3) SITIOS CON CV = 50%			0.2537		0.0023				0.2560
4) SITIOS CON CV > 50%		0.1714	0.2617	0.0126	0.0023		0.0091		0.4572

El ACP extrajo 3 ejes que contaron para el 66.86% de la varianza total de los datos físico-químicos (Tabla 3), se interpretó que los dos primeros componentes separan los sitios con y sin vegetación. El porcentaje de varianza explicada en el ACP no predice la utilidad ecológica de un componente principal determinado y los resultados deben ser determinados en términos de las evidencias ecológicas (Matthews, 1985); la posición de los sitios en los cuadrantes derivados del análisis determinaron los sitios de mayor transparencia, salinidad oligohalina y mesohalina, oxígeno disuelto, vegetación sumergida (*Ruppia maritima*) y profundidad, como en la Laguna Camaronera, principalmente en las temporadas de nortes y secas en las que *Poecilia mexicana* se colectó en mayor número.

**Tabla 3. Descarga de variables en los componentes principales I a III (eigenvalores mayores a 1); el porcentaje de varianza explicada por cada componente se presenta entre paréntesis.**

	CP-I (31.18%)	CP-II (20.26%)	CP-III (15.35%)
Vegetación sumergida	0.185	-0.658	0.356
Profundidad	0.00827	0.866	0.131
Transparencia	0.684	0.413	0.179
Salinidad	0.766	-0.189	0.145
Oxígeno Disuelto	0.699	-0.0099	-0.287
Temperatura	0.00134	-0.0032	0.915
Turbidez	-0.794	-0.005	-0.005

La temperatura, profundidad, transparencia y turbidez no fueron diferentes en los sitios donde se colectó *P. mexicana* respectó a los sitios donde no fue colectada (Tabla 4,  $p < 0.05$ ); las variables que presentaron diferencias significativas fueron la vegetación sumergida, la salinidad y oxígeno disuelto; la vegetación sumergida compuesta principalmente por *Ruppia maritima* fue acompañada en los sitios de Laguna Camaronera y Buen País por las algas *Gracillaria verrucosa* y *Rhizoclonium hyeroglyphicum*, en los sitios restantes solo se observaron tapetes de *R. marítima*. (Fig. 4)

A pesar del carácter oligohalino del sistema lagunar de Alvarado, *P. mexicana*, mostró afinidad por sitios con salinidad mesohalina como las registradas en estos sitios durante la temporada de nortes y secas. De hecho la abundancia de esta especie fue menor en la temporada de lluvias cuando la salinidad desciende al mínimo respecto a las otras dos temporadas. A pesar de que no se demostró una diferencia significativa, la turbidez fue menor en los sitios donde se presentó *P. mexicana*, este hecho explicaría su ausencia durante la temporada de lluvias, las zonas preferidas por esta especie también son de menor profundidad. (Tabla 4)

**Tabla 4. Comparación de los parámetros fisicoquímicos registrados ( $\pm 1$  desviación estándar), comparando entre habitats con presencia y ausencia de *P. mexicana* con una diferencia significativa\* ( $p < 0.05$ ), determinada por la prueba U de Mann-Whitney.**

Parámetro	Todos los sitios	Sitios con <i>P. mexicana</i>	Sitios con ausencia de <i>P. mexicana</i>
Vegetación sumergida *	41.35 $\pm$ 34.47	57.14 $\pm$ 32.34	37.76 $\pm$ 32.24
Profundidad	99.11 $\pm$ 82.9	71.82 $\pm$ 28.8	108.2 $\pm$ 92.63
Transparencia	43.9 $\pm$ 21.93	42.24 $\pm$ 14.73	44.46 $\pm$ 23.89
Salinidad*	5.72 $\pm$ 5.7	8.1 $\pm$ 4.22	4.93 $\pm$ 5.93
Oxígeno disuelto*	9.39 $\pm$ 1.76	9.83 $\pm$ 1.35	9.25 $\pm$ 1.85
Temperatura	27.8 $\pm$ 2.92	26.42 $\pm$ 3.45	28.27 $\pm$ 2.58
Turbidez	17.35 $\pm$ 14.86	14.81 $\pm$ 11.34	18.39 $\pm$ 16.51

## DISTRIBUCIÓN POR TALLAS

El intervalo de tallas de estos organismos estuvo en un rango de 11 a 100 mm registrándose la siguiente distribución por tallas para *Poecilia mexicana*, estacionalmente la distribución por tallas en la temporada de Lluvias-00 estuvieron presentes los intervalos III, IV, V y VI siendo la talla mas abundante la de 51-60 mm y 41-50 mm respectivamente y la menos abundante la talla de 31-40mm.

Para la temporada de Nortes 2000-01 las tallas presentes fueron la III, IV, V, VI y VII siendo los mas abundantes el V (51-60 mm ) y IV ( 41-50 mm) con 35 y 20 individuos respectivamente, estando ausente las tallas I, II, VII y IX.

*P. mexicana* en Secas-01 estuvo representada por las tallas II, IV, V y VI siendo el mas abundante V con 82 organismos, siguiendo el VI , IV y por ultimo el III con 15, 8 y 1 organismos respectivamente.

Para Nortes-02 se presentaron todos los intervalos de clase teniendo mayor numero de organismos la talla IV con 914 seguido de la V , III, VI y VII, con 513, 270, 168 y 44 respectivamente, las tallas que en menor número estuvieron representadas fueron la VIII, II, I y IX; 4, 3, 1 y 1.

En la temporada de Secas-02 se colectaron organismos de todas las tallas teniendo mayor cantidad de la talla V (51-60 mm) con 74 orgs., seguida de III, VI y II con 29, 24 y 23 respectivamente y el menor fue para VII y IX con 14 orgs., en ambos intervalos. (Fig. 5)

El mayor número de organismos se concentró en las tallas IV y V (41-50 y 51-60mm) en todas las temporadas en las que se realizo el estudio.

## **BIOMASA**

La biomasa total de *Poecilia mexicana* durante el periodo de estudio fue de 9445.5 g presentándose la biomasa mas alta en laguna Camaronera con 7484.9 g, en lo referente a la biomasa por estación Camaronera I tuvo el mayor registro con 3240.9 g y la menor la obtuvo Camaronera II con 2036.4 g.

Laguna Alvarado fue la segunda en este parámetro con una biomasa total de 1844.7 donde el mayor registro la tuvo rastro 1727.4 g, y laguna Buen País registro 94.8 g

El mayor registro por mes lo obtuvo enero-02 (nortes-02) con 3167.3 g seguida de noviembre-00 con 1462.6 y por ultimo marzo-01 ( ), 1101.5 g el mes con el menor registro fue julio-01 con 7.6 g, se pudo observar que hubo una mayor concentración de organismos en la estaciones de Laguna Camaronera. (Fig. 6)

## **RELACION PESO-LONGITUD**

Con los valores de longitud talla (cm) y peso (g) de *Poecilia mexicana* se estableció una relación entre ambas variables, obteniendo los siguientes resultados para las diferentes temporadas climáticas en las que se realizo el estudio. (Tabla 5)

**Tabla 5. Ecuaciones peso-longitud de *Poecilia mexicana* por estaciones climáticas.**

Estación Climática	Ecuación	R <sup>2</sup>	F. de condición
LLUVIAS 2000	<b>W</b> = 0.2633 <b>L</b> <sup>3.3234</sup>	0.7877	0.2633 (Fig. 7)
NORTES 2001-02	<b>W</b> = 0.1439 <b>L</b> <sup>4.2995</sup>	0.5895	0.5895 (Fig. 8)
SECAS 2001	<b>W</b> = 0.765 <b>L</b> <sup>1.4083</sup>	0.3541	0.3541 (Fig. 9)
NORTES 2002	<b>W</b> = 0.3383 <b>L</b> <sup>2.8877</sup>	0.5744	0.5744 (Fig. 10)
SECAS 2002	<b>W</b> = 0.414 <b>L</b> <sup>2.4849</sup>	0.691	0.691 (Fig. 11)

El valor de crecimiento (factor de condición) mas alto se presentó en secas 2001 0.765 y el menor fue para nortes 2000-01 0.1439

Los valores obtenidos para el tipo de crecimiento fueron sometidos a una prueba estadística de t Student con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre los valores y el teórico de 3. observándose que si existen diferencias significativas determinando que el tipo crecimiento de *Poecilia mexicana* es alométrico, esto indica que el ritmo de crecimiento es desigual para el peso y longitud.

Para la temporada climática de Lluvias- 2002 no se calculó la relación peso-longitud debido a que solamente se presentaron dos organismos.

### **MADUREZ GONADICA**

Establecer la madurez gonadal de los peces, es de suma importancia ya que es un indicador del ciclo reproductivo del organismo, siendo de gran utilidad para establecer las fases o estadios de desarrollo. Se examinaron un total de 489 organismos en las diferentes temporadas, los individuos revisados por temporada quedaron de la siguiente manera.

En la temporada de Lluvias 2000 se revisaron 76 organismos, en este periodo se presentaron los estadios II, III, IV y V, de los cuales el estadio IV tuvo una mayor presencia 24, seguido del II con 23 ; el estadio V con 16 y finalmente el III con 13 estando ausentes los estadios I y VI en esta temporada.

Para la temporada de Nortes 2000-01 se revisaron 48 organismos, presentándose en todos los estadios excepto el VI, teniendo mayor registro el III (organismos con óvulos visibles y gónadas de color rosa pálido) con 23 y el menor fue el V con 2.

