



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA

EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE TRES ESPECIES DE POECILIDOS (Poecilia reticulata, Poecilia sphenops y Xiphophorus helleri) Y DETERMINACION DE LA PRODUCCION DE CRIAS EN ESTANQUERIA CON AGUAS TRATADAS.

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 :
DANIEL GARCIA BEDOYA

DIRECTOR: BIOL. ASELA DEL CARMEN RODRIGUEZ VARELA
ASESOR: M. EN C. ADOLFO CRUZ GOMEZ



Ecología de Peces

LOS REYES IZTACALA,

2001



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.



UNAM IZTACALA

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Ecología de Peces a cargo del M. En C. Adolfo Cruz Gómez y la Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela, de la Escuela Profesional de Estudios Superiores Iztacala perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México y en el Centro de Investigaciones Biológicas y de Acuícolas de Cuemanco a cargo de la Dra. Virginia Graue Wiechers, perteneciente a la Universidad Autónoma Metropolitana.

Instituciones y académicos a los que agradezco su colaboración y apoyo para la realización de este trabajo.



DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo
incondicional y comprensión.

A mi hermana que
siempre me ayudó.

A mis tíos Chavo y Caro por que
sin su ayuda todo hubiera sido
más difícil

A toda mi familia que
siempre me ayudó.

A mis amigos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Miss. Asela y al Maestro Fito por que supieron guiar este trabajo y supieron guiarme a mí en su elaboración.

A mis sinodales: Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela, M. en C. Adolfo Cruz Gómez, Dra. Norma Navarrete Salgado, Biol. Jose Antonio Martínez Pérez y Biol. Mario A. Fernández Araiza, ya que sus revisiones y comentarios contribuyeron a mejorar este trabajo.

A mis maestros de la carrera de Biología de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, por transmitirme sus conocimientos.

A mis amigos, Lulú, Felipe, Braulio, Verónica, Toño, Memo, Diana, Maribel, Norma, Fátima, Paco y a todos mis compañeros de la carrera, gracias por esos momentos de risas y de trabajo duro que compartimos.

A Yazmín, gracias por apoyarme en estos últimos momentos,

Y a todas las personas que he olvidado mencionar pero que me han ayudado de alguna u otra forma para concluir esta etapa de la carrera que con tanta vocación elegí.

ÍNDICE

Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	6
Objetivos	7
Metodología	8
Procesamiento de datos	11
Resultados	
1. Marco ambiental	14
1.1. Aspectos Físico-Químicos	14
1.2. Disponibilidad de alimento	18
2. Mantenimiento y aclimatación	26
3. Crecimiento	27
3.1. <i>Poecilia reticulata</i>	27
3.2. <i>Poecilia sphenops</i>	30
3.3. <i>Xiphophorus helleri</i>	33
4. Mortalidad	37
4.1. <i>Poecilia reticulata</i>	37
4.2. <i>Poecilia sphenops</i>	38
4.3. <i>Xiphophorus helleri</i>	39
5. Producción de crías	40
5.1. <i>Poecilia reticulata</i>	40
5.2. <i>Poecilia sphenops</i>	41
5.3. <i>Xiphophorus helleri</i>	43
Discusión	45
Conclusiones	52
Recomendaciones	53
Literatura citada	60
Anexo 1, Descripción taxonómica de las especies	68
Anexo 2, Metales pesados	75

RESUMEN

Desde la época de Moctezuma I se han desarrollado obras hidráulicas para el abastecimiento de agua potable a la población y evitar inundaciones a la ciudad. El desvío del agua de los manantiales de Xochimilco hacia el centro de la ciudad de México empezó a principios de este siglo, provocando que para 1950, el sistema quedara casi seco, para contrarrestar esto, en 1959 sus canales y zonas chinamperas iniciaron la supervivencia artificial, con aguas negras tratadas pero aún contaminadas, esto hace de Xochimilco una de las regiones más contaminadas del Valle de México. El consumo de hortalizas, peces y otros productos agropecuarios producidos en esta zona puede acarrear graves problemas a la salud por la concentración de metales pesados y a que esta sobrepasa los máximos permisibles según la NOM-027-SSA1-1993 y NOM-028-SSA1-1993, por esto se propone el cultivo de peces de ornato como una alternativa a los pobladores de la región. En esta investigación se trabajó con tres especies de peces pertenecientes a la familia *Poeciliidae* debido a su alta resistencia a la mala calidad del agua y a lo fácil que puede resultar su reproducción, las especies trabajadas fueron: *Poecilia reticulata* (guppy), *P. sphenops* (molly) y *Xiphophorus helleri* (espada), los peces se mantuvieron en jaulas con un volumen total de 116 litros, cada jaula con 12 organismos con una proporción sexual de 3 machos por 1 hembra, el estanque utilizado fue de 8100 litros de capacidad y contuvo un total de 9 jaulas (tres por cada especie), y fue llenado con agua extraída directamente del canal Nacional, la alimentación de los peces fue natural, alimentándose del zooplácton característico de las aguas del Lago de Xochimilco. En general los peces consumieron organismos de los grupos *Cladocera*, *Amphipoda* y *Copepoda*, accidentalmente consumieron algas de los géneros *Pediastrum sp.* y *Scenedesmus sp.* Con lo que respecta al crecimiento, la mayor tasa de crecimiento en peso fue para *P. reticulata* con una tasa de incremento en biomasa de 0.004, mientras que el más bajo crecimiento fue para *P. sphenops* con una tasa de 0.00065. En lo concerniente a la producción de crías, se observó que *P. reticulata* alcanzó el 12.57% de lo esperado según bibliografía siendo la especie en la que se alcanzó el más alto porcentaje y la que más bajo presentó fue *X. helleri* con tan solo el 2.9%, los bajos porcentajes son debidos principalmente a la baja temperatura del estanque que en promedio tuvo 18°C y estas especies al ser tropicales requieren de un mínimo de 22°C. En lo que se refiere a la aclimatación de los peces al lago de acuerdo con los resultados obtenidos, la especie que mejor se adaptó a las características del Lago de Xochimilco en un aspecto global, fue *Poecilia reticulata*, esta especie es de bajo precio y al tener reproducción en poco tiempo, asegura ganancias al acuicultor. En condiciones más controladas con lo que respecta a los depredadores, la tasa de mortalidad de este pez podría bajar considerablemente, tal vez más que la tasa de mortalidad de *Poecilia sphenops*, la cual fue de 3 muertos/mes, además, este último aunque con una tasa de mortalidad baja, causaría mas gastos ya que también fue atacada por infecciones micóticas y bacterianas, al igual que *Xiphophorus helleri*, por lo que a su inversión hay que agregarle el costo de las medicinas y el mantenimiento de peceras de cuarentena.

