



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"

" CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA BIOLOGIA DEL PEZ ORNAMENTAL " GUPPY " ( Heterandria bimaculata ) Y SU RELACION CON ALGUNOS PARAMETROS FISICOS, QUIMICOS Y BIOLÓGICOS EN LA LAGUNA EL RODEO, EDO. DE MORELOS "

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A N :
JOSE LUIS GUZMAN SANTIAGO
JULIO ALBERTO OLVERA BOTO



ASESOR: M. en C. JOSE LUIS GOMEZ MARQUEZ.

MEXICO, D. F.

1996

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



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.

#### **FE DE ERRATAS**

El nombre utilizado comunmente para denominar a *Heterandria bimaculata* es "guatopote manchado", según Espinoza, et. al. (1993), mientras que el nombre "guppy" corresponde a *Poecilia reticulata*.

## **AGRADECIMIENTOS**

**Al M. en C. José Luis Gómez Márquez por su apoyo y valiosa ayuda para la realización de esta tesis.**

**Al Biólogo David Ramírez de Arellano por el apoyo inicial a este trabajo.**

**A los profesores: Biol. Bertha Peña Mendoza, Biol. Ernesto Mendoza Vallejo, Biol. Guillermo Blancas Arroyo, y al M. en C. Manuel Castillo Rivera por la revisión y sugerencias a esta tesis.**

**A nuestros compañeros y amigos por el apoyo en trabajo de campo y por sus sugerencias: Biol. Oscar Flores Maldonado, a los pasantes de la carrera Efrén Romero Martínez, Oscar Bernal Enriquez, Jeronimo Villalafña y Juan Jorge Geminiano Loiz (♣).**

Con mucho cariño y respeto a mis padres.

A mi hermana Guadalupe por cariño y comprensión.

A Rosario por el apoyo incondicional y por su confianza.

A mis amigos de toda la vida: Patricia, Higinio, Marco Antonio

A la familia Pineda Nieto.

A mi compañero y amigo de tesis Alberto.

JOSE LUIS

A mis padres: Eva y Fidel, que han sido la luz en mi camino.

A mis hermanos: Silvia, Griselda, Carla, Arturo y Alejandro,  
por su apoyo incondicional en todo momento.

A mi esposa Blanca y a mis hijas Miltzi y Mariana  
por su amor y comprensión.

A mi amigo y compañero de tesis José  
Luis por su invaluable amistad.

A todos aquellos parientes y amigos  
que de una u otra forma coadyuvaron  
a la realización de este trabajo.

ALBERTO

## INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
ANTECEDENTES.....	4
DIAGNOSIS:	
Familia Poeciliidae.....	5
Género y especie.....	6
OBJETIVOS.....	8
AREA DE ESTUDIO.....	9
MATERIAL Y METODO:	
Campo.....	12
Laboratorio.....	13
Gabinete.....	13
RESULTADOS:	
Clasificación taxonómica.....	18
Abundancia.....	19
Proporción de sexos.....	21
Relación peso-longitud.....	22
Crecimiento.....	23
Reproducción.....	24
Índice de fecundidad.....	26
Factor de condición.....	26
Contenido estomacal.....	27
Relaciones interespecíficas.....	28
Parámetros físicos y químicos.....	29
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	30
CONCLUSIONES.....	41
ANEXO.....	42
BIBLIOGRAFIA.....	43

## RESUMEN

En el presente estudio se determinaron algunos aspectos biológicos del "guppy" de la laguna "El Rodeo", Moretos, durante un período anual. Con un total de 1452 organismos capturados donde el 64.26% corresponde a hembras y 35.72% a machos. La abundancia relativa de la especie varió a través de los meses de muestreo, la mayor captura fue en diciembre y enero, de igual manera se observó que varió en cada estación de acuerdo a las características de cada una. La proporción sexual se mantuvo constante 2:1 (hembras:machos) con excepción del mes de marzo donde aumentó la abundancia de machos (1:2). Con respecto a la madurez sexual, se observó que los machos inician su maduración entre los 27 y 31 mm. de longitud estándar, mientras que las hembras comienzan esta etapa entre los 33 y 35 mm. Su época reproductora se detectó durante el verano, en relación a la época de lluvias y la disponibilidad de alimento.

Para la determinación del índice de fecundidad, se utilizaron las gónadas de 206 hembras cuyo contenido de ovocitos fue de 9 a 67 y se encontró que la fecundidad se relacionó en mayor proporción con el peso total ( $r^2= 0.88$ ). En cada muestreo se analizaron los contenidos estomacales de los organismos capturados y se encontró que la preferencia alimenticia está orientada al consumo de insectos (41.72%), por lo que se puede decir que la especie es un consumidor secundario.

La relación peso-longitud indica que *Heterandria bimaculata* crece más en longitud que en peso (alometría) y con base al estudio de la interpretación de las estructuras óseas (escamas) se detectaron seis anillos en machos y cinco en hembras, lo cual permitió posteriormente obtener las constantes del modelo de von Bertalanffy para explicar el crecimiento.

Por otra parte, se analizó la relación existente entre el índice de LeCreen con algunos parámetros físicos y químicos encontrando que la temperatura tiene un efecto significativo con este índice.

Las relaciones interespecíficas se enfocaron principalmente a la especie que posee una mayor abundancia relativa, en este caso fue *Oreochromis mossambicus* (tilapia) observándose que cada especie mantienen preferencias de acuerdo a las condiciones físicas de cada una de las estaciones de muestreo.

Al existir poca información con lo referente a las condiciones físicas y químicas requeridas para el crecimiento de *Heterandria bimaculata* no se puede concluir en forma definitiva que alguno de los parámetros registrados afecte de manera significativa su desarrollo.



## INTRODUCCION

En los últimos 50 años la construcción de presas y bordos se ha acelerado notablemente, debido a la topografía accidentada del suelo mexicano y a la necesidad creciente de retener los escurrimientos superficiales temporales durante la época de lluvias. En México existen una gran cantidad de cuerpos de agua epicontinentales, cuya superficie ha sido estimada en 1.3 millones de hectáreas, según reportes de la Dirección General de Acuicultura de la Secretaría de Pesca, siendo las presas las que representan el 50% de la disponibilidad total, seguidas de los lagos y finalmente de los pequeños cuerpos de agua. (Arredondo, 1986).

Los estados de Jalisco, Michoacán y Guanajuato son los estados con mayor número de presas, conjuntando el 36.5 % del total nacional, mientras que Chihuahua y Tabasco poseen la mayor cantidad de lagos representando el 24.4 y 17 % respectivamente (Olimos, 1990).

Dada la disponibilidad de agua superficial que el país posee, la acuicultura representa dentro de una perspectiva de desarrollo rural, una alternativa para el aprovechamiento óptimo, no solo de los recursos acuáticos en sí mismos, sino de todos los recursos naturales vegetales, animales y aún humanos. El ámbito de acción de la acuicultura en este país se desarrolla en 2.8 millones de hectáreas de cuerpos de agua en áreas rurales templadas, tropicales y semitropicales con ecosistemas de gran productividad (SEPECSA, 1979).

El hombre, haciendo uso de sus avanzados recursos construye embalses en las cuencas de los ríos para producir nuevos ambientes lacustres adecuados a fin de fomentar la agricultura de alta productividad, obtener energía hidráulica y el aprovechamiento de estos cuerpos de agua para el establecimiento de pesquerías y lograr otros beneficios (Famworth, 1977).

La acuicultura abre el camino al cumplimiento de objetivos múltiples del desarrollo de las comunidades rurales, desarrollo ecológico, económico y social como un mismo proceso y permite aprovechar los ciclos naturales, asegurándose una administración del medio ambiente, su conservación y regeneración (Olimos, op. cit.).

En las estaciones y centros acuícolas se realizan estudios limnológicos y ecológicos de los cuerpos de agua, así como el desarrollo experimental y adaptación tecnológica de cultivos, producción de crías, diseño de programas de siembra, mejoramiento de habitat, captura y fomento del establecimiento de pesquerías y piscifactorías con la difusión del conocimiento técnico en acuicultura (Medina y Sánchez, 1976).

Dentro de la acuicultura, la piscicultura se considera una zootecnia de masas y su eficiente realización representa múltiples ventajas socioeconómicas para el pueblo que las aplica en sus recursos acuáticos (Rosas, 1981). De ninguna manera la piscicultura está restringida a la producción de alimentos, ya que las personas que realizan pesca deportiva siempre se han confiado en los criaderos para reponer la existencia de peces en estado natural, además de los

que sirven como carnada y que se cultivan tanto con propósitos deportivos como comerciales. La reproducción de peces y la propagación de plantas ornamentales constituyen una industria importante en algunas áreas (Bardach, 1986); por ejemplo, más de 80 millones de dólares en peces ornamentales son importados por los Estados Unidos cada año (Wheaton, 1982).

En la piscicultura moderna se pueden distinguir tres tipos principales:

a).- La Piscicultura Agrícola-Industrial se dedica principalmente a la cría de especies ícticas con valor comercial, nutricional y fisiológicamente conocidas, partiendo de huevos a alevines para llegar a peces de tamaño y peso adecuados para la venta en mercados. En esta categoría esta la Truiticultura, la Carpicultura, la Ictaluricultura y la Tilapicultura, entre otras (Pérez, 1982).

b).- La Piscicultura de Repoblación se ocupa de la fecundación artificial y de los huevos para producir ejemplares que posteriormente serán sembrados en aguas públicas o privadas.

c).- La Piscicultura Ornamental es una actividad muy lucrativa que a últimas fechas se ha desarrollado en todo el mundo por el interés que han despertado los acuarios domésticos y por la reproducción de formas ornamentales tropicales de agua marina, salobre y dulce (Rosas, op. cit.). Esta actividad es también conocida como Acuariofilia, la cual comprende el mantenimiento y la reproducción dentro de acuarios domésticos y algunas veces en grandes estanques, de numerosas especies ícticas, de agua dulce y/o marinas, templadas o frías (Pérez, op. cit.).

En algunas partes del mundo se ha desarrollado grandemente esta actividad, por ejemplo en Singapore, en donde la comercialización y cultivo de algunos miembros de la familia Poeciliidae ha ido en aumento en los últimos años, esto es, en 1963 las exportaciones fueron de 0.7 millones de dólares y en 1983 las exportaciones se incrementaron hasta los 31 millones de dólares. De las 200 especies de peces ornamentales exportadas, los guppys son las más importantes (Fernando and Phang, 1985).

En México, los guppys son comercializados como peces de ornato, sirven para eliminar mosquitos y sus larvas, además se les utiliza como alimento para peces (trucha, pez blanco, lobina, entre otros). En algunos cuerpos acuáticos del país se reporta la existencia de esta especie: Presa La Angostura (Chiapas), Lago de Chapala (Jalisco), Presa Vicente Guerrero (Tamaulipas), Presa Presidente A. López Mateos (Infiernillo) Michoacán, etc. (SEPESCA, op. cit.).

En la laguna "El Rodeo" hasta el momento solo se han realizado estudios enfocados a la especie comercialmente explotable como es la tilapia, dejando a un lado la caracterización de la laguna en lo que respecta a otros peces como son: "Cola de Espada" (*Xiphophorus helleri*) y los "Guppys" (*Heterandria bimaculata*), que pueden carecer de valor alimenticio, pero tienen valor ornamental y por lo tanto económico, así mismo se deben considerar parte de un ecosistema llevando a cabo una función importante dentro de este, lo cual solo se podrá determinar realizando un estudio de los elementos que lo constituyen para clasificar a la laguna en estudio y determinar las posibles alternativas o vías de explotación de este embalse.

## ANTECEDENTES

Los "Guppies" son reconocidos como consumidores de larvas de mosquito y son nativos de las aguas de Trinidad, Venezuela, Jamaica, Surinam y Barbados (Miller, op. cit.).

En 1943, De Buen realizó un trabajo con la finalidad de señalar con la debida precisión, las afinidades y diferencias interespecíficas, para lo que se iniciaron estudios sobre ejemplares de la cuenca Del Marqués, afluente del Balsas, todos ellos colectados en la estación limnológica de Pátzcuaro (William, 1973).

Miller (op. cit.) y Gaspar (1985), reportan para México por lo menos dos especies dentro del subgénero *Pseudoxiphophorus*: *Heterandria jonesi* y *Heterandria bimaculata*, distinguiéndolas por las características del gonopodio, la suspensión gonopódica, la osteología del cráneo y su conducta reproductora.

En 1984 y en 1985, en el Edo. de Morelos se colectaron ejemplares bajo los criterios señalados por Miller (op. cit.), correspondientes a la especie *Heterandria bimaculata*. Esta es la primera vez que se registró esta especie en la vertiente del Pacífico. Con respecto a los mecanismos que permitieron su paso de la cuenca del Atlántico al Pacífico, es probable se trate de una especie introducida (Gaspar, op. cit.).

De los diversos estudios e investigaciones realizadas en el Edo. de Morelos, destaca por su importancia la efectuada por Porras en el periodo 60 - 75, referente al estudio específico de los peces de dicho estado, realizando un listado en donde se reporta esta especie.