Durante Secas 2001, estuvieron presentes todos los estadios excepto el VI, así el estadio II fue el mas representado con 32 organismos seguido de III, IV, V y finalmente el I con 31, 23, 13, y 1 respectivamente.

Para Nortes 2002 se revisaron un total de 305 organismos en los cuales se presentaron los estadios (Nikolsky, 1963), I, II, III, IV, y V con 25, 87, 98, 64 y 31 estando ausente el VI, siendo el mejor representado el III.

En Secas 2002 se revisaron 60 organismos para el estudio de la madurez gonádica, estando presentes los estadios II, III IV y V, el mejor representado fue el III con 21 seguido de IV con 14, para los estadios I y VI no se registraron. (Fig. 12)

### **INDICE GONADOSOMATICO**

Los valores del índice Gonadosomático (IGS) indicaron que la especie no tiene una actividad de desove definida, los valores mínimos y máximos para las diferentes temporada climáticas fueron: para Lluvias-00, 0.558 y 21.155 en noviembre, Nortes 2000-01 se presentó en el mes de enero, 0.0476 donde el mayor fue 22.212 en febrero, Secas-01 en marzo se tuvo el registro menor con 0.354 y el mayor para este mismo mes 19.0242; para Nortes-02 se registró un mínimo de 0.058 y un máximo 24.745 en el mes de enero-02 por último en Secas-02 en el mes de mayo se registró un mínimo de 0.292 y máximo de 13.455. Los valores de IGS mayores corresponden a organismos hembras en estadios de desarrollo V (Maduros). (Fig. 13)

Se puede observar que al aumentar el peso de la gónada el valor del IGS aumentó en consecuencia alcanzando los valores mas altos en los estadios IV y V (Nikolsky, 1963) esto debido al tamaño máximo que alcanza el desarrollo gonadal. Generalmente el IGS aumenta justo antes del desove, el IGS describe cambios en el tamaño de la gónada; los cambios en el IGS resultan de los cambios en el peso de la gónada y el cuerpo del pez, la taza de crecimiento de las gónadas puede describir cambios en el peso y la cantidad de energía que se utiliza en la producción de huevos en los periodos de reproducción.

### **FECUNDIDAD**

Para determinar la fecundidad se realizó el conteo de ovocitos en 100 organismos hembras, que se encontraron en estadio III y IV de madurez gonádica; dichos organismos procedieron de las estaciones de laguna Camaronera, para determinar la fecundidad se consideró como el numero total de ovocitos.

La talla de los organismos con ovocitos desarrollados oscilaron entre 31- 84 mm de LP con un promedio de 60mm, el rango en peso osciló entre 3.2 - 13.7.8 g con un promedio de 6.4 g.

La fecundidad tuvo un rango de 21 a 116 ovocitos, con un promedio de 59.74 al analizar los resultados del numero de ovocitos en relación a la talla de las hembras, se apreció que el numero de ovocitos no se relaciona con la longitud del pez. Por ejemplo una hembra que mide 52 mm presentó 98 ovocitos y una con longitud de 60 mm presentó 45. (Fig. 14)

De manera conjunta se determinó la fertilidad (número de embriones) en base al conteo de embriones presentes en la gónada de 100 organismos hembras, todas en estadio V (Nikolsky) de desarrollo gonadal. Los organismos seleccionados presentaron una talla entre 51- 80 mm de LP con promedio de 61mm, el peso tuvo un rango entre los 3.6- 17.8 con un promedio de 6.75 g.

El número de embriones tuvo un rango de 19 a 183 , con un promedio de 56.94 y al igual que en la fecundidad la longitud de los organismos no esta relacionada con el número de embriones. (Fig. 15)

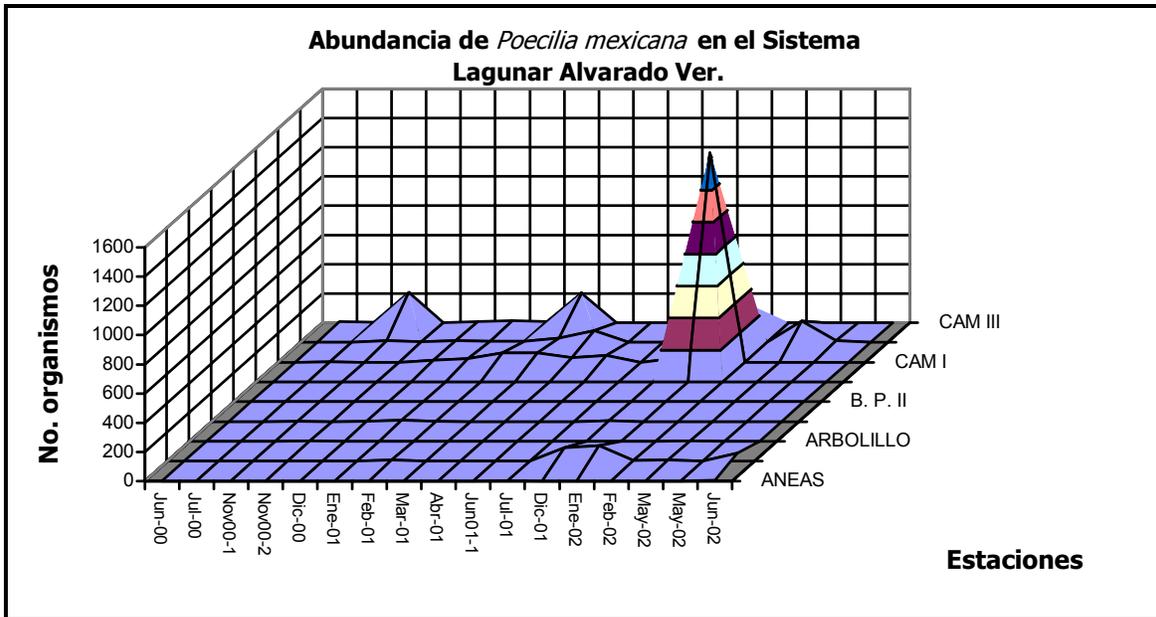
## **ALIMENTACION**

Se revisaron un total de 172 estómagos, 35 para cada temporada climáticas, en lluvias-02 solo se revisaron dos organismos; el análisis alimenticio para *Poecilia mexicana* mostró que la dieta de esta especie se compone básicamente de dos tipos alimenticios, se encontraron diatomeas y materia vegetal no identificada (MOVNI), también se observo gran cantidad de sedimentos y detritus.

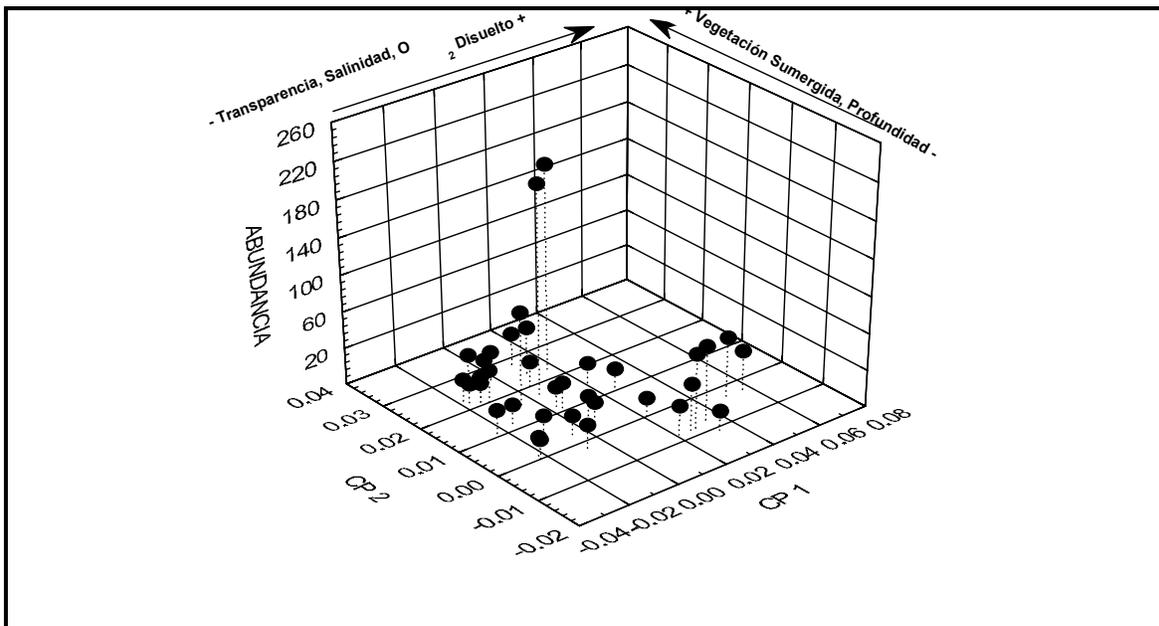
Las diatomeas observadas fueron del tipo céntricas pero la mayoría del material encontrado pertenece al orden de las pennales, de los géneros *Cymbella*, *Fragilaria*, *Navicula*, *Nitzschia* y *Surinella*.

En el material vegetal no identificado (MOVNI) se observaron restos de algas y pastos sumergidos que por el grado de digestión no se pudieron identificar, por el tipo de vegetación de la zona podrían pertenecer a *Ruppia maritima*, así como un gran porcentaje de sedimentos de origen evidentemente inorgánico.