INTRODUCCIÓN

Desde el principio de los tiempos, los cuerpos de agua constituyeron una fuente de alimento segura y fácil de obtener, lo cual llevó a buscar formas eficientes para capturar los recursos acuáticos. Posteriormente el hombre se dio cuenta de que los recursos no son inagotables y que es necesario el estudio de los mismos para obtener de ellos un máximo beneficio, al mismo tiempo que estos se perpetúen y no se agoten (Rosas, 1973).

Los pueblos originales que habitaron el territorio mexicano desarrollaron labores de pesca, principalmente aquellos cuya residencia fue litoral; sin embargo, las comunidades indígenas del interior, cuya vida transcurría cercana a lagos y ríos emprendieron la pesca como una práctica continua; no podemos olvidar que el altiplano de los Aztecas, era una vasta región lacustre, donde había peces como el conocido con el nombre de "juile" o el "ixtacmichin" o pescado blanco (Dep. de Pesca, 1997).

En muchos países incluyendo los de Latinoamérica, las pesquerías en aguas continentales tienen importancia como fuentes de alimento para los pueblos que los circundan, pero no habían alcanzado su capacidad potencial dado que se carecía de capital para la introducción de equipo moderno y para el estudio profundo de sus especies (Rosas, 1973).

Dentro de las políticas de desarrollo se contempló un fuerte impulso a las actividades de acuicultura y pesca en aguas continentales para el aprovechamiento integral de estos cuerpos de agua (Rosas, *op. cit.*). De los cuales se han hecho introducciones de especies exóticas tales como: carpa (*Cyprinus carpio*), tilapia (*Tilapia spp.*), trucha (*Salmo gardneri*) y lobina (*Micropterus salmoides*). Sin embargo, el aprovechamiento de especies nativas, es desde varios puntos de vista más recomendable (Sierra y Sierra, 1977).

Debido a que en el ahora tan urbanizado valle de México convergen las regiones zoogeográficas Neártica y Neotropical y por lo tanto contiene una gran cantidad de endemismos, la CONABIO ha catalogado al Lago de Xochimilco, uno de los cuerpos de agua más importante para el Distrito Federal, como una región prioritaria para la conservación de especies (CONABIO, 1998).

En la época prehispánica, Xochimilco era autosuficiente con cultivos de maíz, frijol, chile y calabaza entre otros y junto con Texcoco, proveían más de un millón de pescados al año (DDF, 1996). A principios del siglo XX representaba el 70% de la producción agropecuaria del Distrito Federal (DDF, 1993).

Desde la época de Moctezuma I se han desarrollado obras hidráulicas para el abastecimiento de agua potable a la población y evitar inundaciones a la ciudad (Juez, 1983). El desvío del agua de los manantiales de Xochimilco hacia el centro de la ciudad de México empezó a principios de este siglo, provocando que para 1950, el sistema quedara casi seco, afectando las actividades productivas de las comunidades aledañas, así como a la fauna existente (DDF, 1996). Esto trajo como consecuencia, el decremento de la producción agrícola y se iniciaba la desintegración económica de Xochimilco. La belleza del paisaje también sufrió degradación y la población tuvo que buscar otras fuentes de empleo. La situación empeoró a partir de 1953, cuando sus canales y zonas chinamperas iniciaron la supervivencia artificial, con aguas negras tratadas pero aún contaminadas. Esto hace de Xochimilco una de las regiones más contaminadas del Valle de México (DDF, 1993).

Para contrarrestar los efectos del desvío de las aguas de Xochimilco, las autoridades del departamento del Distrito Federal, decidieron tratar las aguas negras de la ciudad y recalificarlas al lago de Xochimilco, instalándose en 1959 la primera planta tratadora, con una capacidad de 400 L/seg. para posteriormente ampliarse a 1250 L/seg. (Balanzario, 1976).

La introducción de aguas negras al sistema trajo como consecuencia cambios en el ecosistema y por la falta de un tratamiento adecuado afectó a la salud de los consumidores de hortalizas y pescados de esa zona. Debido a los diversos problemas que acarreó la introducción de aguas negras a la zona de Xochimilco, diversos organismos oficiales como el D.D.F. y la S.A.G. han intentado la repoblación de los canales con diversas especies. En 1973, el Fideicomiso para el Desarrollo de la Flora y Fauna Acuática (FIDEFFA), realizó estudios sobre la calidad del agua e introdujo a partir de esa fecha y en diferente épocas, carpa de Israel (*Cyprinus carpio*), lobina negra (*Micropterus salmoides*), charales (*Chirostoma spp.*) y tilapia (*Tilapia nilotica*) (Fernández, 1986).

Por esta razón, se publicó una Norma Oficial Mexicana (NOM) en la cual se establecen los límites máximos de metales pesados que deben tener los alimentos de consumo humano y debido al deterioro ecológico y el relleno con aguas negras y de procedencia industrial, los alimentos producidos en Xochimilco son de mala calidad y ponen en riesgo la salud de los consumidores, ya que los vegetales absorben los metales pesados del agua y los peces herbívoros al comer plancton y algas, también absorben los metales y los almacenan en el músculo que a fin de cuentas es la parte comestible de un pez (NOM-027-SSA1-1993 y NOM-028-SSA1-1993).

Debido a esto, los habitantes de la región, han tenido que darle un giro a sus actividades, de cultivar hortalizas a cultivar flores, pero para la pesca no existe documentación sobre propuestas que no sean al nivel de consumo humano de las especies ahí cultivadas.

El mundo de la acuariofilia es fácil y agradable, los peces dorados, tropicales, marinos y de estanque son realmente bonitos, ellos nos entretienen, relajan, fascinan y enseñan. También resultan ser benéficos para la salud, estudios universitarios recientes realizados en los Estados Unidos han demostrado con certeza que el cuidado y vigilancia de los peces ornamentales reduce la tensión arterial y el estrés. Podemos decir que es un gran hobby (Wardley, 1992). Además, los acuarios son una opción para la gente que desea tener mascotas y debido al espacio reducido de las viviendas modernas, no pueden tener animales más grandes y que requieran de un gran espacio, por estas razones la acuariofilia es un negocio sumamente rentable y creador de empleos, desde quien construye el equipo necesario hasta los que crían y venden los organismos (Kasuga, Acuario de Veracruz, comunicación personal).

La cría de los peces de ornato, data de hace poco más de mil años en China, donde en pequeños recipientes, ya se criaban carpas doradas (*Carassius spp.*). En México, la mayoría de los peces de ornato que encontramos en el mercado, son importados de otros países ya que la cría de estos en el país es poco difundida. Sin embargo, a pesar de todo, existen algunas granjas de peces ornamentales, principalmente en el centro del país como Morelos, Puebla, Estado de México y al sudeste de la república en Yucatán, entre otros. Una de las familias más utilizadas con fines ornamentales es la *Poeciliidae*, entre los que se encuentran los denominados guppys (*Poecilia reticulata*), molis (*Poecilia sphenops*) y espadas (*Xiphophorus helleri*). La ventaja de trabajar con poecílicos es que son muy resistentes a la mala calidad del agua, así como a parásitos y enfermedades. Además sin necesidad de poner mucho énfasis en la

reproducción de éstos, si tenemos las condiciones adecuadas, estos pueden reproducirse, incluso sin que nos demos cuenta. En general, los miembros de esta familia pueden reproducirse a lo largo del año, alcanzando su madurez sexual en tan solo mes y medio. Sin embargo, dependiendo de la temperatura pueden llegar a ésta en 10 semanas. El período de gestación también puede variar, si se mantienen los organismos a temperaturas de 24°C la gestación puede durar aproximadamente un mes y a 20°C aproximadamente 40 días (Moreno, 1995).