En el año de 1982 se comenzaron a realizar estudios en la laguna "El Rodeo", Edo. de Morelos, por los alumnos de la carrera de Biología de la F.E.S. Zaragoza, la mayor parte enfocados a estudios relacionados con la tilapia que es la especie con mayores posibilidades de explotación comercial.

## DIAGNOSIS DE LA FAMILIA POECILIIDAE

Los miembros del Orden Cyprinodontiformes son cosmopolitas en latitudes templadas y tropicales y son especialmente notables por el rango de aguas dulces y hábitats salinos que ellos ocupan. El Orden es frecuentemente dividido en siete familias, de esas, la Poeciliidae, la Anablepidae, la Jenynsidae y la Goodeidae, son endémicas del Nuevo Mundo, y con la excepción de una especie, sus miembros son vivíparos.

Los poecílidos son pequeños peces; ninguno alcanza una longitud mayor de los 200 mm, y muchos no alcanzan ni la mitad. Ellos forman uno de los grupos animales dominantes en las aguas templadas de Centroamérica y de las Indias occidentales, incluyen algunos organismos de los más pequeños y también algunos de los más variados dentro de los vertebrados que actualmente existen. La gran tolerancia que tienen éstos organismos a diferentes ambientes los hace de particular interés en estudios zoogeográficos, y por su considerable diversidad de marcas estructurales los hacen importantes en estudios evolutivos de especialización adaptativa (Rosen y Bailey, 1963).

Los poecílidos son vivíparos que en su nutrición se ayudan del plancton y cuyas larvas y alevines son alimento para la trucha, pez blanco y lobina. Los expendedores de peces de acuario los venden como peces de ornato. En estado natural y casi hasta la mitad de su desarrollo son planctófagos, después consumen microorganismos de los que se dan a expensas del plancton (pequeños crustáceos y anélidos, huevecillos y larvas de insectos). En algunas especies de esta familia, su voracidad extrema los hace propensos al canibalismo, devorando las mismas madres a sus crías apenas nacen. La larva alcanza en sólo unos días el tamaño que lo hace invulnerable a la voracidad de sus progenitores y antes de los ocho meses las hembras son adultas y comienzan a procrear. Estos organismos tienen un tiempo de vida que va de 2 a los 7 años (Rubin, 1978).

Estos organismos exhiben numerosas modificaciones sexuales secundarias. En los machos, la aleta anal, los soportes internos de ésta misma aleta y las partes superyacentes del esqueleto axial son sustancialmente alteradas durante el desarrollo sexual para formar un complejo mecanismo de hueso, músculo y tejido conectivo (el sistema gonopodial) que tiene la función de transferir el esperma a los genitales femeninos. Algunos de los huesos que componen este mecanismo han demostrado una importancia para estudios taxonómicos a varios niveles de clasificación, es por ello que en las determinaciones taxonómicas la atención se concentra en los machos. En las hembras podría ser difícil o imposible de discernir una clasificación taxonómica (Rosen y Bailey, op. cit.).

En su comportamiento sexual, los machos acosan constantemente a las hembras hasta que consiguen introducir su gonopodio y fecundar de una sola vez varios sacos de huevecillos de las

hembras, que los conservan en el vientre y van eclosionando a intervalos en partes diferidas, lo cual ha dado origen a la leyenda de los partos vírgenes.

#### DIAGNOSIS DE *Heterandria bimaculata*

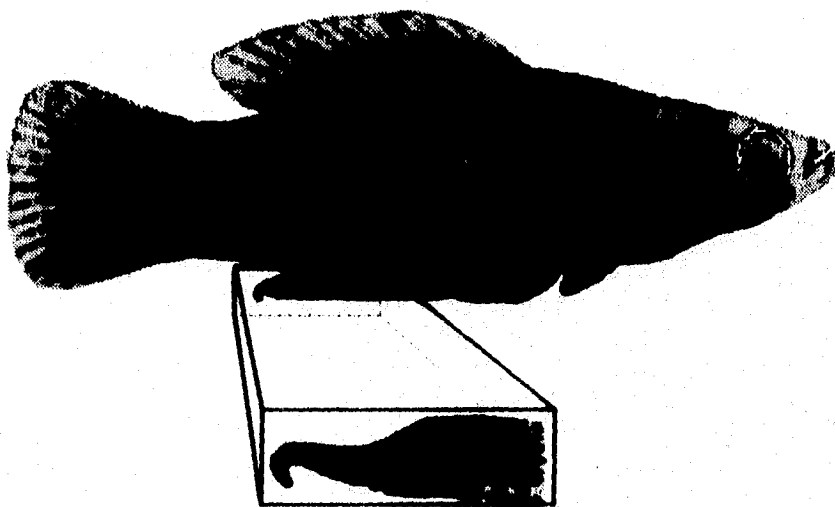
En América se reconocen para el género *Heterandria* dos subgéneros que se distinguen por las características del gonopodio y suspensión gonopódica; la osteología del cráneo y la conducta reproductora. Miller (1974), reporta para México, por lo menos dos especies dentro del subgénero *Pseudoxiphophorus*: *Heterandria jonesi* (Gunther, 1874) y *Heterandria bimaculata* (Heckel, 1848). Los organismos que se encuentran dentro del género *Heterandria* presentan las siguientes características: aletas pélvicas iguales en los dos sexos, la aleta dorsal muy prolongada e insertada muy por delante de la anal. En el cráneo, los parietales están débil o fuertemente desarrollados y bordean el margen posterior de los frontales o están parcialmente fusionados con los frontales y con los epióticos; la serie de huesos epióticos están presentes o ausentes, los supraoccipitales están presentes y bien desarrollados; su mandíbula posee dientes ligeramente comprimidos y punteados, lanceolados o recurvados y cónicos. Las costillas pleurales posteriores en los machos están ligeramente curvadas en toda su longitud, y muchos casos se inclinan bruscamente en sus extremos (Rosen y Bailey op. cit.).

En cuanto al sistema gonopodial tenemos que: el gonopodio es alargado, los radios que forman el gonopodio están en un mismo plan, no imbricados para formar un tubo cerrado. El extremo del quinto radio y de la rama posterior del cuarto sólo con vestigios de un pequeño gancho retorcido. La rama anterior del cuarto radio, sin nódulo abultado; siempre sin espinas en el borde posterior del quinto radio; cuarto y quinto radios contiguos o casi contiguos en la parte distal, nunca separados por una hendidura en la membrana; segmento terminal del cuarto radio muy aumentado; borde posterior del mismo radio con numerosos dientes de sierra, y su borde anterior, corrugado (Alvarez del Villar, 1970).

Los organismos de la especie *Heterandria bimaculata* son peces pequeños, el tamaño máximo es de 6 a 7 cm, la altura máxima del cuerpo es de 3 a 4 veces menor que la longitud estandar. La altura mínima de pedúnculo caudal es de 1.3 a 1.6 veces menor que la longitud cefálica, asimismo, la distancia interorbital es de 1.7 veces menor que ésta. La aleta dorsal tiene de 11 a 17 radios, la anal de 8 a 12 radios, y posee de 28 a 31 escamas en una serie longitudinal. Son de color pardo u oliváceo, algunas o todas las veces con el margen más oscuro. Generalmente tienen una mancha oscura por encima de los pectorales y otra en la parte superior del pedúnculo caudal (Alvarez del Villar, op. cit.).

En su gonopodio, el segmento terminal del cuarto radio anterior es elongado, su punta esta fuertemente arqueada, como un gancho o a manera de una letra "J", además lo cubre la membrana; el margen anterior presenta prominencias como quillas; el cuarto radio posterior no alcanza la punta curvada del gonopodio.

En cuanto a su distribución geográfica, esta especie tiene su límite norte incierto, pero no se extiende a la Cuenca del río Nautla; se distribuye en los ríos Misantla, Blanco, Papaloapan, Coatzacoalcos y Sarabia, siendo éste su límite sur en el Edo. de Oaxaca, en elevaciones que van desde cerca del nivel del mar hasta al menos 1430 m.s.n.m. (Miller, op. cit.).



Macho de *Heterandria bimaculata* y gonopodio.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL :

Determinar el crecimiento, aspectos reproductivos y alimentación de la especie *Heterandria bimaculata*, así como su relación con el medio ambiente.

### OBJETIVOS PARTICULARES:

- 1.- Determinar la abundancia relativa de la especie, de manera espacial y temporal en la laguna.
- 2.- Estimar la época de reproducción, a través de la madurez gonádica y de la presencia de larvas en proceso de desarrollo intrauterino.
- 3.- Determinar el espectro trófico de la especie en estudio.
- 4.- Determinar la edad y crecimiento de los peces.
- 5.- Analizar las posibles relaciones interespecíficas.
- 6.- Analizar la influencia de las características ambientales sobre esta especie.

## AREA DE ESTUDIO

### LOCALIZACION

La laguna "El Rodeo" esta situada en el municipio de Miacatlán en la parte occidental del Edo. de Morelos, al suroeste de la ciudad de Cuernavaca. Se encuentra entre las coordenadas 99° 19' 45" longitud oeste y 18° 46' 30" latitud norte, a 1,100 msnm (FIGURA 1) (S.A.R.H., 1971). Tiene como vía de acceso la ciudad de Cuernavaca por la autopista No. 95 hacia Iguala Gro., hasta la caseta de cobro Alpuyeca, ahí se continua por la carretera estatal No. 92 hasta llegar a la laguna.

### CLIMATOLOGIA

El clima de la región, según la clasificación de Köppen modificada por García (1980) es Aw' (w) (i) g, es decir, cálido subhúmedo con lluvias en verano, con canícula y un porcentaje de lluvias invernales de 5-10.2%. La precipitación mínima se registra en los meses de diciembre, febrero y marzo con un valor menor de 5 mm; la máxima se presenta en los meses de junio a septiembre con lluvias que oscilan entre 190 y 200 mm. La precipitación media anual es de 1,200 a 1,500 mm.

La temperatura media anual es de 24 a 26 °C; la máxima es de 37.5 °C en los meses de abril y mayo y la mínima de 20 a 21 °C en enero y diciembre.

Se presentan vientos irregulares y predominan los del noreste durante los meses lluviosos y son poco intensos a causa de las montañas circundantes (velocidad media 2.2 m/seg y raras veces alcanza los 10 m/seg).

Las granizadas y temporales son raras pero resultan dañinas para los cultivos (Detenal, 1979).

### HIDROLOGIA

La laguna "El Rodeo" forma parte del sistema hidrológico del río Amacuzac, que es la principal corriente de la región. El principal flujo de agua a la región proviene del río Tembembe, el cual nace en la vertiente sur del macizo de Zempoala, es un río torrencial caracterizado por un caudal durante la época de mayor precipitación y cuya cuenca es de pendiente muy pronunciada y escabrosa. Un ramal del río alimenta a la laguna por medio del canal "Perritos", que deriva por la margen izquierda del río Tembembe el cual tiene 6.5 Kms. de longitud y 6 m<sup>3</sup>/seg de capacidad de conducción. Las aguas de descargo, además de irrigación sirven mediante otro canal para



alimentar a la laguna de Coatetelco. La capacidad total del vaso es de 28 millones de m<sup>3</sup> (Bautista y Alvarez, 1986)

#### VEGETACION

La zona Este que rodea la laguna, presenta vegetación tipo selva baja caducifolia secundaria, la parte Norte presenta manchones de pastizal Inducido para el uso pecuario. La mayor parte de tierras cultivables que rodean a la laguna son para uso agrícola de temporal. Entre la vegetación natural se encuentran solo algunos manchones de especies de ciruelo (*Spondias purpura*), copal (*Bursera excelsa*), amate (*Ficus sp., F. petiolaris*), casahuate (*Ipomea sp., I. wolcottian*) y huizache (*Acacia farnesiana, A. constricta*) (DETENAL, op. cit.).

#### GEOLOGIA

La formación de las cuencas se debió a la disolución, dolinas en calizas, hechas por las abundantes corrientes subterráneas de la zona, esto originó un hundimiento que dió lugar a dicha formación. Se considera que esta masa de agua en su asentamiento no posee filtraciones de agua importantes. Las rocas del lugar son de tipo sedimentarias clásticas y proceden de la Era Cenozoica, período Terciario (López, 1972).

#### SUELO

Las unidades edáficas dominantes son el vertisol pélico y el feozem háplico propicios para la agricultura, encontrados principalmente al norte y al sur de la laguna. En los entornos existen suelos semimaduros de la serie Temixco, que son suelos de textura migajon-arcilloso-limoso coluviales que presentan acarreo de material fino, que aunque son los mejores suelos del distrito de riego se hallan empobrecidos debido al monocultivo de caña de azúcar, maíz y frijol.

La profundidad efectiva del suelo es de 13 cm. sujeto a un drenaje intenso, con pendiente moderada de 6%, la salinidad es normal y la erosión aumenta con el desmonte (DETENAL, op. cit.).

#### USO DEL SUELO

Se practica la agricultura manual, estacional para el desarrollo de los cultivos por labranza; su aptitud es baja, su aplicación del riego no apta; régimen de humedad disponible, subhúmedo.