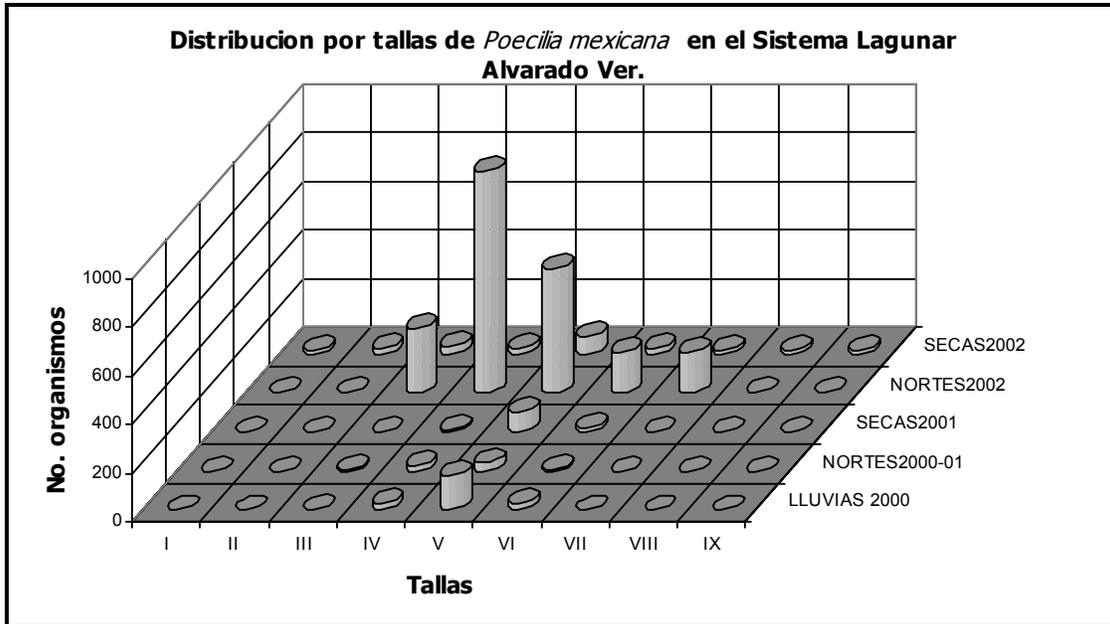
Las diatomeas obtuvieron un mayor porcentaje en todas las temporadas excepto en secas 2001 donde MOVNI tuvo el porcentaje mas alto, se puede observar que le especie tuvo el mismo comportamiento alimenticio en todas las temporadas de estudio solamente hubo cambio en la cantidad del alimento, se puede decir que *Poecilia mexicana* es un organismo con hábitos alimenticios de tipo herbívoro. (Fig.16)



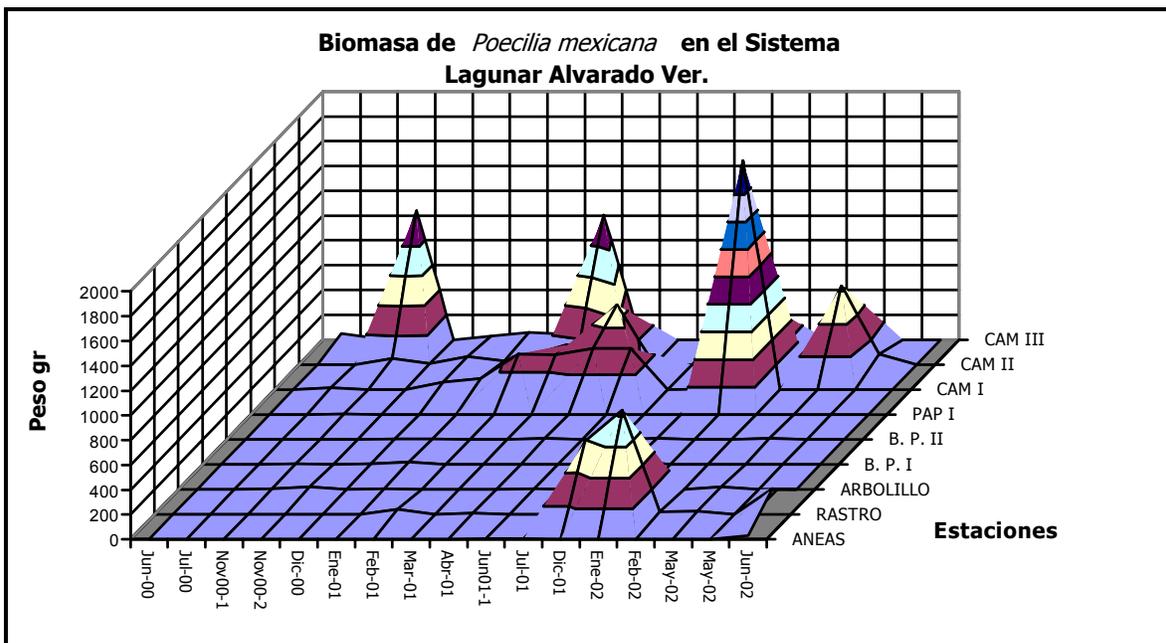
**Fig.3. Abundancia registrada para *Poecilia mexicana* en el Sistema Lagunar de Alvarado Ver.**



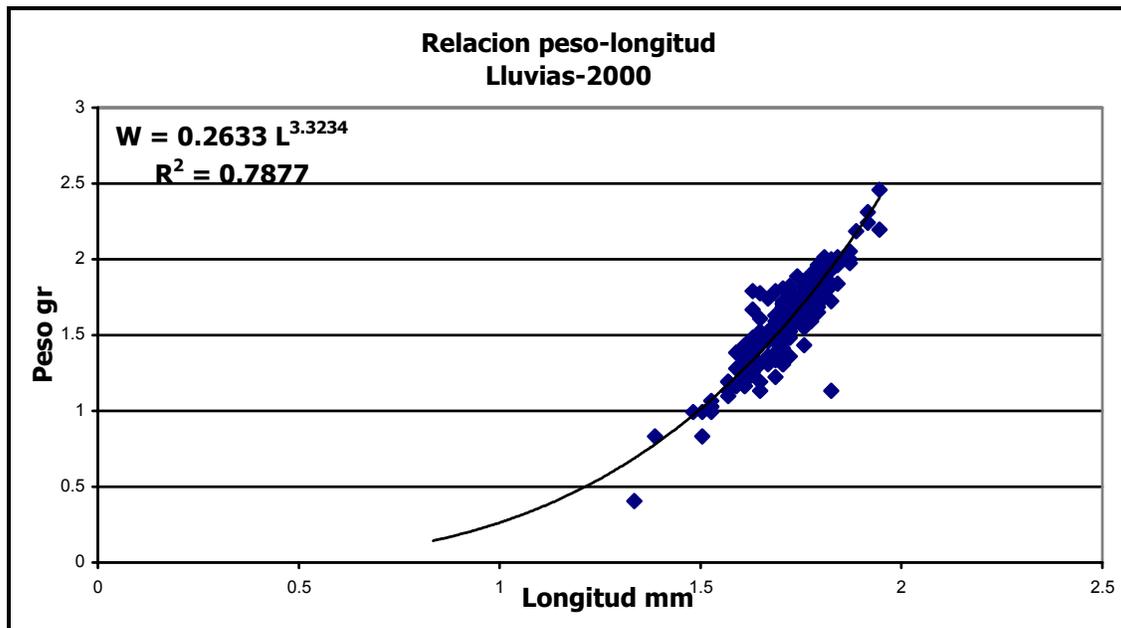
**Fig. 4. Gráfica tridimensional de las marcas de factor estandarizadas para los sitios y meses de colecta y la abundancia de *Poecilia mexicana* (círculos llenos) arreglados en los componentes principales I y II (CP I y CP II).**



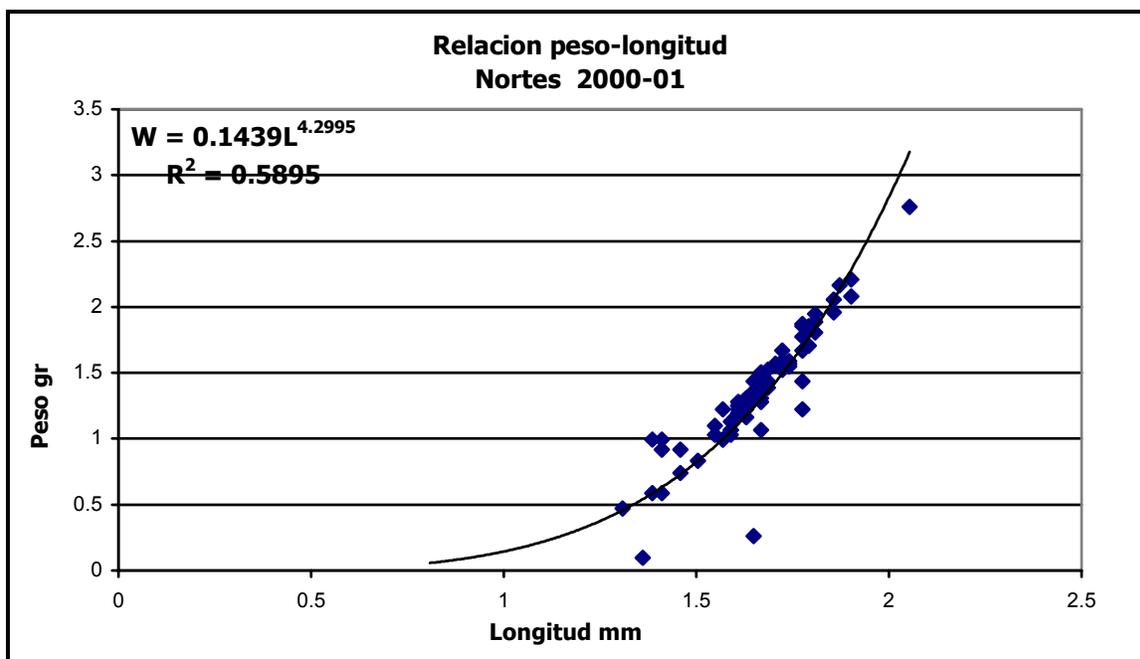
**Fig. 5. Tallas registradas para *Poecilia mexicana* en el Sistema Lagunar de Alvarado Ver.**