Los poecílidos son una familia de peces de talla media, en los cuales existe mucho interés por su gran diversidad y el campo de investigación que ofrecen en cuanto a su determinación sexual, genética y vicarianza geográfica. Ellos han contribuido significativamente al entendimiento de la transmisión sexual (mas aún que *Drosophila melanogaster*), dimorfismo sexual, evolución de cromosomas sexuales, unisexualidad, las consecuencias ecológicas de la sexualidad y la asexualidad, la evolución de la coloración críptica y la selección de caracteres sexuales. También tienen uso en el estudio de la ecología, la parasitología (como hospederos), la fisiología, la farmacología y el monitoreo de la contaminación, además de ser ampliamente usados en el control biológico del mosquito. Como se puede ver, los poecílidos presentan un tremendo potencial que se incrementa significativamente para entender la evolución de la viviparidad, fertilización interna, superfetación, genética y evolución del cortejo (Meffe y Snelson, 1989).

Debido a que es ilógico decirle a una persona que toda su vida ha sobrevivido de la agricultura y pesca, que sus actividades diarias pueden ser en perjuicio de la población sin ofrecerle una alternativa de subsistencia, con base en los resultados de esta investigación se pretende proponer una alternativa de trabajo con el cultivo de peces de ornato para dichas poblaciones humanas.

ANTECEDENTES

En el caso de las especies que se manejarán en el presente trabajo, se tiene un gran número de referencias, como son, para *Poecilia reticulata*: Cruz *et al.* (1992) realizaron un trabajo sobre crecimiento, adicionando cobalamina, que es una coenzima de la vitamina B-12, obteniendo resultados positivos, Rodríguez y Cruz (1995) realizaron un trabajo similar obteniendo resultados positivos. Maya y Rodríguez (1995) aplicaron diferentes niveles de pH y temperatura para inducir cambios en la proporción sexual. Azpetia *et al.* (1998) evaluaron el efecto residual del esteroide acetato de trembolona en peces juveniles.

Para *Poecilia sphenops*: Martínez y López (1992), estudiaron su biología en la presa de Zicuiran en Michoacan y Barragán *et al.* (1998), estudiaron su modalidad reproductiva, según un análisis histológico.

Para *Xiphophorus helleri* hay una gran cantidad de trabajos, la mayoría involucra la administración de hormonas y sus efectos en la reproducción. Nava y Rodríguez (1995) realizaron inversión sexual mediante la administración oral de metiltestosterona; Ávila *et al.* (1997) indujeron la reproducción de machos mediante la adición de 17 α -metiltestosterona; Bolaños *et al.* (1997) reprodujeron machos utilizando 17 α -metiltestosterona; Márquez y Chávez (1997) observaron el efecto de la hormona diethyletibestrol en hembras grávidas. Cruz *et al.* (1998) indujeron la ovulación mediante la utilización de citrato de clomifeno. Munguía y Sánchez (1998) observaron el efecto de la 17 α -metiltestosterona en hembras grávidas y Márquez *et al.* (1998) realizaron el mismo trabajo. Otros trabajos y con diversos temas sobre esta especie son: Rodríguez y Salgado-Maldonado (1991) estudiaron un parásito tremátodo llamado *Centrocestes formosanus*, Barrón *et al.* (1997), realizaron estudios sobre el mantenimiento de *Xiphophorus helleri* y *Belonesox belizanus* de las lagunas de Sontecomapan y Camaronera, Ver., para la conservación y aprovechamiento acuariofílico. Y por último, Ávila *et al.* (1997) revisaron algunos aspectos sobre micobacteriosis en *Xiphophorus helleri*.

Con base en lo anterior, se confirma que no existe información sobre algún manejo de peces del Lago de Xochimilco o en el Lago de Xochimilco con fines de ornato.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar el crecimiento de tres especies de poecílicos y determinación de la producción de crías en estanques con aguas tratadas.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- Identificación de los organismos a nivel de especie.
- Determinar el marco ambiental para el crecimiento y la producción de crías de tres especies de poecílicos (*Poecilia reticulata*, *P. sphenops* y *Xiphophorus helleri*) en estanques con aguas tratadas.
- Mantenimiento y aclimatación de tres especies de poecílicos (*Poecilia reticulata*, *P. sphenops* y *Xiphophorus helleri*) en estanques con aguas tratadas.
- Evaluar el crecimiento de tres especies de poecílicos (*Poecilia reticulata*, *P. sphenops* y *Xiphophorus helleri*) en estanques con aguas tratadas.
- Evaluar la mortalidad de tres especies de poecílicos (*Poecilia reticulata*, *P. sphenops* y *Xiphophorus helleri*) en estanques con aguas tratadas.
- Determinar la producción de crías de tres especies de poecílicos (*Poecilia reticulata*, *P. sphenops* y *Xiphophorus helleri*) en estanques con aguas tratadas.

METODOLOGÍA

Los organismos provinieron de una granja piscícola del estado de Morelos (México).

Antes de comenzar con la experimentación, todos los organismos se sometieron a "cuarentena" de una semana para estar seguros de introducirlos libres de cualquier enfermedad.

Se colocaron en peceras de vidrio de 57cm x 27cm x 31cm con una capacidad de 40 litros aproximadamente, con filtro de caja, constante aireación, termómetro y calentador. Diariamente se les revisó la temperatura, los accesorios y conexiones eléctricas; se revisó el número de organismos, se eliminó la materia orgánica y se verificó su comportamiento, durante la cuarentena; los peces se alimentaron con hojuelas comerciales enriquecidas de la marca Wardley®, correspondientes al 5% de su biomasa total repartidas en dos raciones diarias (mañana y tarde).

Una vez finalizada la cuarentena, se colocaron en nueve jaulas de 54cm x 55cm x 39cm, con un volumen total de 116 litros, construidas de PVC y malla de nylon con una abertura de 1/3 de pulgada, con el fin de mantener un control de los organismos y evitar una posible depredación o pérdida. En cada jaula se colocaron 12 organismos en una proporción sexual de 9 hembras y 3 machos para asegurar que hubiera reproducción (Moreno, 1995), la cantidad total de peces de cada jaula dependió de la recomendación de que por cada centímetro de longitud estándar de pez, se necesita un litro de agua, esto con el fin de no sobrepasar la capacidad de carga de cada jaula (Wardley®, 1992), y tomando en cuenta la proporción de sexos para la familia Poeciliidae que es de tres hembras por cada macho (Moreno, 1995). Teniendo un total de 108 organismos, las nueve jaulas elaboradas se repartieron de la siguiente manera:

- Tres jaulas para la especie *Poecilia reticulata*.
- Tres jaulas para la especie *Poecilia sphenops*.
- Tres jaulas para la especie *Xiphophorus helleri*.