Entre otros cultivos se realiza la siembra de árboles frutales como guayabas y mangos en la parte noreste de la laguna y de jamaica en la parte Este. También se cultiva jitomate, maíz, chile, ajonjolí, haba, sorgo y en forrajes de riego; alfalfa, trebol y soya (DETENAL, op. cit.).

#### TOPOGRAFIA

La zona pertenece a la provincia de la Sierra Madre del Sur, subprovincia de sierras y valles guerrerenses. Se halla en una gran meseta calcárea con cañadas rodeadas por las serranías de "Los Perros" y "Las Palmas".

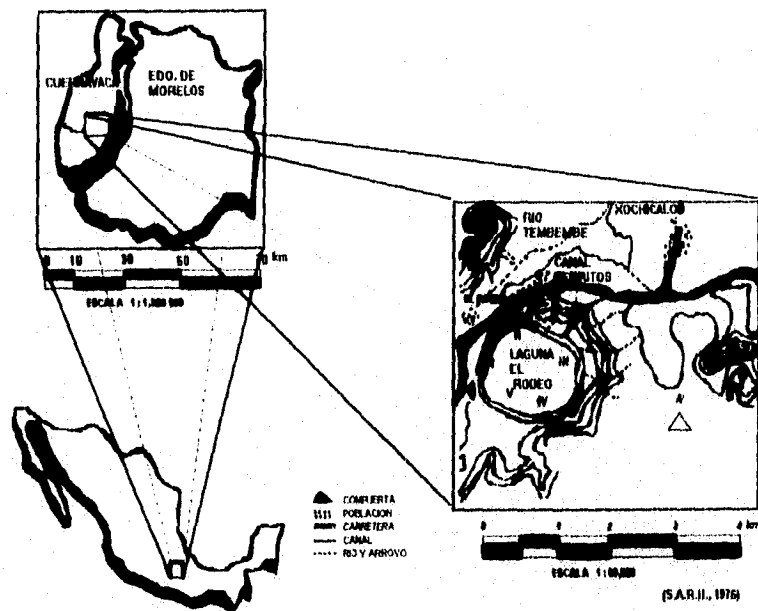


FIGURA 1. AREA DE ESTUDIO

## MATERIAL Y METODO

El trabajo realizado se dividió en las siguientes etapas:

### a).- CAMPO

Se efectuaron muestreos mensuales en la zona de estudio de diciembre de 1986 a diciembre de 1987. En el primer muestreo se realizó la prospección del área para determinar las estaciones de muestreo (FIGURA 1). En cada estación de muestreo se registró la hora, temperatura ambiente, porcentaje de nubosidad y la dirección e intensidad del viento. Posteriormente se tomaron muestras de agua en tres niveles (superficial, medio y profundo), con la botella Van-Dorn de 3 L. de capacidad, de la cual, se vertía una parte en una botella DBO de 300 ml de capacidad para determinar el oxígeno disuelto por medio del método de Winkler con la modificación de azida de sodio (A.P.H.A., 1981), y posteriormente se llenaba una botella de polietileno de 1 litro de capacidad, *in situ* se tomaba la temperatura del agua con un termómetro de  $\pm 0.1$  °C de precisión, el pH con un potenciómetro de campo marca Coming y posteriormente se realizaban los análisis de CO<sub>2</sub> libre, alcalinidad y dureza, por medio de métodos: volumétricos, complejométricos y de indicadores respectivamente (A.P.H.A., *op. cit.*).

Una vez efectuado esto se obtenía la captura de los organismos con ayuda de un chinchorro playero de 30 m de largo, 1.5 m de ancho y con una luz de malla de 0.01m.

Todos los organismos colectados se colocaron en bolsas de plástico negro, las cuales contenían solución de formalina al 4%, neutralizada con borato de sodio para su fijación. A todos los organismos colectados se les hizo la siguiente biométrica (en mm), con la ayuda de un vernier de acuerdo a Alvarez del Villar, (1970).

-Longitud total (Lt), medida mayor desde la parte media del labio superior de la boca, hasta la parte más distante de la aleta caudal.

-Longitud patrón (Lp), es la dimensión comprendida entre la parte central del labio superior de la boca y la base de la aleta caudal.

-Altura del cuerpo (A), es la mayor distancia entre el perfil dorsal del cuerpo y el ventral, a nivel del margen anterior de la primera espina dorsal.

Además se tomó el peso total (Pt) en decigramos: con una balanza granataria de  $\pm 0.1$  g de precisión.

#### b).- LABORATORIO

Los peces colectados se lavaron con agua y se introdujeron en una solución de alcohol etílico al 70% con el fin de que se conservaran lo mejor posible para su determinación taxonómica, la cual se realizó con la ayuda de las claves de Alvarez del Villar (*op. cit.*), Eddy and Underhill (1979), Rosen y Bailey (1963), Miller (1974) y con manuscritos realizados por Gaspar (*op. cit.*).

Del total de organismos colectados se seleccionaron aproximadamente el 30% con el fin de extraer estómago y las gónadas, colocándolas en frascos entomológicos conteniendo una solución de formalina neutralizada con borato de sodio, para su posterior utilización.

A todos los organismos se les determinó el sexo de acuerdo a las características secundarias que muestran estas especies (Alvarez del Villar, *op. cit.*)

A los peces se les quitaron algunas escamas para la determinación de su edad, obteniéndolas principalmente de la parte media del cuerpo, por arriba de la línea lateral, lavándolas con agua y tratándolas después con KOH al 5 % (Laevaslu, 1971), posteriormente se colocaron entre portaobjetos y se etiquetaron. Las escamas así tratadas se examinaron con la ayuda de un proyector, el cual amplifica las imágenes, para realizar la identificación de anillos de crecimiento (Bagenal and Techs, 1978).

La determinación cualitativa del contenido estomacal se realizó por el método de porcentaje en frecuencia y composición del alimento (Yañez-Arancibia, 1976) utilizando un microscopio de contraste de fases.

Los estadios de madurez gonádica se determinaron aplicando la escala empírica de Nikolsky (1963), proponiendo aquí una modificación, ya que como esta especie es vivípara no existen tablas en las que se puedan apoyar para determinar sus estadios gonádicos.

Se obtuvo el promedio mensual de ovocitos individualmente por conteo directo.

#### c).- GABINETE

1).- Se determinó la composición y proporción sexual, calculando su porcentaje mensual y total.

Para el análisis reproductivo se elaboraron tablas y gráficas de la frecuencia mensual de cada fase gonádica, así como de la relación que guardan la talla de los organismos con su fase gonádica.

Se aplicó el análisis de ji-cuadrada para comprobar si la proporción sexual es 1:1, es decir, si sigue el comportamiento mencionado por Nikolsky (*op. cit.*).

Fórmula:

$$ji - cuadrada = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$O_i$  = datos observados.

$E_i$  = datos esperados.

## 2).- Relación peso-longitud.

Para esta relación se utilizó la expresión potencial citada por Lagler (1952):

$$Pt = a Lp^b$$

Pt = peso total (dg)

Lp = longitud patrón (mm)

a = ordenada al origen

b = pendiente

Para la obtención de los valores de "a" y "b" se realizaron ajustes por medio de mínimos cuadrados (regresión lineal), empleando la transformación logarítmica de la fórmula anterior:

$$\log Pt = \log a + b \log Lp$$

Se realizó un análisis de t-student (Marques de Cantú, 1991) para determinar el tipo de crecimiento de estos organismos (isométrico,  $b=3$  o alométrico,  $b \neq 3$ ) (Wootton, 1992).

## 3).- Determinación de la edad y ritmo de crecimiento.

Se realizaron gráficas de la distribución de la frecuencia de longitud patrón entre los individuos capturados. De acuerdo a la distribución de frecuencias de tallas, fue posible la aplicación del método de Petersen (1992), Cassie (1954) y Bhattacharya (1957). Además se utilizó el método de lecturas de escamas en donde se aplicó la fórmula de Lea (1910), modificada por Frase, 1916 y Lee, 1920 (in: Bagenal and Tesch, op cit.).

$$\ln a = \frac{Sn}{S} (l - a)$$

$l_n$  = longitud del pez al formarse el anillo "n"

$S_n$  = radio del anillo "n"

$S$  = radio total de la escama

$l$  = longitud actual del pez

$a$  = factor de correlación de Lee.

Para establecer el ritmo de crecimiento de la especie en estudio se utilizó el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (1938) en la forma propuesta por Beverton y Holt (1957) y cuya expresión es la siguiente:

$$l_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t - t_0)})$$

Donde:

$l_t$  = longitud a la edad "t"

$L_{\infty}$  = longitud máxima teórica

$k$  = constante de crecimiento

$t_0$  = edad teórica a la que inicia el crecimiento ( $l_t = 0$ )

$t$  = edad a la que queremos saber el valor de  $t_0$

Y para la ecuación de crecimiento ponderal se tiene:

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-k(t - t_0)})^b$$

Para estimar  $L_{\infty}$  se empleó el método de Ford-Walford (1946) (In Ricker, 1976), basado en la expresión:

$$l_{t+1} = L_{\infty} (1 - e^{-k}) + l_t (e^{-k})$$

Esta ecuación es la de una recta, donde  $l_t$  es la longitud a la edad "t" y  $l_{t+1}$  es la longitud a la edad  $t+1$ . El valor de  $L_{\infty}$  está dado por el punto donde estas variables poseen la misma magnitud, es decir, donde la línea de Walford intercepta a la bisectriz.

En el cálculo de  $t_0$  se utilizó la siguiente expresión:

$$t_0 = t + \frac{1}{k} \left( \frac{\ln(L_{\infty} - l_t)}{L_{\infty}} \right)$$

Esta ecuación también representa una línea en la cual, gráficamente el logaritmo natural (ln) del cociente  $(L_{\infty} - L_t) / L_{\infty}$  contra la edad "t" y ajustando los puntos por mínimos cuadrados, se obtuvo el valor de la pendiente (recíproco negativo de la constante de crecimiento) (Gulland, 1971)

#### 4).- Fecundidad.

La fecundidad se realizó por conteo directo.

Con las siguientes ecuaciones se relacionó la fecundidad contra la longitud patrón y el peso total, con la finalidad de encontrar con cual de estos factores tiene una mayor relación, de acuerdo al valor de la pendiente obtenida (3 para Lp y 1 para Pt).

$$F = a X^b \quad (F \text{ vs. } Lp)$$

$$F = bX + a \quad (F \text{ vs. } Pt)$$

Donde:

F = Fecundidad.

a y b = constantes.

X = longitud patrón o peso total.

(Bagenal, op. cit.)

Para comprobar lo anterior se realizó la prueba estadística t-student (Marques de Cantú, op cit.).

#### 5).-Factor de Condición.

El cálculo del factor de condición se determinó mensualmente para hembras y machos, utilizando la fórmula:

$$K_n = \frac{\overline{Pt}}{a \overline{Lp}^b}$$

$K_n$  =Factor de condición de LeCreen

$\overline{Pt}$  =Peso total promedio (dg).

$\overline{Lp}$  =Longitud patrón promedio (mm).

a y b = constantes

6).-El espectro trófico fue gráfico con los datos obtenidos por medio del método de porcentaje en frecuencia de ocurrencia (Yañez-Arancibia, op. cit.), en forma total y para cada uno de los muestreos.

7).- Los parámetros físicos y químicos fueron tabulados y gráficos para su posterior utilización, tratando de investigar cual es la relación de estos con los organismos en estudio.



## RESULTADOS

### CLASIFICACION TAXONOMICA

La determinación taxonómica de la especie, se basó inicialmente en las claves taxonómicas de Alvarez del Villar (op. cit.) usando para su confirmación las claves propuestas por Rosen y Bailey (op. cit.), siendo *Heterandria bimaculata* la especie determinada.

Algunas de las características distintivas para reconocer a esta especie son: el gonópodo, la suspensión gonopódica, la osteología del cráneo, la aleta dorsal es de mayor tamaño y su origen es mas anterior, la mancha basicaudal es mayor, ancha y posterior y también por su conducta reproductora (Miller, op. cit.).

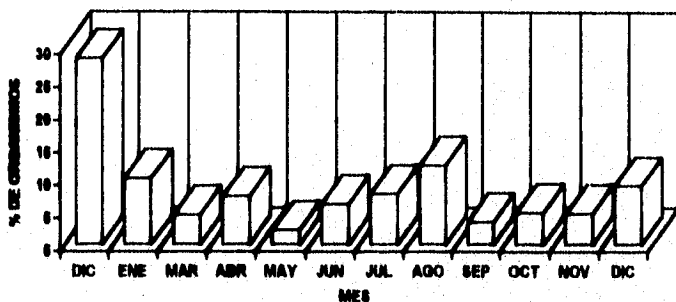
### CLASIFICACION:

Phylum:	Chordata
Subphylum:	Vertebrata
Superclase:	Gnathostomata
Clase:	Osteichthyes
Subclase:	Actinopterygii
Infraclass:	Neopterygii
División:	Alecostomi
Subdivisión:	Teleostei
Infra división:	Euteleostei
Superorden:	Acanthopterygii
Orden:	Cyprinodontiformes
Suborden:	Cyprinodontoides
Familia:	Poeciliidae
	(Nelson, 1984)
Tribu:	Heterandriini
Genero:	<i>Heterandria</i>
Subgenero:	<i>Pseudoxiphophorus</i>
Especie:	<i>H. bimaculata</i> (Heckel, 1848)
	(Rosen and Bailey, op cit)

En el periodo de diciembre de 1986 a diciembre de 1987, se realizaron doce colectas, una cada mes, en cinco estaciones (FIGURA 1), para así poder obtener el ciclo anual de la especie en estudio.