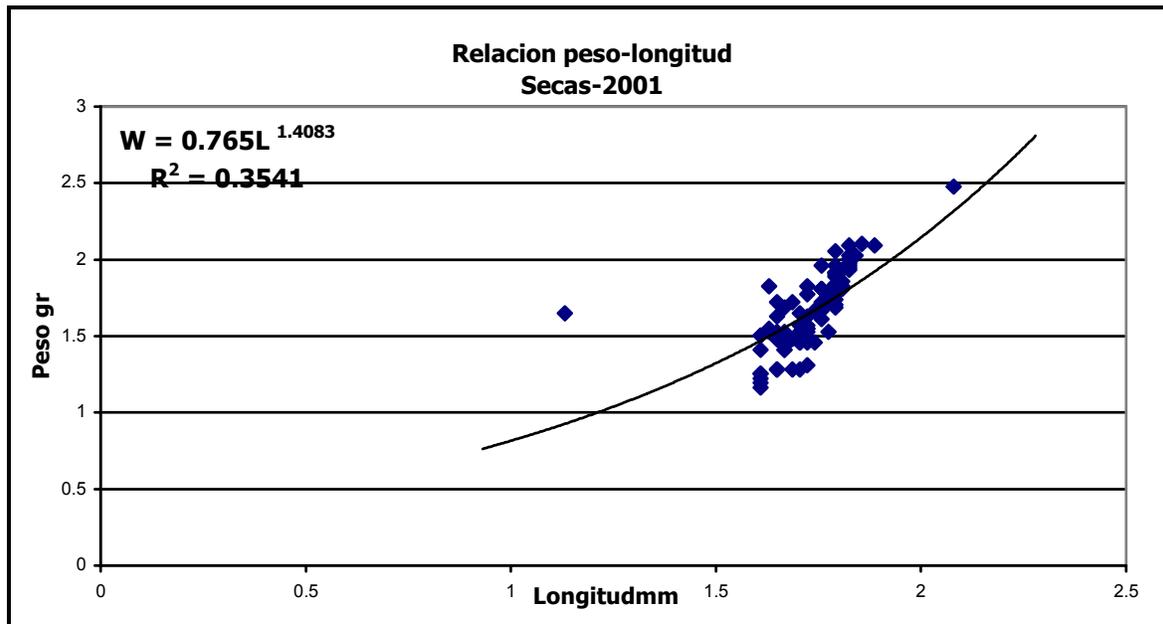
**Fig. 6. Biomasa registrada para *Poecilia mexicana* en el Sistema Lagunar de Alvarado Ver.**



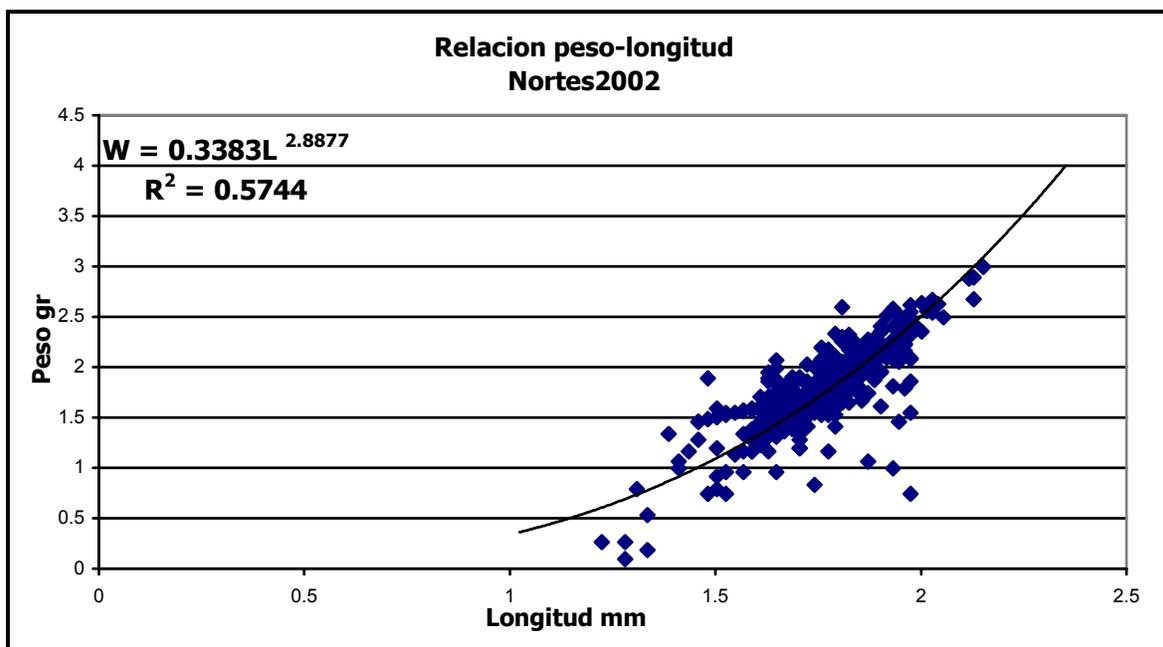
**Fig. 7. Relación peso-longitud para *Poecilia mexicana* en temporada de Lluvias-00 en el Sistema Lagunar de Alvarado Ver.**



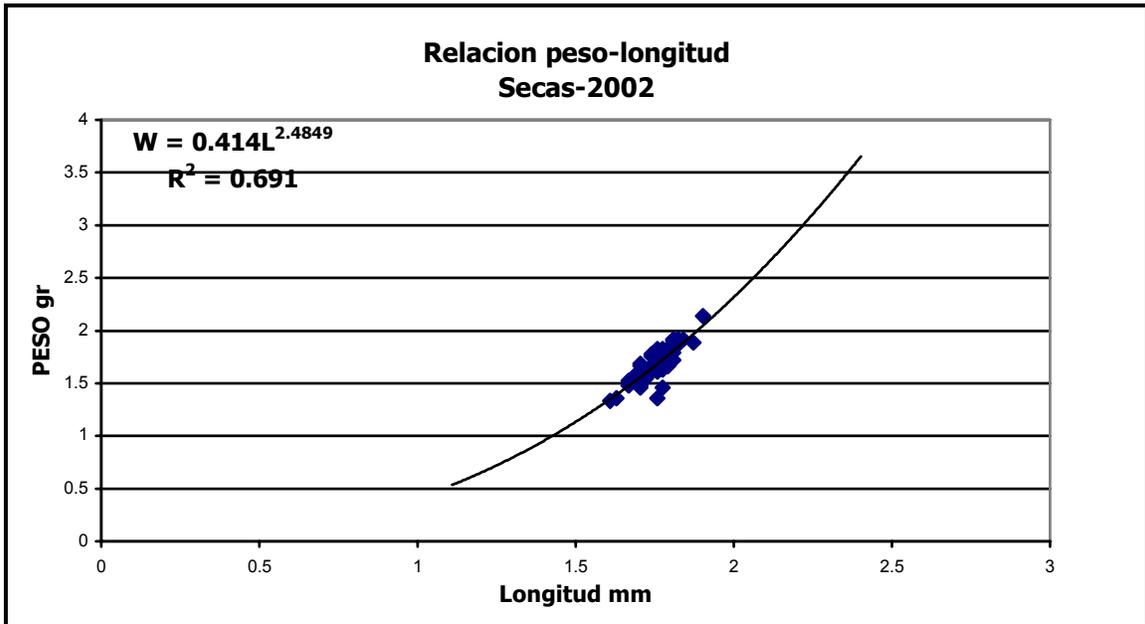
**Fig. 8. Relación peso-longitud para *Poecilia mexicana* en temporada de Nortes-00-01 en el Sistema Lagunar de Alvarado Ver.**