De las tres jaulas que se les asignaron a cada especie, dos contenían organismos en estado larval y/o juvenil para determinar su crecimiento y la tercera jaula contenía organismos sexualmente maduros, para evaluar la reproducción y la producción.

Estas jaulas se colocaron dentro de los estanques propiedad del CENTRO DE INVESTIGACIÓN BIOLÓGICA Y DE ACUACULTURA DE CUEMANCO DE LA UAM XOCHIMILCO (CIBAC) ubicado en el canal de Cuemanco del Lago de Xochimilco, y que tiene las siguientes dimensiones y características: elaborados de concreto, con medidas de seis metros de largo por dos y medio metros de ancho por un metro de profundidad, conteniendo agua filtrada del canal de Cuemanco (8,100 litros) y aireación por medio de una bomba, además de ser fertilizados orgánicamente con lirios y algas microscópicas también del canal de Cuemanco (De la Lanza y Martínez, 1998).

La alimentación fue natural con lo que estaba disponible en los estanques. Se realizó un muestreo semanal para identificar el tipo de alimento y la cantidad presente filtrando 20 litros de agua a través de una red de fitoplancton de 28μ de abertura de malla, 15 cm de diámetro y 31 cm de largo. La muestra colectada se colocó en frascos de plástico de 300ml y se fijó con formalina al 4% (15ml). La estimación de la biomasa húmeda fue por medio de una balanza electrónica digital modelo OHAUS marca SCOUT® con capacidad máxima de 200 g y una precisión de 0.01 g. También se utilizó la técnica de volumen desplazado (Boltovskoy, 1981). Se determinó a nivel de género a los organismos colectados con las claves y siguiendo los criterios de Ruther (1974) para rotíferos, y Pennak (1978) y Needham y Needham (1978) para los demás *Phila* (zooplancton y fitoplancton). La abundancia se expresó en organismos/l (Gómez-Aguirre y Martínez, 1998; Suárez-Morales, 1998).

De acuerdo con De la Lanza (1998) y De la Lanza y Hernández (1998) a cada estanque se le hizo un análisis de agua semanal que incluyó:

1. Temperatura y conductividad del agua.- se registró con un conductímetro YSI® modelo 30.
2. Oxígeno disuelto.- se registró por titulación con el método de Winckler.
3. pH.- se registró con un potenciómetro de campo de la marca Orion®, modelo 290-A.
4. Dureza.- se registró con un potenciómetro marca Orion®, modelo 290-A y con un electrodo de la marca PHOENIX®.

5. El amonio, los nitritos y los nitratos, fueron determinados por pruebas colorimétricas de la marca MERK®.

Semanalmente a cada pez de cada jaula se les registró la longitud total en milímetros con un vernier o escalímetro y el peso con una balanza electrónica digital modelo OHAUS marca SCOUT® con capacidad máxima de 200 g y una precisión de 0.01 g.

Adicionalmente se realizó un análisis visual y los peces que se notaron enfermos se seleccionaron y se colocaron en peceras de tratamiento en el laboratorio para eliminar la enfermedad adquirida previamente determinada con las claves de Garvia (1992) y darle tratamiento.

Los indicativos que se tomaron en cuenta para determinar que el pez no estaba sano fueron: La ausencia de reflejos, la cual es indicativa de enfermedades. Un pez sano siempre huye cuando se intenta su captura (reflejo de huida), siempre intenta mantener las pupilas horizontales (reflejo del ojo) y nunca deja la aleta caudal caediza si es sujetado por la parte anterior del cuerpo (reflejo de cola), además de características físicas extrañas a la fisonomía natural del pez, por ejemplo: falta de escamas, llagas, aletas incompletas y la presencia de parásitos externos (Garvia, *op. cit.*).

Las peceras de tratamiento fueron de vidrio de 26.5cm x 15cm x 15cm con una capacidad de 5.962 litros, conteniendo solo un termómetro, un calentador y aireación constante.

Con la finalidad de curarlos y que se recuperaran, los peces se alimentaron con alimento seco comercial medicado en hojuelas (Tetramédica® de la marca Tetra®) de acuerdo al 5% de su biomasa total repartido en dos raciones (mañana y tarde) y semanalmente se les proporcionó Artemia como fuente de proteína animal. Diariamente se les revisó el equipo y se extrajeron residuos de materia orgánica. Se realizó semanalmente un monitoreo de las características físico-químicas antes mencionadas, de la misma forma y como se mencionó anteriormente.

PROCESAMIENTO DE DATOS

El registro y análisis de los parámetros físico-químicos se relacionó con la cantidad o producción de las especies, la presencia o no de enfermedades, la velocidad de crecimiento y tipo de alimento.

De acuerdo con Ricker (1975) y Bojorquez (1998), el crecimiento individual se evaluó por medio de la ecuación general de crecimiento que es:

$$l = l_0 e^{rt}$$

Donde:

- l = Longitud del pez al tiempo t
- l_0 = Longitud del pez al tiempo 0
- e = Base de los logaritmos naturales
- r = Velocidad de crecimiento en longitud
- t = Tiempo

De acuerdo con Ricker (1975) y Bojorquez (1998), el crecimiento individual en peso se evaluó con una ecuación similar:

$$w = w_0 e^{rt}$$

Donde:

- w = Peso al tiempo t
- w_0 = Peso al tiempo 0
- e = Base de los logaritmos naturales
- r = Velocidad de crecimiento en peso
- t = Tiempo

De acuerdo con Ricker (1975) y Bojorquez (1998), la relación peso-longitud, fue determinada de acuerdo con la ecuación:

$$w = q l^b$$

Donde:

- w = Peso
- q = Factor de condición
- l = Longitud
- b = Tipo de crecimiento

Si $b=3$ el crecimiento es isométrico.

Si $b \neq 3$ el crecimiento es alométrico.