**ABUNDANCIA:**

El número total de organismos capturados fue de 1452; 519 fueron machos (35.74 %) y 933 hembras (64.26 %). El porcentaje de organismos capturados por muestreo se representan en la FIGURA 2. El mes donde se capturo la mayor cantidad de organismos fue en diciembre del 86 con 412 ejemplares (28.37 %), mientras que en mayo el número de ejemplares fue menor, 31 (2.14 %).



**FIGURA 2.** Abundancia relativa por muestreo.

Por otra parte, en la estación V se capturaron la mayor cantidad de organismos, correspondiendo un 63.91 % de la captura total, mientras que en la estación IV se presentó una menor cantidad de organismos, (7.23 %). (FIGURA 3)

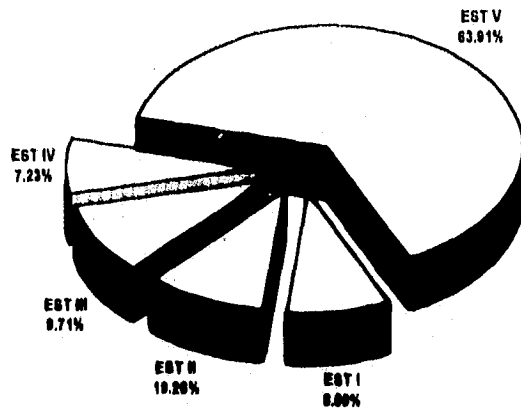


FIGURA 3. Abundancia relativa por estación.

Existe una distribución multimodal tanto para hembras como para machos, detectando las tallas más pequeñas en los meses de enero y diciembre, para ambos sexos, y siendo julio el mes donde se capturaron organismos con tallas promedio mayores que todos los meses para ambos sexos (FIGURAS 4 y 5). La amplitud de tallas para machos se encontró entre 17 a 60 mm y para las hembras de los 10 a los 69 mm de longitud patrón.

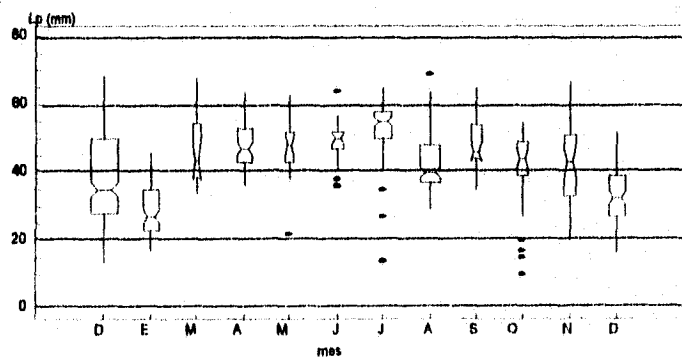


FIGURA 4. Variación de longitud patrón para hembras.

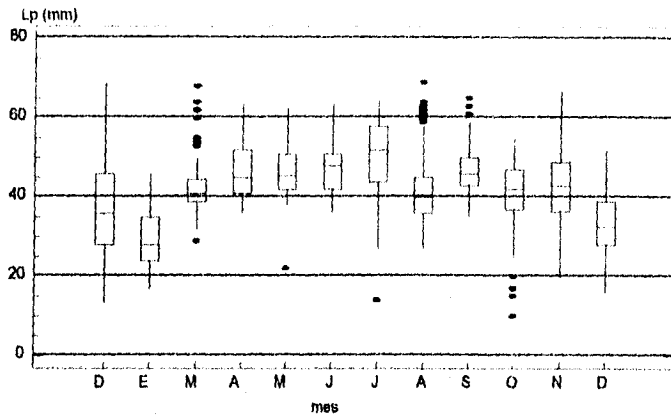


FIGURA 5. Variación de longitud patrón para machos.

**PROPORCIÓN DE SEXOS:**

La proporción de sexos en el transcurso de los muestreos realizados se mantuvo constante, existiendo una mayor proporción de hembras que de machos (2:1); sólo en el mes de marzo se presentó una proporción mayor para machos (1:2). (TABLA 1).

MES.	No. Org. Hembras	% Hembras	No. Org. Machos	% Machos	Proporción
Diciembre	254	61.74	159	38.26	2:1
Enero	69	60.00	57	39.04	2:1
Marzo	20	35.71	36	64.29	1:2
Abril	75	65.22	40	34.78	2:1
Mayo	23	76.67	7	23.33	3:1
Junio	41	70.89	17	29.31	2:1
Julio	66	69.05	43	30.94	2:1
Agosto	126	70.00	54	30.00	2:1
Septiembre	34	69.39	15	30.61	2:1
Octubre	38	64.29	32	45.71	1:1
Noviembre	43	63.24	25	36.76	2:1
Diciembre	64	72.31	26	27.69	3:1
<b>Total</b>	<b>933</b>	<b>64.26</b>	<b>519</b>	<b>35.74</b>	<b>2:1</b>
<b>Proporción Total</b>					<b>2:1</b>

TABLA 1- Proporción sexual por muestreo para *H. bimaculata*

El análisis estadístico ji-cuadrada dió como resultado que la proporción sexual para esta especie es de 2:1, siendo mayor el número de hembras.

#### RELACION PESO-LONGITUD.

A partir de los datos de longitud patrón (Lp) y de peso total (Pt) se realizaron los análisis de regresión para obtener los valores "a" y "b" de la ecuación longitud-peso, tanto para cada uno de los sexos, como para la población total.

Los resultados pueden observarse en la FIGURA 6 para hembras y en la FIGURA 7 para machos. De igual manera se tiene el apoyo de la gráfica de análisis de residuos y el análisis de varianza para cada grupo.

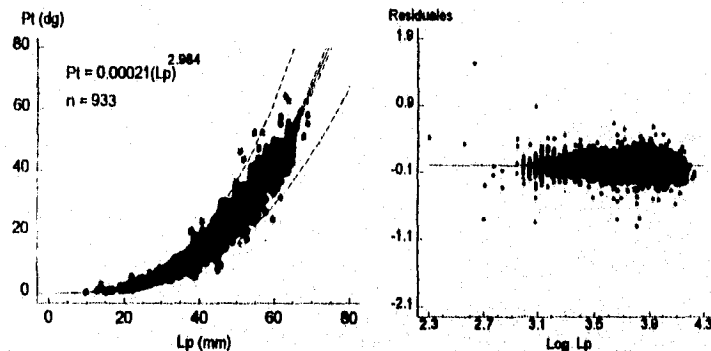


FIGURA 6. Relación Pt-Lp. para hembras y gráfica de análisis de residuos.

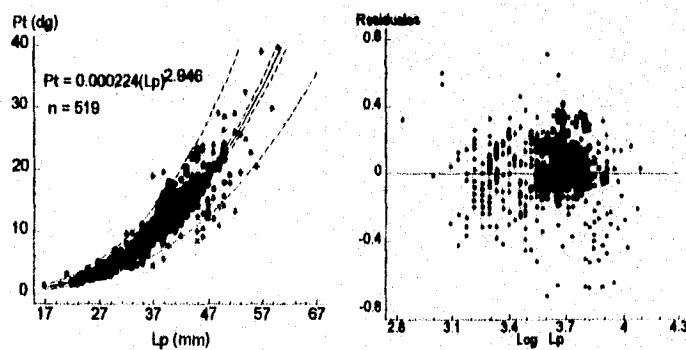


FIGURA 7. Relación Pt-Lp para machos y gráfica de análisis de residuos.

El valor de "b" es mayor y mas cercano al valor de 3 en hembras (2.984) que el calculado para machos (2.946). Para determinar el tipo de crecimiento que poseen cada uno de los grupos se sometieron a la prueba estadística t-student, aceptando la hipótesis alternativa en ambos casos (TABLA 2).

H0: b = 3 Ha: b ≠ 3 α = 0.05	
Hembras:	Machos:
n = 933	n = 519
t calc. = - 19.863	t calc. = - 139.866
b = 2.984	b = 2.946
t teo. = 1.6449	t teo. = 1.6449
Decisión: b ≠ 3	Decisión: b ≠ 3

TABLA 2. Prueba de hipótesis para determinar el tipo de crecimiento.

### CRECIMIENTO

Para determinar las edades se utilizaron los métodos indirectos de Petersen (1892), Cassle (1954) y Bhattacharya (1967), y el método directo por lectura de anillos de escamas. Los datos obtenidos para cada uno de los métodos se pueden observar en la siguiente TABLA 3

Edad	PETERSEN		BHATTACHARYA		ESCAMAS	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
1+	15.50	27.50	18.08	23.53	20.24	15.08
2+	26.50	41.50	27.90	25.62	30.51	30.13
3+	40.50	45.50	40.01	42.01	42.92	44.88
4+	44.50	51.50	49.78		53.08	55.54
5+	50.50		57.44		60.00	58.33
6+	58.50		64.28			64.00

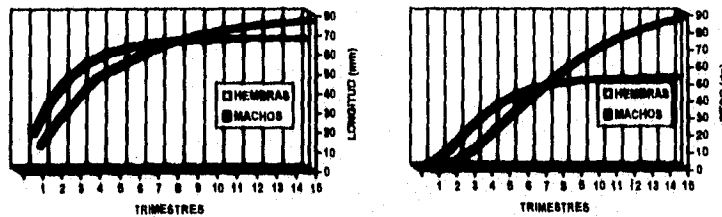
TABLA 3. Datos obtenidos para la determinación de edad en *H. bimaculata*.

El método de lectura de escamas fue el que se ajustó en mayor grado a las constantes de crecimiento y peso de los organismos en estudio. A partir de este método se obtuvieron la lectura de 5 años de crecimiento para hembras y 6 anillos para machos. De estos datos se obtuvieron las ecuaciones de crecimiento de von Bertalanffy tanto para longitud como para peso para cada sexo. (TABLA 4)

Hembras	$L_t = 76.678 \cdot (1 - e^{-(0.2275) \cdot t}) \cdot (1 - 0.2542)$
	$P_t = 97.86 \cdot (1 - e^{-(0.2275) \cdot t}) \cdot (1 - 0.2542) \cdot 2.984$
Machos	$L_t = 66.027 \cdot (1 - e^{-(0.4727) \cdot t}) \cdot (1 - 0.3539)$
	$P_t = 51.38 \cdot (1 - e^{-(0.4727) \cdot t}) \cdot (1 - 0.3539) \cdot 2.946$

TABLA 4- Ecuaciones de Von Bertalanffy para hembras y machos.

La tasa de crecimiento (valor de "k") es mayor para los machos (0.4727) que la que presentan las hembras (0.2275). La FIGURA 8 corresponde a las curvas de crecimiento en longitud patrón para hembras y machos, mientras que la FIGURA 9 corresponde a las curvas de crecimiento en peso total también para ambos sexos, observándose que existen diferencias apreciables. En cada una de las gráficas se encuentran los valores asíntóticos tanto para peso como para longitud.



FIGURAS 8 y 9. Curvas de crecimiento para hembras y machos de longitud patrón y peso total respectivamente.

#### REPRODUCCION.

La madurez gonádica de los organismos, se determinó mes a mes, basándose en las claves propuestas por Nikolsky (1963), pero para los peces en estudio, como para todos los que comprende la Familia: Poeciliidae; que son vivíparos, se modificaron para adecuarlas a los ejemplares (ANEXO. 1).

La madurez gonádica se analizó durante el periodo en estudio. Se pudo observar que en todos los meses se encontraron organismos con estadios gonádicos del I al IV, con excepción del mes de

junio en donde solo aparecen estadios del I al III, y en los meses julio y septiembre aparecen en mayor proporción los estadios mas avanzados (estadios IV y V) (FIGURA 10).



FIGURA 10. Porcentaje de estadios gonádicos mensual.

La FIGURA 11 representa la longitud patrón contra la madurez gonádica, en donde se pudo determinar cuales son las tallas en donde los organismos alcanzan su maduración sexual, es decir, en que momento son capaces de reproducirse. Los machos alcanzan dicha etapa en menor longitud, entre los 27 y 31 mm., mientras que las hembras lo comienzan alrededor de los 33 a 35 mm.

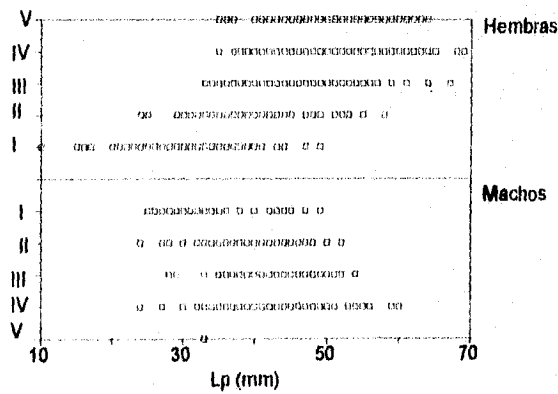


FIGURA 11. Relación longitud-madurez gonádica.