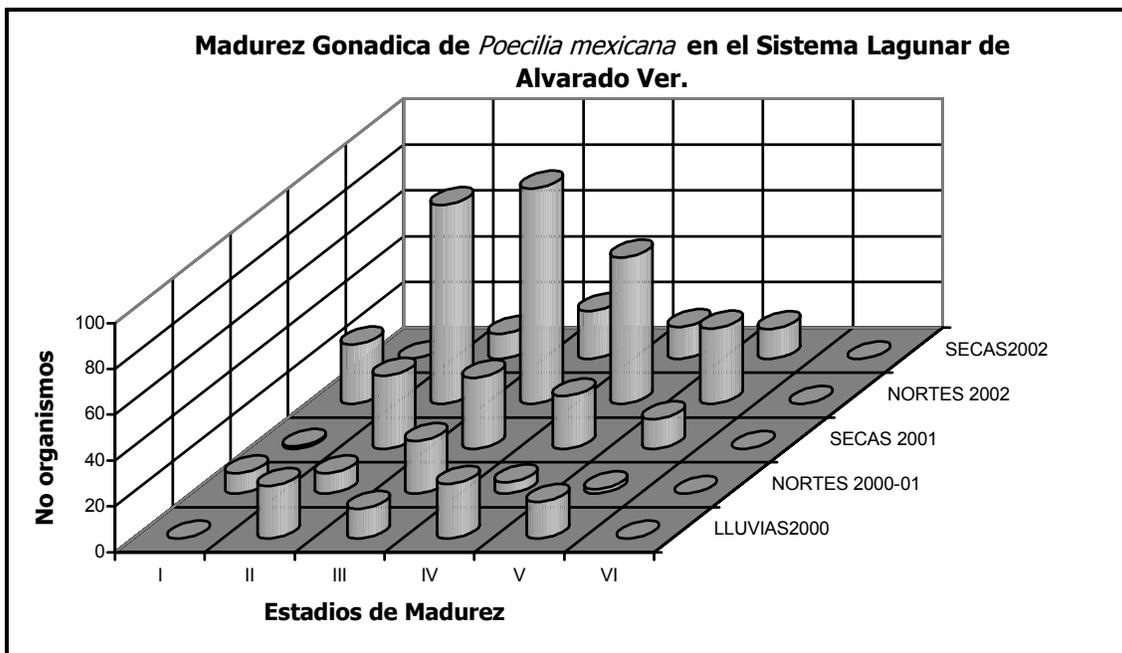
**Fig. 9. Relación peso-longitud para *Poecilia mexicana* en temporada de Secas-01 en el Sistema Lagunar de Alvarado Ver.**



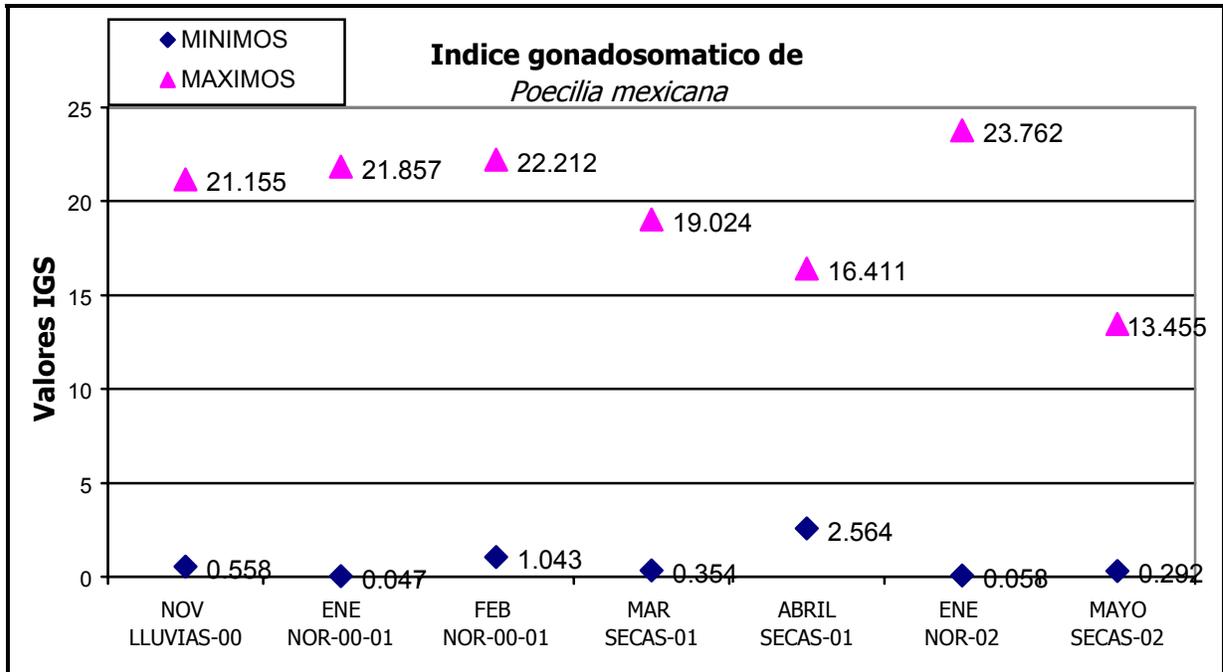
**Fig. 10. Relación peso-longitud para *Poecilia mexicana* en temporada de Nortes 02 en el Sistema Lagunar de Alvarado Ver.**



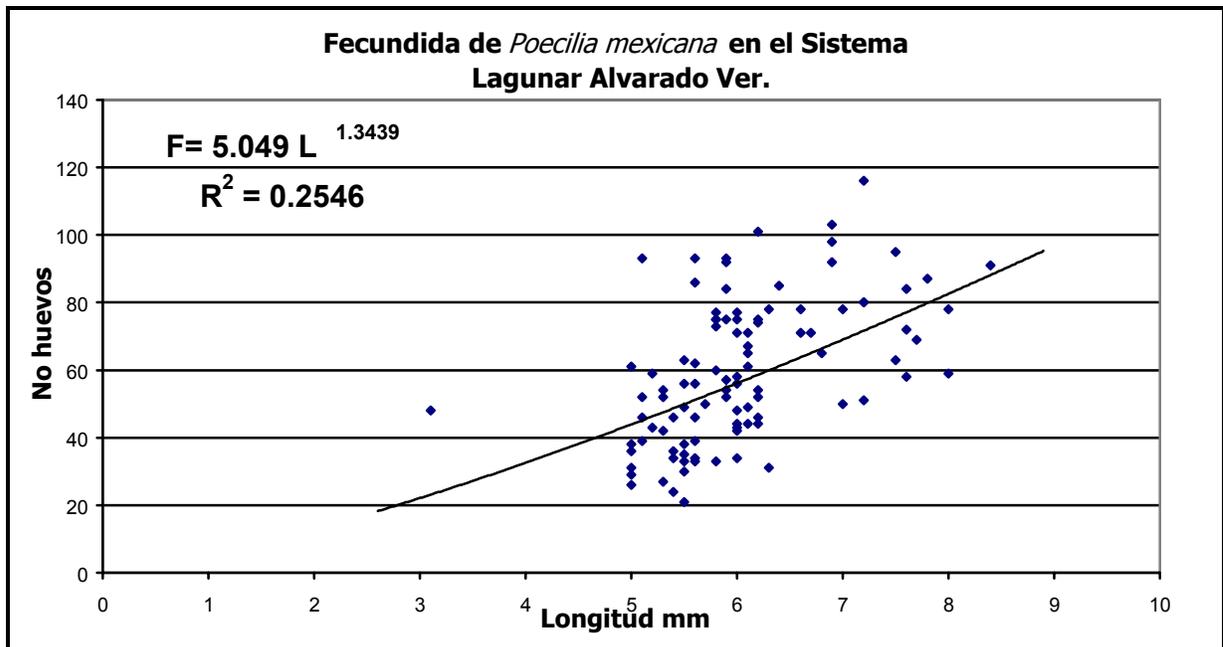
**Fig. 11** Relación peso-longitud para *Poecilia mexicana* en temporada de Secas-02 en el Sistema Lagunar de Alvarado Ver.



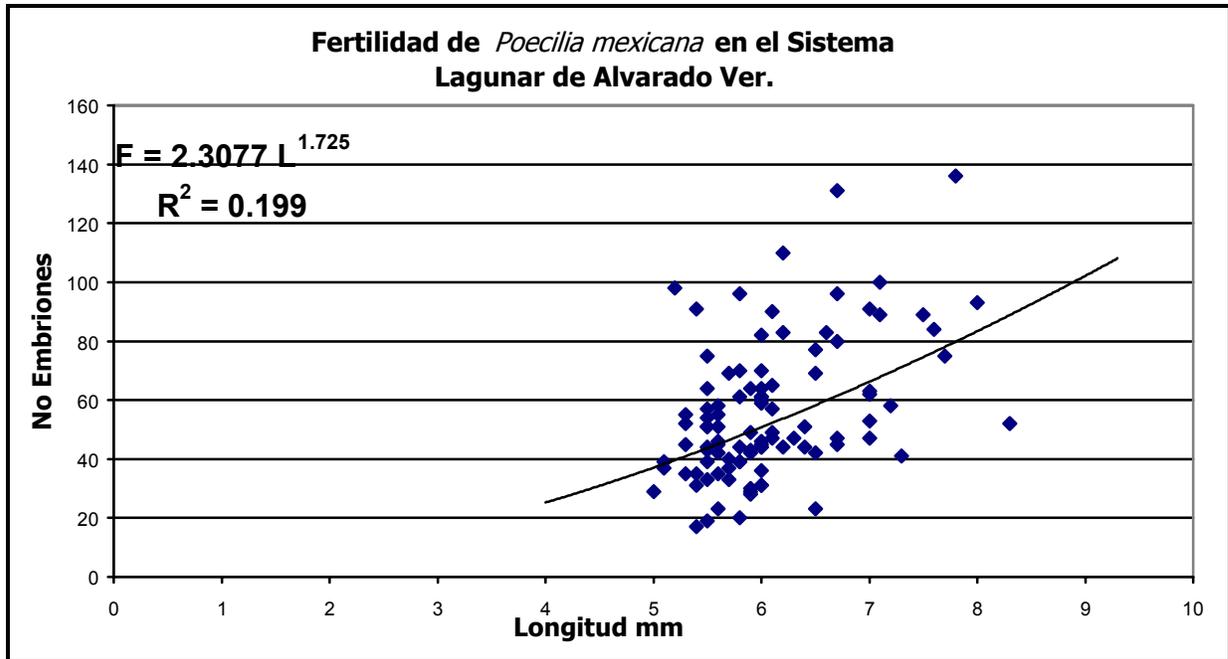
**Fig. 12.** Estadios de madurez gonadal registrados para *Poecilia mexicana* en el Sistema Lagunar de Alvarado Ver.