Con en fin de determinar si existen diferencias significativas entre los valores de las pendientes por sexo y especie en todos los modelos, se realizó una prueba de "t" de Student al 95% de confianza ($p < 95\%$) para datos pareados cuya fórmula es la siguiente (Daniel, 1980):

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{(s^2_p/n_1) + (s^2_p/n_2)}}$$

Donde:

- X_1 = media de la variable 1
- X_2 = media de la variable 2
- μ_1 = media máxima registrada para la variable 1
- μ_2 = media máxima registrada para la variable 2
- s^2_p = desviación estándar
- n_1 = tamaño de la muestra 1
- n_2 = tamaño de la muestra 2

Las tasas de incremento diario neto en longitud y en peso fueron calculadas de la siguiente manera:

Para longitud:

$$a = \frac{L2 \text{ (mm)} - L1 \text{ (mm)}}{t \text{ (días)}}$$

Donde:

a = Tasa de crecimiento diario neto en longitud mm/días
 L2 = Longitud final
 L1 = Longitud inicial
 t = Tiempo

Para peso:

$$a = \frac{P2 (g) - P1 (g)}{t (días)}$$

Donde:

a = Tasa de crecimiento diario neto en peso g/días
 P2 = Peso final
 P1 = Peso inicial
 t = Tiempo

La tasa de mortalidad expresada en muertos por día para cada especie, se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$m = \frac{n1 - n2}{t (días)}$$

Donde:

m = Tasa de mortalidad diaria (organismos muertos/día)
 n1 = número de organismos inicial
 n2 = número de organismos final
 t = Tiempo

RESULTADOS

1. MARCO AMBIENTAL DONDE SE ACLIMATARON Y MANTUVIERON A LOS ORGANISMOS

1.1. ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS

Se registraron los parámetros físico-químicos con el fin de relacionarlos con el crecimiento y la reproducción de los peces obteniéndose los siguientes resultados:

El oxígeno disuelto registró variaciones a lo largo del experimento con un valor promedio de 8.18 ppm y una oscilación de 5.5 a 14.2 ppm, las cuales fueron buenas si se tiene en cuenta que granjas especializadas de producción procuran no tener valores inferiores a 7 ppm, la temperatura del agua se mantuvo más o menos constante, con un promedio de 18.15°C y una variación de 16 a 20.8°C, la cual sí se considera baja, ya que los poecílidos de ornato como las tres especies que se manejaron requieren una temperatura de entre 22°C y 25°C, estas temperaturas por arriba de los 20°C fueron difíciles de obtener de manera natural por la época del año en la que se realizó el experimento y sin un sistema de calefacción artificial adecuado (Fig. 1.1.1).

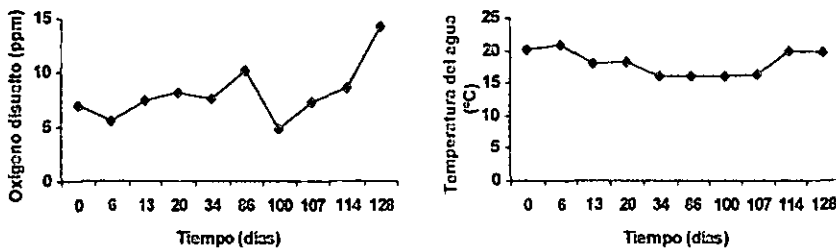


Fig. 1.1.1. Comportamiento a través del tiempo del oxígeno disuelto (ppm) y de la temperatura (°C) en el estanque con aguas tratadas.

En cuanto al pH y la conductividad se obtuvieron los siguientes resultados:

El pH se mantuvo con ligero aumento durante el experimento, partiendo de un valor de 8.22 y terminando con 9.93 con un promedio de 8.99 el cual determinó que los peces se mantuvieran en condiciones básicas (Fig. 1.1.2).

En lo que se refiere a la conductividad del agua, ésta disminuyó a lo largo del experimento, partiendo de un valor de 2861 μ s (el máximo registrado) y terminando con 1236 μ s (mínimo) con un promedio de 1870 μ s observándose que a lo largo del experimento disminuyó con respecto al tiempo (Fig. 1.1.2).

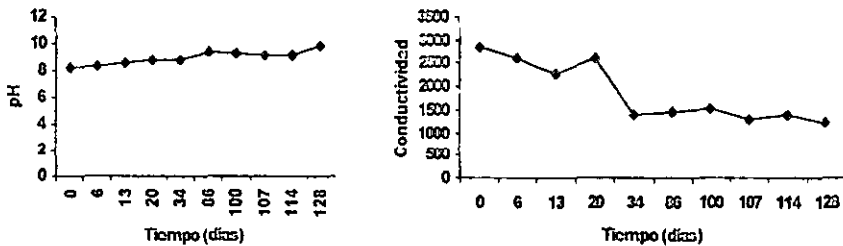


Fig. 1.1.2. Comportamiento a través del tiempo de pH y de la conductividad (μ s) en el estanque con aguas tratadas.

La profundidad del estanque fue una variable siempre controlada, por dicha razón existieron pocas variaciones y éstas se debieron a la evaporación natural del estanque, la cual siempre fue compensada al restablecer el nivel de agua con el que se trabajó (Fig. 1.1.3).

La transparencia del agua disminuyó gradualmente a lo largo del experimento, teniendo un valor máximo de 67cm al inicio del experimento y un valor mínimo de 15 cm al final, con un promedio de 41.5 cm (Fig. 1.1.3).

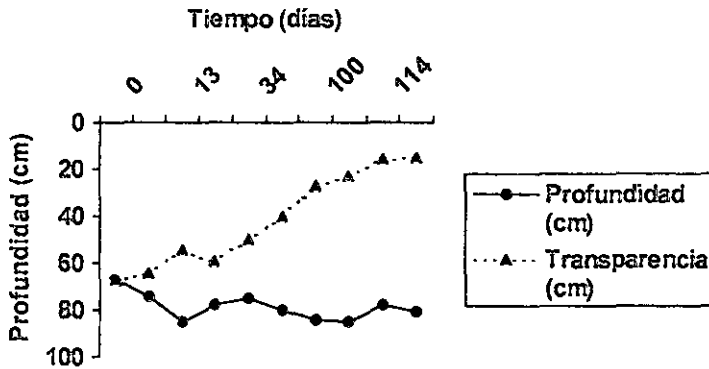


Fig. 1.1.3. Cambios en la transparencia del agua a través del tiempo con respecto a la profundidad del estanque con aguas tratadas.

Los datos registrados para amonio, nitritos y nitratos se comportaron de la siguiente manera: La producción de amonio que en este caso sería el más importante por su nivel de daño a los organismos, se mantuvo por debajo de 1.0 ppm (valor crítico) con un promedio de 0.37 ppm, los nitratos como puede verse en la figura 1.1.4 no variaron nada, siempre estuvieron presentes con un valor de 0.5 ppm, con lo que respecta a los nitritos (última fase del ciclo y forma aprovechable por los organismos vegetales), se registró una concentración promedio de 0.03 ppm, este compuesto alcanzó a tener registros de 0 ppm al final de la experimentación.

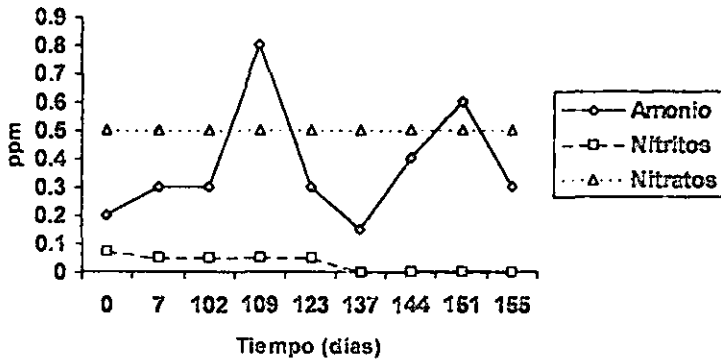


Fig. 1.1.4 Comportamiento a través del tiempo de nitritos, nitratos y amonio (ppm) para el estanque con aguas tratadas.