## INDICE DE FECUNDIDAD

El índice de fecundidad se determinó a partir del análisis de ovarios de 206 hembras, cuyo número de óvulos estuvo dentro de una amplitud de 9 a 67.

Los resultados se contrastaron con la prueba estadística t-student, rechazándose la hipótesis nula para ambos casos, sin embargo se puede considerar que existe una mayor relación con el peso en función del coeficiente de determinación. (TABLA 5).

Para longitud	Para peso
Ho: = $b = 3$	Ho: = $b = 1$
Ha: = $b \neq 3$	Ha: = $b \neq 1$
$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.05$
$b = 2.43$	$b = 0.91$
t cal. = -1.79	t cal. = -0.16
t teo. = 1.6449	t teo. = 1.6449
$r^2 = 0.48$	$r^2 = 0.97$

TABLA 5. Contraste de hipótesis para las relaciones fecundidad-longitud y fecundidad-peso.

## FACTOR DE CONDICION

Se calculó el factor de condición de los organismos, tanto para hembras como para machos, y se encontró que en diciembre del 66 dicho factor presentó el valor más alto, siguiendo los meses de julio y agosto, comportándose de igual manera para ambos sexos. Los valores mínimos se presentaron en los meses de enero y mayo (FIGURA 12).

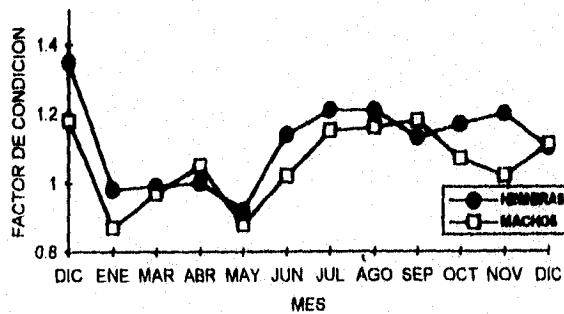


FIGURA 12. Factor de condición mensual para ambos sexos.

El factor de condición se relacionó con algunos parámetros físicos y se encontró que está mas relacionado con la temperatura (FIGURA 13)

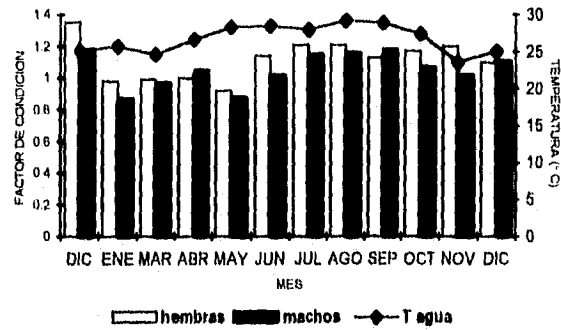


FIGURA 13. Relación entre el factor de condición y la temperatura.

### CONTENIDO ESTOMACAL

El análisis de contenido estomacal se obtuvo por medio de la observación al microscopio de los tractos digestivos. Los items encontrados son los siguientes: zooplancton (cladóceros y cópepodos), fitoplancton (*Cyclotella*, *Navicula*, *Pinnularias*), restos vegetales (gramíneas), materia orgánica no identificada -M.O.N.I.- y restos de insectos (arácnidos, coleópteros, dípteros e himenópteros). Los porcentajes de los diferentes componentes se representan en la figura 14.

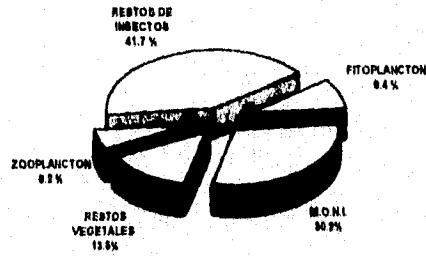


FIGURA 14. Porcentaje de contenido estomacal.

El análisis del contenido estomacal se registró cada mes (FIGURA 15), en la cual se nota la variación del alimento en el transcurso del año. El consumo de insectos aumenta de acuerdo a la existencia de estos de junio a septiembre.

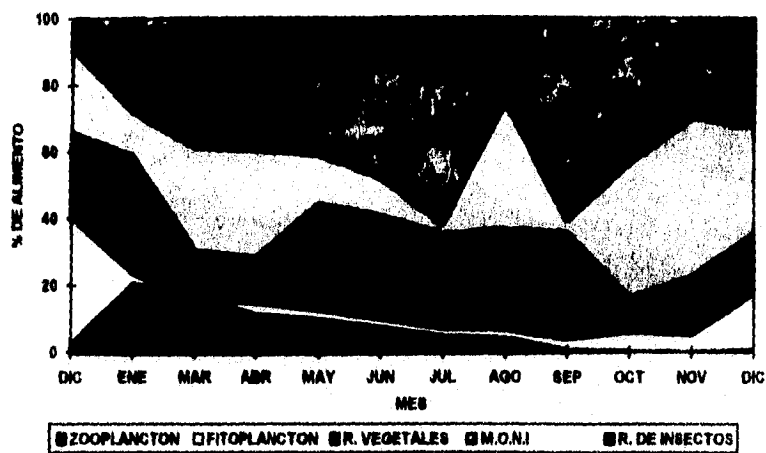


FIGURA 15. Porcentaje mensual de grupos alimenticios para *H. bimaculata*

#### RELACIONES INTERESPECIFICAS

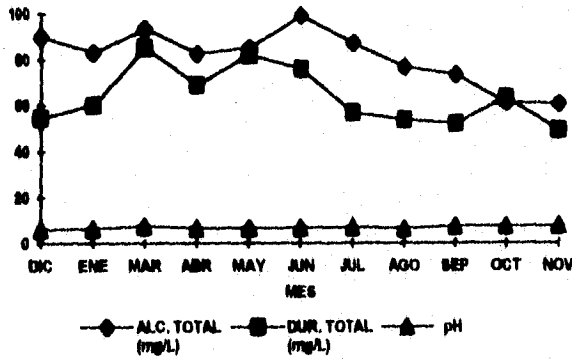
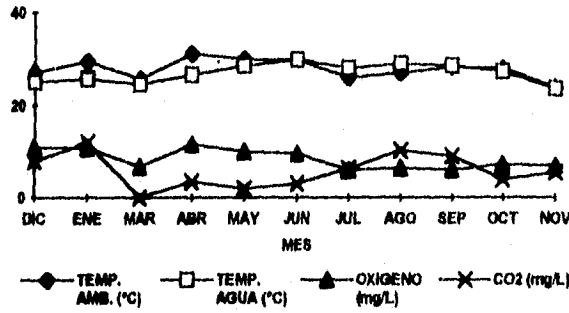
En los muestreos realizados en el periodo de estudio la especie con mayor abundancia relativa fue *Oreochromis mossambicus* por lo que se analizó las posibles relaciones con ésta, por lo cual se construyó la tabla 6, es decir tratando de encontrar una posible zonificación de ambas especies en función precisamente de su abundancia por estación.

Estación	Tilapia	Guppy
I	2 %	6.9 %
II	28 %	10.3 %
III	65 %	9.7 %
IV	3 %	7.2 %
V	2 %	63.0 %

TABLA 6. Porcentaje de abundancia por estación de guppy y de tilapia.

PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS

Todos los parametros físicos y químicos que fueron considerados durante todo el periodo de estudio se encuentran representados en las FIGURAS 16 y 17.



FIGURAS 16 y 17. Promedios mensuales de los parámetros físicos y químicos de la laguna.

## ANALISIS DE RESULTADOS

### ASPECTOS TAXONOMICOS

Una de las características distintivas en los machos de la familia Poeciliidae es la modificación de la aleta anal en un órgano intromitente (gonopodio). Esta es una característica por la cual se puede diferenciar a esta familia con respecto a los pertenecientes de la familia Goodeidae, por ser peces vivíparos que también poseen una modificación en la aleta anal, pero esta es sólo un órgano conductor de esperma más que un órgano intromitente y las características distintivas no solamente son externas sino también a nivel óseo. En la familia Poeciliidae, el tamaño de los dos primeros radios se reducen a veces hasta el extremo de que desaparece el primero; los radios contiguos, tercero, cuarto y quinto se alargan y cada uno se divide en dos ramas, una anterior y otra posterior. Las ramas están formadas por segmentos perfectamente perceptibles, y algunos de ellos son estructuras a manera de espinas o espínulas, ganchos, dientes de sierra, "garras" y otros (Alvarez de Villar, op.cit.).

El principal órgano que permitió determinar la especie en estudio fue el gonopodio, sus características son las siguientes:

- 1.- El segmento terminal del cuarto radio anterior es elongado.
- 2.- Su punta está fuertemente arqueada (en forma de "J").
- 3.- Está totalmente cubierto por una membrana., (Miller, op. cit.).
- 4.- Suspensión gonopodica.

Con base a lo anterior se definió a la especie como *Heterandria bimaculata*, y se confirmó su presencia en la laguna mediante el reporte realizado por Gaspar (op. cit.).

### ABUNDANCIA

La abundancia de individuos de una población animal, es un importante indicador de una serie de problemas ecológicos, tanto de carácter físico del ambiente como de sus relaciones con otras poblaciones (Ravinovich, 1980).

Según lo anterior, la población en estudio siguió un comportamiento acorde a las características ambientales que prevalecieron en el área de estudio; en invierno se detectó la mayor abundancia (diciembre y enero) que representó el 47.57 % del total capturado. En primavera el porcentaje capturado fue 13.91 %; debido a que en este periodo el volumen de agua de la laguna disminuyó (1/3 de su capacidad total) y como consecuencia se registró un aumento en la concentración de

sales, temperatura del agua y posiblemente una disminución en la cantidad de alimento. Otra de las causas de mínima captura en esta temporada fueron los problemas presentados al realizar los arrastres, ya que el tiempo utilizado para cada uno fue mayor por las condiciones irregulares del terreno -fangoso y rocoso- lo cual hacía difícil el libre movimiento del arte de pesca. En verano el volumen de la laguna aumentó considerablemente (3/4 de su capacidad), aumentando relativamente la cantidad de peces (25.83 %), así mismo, los sitios de muestreo presentaron una mayor profundidad con poca pendiente (< 5 %) y es probable que el incremento de la población se deba a una mayor cantidad de alimento disponible (Marshall, 1971), como se observa en la figura 15 referente al análisis de contenido estomacal.

En otoño la cantidad de peces capturados disminuyó en forma aparente, esto debido presumiblemente a la luz de malla del chinchorro, siendo que gran parte de los mismos fueron de tallas menores a dos centímetros, ya que a fines de verano y principio de ésta, se llevó a cabo la época reproductiva. Por otra parte, al realizar el análisis por sitios de colecta se encontró que la abundancia de la especie fue mayor en la estación V (83.8%); área en donde se observó una gran cantidad de insectos, la proliferación de estos se puede deber a la presencia de asentamientos humanos, causado por la cantidad de materia orgánica depositada. En los otros sitios, la abundancia de estos peces es similar ya que en general las características de estas estaciones son semejantes (poca cantidad de insectos y nula presencia de asentamientos humanos), y aunque la temperatura sea un factor que influye en la distribución espacial, parece ser que está en función del grado de perturbación del medio acuático debido a que la laguna se utiliza como área de recreo, aseo personal y como abrevadero del ganado.

#### PROPORCIÓN DE SEXOS

El dimorfismo sexual que se presenta en *H. bimaculata* es bastante evidente, en el macho la aleta anal se modifica en un órgano intromitente (gonopodio) y en hembras dicha aleta conserva su forma original (forma de abanico), no existiendo problemas para la identificación de los sexos.

Esta especie no sigue el comportamiento referido por Nikolsky (op. cit.), que considera que la proporción sexual óptima es 1:1. De acuerdo con los resultados obtenidos durante el estudio, las hembras prevalecieron sobre los machos, la población de *Heterandria bimaculata* tiene como constante la relación 2:1 (lo cual se apoyó en los resultados obtenidos por la prueba ji-cuadrada). Esta proporción asegura la posibilidad de encuentro para una reproducción efectiva, por lo que se puede considerar que una pequeña proporción de machos en la mayoría de los poblados, probablemente no tenga impacto sobre los niveles de población debido a la territorialidad que existe en la competencia macho-macho, lo que conduce a la presencia de machos dominantes

que pueden fertilizar varias hembras, reafirmando el porque la existencia de una menor proporción de machos. La proporción mostrada por la especie en estudio sigue el comportamiento de otras especies de la misma Familia, como es el caso de *Poecilia orri* y *P. velifera* y de *Belonesox belizanus* cuya proporción es de 3:1 y que evita la competencia entre machos (SEPESCA, 1994). Por otra parte, es posible que la menor captura de machos fue el arte de pesca utilizado, es decir, la luz de malla del chinchorro, ya que se recomienda una atarraya mono filamento nylon de 3/8" de luz de malla y 6 pies de altura o un chinchorro de 3 m de caldo y 10 m de largo, con paño de hilo tejido y tratado, con luz de malla 3/8" (SEPESCA, 1994), con lo que se asegura una captura con mayor efectividad incluyendo organismos de la tallas menores.