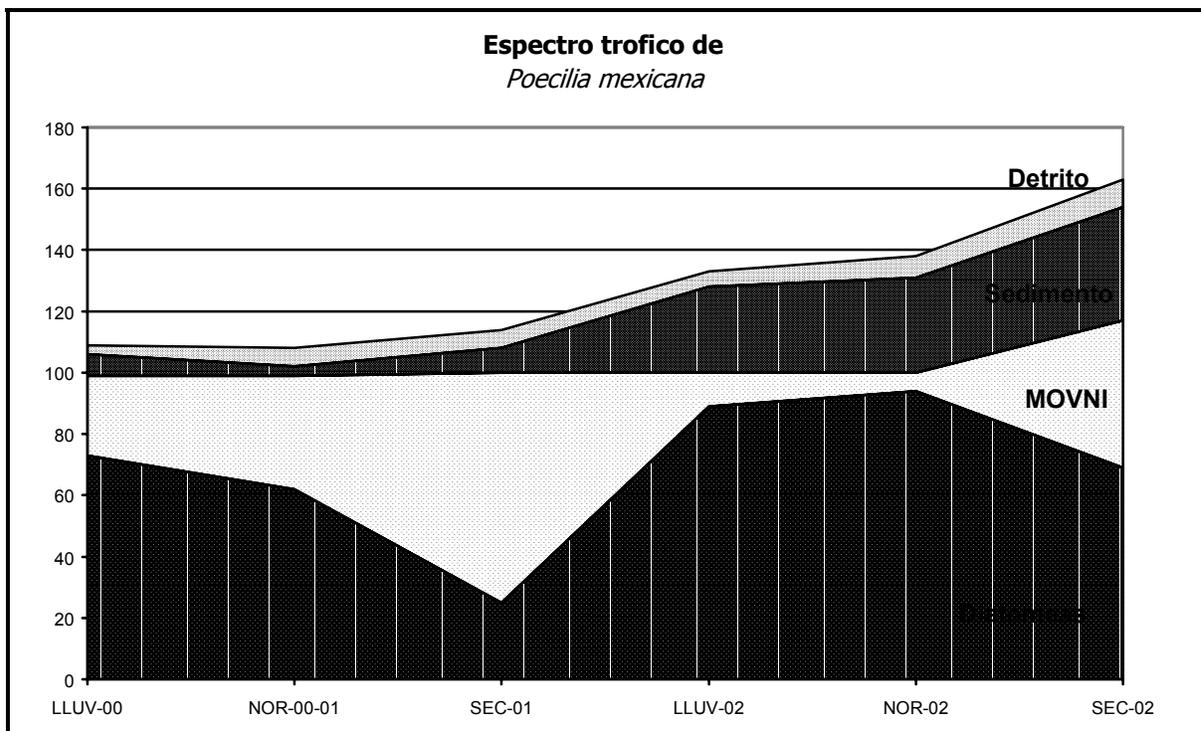
**Fig. 13. Valores de IGS registrados para *Poecilia mexicana* en el Sistema Lagunar de Alvarado Ver.**



**Fig. 14. Valores de fecundidad de *Poecilia mexicana* en el Sistema lagunar de Alvarado Ver.**



**Fig. 15. Valores de fertilidad de *Poecilia mexicana* en el Sistema Lagunar de Alvarado Ver.**



**Fig. 16. Variaciones alimenticias de *Poecilia mexicana* en el Sistema lagunar de Alvarado Ver.**



## VII. DISCUSION

En los ambientes costeros la salinidad, el oxígeno y la temperatura son algunos de los factores que ejercen mayor influencia en la vida de los organismos ya que estos determinan en gran medida las condiciones fisicoquímicas imperantes en este tipo de sistemas.

En el sistema Lagunar de Alvarado Veracruz las condiciones de salinidad varían entre las temporadas, regidas principalmente por la entrada de agua dulce proveniente de los ríos afluentes al sistema y el ingreso de agua marina a través de las dos bocas de comunicación, en general la salinidad no supera los niveles del mar presentándose gradientes que van del hiposalino al mesohalino en casi todo el sistema.

En temporada de lluvias se presentaron condiciones de baja salinidad ‰ debido a los aportes fluviales presentando registros de hasta 0 ppm; en Nortes se observa en aumento en la concentración de la salinidad, esto por la entrada de agua de mar al sistema y conforme se acerca la temporada de Secas el aumento en la salinidad incrementa debido a las tasas de evaporación y al poco aporte de aguas continentales, las menores concentraciones se presentan en la boca de comunicación del estuario, esto se debe a que el sistema lagunar recibe aportes constantes de aguas de origen continental, estos aportes permiten que el sistema de Alvarado comparado con otros del Golfo de México sea uno de los menos salinos.

En general las condiciones de temperatura estuvieron en un rango de los 23<sup>0</sup> a los 32<sup>0</sup>C para todas las temporadas, reflejando una estabilidad temporal de la temperatura en el sistema.

Algunos factores de los cuales dependen la distribución y abundancia de los peces son: la estructura del hábitat, disponibilidad de alimento y algunos otros factores ambientales, que son los que tienen mayor importancia para los organismos.

Los miembros de la familia Poeciliidae son peces de origen netamente dulceacuícola; estos presentan una gran capacidad osmoreguladora; esta característica hace que los poecilidos tengan éxito en colonizar una gran variedad de ambientes entre los cuales están los estuarios y lagunas costeras.

Se han encontrado registros de algunas especies pertenecientes a esta familia que toleran salinidades arriba de las 12 ppm hasta la salinidad total del mar por lapsos breves esto les permite extender su área de distribución a través de pequeños segmentos de costa. (Mc Clusky, 1970 en De la Lanza, 1996)

*Poecilia mexicana* registró una distribución amplia dentro del sistema, ocurrió en mayor medida en las temporadas de nortes por el carácter de tipo oligohalino a mesohalino imperantes en esta temporada.

En laguna Camaronera se registraron los picos de mayor abundancia estos sitios presentan amplias praderas de vegetación sumergida como *Ruppia maritima*, y lechos mixtos de algas como *Gracillaria verrucosa* y *Rhizoclonium hieroglyphicum* las cuales ocupan mas del 50 % de cobertura vegetal en la zona, esto proporciona lugares de alta protección, alimentación y reproducción para los organismos.

En los lugares donde la vegetación vio disminuido su porcentaje de cobertura al 50% (Aneas, Rastro), la ocurrencia de la especie se vio disminuida, así en las zonas en donde el porcentaje de cobertura fue menor al 50% no hubo presencia de la especie y fueron las ubicadas en la boca de comunicación que son las que tienen mayor influencia riberina, donde la corriente de agua tiene mayor fuerza de arrastre; los peces de origen dulceacuícola en general tienden a migrar hacia las lagunas donde la salinidad es mayor y regresar a los ríos en la temporada de lluvias (Caso, 1986 en Morales, 2002).

Esto explica por que *P. mexicana* se encontró en mayor número en las temporadas de nortes y secas, considerando a esta especie como un habitante residente por la frecuencia de aparición en el sistema; aunque Altamirano, 1985 le otorga la categoría ecológica de ser una especie dulceacuícola que ocasionalmente penetra a la laguna, por otro lado, Chávez (1998) la clasificó como visitante ocasional ó poco frecuente entre 1987 y 1991; de acuerdo a nuestros hallazgos la intensidad mensual del muestreo permitió calificar a esta especie como permanente durante el estudio.

Otros factores de importancia que afectan la distribución y la abundancia de los organismos estuarinos son la salinidad, el oxígeno y temperatura la capacidad adaptativa que tienen las especies así como las diferentes estrategias para afrontar los cambios en los gradientes de estos factores son de suma importancia en la vida de estos organismos, *Poecilia mexicana* fue mas abundante en laguna Camaronera donde las condiciones de salinidad fueron constantes (5 a 15 ‰) condiciones oligohalinas a mesohalinas en todas las temporadas, en las demás zonas de la laguna en donde ocurrió la especie en menor cantidad de organismos la salinidad fue menor presentando condiciones oligohalinas y limnéticas y aunque la especie es dulceacuícola se concentro en mayor medida en zonas donde la salinidad fue mayor por lo que puede explicarse que esta especie es altamente resistente a los cambios en la salinidad.

## **CRECIMIENTO**

Peso-longitud los cambios en el tipo de crecimiento alométrico esta influencia por diversos factores como la época del año, la disponibilidad del alimento así como

por la temporada reproductiva, los cambios en la relación alométrica son diferencias que reflejan los organismos que van mostrando a medida que crecen (Vargas et al., 1981)

A pesar que las diferentes estrategias biológicas de las especies originan variaciones en el ritmo de crecimiento en el peso y la longitud, dentro del ciclo vital de los organismos esto permite comprender el comportamiento de una o varias especies así como de una población siendo aplicable de manera directa a investigaciones de tipo pesquera .