Tabla 1.1.1. Valores máximos, mínimos y promedios de amonio, nitritos y nitratos para el estanque con aguas tratadas.

	NH ₃ (ppm)	NO ₃ (ppm)	NO ₂ (ppm)
Máximo	0.8	0.5	0.07
Mínimo	0.15	0.5	0
Promedio	0.37	0.5	0.03

1.2. DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO

Se tomaron muestras de plancton del estanque para poder determinar la composición y abundancia de este, obteniéndose los siguientes resultados:

Se registró un promedio de 0.130 g/l de biomasa húmeda de plancton con un mínimo de 0.0005 g/l y un máximo de 0.91 g/l. El volumen desplazado por correspondencia fue en promedio de 0.2325 ml/l con un mínimo de 0.015 ml/l y un máximo de 1 ml/l (Fig. 1.2.1).

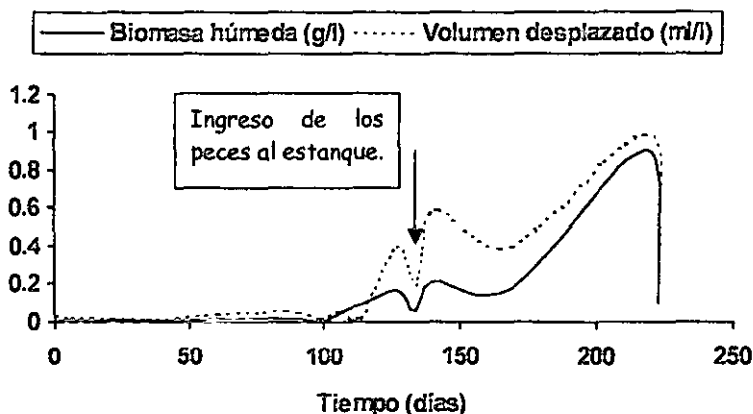


Fig. 1.2.1. Variación a través del tiempo de la biomasa húmeda (g/l) y el volumen (ml/l) desplazado de organismos zooplanctónicos en el estanque con aguas tratadas

La evaluación de la biomasa y el volumen desplazado en todo el estanque (8100 l) a través del experimento se observa en la Tabla 1.2.1, en la cual se evidencia el proceso sucesional que se dio en la comunidad fito y zooplanctónica presente.

Tabla 1.2.1. Biomasa y volumen desplazado de plancton y su evolución a través del tiempo para la capacidad real del estanque con aguas tratadas.

Tiempo o (días)	Peso húmedo (g/8100 l)	Volumen desplazados (ml/8100 l)
0	4.05	283.5
6	36.45	202.5
13	48.6	202.5
34	105.3	121.5
86	141.75	486
99	16.2	162
106	453.6	486
113	737.1	121.5
134	467.3	810
141	1717.2	4860
169	1455.5	3240
218	7371.00	8100
223	603.45	3240

Los organismos identificados correspondieron a la siguiente taxonomía:

Filo: Rotifera

Clase: Monogonta

Orden: Ploima:

Géneros:

- *Asplanchna*.
- *Branchionus*.
- *Keratella*.
- *Platyas*.

Orden: Flosculariacea

Género:

- *Filinia*.

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Clase: Malacostraca

Subclase: Eumalacostraca

Superorden: Peracarida

Orden: Amphipoda

Género:

- *Hyalrella*.

Clase: Brachiopoda

Subclase: Diplostraca

Orden: Cladocera

Géneros:

- *Ceriodaphnia*.
- *Daphnia*.
- *Moina*.
- *Pleuroxus*.

Clase: Copepoda

Orden: Cyclopoida

Género:

- *Cyclops*.

Orden: Calanoida

Género:

- *Limnocalanus*.

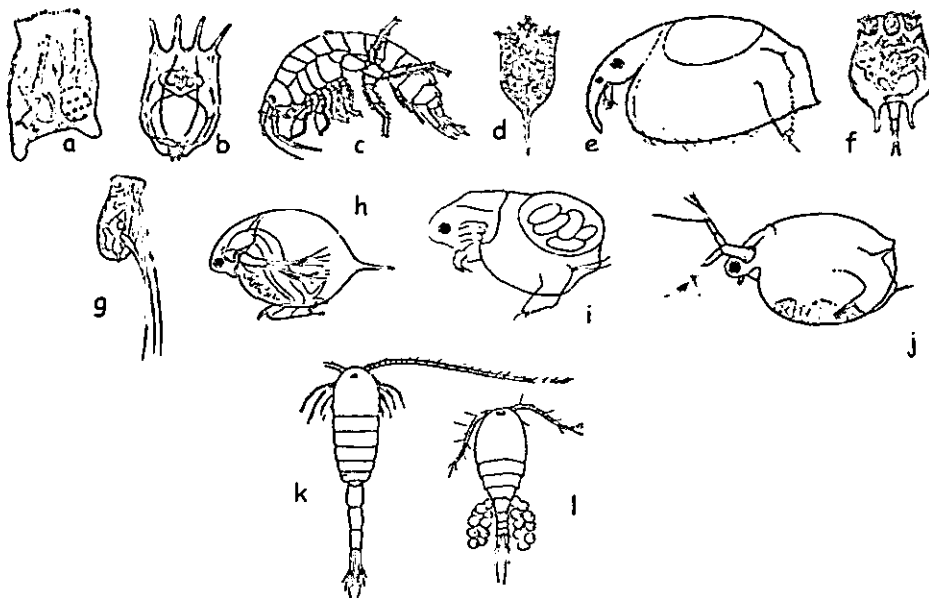


Fig. 1.2.2. Géneros colectados en el zooplancton presente en el estanque con aguas tratadas: a) *Asplanchna*, b) *Brachionus*, c) *Hyallella*, d) *Keratella*, e) *Pleuroxus*, f) *Platyas*, g) *Filinia*, h) *Daphnia*, i) *Moina*, j) *Ceriodaphnia*, k) *Limnocalanus*, y l) *Cyclops*. (Ilustraciones tomadas de Needham y Needham, 1978).

La distribución de la abundancia de los géneros zooplanctónicos en el estanque fue la siguiente en orden de importancia: *Brachionus*, con el 43.68%, *Pleuroxus*, con el 14.48%, *Keratella*, con el 12.24%, *Moina*, con el 7.41%, *Asplanchna*, con el 6.82%, *Filinia*, con el 3.37%, *Cyclops*, con el 3%, *Limnocalanus*, con el 3%, *Hyallella*, con el 2.34%, *Daphnia*, con el 1.72%, *Platyas*, con el 1.55% y por último *Ceriodaphnia*, con el 0.34% (Tabla 1.2.2)

Tabla 1.2.2. Géneros del zooplancton colectados en el estanque con aguas tratadas, su promedio por litro de agua y su abundancia relativa (%).