#### RELACION PESO-LONGITUD

El crecimiento de los tejidos y de los órganos puede darse en menor o mayor grado en las distintas partes del organismo en desarrollo y recibe el nombre de crecimiento diferencial o alométrico con cambios cualitativos y cuantitativos en la estructura y composición de un animal. Los cambios se manifiestan en la forma del cuerpo; variación en peso y longitud y al relacionar ambas se puede conocer el tipo de crecimiento que posee la especie, en función del valor de la pendiente que se obtiene, Lagler (1978) indica que dicho valor fluctúa entre 2.5 y 4.0. Para el caso de *H. bimaculata* el valor de la pendiente fue menor de 3 para ambos sexos considerandolos como organismos con crecimiento de tipo alométrico negativo, es decir, existe un mayor crecimiento en longitud que en peso.

Este tipo de crecimiento esta relacionado con adaptaciones en función de la relación depredador-presa y con la capacidad reproductora de la especie. Esto no significa que las adaptaciones solo benefician al organismo que este actuando como presa sino que existe lo que se denomina como coevolución, que se da a lo largo del tiempo y por las adaptaciones que se den en un organismo alteran de alguna u otra forma al otro (Planka, 1982). En este caso el crecimiento en longitud esta en función de evitar la depredación, ya que al alcanzar una mayor longitud, existe una mayor dificultad para capturarlos y ser comidos por los depredadores.

Es posible que el crecimiento mayor de las hembras con respecto a los machos se deba a los cuidados maternos que tiene estas con sus crías, o sea, que debido a la viviparidad que presentan puedan tender a que entre mas grandes sean, su fecundidad aumente.

Se puede considerar desde el punto de vista de explotación como ventaja el conservar hembras de mayor talla para obtener un mayor número de organismos evitando que existan más de 1 macho por 2 hembras como anteriormente se señaló.

Por otra parte, el peso que las hembras alcanzan puede ser afectada por el número y tamaño de ovocitos en las gónadas, es decir, que a mayor talla del organismo el peso de las gónadas aumenta como es citado por Bagenal y Tech (op. cit.), además el contenido de alimento en el tracto digestivo, puede afectar el peso del organismo en las diferentes etapas de su vida, es decir, su alimentación esta en función del tamaño de los organismos que consumen.

Por lo anteriormente citado se puede inferir el porque existe un "mayor" error en el análisis de residuos obtenido para las hembras en comparación con el de los machos.

### CRECIMIENTO

De los métodos utilizados para determinar las clases de edad, la lectura de anillos formados en las escamas, se ajustó en mayor grado a los valores esperados para la especie en estudio. En el caso del método de Petersen al realizar los gráficos correspondientes no se encontraron representadas todas las tallas; esto a consecuencia del arte de pesca utilizado, ya que los peces de menor talla no eran capturados, además de los problemas que se presentaron en el momento de los arrastres (irregularidades del terreno y tiempo de arrastre). En el caso del método de Cassle al representar los valores calculados en el papel probabilístico, no se marcaban de forma definida los puntos de inflexión para obtener las clases de edad por lo que este se descartó. Para el método de Bhattacharya se encontraron de igual manera diferentes clases de edad debido probablemente a la subjetividad del método para determinar dichas clases por medio de la unión de los puntos para calcular las edades, por no estar representadas todas las tallas en los muestreos.

El tipo de escamas que poseen los "guppys" son de tipo cicloidea y el crecimiento de las escamas no es homogéneo (en cuanto a la influencia del ambiente) por lo que refleja el estado de nutrición del pez en el transcurso de las estaciones (Weatherly, 1967); asimismo las zonas de mayor calcificación corresponden a los periodos de sobrealimentación e inversamente, para las zonas de menor calcificación; el número y anchura están relacionadas con la edad y el ritmo de crecimiento (Grasse, 1976), aparte del factor temperatura la formación de anillos está afectado de igual manera por otros factores dentro de los que destacan: el alimento (cantidad y calidad), la competencia y la densidad (Brett, 1979; Meffe, 1989). Wootton (1990), señala que el crecimiento está en función de la energía y nutrientes provistos por la comida. sugiere que el efecto de la densidad de peces sobre la tasa de crecimiento puede tener consecuencias importantes para la supervivencia y fecundidad de los individuos. De igual manera existen otros factores que influyen en el crecimiento y son; temperatura, oxígeno, pH y salinidad, que aumentan en el periodo de menor volumen en la laguna (estiaje).



El crecimiento en longitud describe una curva de tipo exponencial, este suele ser muy rápido al principio, cuando el pez es muy joven, pero se va haciendo mas y mas lento a medida que éste alcanza su longitud máxima (Csirke, 1980). Tal comportamiento se ve claramente reflejado en estos organismos, debido a que el crecimiento en juveniles es muy rápido, consecuencia de ser organismos capaces de comenzar a alimentarse casi inmediatamente después de la eclosión, ya que se ha observado en laboratorio que especies de la misma familia crecen de 0.1 mm a 0.5 mm por día. (Ricker, 1975) y en el estado adulto los machos cesan de crecer después de alcanzar la madurez sexual (Malfe, op.cit). En forma general el crecimiento presentado por *H. bimaculata*, es posible que se ajuste a los mostrados por otros peces de la misma familia.

No existen datos de crecimiento para los géneros integrantes de esta familia en condiciones naturales, la mayoría de los existentes son obtenidos a partir de organismos bajo condiciones de laboratorio. Clemens, 1986 y Reznick, 1983 (citados in Meffe, op cit.) reportan un crecimiento de 0.1 mm/día hasta 0.5 mm/día, en estadíos juveniles para ambos sexos, sin embargo al comparar las curvas de crecimiento en *H. bimaculata* se observa un incremento mayor en machos que en hembras, efecto de la tasa de crecimiento que se obtuvo para cada sexo.

Por otra parte, Ricker (1975), indica que el crecimiento de las hembras de este género poseen un crecimiento exponencial lento como el presentado en los grandes peces (Meffe, op cit.), condición que en las hembras de *H. bimaculata* se presenta porque son más grandes en longitud y poseen mayor peso que los machos (Rosen, op. cit.).

La tasa de crecimiento para los machos ( $k=0.473$ ) es mayor que la encontrada para las hembras ( $k=0.227$ ), es decir, los machos alcanzan su estado adulto en menor tiempo y por consiguiente su etapa reproductora por lo que poseen menor longevidad. Rickler y Efanov (citados in Sparre, op.cit.) demostraron que los peces con una alta mortalidad natural maduran a temprana edad de la vida, compensando la alta mortalidad mediante una reproducción más temprana, y en la mayoría de las especies los machos envejecen y mueren a más temprana edad que las hembras, (Meffe,op. cit.).

Dadas las características de longevidad calculadas para los machos, es posible explicar el hecho de no estar relacionada su longitud máxima alcanzada con su madurez gonádica, lo cual se presenta en *G. affinis*, *G. heterochir*, *X. maculatus* y *H. formosa* ya que en forma general, estos crecen de 20 a 50% después de la madurez en comparación con la tasa de crecimiento en las hembras (Meffe op. cit.). En el caso de *Heterandria bimaculata* el crecimiento de los machos después de alcanzar la madurez gonádica es de un 53 a 60% y para las hembras el porcentaje es de un 55 a 57%.

## REPRODUCCION

La mayoría de la especies de la familia Poeciliidae son vivíparas, (Rosen, op.cit.), aunque también se pueden encontrar ovovivíparas; las cuales siguen un patrón similar de reproducción diferenciándose en la capacidad de aportar alimento a los organismos en formación. En forma general las hembras tienen el siguiente comportamiento: los óvulos fecundados permanecen alojados en un ovario y los embriones se mantienen en los folículos hasta el parto; el epitelio de cada folículo se convierte en un sinciclo vascular; el saco pericárdico embrionario de cada embrión se expande y acaba revestido de capilares que con el desarrollo de pliegues epiteliales, entra en contacto con los tejidos, formando una pseudoplacenta, no distinta de la placenta epiteliocordial de ciertos mamíferos (Marshall, 1971).

*Heterandria bimaculata* se considera un organismo vivíparo, lecitotrófico, es decir, la hembra no proporciona elementos nutritivos al embrión durante su desarrollo, sino que su alimentación es exclusivamente a través de las reservas del huevo. Por otra parte se considera un organismo no superfetado, es decir que cuando ocurre la fecundación todos los óvulos son fertilizados y su desarrollo es al mismo tiempo, mientras que las hembras superfetadas poseen la capacidad de tener óvulos fecundados en diferentes etapas de desarrollo, dando origen a organismos en diferentes tiempos (Meffe, op cit).

Por las consideraciones anteriores la clasificación de los estadios de madurez gonádica propuesta por Nikolsky (1963), basada en criterios morfológicos externos, no se ajusta en su totalidad a las características presentadas en *H. bimaculata* y por lo tanto se proponen modificaciones (ver anexo 1).

En la mayoría de los peces el punto importante es alcanzar la madurez en una talla crítica mínima (Weatherley, 1967), como consecuencia de la adaptación al medio para así mantener constante la población. El período en la cual los machos alcanzan su etapa reproductora es aproximadamente a los 27 mm de longitud patrón, mientras que las hembras alcanzan esta misma capacidad aproximadamente a los 33 mm., es decir, la madurez gonádica se alcanza al noveno mes de vida en el caso de los machos y al décimo mes en el caso de las hembras.

El estudio del comportamiento de la variación de estadios gonádicos en el transcurso del año, indicó que existe una época reproductora en el mes de julio y septiembre, inferido por la presencia de peces en estadios IV y V y comprenden las épocas de verano y otoño en donde Storer (1982) las considera como épocas de reproducción.

El patrón reproductor exhibido por *H. bimaculata* está influenciado por la cantidad y calidad de alimento (preferentemente insectos), los cuales aportan proteínas y especialmente contenido de lípidos, debido a que los ritmos fisiológicos de la reproducción van unidos en gran medida a la necesidad de acumular reservas energéticas y proteínas para mantener el desarrollo de los

gametos y el huevo fecundado (Phillips, 1976). Así, en el mes de julio se observó gran cantidad de grasas (53.5% en volumen en intestinos), lo cual indica reservas energéticas utilizadas por la hembra para el desarrollo de huevos fecundados. En septiembre de igual manera se presentó una cantidad de grasa acumulada y para noviembre y diciembre aumentó nuevamente el contenido de grasas (15.83 y 38 % respectivamente).

Comparando el comportamiento reproductor con el consumo de alimento mensual se puede confirmar que las épocas reproductoras están directamente influenciadas por la disponibilidad de alimento, más que por las condiciones ambientales existentes en el período de estudio.

#### INDICE DE FECUNDIDAD

La fecundidad es el número de huevos maduros encontrados en el ovario de la hembra justo antes del desove (Rodríguez, 1992), pero dada la característica de viviparidad que se presenta en esta especie se deben considerar los organismos antes del nacimiento y no como huevos maduros.

En este caso se reportó la fecundidad absoluta de 206 hembras y aunque con los valores encontrados fueron sometidos a la prueba t-student, no se encontró relación con la longitud patrón o el peso total. Sin embargo, se podría considerar la existencia de una mayor relación con el peso por su alto índice de correlación. Csirke (1980) señala que la fecundidad absoluta entre individuos de la misma población está estrechamente relacionada con la edad o el tamaño de los individuos, habiéndose establecido que en la mayoría de los casos, la fecundidad es directamente proporcional al peso total del pez, por tal motivo se considerara que para *H. bimaculata*, se cumple tal condición, debido a que el peso corporal da una mayor relación lineal y una alta correlación, lo cual es comprensible porque tanto el peso del ovario y la fecundidad tienden a incrementar con esta variable (Weatherley, op. cit.).

#### FACTOR DE CONDICION

El valor del factor de condición se comporta de manera muy similar para ambos sexos en el período de estudio. Se encuentran dos mínimos; el primero en, enero atribuible a las tallas pequeñas de los organismos, y el otro en mayo por la falta de alimento. En mayo comienza la época de lluvia y consigo un aumento en la abundancia de insectos que como se señaló anteriormente, es el alimento preferencial de *H. bimaculata*, y a partir de este momento el factor de condición se mantiene constante hasta aproximadamente el mes de noviembre. Por otra parte,

el factor de condición se ve igualmente afectado por el contenido de ovocitos presentes en las gónadas.