Los coeficientes de correlación indican que *Poecilia mexicana* presentó un tipo de crecimiento alométrico, esto concuerda con lo descrito por Botello y Solano 2002 pues el tipo de crecimiento de *P. reticulata* es el mismo que para la especie en estudio, presentando el mismo patrón de crecimiento en todas las temporadas, Ricker (1973), mencionó que el crecimiento alométrico está influenciado directamente por la época del año y la época reproductiva, siendo en este momento cuando la gónada de los organismos empieza a desarrollarse, además los organismos de tallas grandes tienden a canalizar más la energía hacia el peso a medida que estos van madurando (Rodríguez, 2000).

Por otra parte estos organismos alcanzan una talla máxima de 110 mm, la talla promedio registrada para *P. mexicana* en el estudio fue de 55 mm, pocos organismos registraron una longitud de mayor a los 95 mm. Encontrándose organismos de todas las tallas mencionadas, en general los organismos que alcanzaron las tallas mayores fueron las hembras.

### **MADUREZ GONADICA e IGS**

Durante los meses que se colectaron organismos, estos ocurrieron en la mayoría de los estadios de desarrollo gonadal incluyendo estadios reproductivos, esto indicó que la especie se reproduce continuamente, aunque no se detectaron picos reproductivos marcados en las diferentes épocas del año.

La presencia de los estadios II al V en el sistema indica que *P. mexicana* alcanza la máxima madurez gonádica dentro del mismo estuario, el registro de peces en estadio IV es un indicador de que la especie se reproduce en las zonas que fue colectado en el sistema, confirmando la persistencia de actividad reproductiva durante la mayor parte del año.

Las tallas mayores correspondieron a organismos que se encontraban en estadio gonadal V (hembras) esto indica un aumento en el tamaño de la gónada de los organismos y para los estadios inferiores se observó una disminución en las tallas registradas para estos organismos. Presentándose un aumento en el reclutamiento

de organismos de un determinado estadio y registrándose la disminución en el estadio anterior inmediato.

El IGS es un valor numérico referido indirectamente al estadio de madurez gonádica de un organismo en relación al crecimiento en talla y peso, por esto es que los valores del IGS se incrementan conforme se acentúa el desarrollo de las gónadas que en muchas ocasiones es paralelo al crecimiento del pez (León, 1983). Su aplicación es importante en estudios sobre la biología reproductiva de los peces al referir que el crecimiento gonadal de los peces es alométrico (De Vlaming, 1982 ).

Los valores de IGS mas altos corresponde organismos en estadio V que presentan el máximo desarrollo gonadal previo a desovar o como en este caso a la fetación.

En organismos juveniles el IGS se mantiene por debajo de los que presentan en adultos que se encuentran en el mismo estadio, dependiendo muchas veces de la talla del organismo, en este sentido se debe considerar que la talla promedio a la que se alcanza la madurez esta sujeta a variaciones dentro de una misma especie y no todos sus miembros alcanzan la madurez a la misma edad y talla.

Hay que mencionar que *P. mexicana* presenta un modo de reproducción del tipo vivíparo, con claras distinciones entre especies verdaderamente vivíparas, pues en esta especie y en general en la familia se presenta diferentes grados de viviparidad (Amoroso, 1960); esto permite que las hembras de la especie desarrollen embriones de manera interna permitiendo el nacimiento de juveniles, este desarrollo se lleva acabo en los ovarios los cuales las crías son retenidas hasta el momento del nacimiento.

Esto se ve reflejado en la fecundidad de la especie ya que en peces con algún tipo cuidado parental la fecundidad es menor en comparación con especies que no presentan este tipo de conducta, *Poecilia mexicana* registro una fecundidad baja pues el promedio de ovocitos por hembra fue de 59, comparado a otras especies de peces como *Cichlasoma urophthalmus* cuya fecundidad osciló entre 1100 y 3200 ovocitos (Morales, 2002). Esto permite proporcionar mayor protección a las crías cuando las condiciones ambientales adversas, otra posible ventaja es el ahorro en el gasto de energía que utiliza los juveniles durante su desarrollo.

Con respecto a la fertilidad y tomando en cuenta en número de hembras examinadas el promedio de embriones fue de 56 esta fue mayor que la reportado por Botello (2002) y Solano (2002) quienes reportan un promedio de 10.9 y 21 embriones respectivamente para *Poecilia reticulata*, encontrado que la talla de la

hembra esta relacionado con el numero de embriones ellos apreciaron que el numero de embriones aumentó a medida que aumenta la talla de la hembra, siendo el caso contrario para *Poecilia mexicana* en donde la talla no se relacionó con el número de embriones.

## **ALIMENTACIÓN**

La alimentación en los peces es como en todos lo organismos de suma importancia pues de esta depende el desarrollo del organismo este participa en varias funciones vitales en la vida del pez, proporciona energía para procesos biológicos como el crecimiento y la reproducción, donde la cantidad de alimento disponible asegura la supervivencia de la especie, debido a las fluctuaciones naturales en la abundancia del alimento ya sea por temporada o de manera cíclica, aunque los peces en su gran mayoría se adaptan a estas variaciones, modificando sus hábitos alimenticios, aprovechando el alimento que tienen a disposición.

Es además importante por diversas razones, pues las relaciones tróficas de las diferentes especies indican el flujo de energía en las comunidades lagunares y las relaciones ecológicas de los organismos son de utilidad para interpretar la dinámica de estos sitios, la función alimenticia de *Poecilia mexicana* en los estuarios y lagunas costeras determinan que funge como transformador de energía a partir de fuentes primarias conduciendo activamente esta energía a través de las tramas tróficas.

*Poecilia mexicana* es un pez que pertenece a la categoría ictiotrófica de primer orden (Yáñez-Arancibia 1977) que es un organismo que se alimenta principalmente de vegetación como fitoplancton, algas , pasto y algas; su dieta principal esta compuesta por diatomeas y materia orgánica vegetal no identificada (MOVNI), estos hábitos alimenticios fueron similares para toda las temporadas en que se realizo el estudio presentándose diferencias solamente en el porcentaje de consumo de los tipos alimenticios y que de acuerdo con las tallas registradas en los organismos tampoco hubo cambio en los hábitos alimenticios de la especie.

A diferencia de lo que Álvarez del Villar menciona que los poecilidos pueden consumir diferentes tipos de alimento por lo que en ocasiones se les considera organismos omnívoros tal es el caso de *Poecilia reticulata*, Arzate (2002) encontró que esta especie registra una dieta compuesta principalmente de fitoplancton, rotíferos, cladóceros, copépodos, huevecillos de insecto y larvas de pez, presentando claras diferencias con *P. mexicana*.

## VII. CONCLUSIONES

*Poecilia mexicana* es un pez de origen dulceacuícola que tiene la capacidad de soportar las variaciones en los rangos de salinidad del sistema.

Por la frecuencia de aparición se considera a esta especie como un organismo residente en el sistema Lagunar de Alvarado Ver.

Presenta una afinidad a las zonas donde hay praderas de vegetación, así como a los sitios con características mesohalinas, de gran transparencia y aguas bien oxigenadas.

La ocurrencia mas alta de la especie se presentó en las temporadas de Nortes y al mismo tiempo en Laguna Camaronera

Los estadios III y V en la madurez gonádica son los mas frecuentes donde la presencia del estadio cinco indica actividad reproductiva durante el periodo de estudio y un alto numero de organismos en estado reproductivo, los valores de IGS mas altos correspondieron a organismos hembras maduras .

*Poecilia mexicana* presentó una fecundidad baja con un rango de 21 a 116 ovocitos con un promedio de 59.74, donde no se encontró relación entre la talla del pez y el número de ovocitos

Se clasifica como una especie herbívora consumidor de primer orden, en su dieta predominaron las algas y el fitoplancton.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arceo, C. D 2002. Comparación Trófica de la Familia Belontiidae en el Sistema lagunar de Alvarado Veracruz. Tesis Licenciatura. FES Iztacala UNAM. México.

Arceo, C. D., Ortiz, C. N., Franco. L. J. y Chávez, L. R., 2000. Aspectos ecológicos de la ictiofauna en la laguna El Bayo ubicada en el Municipio de Alvarado Ver. México. XII Congreso Nacional de ictiología. Programas y Resúmenes. Sociedad Ictiológica Mexicana A. C. UNAM, FES Zaragoza. México p 203-204.

Altamirano, A y Soriano M. 1985. Ictioplancton de la laguna de Alvarado Ver. En el Periodo 1981. Tesis Profesional, ENEP Iztacala. UNAM México.

Alvarez-Lajonchere y Gonzáles, S. G. 1978. Alimentación natural de *Mugil liza*, *Mugil curema*, *Mugil trichoidon* y *Mugil hoepes* ( Pisces, Mugilidae) en las Lagunas Costeras de Tunas de Zaza, Cuba, Ciencias serie 8 Investigaciones Marinas, No 41

Alvarez del Villar, J. 1950 Claves para la determinación de especies de los peces de las aguas continentales mexicanas. Dirección general de pesca e industrias conexas. Secretaria de Marina, México.

Alvarez del Villar, J.1970. Peces Mexicanos (claves) Secretaria de Industria y Comercio. Dirección General Piscicultura. 167 p.

Arzate, G. K. 2002. Contribución al estudio de la alimentación de *Poecilia reticulata* y su relación con algunos parámetros ambientales en el lago del parque Tezozomoc de Julio a Diciembre del 2000. Tesis Profesional. FES Iztacala . UNAM. pp 41. México.

Bagenal. 1978 Fish Production in Freshwater. IBP. Handbook. No 3 Blackwell Scient. Pub. Oxford. London.