Género	Promedio de organismos por litro de agua	%
<i>Brachionus. (Rotifera)</i>	12.67	43.68
<i>Pleuroxus. (Cladocera)</i>	4.20	14.48
<i>Keratella. (Rotifera)</i>	3.55	12.24
<i>Moina. (Cladocera)</i>	2.15	7.41
<i>Asplachna. (Rotifera)</i>	1.98	6.82
<i>Filinia. (Rotifera)</i>	0.98	3.37
<i>Cyclops.(Copepoda)</i>	0.87	3.00
<i>Limnocalanus. (Copepoda)</i>	0.87	3.00
<i>Hyalrella. (Amphipoda)</i>	0.68	2.34
<i>Daphnia sp. (Cladocera)</i>	0.50	1.72
<i>Platyas. (Rotifera)</i>	0.45	1.55
<i>Ceriodaphnia sp. (Cladocera)</i>	0.10	0.34

La figura 1.2.3 nos muestra la distribución de la abundancia de los géneros zooplanctónicos encontrados para el estanque y como dato relevante determina que sin lugar a dudas, el Filo Rotifera fue el más abundante con un total del 67.66% del zooplancton ubicado en dos órdenes y cinco géneros, cabe mencionar que los organismos de este filo son los más pequeños, y pueden servir de alimento de los demás grupos, principalmente a los copépodos (Boltovskoy, 1981 y Campos y Suárez, 1994); el 32.34% restante que fue perteneciente al Subfilo Crustacea (Filo Arthropoda) representado por tres clases con un orden cada una excepto la Clase Copepoda representada por dos órdenes, los organismos del Subfilo Crustacea fueron los que presentaron tallas considerablemente más grandes que los rotíferos.

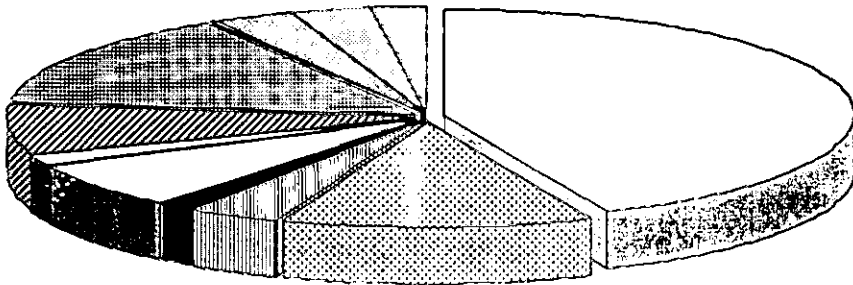
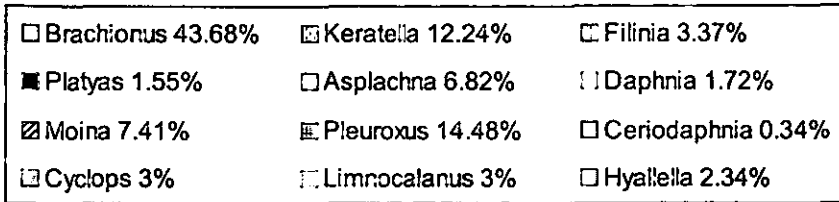


Fig. 1.2.3. Distribución de la abundancia de los géneros de zooplancton presentes en el estanque con aguas tratadas

El fitoplancton identificado en el estanque fue representado por cuatro géneros de algas verdes (Fig. 1.2.4) siendo las más abundantes cualitativamente en primer lugar *Pediastrum* seguida por *Ophyocytium*, *Scenedesmus* y *Ankistrodesmus*.

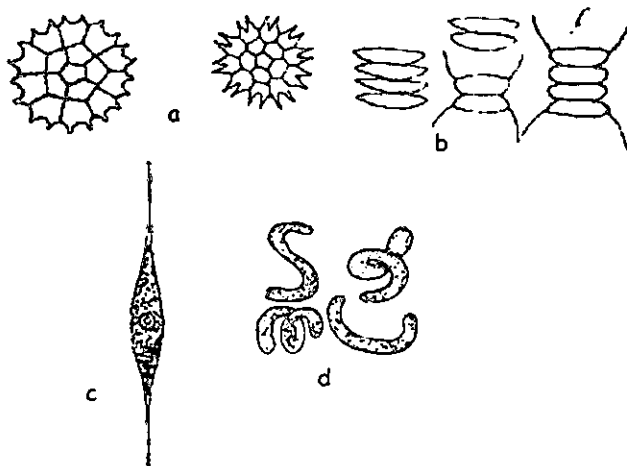


Fig. 1.2.4. Géneros de fitoplancton colectados en el estanque con aguas tratadas. a) *Pediastrum*. b) *Scenedesmus*. c) *Ankistrodesmus*. y d) *Ophocyctium*. (Ilustraciones tomadas de Needham y Needham, 1978).

Con el fin de establecer una correlación con la abundancia planctónica y lo consumido por los peces se realizó un análisis de contenido estomacal evidenciando los siguientes resultados:

Poecilia reticulata (guppy) consumió de manera general y en cantidades semejantes cladóceros (34%) y anfípodos (33%); *Xiphophorus helleri* (espada) consumió un mayor porcentaje de cladóceros (50%), mientras que con un porcentaje similar consumió anfípodos (25%) y copépodos (25%); por último *Poecilia sphenops* (molly) solo consumió cladóceros (Fig. 1.2.5). En todos los organismos analizados debido al grado de digestión avanzada en que se encontraron los tipos alimentarios, estos no pudieron ser identificados a nivel de género.

El análisis también evidenció que los peces habían consumido algunas algas de los géneros *Pediastrum* y *Scenedesmus* (Fig. 1.2.4.) representadas en muy bajas cantidades por lo que presumiblemente fueron ingeridas accidentalmente.