#### CONTENIDO ESTOMACAL

Marshall (op. cit.) y Wootton (op. cit.) mencionan las siguientes características que poseen los individuos de la familia Poeciliidae :tamaño de la mandíbula, forma del cuerpo y tipo de hocico que da una idea sobre el tipo de alimentación que tienen y por tanto de sus costumbres. Los "guppies" son organismos que viven cerca de la interfase aire-agua sobre ríos y lagos, los insectos voladores al acercarse a la superficie del cuerpo de agua son atrapados. Cerca de los lagos, particularmente en la noche, se mueven pequeños animales planctónicos los cuales también son consumidos como parte de la dieta alimenticia (Marshall, op. cit.). Los insectos representan un 41.72 % del total del alimento identificado en el tracto digestivo de *H. bimaculata*.

La disponibilidad de insectos para la alimentación de *H. bimaculata* varía en el transcurso del año, en la laguna "El Rodeo" la aparición de insectos se inicia en la temporada de lluvias, que es a mediados de primavera y verano, período en el que existe una gran cantidad de insectos en el tracto digestivo de los peces. De igual manera se puede notar que existe un bajo consumo de insectos (agosto) que se puede explicar por la etapa reproductora, ya que al mismo tiempo existe una gran cantidad de grasas, que les sirven como reservas energéticas para soportar el período de gestación (Grasse, op. cit.), sin embargo, los poecílicos explotan diversos alimentos (son omnívoros) y existen dentro del tracto una mezcla de invertebrados acuáticos y terrestres, así como detritus, algas y plantas vasculares (Meffe, op. cit.).

#### RELACIONES INTERESPECIFICAS

Una población al formar parte de un ecosistema se encuentra en complejas interacciones dentro y fuera de ella. Cada población ocupa un nicho determinado el cual puede ser afectado de alguna manera por los integrantes de otras poblaciones y en el caso del área en estudio es conveniente conocer el efecto causado por el guppy sobre la tilapia que es especie en explotación.

Al analizar la abundancia del guppy se encontró que en la estación V es la zona en la cual se capturó el mayor número de organismos, mientras que en el resto la abundancia fue constante, por otra parte, la abundancia de tilapia se marcó con una mayor cantidad en las estaciones II y III. Se puede observar que ambas poblaciones se presentan en mayor o menor grado en todas las

estaciones y sin embargo, la preferencia es marcada por las características de los sitios de colecta.

En el caso de la tilapia, esta prefiere zonas someras, pendiente suave, sustrato arcilloso, alto contenido de materia orgánica y aguas con temperaturas elevadas que en forma general son las características presentadas por las estaciones II y III y que Alejo (op. cit.) consideran como zonas de reproducción.

Por el contrario las características de las estaciones preferidas por el guppy son: terreno irregular, con pendiente menos suave, profundo y con temperaturas más bajas, comparada con el resto de los puntos de muestreo. Otra de las estaciones que presenta la mayor parte de las características antes mencionadas es la II, y se puede observar que es la segunda estación que presenta una mayor abundancia de guppys.

La abundancia mensual para ambas poblaciones esta influenciada principalmente con la temperatura y en el caso del guppy del aumento de insectos. Alejo (op. cit.) determina que existen dos etapas de reproducción para la tilapia: la primera en diciembre y la segunda en septiembre, mientras que para los guppys se presentan en julio-septiembre.

Tanto *H. bimaculata* como *O. mossambicus* son omnívoros, pero con diferencias en preferencia, la primera preferentemente consume insectos y la segunda su tendencia es detritívora (Alejo, op. cit.).

Por lo anterior no fue posible determinar una competencia por el régimen alimenticio, pero se puede mencionar que existe un posible desplazamiento esto a causa de la territorialidad mostrada por guppy, que fue observada en laboratorio.

#### PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS DE LA LAGUNA

Existe poca información para *Heterandria bimaculata* en cuanto a los requerimientos necesarios para un óptimo desarrollo, sin embargo se presentan consideraciones sobre géneros de la misma familia que en forma general pueden ser similares al comportamiento mostrado por la especie estudiada.

Rosen y Bailey (1963), argumentan que en forma general la familia Poeciliidae es eurhalina (in Meffe, op. cit). Kramer (1981) (in Meffe, op. cit), menciona que los poecílidos están adaptados a condiciones hipóxicas, ya que los organismos de la familia Poeciliidae, en forma general, viven en la interfase aire-agua, es posible que puedan soportar concentraciones de oxígeno disuelto de aproximadamente 1 mg/L. Por lo anterior se consideró que las concentraciones de oxígeno no afectan a *H. bimaculata*, ya que el intervalo registrado en el transcurso de estudio fue de 5 a 14 mg/L.

Otto (1973) reporta que para la familia Poeciliidae el rango de temperaturas es amplio (0.5 °C a 38°C). La tolerancia térmica y su preferencia son determinados por una combinación de aclimatación a la temperatura y adaptación genética (Hart, 1952 y Otto, 1973; in Meffe op. cit.). Brett (1956) y Otto (op. cit) (in: Meffe, op. cit.) mencionan que la tolerancia térmica dominante muestran pocas diferencias entre frío-caliente y temperatura normal en poblaciones adaptadas. El rango de temperaturas registradas en el área de estudio fue de 23° a 29.5 °C lo cual se puede considerar que son adecuadas para el desarrollo de la especie en estudio. Gibson (1954), menciona que el guppy tiene un límite de temperatura superior cerca de los 32°C, pero los machos prefieren una temperatura de alrededor de los 24.5 °C, un poco más fría que la preferida por las hembras (28.2 °C).

Al igual que para los anteriores parámetros existe poca información que indiquen los valores máximos y mínimos de tolerancia al pH. Los valores de pH que se recomiendan prevalezca en un cultivo no se refieren tanto a su efecto directo sobre cualquier organismo sujeto a explotación, sino más bien a que favorezca la productividad natural del cuerpo acuático (Aguilera, op. cit.).

Se reporta para *Xiphophorus helleri* un pH que oscila de 7 a 7.4 (Marty, op. cit)) y para *Lebistes reticulata* pH de 7.8 (Rosas, 1980). El valor de pH promedio obtenido en el transcurso del estudio fue de 7, en el cual parece ser que no interfiere en el desarrollo de una gran variedad de peces.

En cuanto a la alcalinidad y a la dureza, al igual que el pH, sus efectos no son directos sobre los peces, sino más bien sobre la productividad del estanque, sin embargo Chakroff (1983), indica que las concentraciones de calcio y magnesio tienen importancia en la formación de huesos y dientes saludables e influye en la productividad de fitoplancton. En forma general se considera que para un buen desarrollo de peces la dureza total es de 50 a 300 mg/L, en el área de estudio la dureza fue de 55 mg/L como mínimo y un máximo de 65 mg/L.

Por otra parte una alcalinidad superior a 175 mg CaCO<sub>3</sub>/L resulta perjudicial, debido a las formaciones calcáreas que se producen y afectan tanto a la productividad del estanque como a los peces al dañar sus branquias. Una alcalinidad de aproximadamente 75 mg CaCO<sub>3</sub>/L se considera adecuada y propicia para enriquecer la productividad del estanque. Una alcalinidad inferior a 5 mg CaCO<sub>3</sub>/L se manifiesta como un ambiente pobre (Aguilera, op.cit.), en el cuerpo acuático la variación existente en el transcurso del estudio fue de 60 a 99 mg/L.

De acuerdo a lo anterior podemos decir que los datos obtenidos de alcalinidad y dureza durante el estudio indican que el cuerpo acuático en cuestión posee las condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo de los guppys y de los demás organismos que lo habitan, además de tomar en cuenta que el guppy tiene gran flexibilidad de adaptación a ambientes con condiciones extremas. Como en el caso de la especie *Gambusia sp.*, donde Carter (1981) encontró la resistencia a los cambios en relación a las concentraciones salinas. En este experimento se encontró que esta especie soportó hasta un 50% de agua de mar; después de esta concentración

aumenta la mortalidad hasta un 100 %. Otra especie estudiada es *Poecilia sphenops* que se encuentra en forma natural en aguas con concentraciones de 0 a 135 mg/L (Meffe, op. cit.). Otra especie que se encuentra dentro de la laguna y que es de la misma familia es *Xiphophorus helleri* que tiene como rango óptimo de dureza de 4° a 8° dH, (Marty, 1983), por lo que se considera que es posible que también sea el rango adecuado para *H. bimaculata*, pero de igual manera no se puede determinar cuales son los puntos máximos y mínimos para esta especie.

## CONCLUSIONES

- La especie encontrada en el área de estudio fué *Heterandria bimaculata*.
- Existió variación en la abundancia relativa, tanto temporal como espacial. Se presentó una mayor captura en diciembre (86), mientras que en la estación V se encontró el mayor número de ejemplares colectados.
- La amplitud de tallas encontradas para machos fué de 17 a 60 mm de longitud patrón, mientras que para las hembras fué de 10 a 69 mm.
- La proporción sexual entre hembras y machos fue de 2:1.
- La determinación de la edad se realizó por el método de lectura de anillos en escamas, a partir de esto se obtuvieron las ecuaciones de crecimiento de von Bertalanffy tanto para longitud como para peso. El crecimiento presentado en hembras como en machos fué de tipo alométrico negativo, además de que los machos poseen una mayor tasa de crecimiento, menor peso y una menor longitud con respecto a las hembras.
- La época de reproducción se detectó en el periodo julio-septiembre, encontrando que la talla a la que alcanza la madurez sexual es de 27 a 31 mm de longitud estandar en los machos y de 33 a 35 mm en las hembras.
- Para la determinación del estado gonadal de estos peces, dada la característica de viviparidad que poseen, se propuso algunas modificaciones a la escala empírica de Nikolski (op. cit.).
- El valor del factor de condición mas alto se detectó en diciembre (86) y los mas bajos en enero y en mayo. El parámetro físico con que más se relacionó este factor fué con la temperatura.
- Son peces omnívoros con preferencia al consumo de insectos (consumidores secundarios).
- La relación interespecífica con la tilapia se estableció de acuerdo a la abundancia relativa en cada estación, no encontrando una competencia notoria.
- Las características físicas y químicas encontradas en el cuerpo de agua son las adecuadas para el desarrollo de esta especie.



ESTADIO		CARACTERISTICAS
Nikolsky	Modificación	
I Inmaduro	I Inmaduro	Las gónadas son pequeñas. Es imposible distinguir los sexos, individuos jóvenes.
II Descanso	II Descanso	Los productos sexuales han comenzado a desarrollarse. Las gónadas son pequeñas. La aleta anal de los machos comienza a diferenciarse, formación del gonopodio.
III Maduración	III Maduración	Las gónadas son de mayor tamaño, se incrementan en peso; los testículos son de color blanco. Los ovarios tienen ovocitos que se pueden observar a simple vista y son de color blanco.
IV Maduro	IV Reproducción	Los óvulos se tornan de color amarillo a color naranja. Organismos aptos para la reproducción (Gametos maduros, Reproducción)
	- IV-A Diferenciación	Comienza la diferenciación, se reconoce la cabeza y el cuerpo del alevín, los ojos son más oscuros que el resto del cuerpo.
V Reproducción	V Parto	El aumento del abdomen es muy notorio, en ocasiones casi dos veces el tamaño de la cabeza. El color del abdomen es mucho más claro, que el resto del cuerpo. Al final de esta etapa, el abdomen comienza a oscurecerse en la parte mas baja, causada por el color de los alevines. La cloaca se distingue antes del parto por ser un punto oscuro. Expulsión de los alevines.
VI Gónadas Desovadas	VI Gónadas Desovadas	Los alevines han sido expulsados, las aberturas genitales están inflamadas. El abdomen tiene la apariencia de un saco desinflado.
VII Descanso	VII Descanso	La inflamación alrededor de la abertura genital ha disminuido hasta desaparecer. Las gónadas vuelven a ser pequeñas y no se distinguen ovocitos a simple vista.

ANEXO 1. Tabla de estadios gonádico de Nikolski modificada.