Benávidez, M. 1996. Determinación de algunos parámetros ecológicos de la macrofauna asociada a *Ruppia maritima* en la Laguna de Alvarado Ver. Tesis Profesional, ENEP Iztacala. UNAM México.

Bond. C. E. 1979. Biology of Fishes. Ed. Sanders College Publishing. Philadelphia. P 514.

Caselles O. A y Acero P. A. 1994. Reproducción de *Anchovia clupeioides* y *Anchoa parva* (Pisces: Engraulidae) en dos ciénagas del Caribe colombiano Universidad Nacional de Colombia (Instituto de Ciencias Naturales), Apartado 1016 (INVEMAR), Santa Marta, Colombia.

Contreras E. F. 1993. Ecosistemas Costeros Mexicanos. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-UAM Iztapalapa México D.F.

Chávez, L. R. 1998. Caracterización ecológica de la comunidad de peces asociados a praderas de *Ruppia maritima* en el Sistema lagunar de Alvarado Veracruz. Tesis de Maestría . Facultad de Ciencias. UNAM. 145 p.

Daniel. W. W. 1984. Estadística con aplicaciones a las ciencias sociales y la educación. Ed, Mc Graw Hill. México.

Daza, Z. D. A. 1999. Variación morfológica de *Poecilia mexicana* (Pisces: Poeciliidae) en la Vertiente Atlántica de México. Tesis Licenciatura. Fac de Ciencias. UNAM. 55 pp.

DeVlaming, V., G. Grossman & F. Chapman. 1982. On the use of the gonosomatic index. *Biochem. Physiol.* 73A.: 31-39.

Domínguez, B. V. 1991 Aspectos poblacionales de la "mojarra plateada" *Diapterus auratus* RANZANI en el Sistema Lagunar de Alvarado Ver. Tesis Profesional, ENEP Iztacala. UNAM México.

Erickson, D. L., J. E. Hightower & G. D. Grossman. 1985. The relative gonadal index: an alternative index for quantification of reproductive condition. *Biochem. Physiol.* 81A: 117-120.

García, E. 1973. Modificación del sistema de clasificación climática de Copen. Ed. Instituto de Geografía. UNAM. México.

Jiménez, M. P. 1998. Contribución al Conocimiento de la Biología de *Diapterus auratus* del Sistema Estuarino de Tecolutla Ver. Tesis Profesional, ENEP Iztacala. UNAM México.

- Lagler, K. F. 1977. Ichthyology. Ed John Wiley and Sons. 2a ed. E.U. p 506
- León, F. 1988. Estudio de la biología, distribución y abundancia espacio-temporal de la especie *Anchoa mitchilli* (Pisces: Engraulidae) en el Sistema Estuarino de Tecolutla Ver. Tesis profesional. FES Iztacala. UNAM. México.
- Matthews, W. J. 1985. Distribution of midwestern fishes on multivariate environmental gradients, with emphasis on *Notropis lutrensis*. Amer. Midl. Nat. 113:225-237.
- Meffe, G. K and F, F. Snelson. Jr. 1989. An Ecology Overview of Poeciliid Fishes. P 13-31 In Ecology and evolution of liverbearing fishes (Poeciliidae). G, K. Meffe & F, F. Snelson (eds) Prentice Hall, Engelwood Cliffs, New Jersey.
- Miller, R. R 1983. Checklist and key to de mollies of México ( Pisces: Poeciliidae: Subgenus Mollienesia). p 818-822
- Morales G. A. 2002. Análisis Ecológico de *Cyclosoma urophthalmus* en el Sistema Laguna de Alvarado Ver. Tesis Licenciatura. FES Iztacala. UNAM. México
- Nelson, J. S. 1994. Fishes of the world. Ed. John Wiley and sons. 3a ed. Alberta Canadá P. 600
- Nikolsky, G .V. 1963. The ecology of fishes. Ed. Academic Press, 6ª ed. Londres.
- Schreck, C: B. Moyle, P. B. 1990. Methods for Fish Biology, A. F. S. USA. 684 p
- Peterson, M. S. y S. J. VanderKooy. 1997. Distribution, Habitat Characterization, and Aspects of Reproduction of a peripheral population of Bluespotted Sunfish *Enneacanthus gloriosus* (Holbrook). J. Freshwater Ecol. 12(1):151-161.
- Potts. G. W. 1984. Fish Reproduction, Strategies and Tactics. Ed Academic Press. 2a ed. Londres. P410.
- Round. F. E. 1990. The Diatoms, Biology and Morphology of the genera. Cambridge University 747 pp.
- Royce, W. F. 1972. Introduction to the fishery science. Academic, Londres. 351 p.

Snelson, F. F. Jr. 1982. Indeterminate growth in males of the sailfin molly *Poecilia latipina*. The American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Copeia no 2. pp 296-304.

Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. 1995. Biometry. 3<sup>rd</sup>. Edition. W. H. Freeman and Co. New York

Solano, B. N. 2002 Aspectos reproductivos de *Poecilia reticulata* ( Pisces: Poeciliidae) en el lago del parque Tezozómoc, Azcapotzalco, de Enero a Junio del 2001. Tesis Profesional. FES Iztacala. UNAM. México. pp 41

SPSS Inc. 1999. Statistical Package for Social Sciences (SPSS) for Windows. V. 10. Chicago, Ill.

Trexler, J. C. 1985. Variation in the degree of viviparity in the sailfin molly *Poecilia latipina* The American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Copeia no 4. pp 999-1004.

Vargas, M. L., Yañez-Arancibia, A. Y Amescua, L. F. 1981. Ecología y estructura de las comunidades de peces en áreas de *rizhphora manglle* y *Thalassia testidium* de la isla del carmen. Laguna de Términos, sur del Golfo de México. An. Inst.Cienc. del mar y Limnol. UNAM. 8 (1): 241-266.

Vera, M. 1992. Aspectos biológicos de *Cichlasoma urophthalmus*, *Achlasoma helleri*, *Cichlasoma silvani* y *Petenia splendida* (Pisces: Cichlidae) en el Sistema Lagunar de Alvarado Ver. Tesis Profesional, ENEP Iztacala. UNAM México.

Wootton, R.D. 1990. Ecology of Teleost Fishes. Ed. Chapman and Hall. Londres.

Yañez-Arancibia, A., 1986. Ecología de la Zona Costera, Análisis de siete Tópicos. Edit. AGT Editor

## X. ANEXO

### ESCALA DE MADURACION DE NIKOLSKY (1963)

ESTADIO	
I	Individuos vírgenes
II	Los gametos no han empezado su desarrollo, las gónadas están a lo largo de la cavidad celómica con un tamaño pequeño. Los óvulos no se distinguen a simple vista
III	Madurando. Los óvulos son visibles a simple vista. Los testículos cambian de transparente a color palo de rosa. Las gónadas incrementan su peso.
IV	Maduro. Los gametos están maduros. Las gónadas han alcanzado su peso máximo, pero los gametos no son expulsados aún a suave presión del abdomen
V	Reproducción. Los gametos salen a ligera presión, el peso de la gónada decrece rápidamente por el inicio del proceso de desove.
VI	Gastado. La gónada parece un saco vacío.

#### Escala de estadios de madurez gonadal

#### Prueba t para *Poecilia mexicana*:

##### LLUVIAS 2000

$$S_y^2 = \frac{(1041 - 5.0780)^2}{205 - 2} = \frac{1073134.3}{203} = 5286.3758$$

$$s_b = \frac{5286.3758}{1140.7 - 6347.29} = \frac{5286.3758}{-5206.59} = -1.0153$$

$$t_c = \frac{3.3234 - 3}{-1.0153} = -0.3185$$

$$t_t = 1.645$$

$$t_c = -0.3185$$

### NORTES 2000 – 01

$$S_y^2 = \frac{(290.4 - 4.334)^2}{67 - 2} = \frac{81833.756}{65} = 1258.9808$$

$$s_b = \frac{1258.9808}{355.4 - 18852} = \frac{1258.9808}{29.8956} = 42.112$$

$$t_c = \frac{4.2995 - 3}{42.112} = 0.0308$$

$$t_t = 1.6707$$

$$t_c = 0.0308$$

### SECAS 2001

$$S_y^2 = \frac{(517.5 - 5.4473)^2}{95 - 2} = \frac{320415.65}{93} = 3445.3295$$

$$s_b = \frac{3445.3295}{536.8 - 9605.1413} = \frac{3445.3295}{-9068.3413} = -0.3799$$

$$t_c = \frac{1.4083 - 3}{-0.3799} = 4.189$$

$$t_t = 1.6602$$

$$t_c = 4.189$$

### NORTES 2002

$$S_y^2 = \frac{(2790.7 - 6.3425)^2}{440 - 2} = \frac{7752646.68}{438} = 17700.106$$

$$s_b = \frac{17700.106}{2587.6 - 15217.44} = \frac{17700.106}{-12629.84} = -1.40145$$

$$t_c = \frac{2.8877 - 3}{-1.40145} = 0.08013$$

$$t_t = 1.645$$

$$t_c = 0.08013$$

### SECAS 2002

$$S_y^2 = \frac{(323.4 - 0.549)^2}{59 - 2} = \frac{104232.76}{57} = 1828.6449$$

$$s_b = \frac{1828.6449}{343 - 1994.0508} = \frac{1828.6449}{-1651.0508} = -1.10756$$

$$t_c = \frac{2.4849 - 3}{-1.10756} = 0.4650$$

$$t_t = 1.6759$$

$$t_c = 0.4650$$