## BIBLIOGRAFIA

- Acuarama, (1972). **Suplementos tres y cuatro de Acuicultura**. Publicación bimestral de pesca y acuarismo. Ediciones Littec (Fondo de Literatura Técnica). Argentina.
- Aguilera, H. P. A., (1988). **La Tilapia y su cultivo**. Fondepesca. Secretaría de Pesca. México.
- Alejo, P. (1989). Estudio de algunos aspectos de *Oreochromis mossambicus* (*Osteichthyes: Cichlidae*) en la laguna "El Rodeo" Edo. de Morelos. E.N.E.P. Zaragoza. Tesis inédita
- Alexrod and Schultz, 1955. **Handbook of Tropical Aquarium Fishes**. Mac Graw Hill Book Co., Second Edition. U.S.A.
- Alvarez del Villar, (1970). **Peces Mexicanos**. Servicio de Investigación Pesquera. Instituto Nacional de Investigaciones Biológicas Pesqueras en México. México, D.F.
- APHA, 1981. **Standar methods for the examination of water and waste water**. Ed. Am. Public. Healt Assoc. Inc. New York.
- Arredondo, F.J.L., (1986). **Piscicultura. Breve descripción de los criterios y técnicas para el manejo de calidad de agua, en estanques de piscicultura intensiva**. Secretaría de Pesca. México.
- Bagenal, T.B. and F.W. Tesch, (1976). **Age and Growth. In: Methods for Assessment of Fish Production in Freshwater**. Third Edition .Ed. Blackwell Scientific Publications Ltd. Oxford.
- Bagenal, T.B., (1971). The interrelationship of the size of fish eggs, the date of spawning and the production cycle. **J. Fish Biol.**, 3: 207-219.
- Bardach, E.J., (1986). **Acuicultura**. Ed. A.G.T. Editor, S.A.. México.
- Bautista, M.N., Alvarez, M.M.A., (1986). Laguna el Rodeo. Recopilación de Datos. ENEP Zaragoza. Inédito. México, D.F.
- Bertalanffy, L. von, (1938). A Quantitative Theory of Organic Growth. **Hum. Biol.** 10, No. 2.
- Beverton, R.J.H. and S.J. Holt, (1957). On the dynamics of exploited fish populations. **Fishery Invest. London Ser. 2** y 19.
- Bhattacharya, C. G., (1967). A Simple Method of Resolution of a Distribution into Gaussian Components. **Biometrics** 23(1).
- Bhattacharyya, G.K. and Johnson, R.A., (1977). **Statistical Concepts and Methods**. John Wiley & Sons. New York.
- Brett, J.R., (1979). **Environmental factors and growth** In: W.S. Hoard, P.J. Randall and J.R. Brett (Editors), **Fish Physiology**. Vol. 8. Academic Press. New York and London pp. 599-667.
- Cassie, R. M., (1954). Some Uses of Probability Paper in the Analysis of Size Frequency Distributions. **Aust. J. Mar. Freshw. Res.** 6.
- Chakroff, M. (1983). **Piscicultura**. Ed. Pax-México. México, D.F.

- Csirke, B., (1980). **Introducción a la Dinámica de Poblaciones de Peces**, FAO. Documento de Técnicas Pesqueras. Italia.
- De la Garza, M. C., (1988). Muestreos y análisis en Acuicultura. **Acuavisión**. Fondepesca México 13(3):
- Detenal, (1979). **Síntesis Geográfica de Morelos**. Dirección General del Territorio Nacional. México.
- Dirección general de Informática y recursos pesqueros. (1993). **Indicadores de la producción pesquera**. México.
- Dobben, van W. H., (1980). **Conceptos unificadores en Ecología**. Ed. Blume. España.
- Doi, (1975). **Análisis Matemático de Poblaciones Pesqueras**. Compendio para Uso Práctico. Instituto Nacional de Pesca.
- Duran, J. J., (1983). **Introducción al Estudio del Pez Ornamental "Guppy" (*Pseudoxiphophorus bimaculata*) en la laguna "El Rodeo", Edo. de Morelos, durante el periodo de diciembre de 1992 a febrero de 1993**. ENEP Zaragoza. Inédito.
- Eddy, S., (1979). **How to Know the Freshwater Fishes**. Third Edition. Ed. C. Brown Company Publishers. U.S.A.
- Edmonson, Y.W., (1959). **Fresh Water Biology**. John Wiley & Sons, Inc. U.S.A. Vol. II.
- Emmel, T.C. (1975). **Ecología y biología de poblaciones**. Interamericana. México.
- Espinoza P.H., Fuentes M.P., Gaspar D.T., (1993). **Los Peces Dulceacuicolas Mexicanos**. Listados Faunísticos de México. Departamento de Zoología. Instituto de Biología. U.N.A.M. México.
- Everhart, W.H., (1918). **Principals of Fishery Science**. Itaca, New York.
- Farworth, E.G., (1977). **Ecosistemas Frágiles**. Ed. Fondo de Cultura Económica. México.
- Fernando, A. A., and Phang, V. P. E., (1985). Culture of the guppy, *Poecilia reticulata* in Singapore, **Aquaculture**, 51: 49-63.
- García, E., (1980). **Apuntes de Climatología**. Tercera Edición. Ed. Larrios e Hijos Impresores, S.A. México.
- García, L.C., (1985). **Colaboración al estudio del ciclo de vida del *Pseudoxiphophorus bimaculata* (Heckel) de la familia Poeciliidae y su relación con los parámetros físico-químicos en la laguna "El Rodeo", Edo. de Morelos, durante el periodo Enero-Marzo de 1988**. ENEP Zaragoza Inédito.
- Gaspar, D. T., (1985). **Primer Registro de *Heterandria (Pseudoxiphophorus) bimaculata* (Heckel, 1846) en la Vertiente del Pacífico Mexicano y sus Implicaciones Zoogeográficas (Pisces: Poeciliidae)**. V Reunión Anual Académica del Instituto de Biología. UNAM. México.
- Gavño, G., (1977). **Técnicas Biológicas Selectas de Laboratorio y de Campo**. Ed. Limusa. México.

- Gosse, J.P., (1982). **Freshwater Aquarium Fish: A Color Guide**. Editions Duculot. New York.
- Grasse, P.P., (1978). **Zoología de los Vertebrados**. Ed. Toray-Masson, S.A. Barcelona, España.
- Guerrero, V.M., (1982). **Estudio de algunos aspectos biológicos del organismo ictico *Tilapia sp.* en la laguna "El Rodeo", Edo. de Morelos, durante el periodo comprendido entre mayo y junio de 1982**. ENEP Zaragoza. Inédito.
- Gulland, J.A., (1971). **Manual de Métodos para la Evaluación de las Poblaciones de Peces**. Ed. Acribia-FAO. Zaragoza.
- Harding, J.P., (1949). The Use of Probability Paper for the Graphical Analysis of Polymodal Frequency Distributions. **J. Mar. Biol. Ass. U.K.** 28.
- Herber, R.A., (1984). **Peces Tropicales**. 17 Edición. Ed. CECSA. México.
- Herbert, S.Z., (1955). **Fishes. A Guide to Fresh and Salt-Water Species**. Western Publishing Inc. New York.
- Hoar, W.S. and Randall P.J., (1979). **Fish Physiology**. Vol. 8. Academic Press. USA.
- Hutchinson, G.E., (1976). **A Treatise on Limnology**. Ed. John Wiley & Sons. USA.
- Laevastu, T., (1971). **Manual de Metodos de Biología Pesquera**. Ed. Acribia-FAO. Zaragoza.
- Lagler, K. F., (1978). **Freshwater Fishery Biology**. Second Edition. Brown company publishers. U.S.A.
- Lagler, K.F., (1984). **Ictiología**. AGT. Editor. México.
- Le Cren, E.D., (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in perch *Perca fluviatilis*. **J. Anim. Ecol.** 20.
- Lindberg, G.U., (1971). **Fishes of the World, a Key to Families and a Checklist**. John Wiley and Sons (Israel Program for Scientific Translations, LTD). (In: Lagler, 1984).
- López, E., (1972). **Carta Geológica del Edo. de Morelos**. Instituto de Geología. U.N.A.M, México, D.F.
- Marques de Cantú, (1991). **Probabilidad y estadística**. Ed. McGraw-Hill. México.
- Marshall, N.B., (1971). **Explorations in the life of fishes**. Harvard University Press. U.S.A.
- Marty, A.H., (1983). **Espadas y Platys (*Xiphophorus*)**. Ed. Albatros. Buenos Aires. Argentina.
- Medina J. y Sánchez, J., (1976). **Pasado, Presente y Futuro de la Acuicultura en México**. **Revista Técnica Pesquera**.
- Meffe, G.K., (1989). **Ecology and Evolution of Livebearing Fishes: Poeciliidae**. Ed. Prentice-Hall. New Jersey.
- Miller, R.R., (1974). Mexican Species of the Genus *Heterandria*, Subgenus *Pseudoxiphophorus* (Pisces: Poeciliidae). **Transaction of the San Diego Society of Natural History**. Vol. 17, No. 17.

- Needham, G.J. y Needham R.P., (1978). **Guía para el Estudio de los Seres Vivos de las Aguas Dulces**. Editorial Reverté, España.
- Nelson, J.S., (1984). **Fishes of the World**. Second Edition. Ed. John Wiley and Sons. Inc. U.S.A.
- Nikolsky, G., (1963). **The Ecology of Fishes**. Academic Press., London and New York.
- Olmos, T. E., (1990) **Situación actual y perspectivas de las pesquerías derivadas de la acuicultura**. Secretaría de Pesca. México, D.F.
- Ortega M.M., (1984). **Catálogo de algas continentales recientes de México**. Instituto de Biología. UNAM. México.
- Ortiz, T., (1982). **Contribución al estudio de la distribución del "Charal" *Chirostoma Jordanii* en la zona NO de la presa Taxhimay Edo. de Hidalgo, durante el periodo de noviembre de 1981 a febrero de 1982**. ENEP Zaragoza. Inédito.
- Pennak .R.S., (1978). **Fresh Water Invertebrates of the United States**. Ronal Press. Co. New York. U.S.A.
- Pérez, S.L.A., (1982). **Piscicultura. Ecología, Explotación e Higiene**. Ed. El Manual Modemo, S.A. de C.V. México, D.F.
- Phillips, J.G., (1976). **Fisiología Ecológica**. H. Blume Ediciones. España.
- Planka, E.R. (1982). **Ecología evolutiva**. Ediciones Omega. Barcelona, España.
- Potts, G.W. and Wootton, R. J., (1984). **Fish reproduction. Strategies and tactics**. Third edition. Ed. Academic press limited. London .
- Rabinovich, J.E., (1980). **Introducción a la Ecología de Poblaciones Animales**. Ed. CECSA, S.A. México, D.F.
- Ricker W.E., (1975). **Handbook of Computation for Biological Statistics of Fish Population**. **Bull. Fish. Res. Bd. Can.**
- Rodríguez, G.M., (1992). **Técnicas de Evaluación Cuantitativa de la Madurez Gonádica en Peces**. Ed. AGT Editor, S.A., México, D.F.
- Rosas M.M., 1981. **Biología Acuática y Piscicultura en México**. Serie de Materiales Didácticos en Ciencia y Tecnología del Mar. Ed. S.E.P. México, D.F.
- Rosen D.E. and Bailey R.M., (1963). **The Poeciliid Fishes (Cyprinodontiformes) their Structure Zoogeography and Systematics**. **Bull. of the American Mus. of Natural History**. Vol. 126 (1-3).
- Rubin, R., (1978). **La Piscifactoría**. Cría Industrial de Peces de Agua Dulce. Ed. CECSA. México.
- S.A.R.H., (1978). **Carta General de Morelos**. M366. Escala 1:250,000.
- S.A.R.H., (1971). **Subsecretaría de Planeación. Dirección de Estudios; Dirección de Hidrología.**

- Salvadores, B.M.L., (1980). **Estudio de la Biología y Aspectos Poblacionales de Tilapia (*Sarotherodon aureus steindachner, 1864*) (Pisces: Cichlidae) en la presa Vicente Guerrero, Gro. México;** Limn. y Ciencias del Mar. UNAM. México.
- Schmitz, S. (1978). **Pequeña guía de los peces de acuario.** OMEGA. Barcelona, España.
- Schwoerbel, J., (1975). **Métodos de Hidrobiología.** Ed. Herman Blume. Madrid, España.
- SEPESCA, (1979). **Aprovechamiento Integral de los Recursos Acuáticos para el Desarrollo Rural.** Primer Simposium Internacional, Educación y Organización Pesqueras. México.
- SEPESCA, (1994). **Cultivo de peces de ornato.** Dirección general de Acuicultura. México.
- Sillman, R.P., (1969). Comparison between Gompertz and Bertalanffy curves for expressing growth in weight of fishes. Canada. **Journal Fisheries Research Board of Canada.** 26(1).
- Sokal, R.R., y Rohlf, F.J., (1979). **Biometría. Principios y Métodos Estadísticos en la Investigación Biológica.** H. Blume Ediciones. Madrid, España.
- Sparre, P. (1992). **Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual FAO.** Chile.
- Storer, T., (1982). **Zoología General.** Sexta Edición. Ediciones Omega. Barcelona, España.
- Torres, R.E. (1991). **Los peces de México.** UAM. AGT Editor, S.A. México.
- Turk, T. (1981). **Tratado de Ecología.** Interamericana, S.A. de C.V. México.
- Weatherley, A.H. and Rogers, S. C., (1976). **Some Aspects of Age and Growth.** In: S.D. Gerking (Editor), **Ecology of Freshwater Fish Production.** Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 52-74.
- Weatherley, A.H., (1987). **The Biology of Fish Growth.** Academic Press. London.
- Welcomme, R.L., (1979). **Fisheries Ecology of Floodplain Rivers.** Longman. London.
- Wetzel, R.G., (1981). **Limnología.** Ed. Omega. Barcelona, España.
- Wheaton, W.F., (1982). **Acuicultura.** Ed. A.G.T. Editor, S. A. México.
- Willem, G., (1973). **Functional Morphology and Classification of Teleostean Fishes.** U.S.A.
- Wootton, R.J., (1990). **Ecology of teleost fishes.** Ed. Chapman Hall. London.
- Yañes-Arancibia, A. J. Curiel-Gómez y V. Leyton, (1976). **Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caeruleascens* (Gunther), en el sistema lagunar costero de Guerrero, México.** (Pisces: Ariidae) In: **Centro de Ciencias del Mar y Limnología.** UNAM. 3(1).