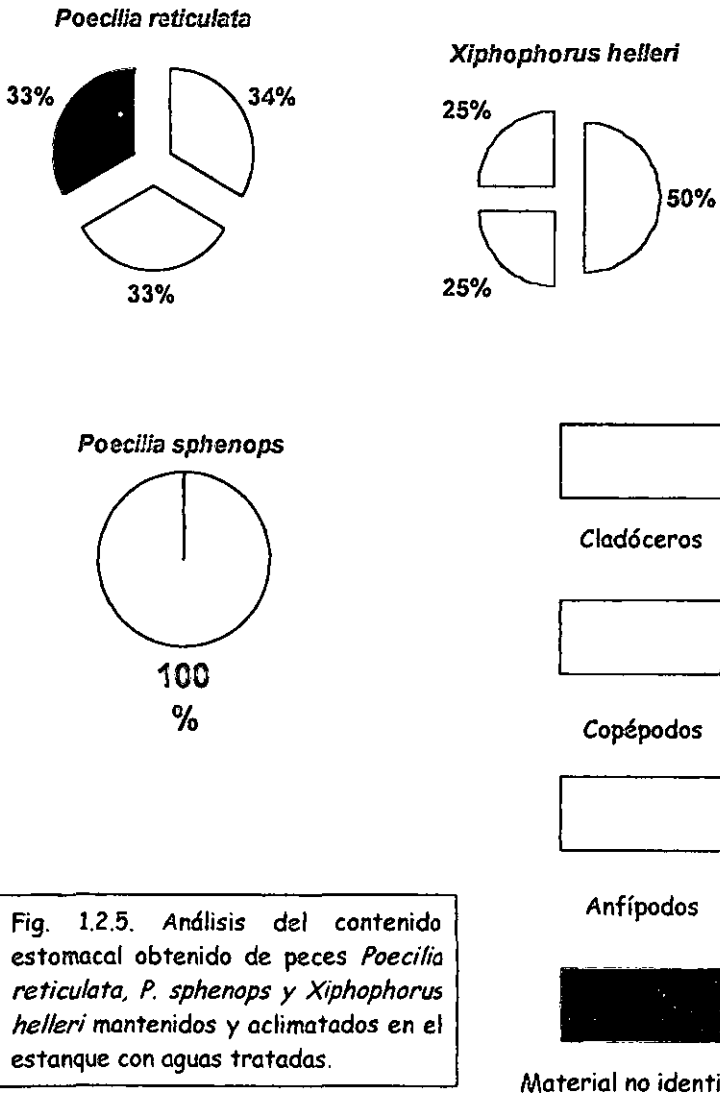


Fig. 1.2.5. Análisis del contenido estomacal obtenido de peces *Poecilia reticulata*, *P. sphenops* y *Xiphophorus helleri* mantenidos y aclimatados en el estanque con aguas tratadas.

2. MANTENIMIENTO Y ACLIMATACIÓN

Los peces fueron sometidos a cuarentena con el fin de asegurarse de que estuvieran completamente sanos en el momento de la introducción al estanque. Durante toda la cuarentena los peces se mantuvieron a una temperatura constante de 27°C y faltando 12 días para su ingreso al estanque se desconectaron los calentadores para que se fueran acostumbrando a las bajas temperaturas que mantenían en el estanque que era de alrededor de 18°C.

Para el transporte de los peces del LABORATORIO DE ECOLOGÍA DE PECES de la E.N.E.P Iztacala al CENTRO DE INVESTIGACIÓN BIOLÓGICA Y DE ACUICULTURA DE CUEMANCO, se colocaron en bolsas de plástico con aproximadamente 1/2 litro de agua proveniente de la misma cuarentena y llenas de aire proveniente de la bomba que alimentó a los filtros de las peceras del laboratorio, además, se les agregó un poco de Pentabiocare de la marca Bioma® para precipitar los desechos propios de los peces y del agua, los cuales son originados por el *stress* durante el transporte; en el CENTRO DE INVESTIGACIÓN BIOLÓGICA Y DE ACUICULTURA DE CUEMANCO en Xochimilco, los peces fueron colocados en el estanque aún dentro de sus bolsas, esto con el fin de aclimatarlos a la temperatura del estanque y así evitar un choque térmico, pasados unos minutos, los peces fueron pesados, medidos y después puestos en las jaulas, el peso inicial para *Poecilia reticulata* fue de 0.22g para las hembras y de 0.17g para machos, con lo que respecta a la longitud inicial, esta fue de 29.4mm para hembras y de 24mm. Después de una semana, se registró la mortandad que fue del 4% de los peces, por lo que se consideró que la adaptación al estanque fue buena, el peso inicial para los *Poecilia sphenops* fue de 0.22g para las hembras y de 1.72g para machos, con lo que respecta a la longitud inicial, esta fue de 52.1mm para hembras y de 45.8mm. Pasada una semana, se registró la mortandad que fue del 3.125% de los peces, por lo que se consideró que la aclimatación también fue buena, por último, el peso inicial para *Xiphophorus helleri* fue de 1.83g para las hembras y de 1.56g para machos, con lo que respecta a la longitud inicial, esta fue de 52.2mm para hembras y de 57.5mm. Después de una semana, se registró la mortandad que fue del 16.6% de los peces, por lo que se consideró que la aclimatación no fue tan buena como la de las especies del género *Poecilia*, incluso se puede decir que la aclimatación de los peces no fue satisfactoria.

3. CRECIMIENTO

3.1. *Poecilia reticulata*

El crecimiento exponencial en longitud de los peces fue expresado en milímetros y estuvo representado por las siguientes ecuaciones y gráficos:

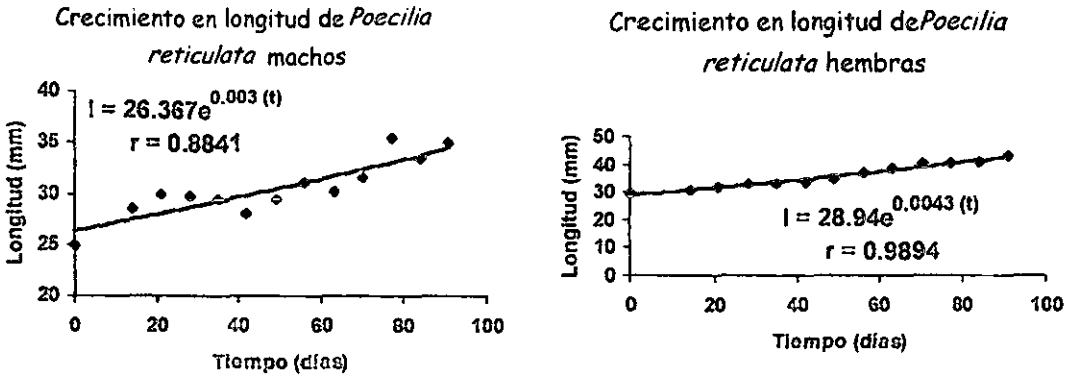


Fig. 3.1.1. Crecimiento exponencial en longitud de *Poecilia reticulata* por sexo mantenidos en estanques con aguas tratadas.

Aunque a simple vista parece que las curvas de crecimiento no fueron muy diferentes, si se determinó que existieron diferencias significativas entre las dos curvas ($p < 95\%$), siendo mayor la velocidad del crecimiento para las hembras con una tasa de 0.0043.

La ganancia diaria en longitud fue de:

Crecimiento diario en longitud (mm) Machos	Crecimiento diario en longitud (mm) hembras
0.10	0.14

Estos resultados determinaron que las hembras ganaron 0.04 mm/día más que los machos, con una ganancia neta final de 12.74 mm. Mientras que los machos tuvieron una ganancia de 9.1 durante la duración de la investigación.

Con lo que respecta al peso, estuvo representado por los siguientes modelos y gráficas:

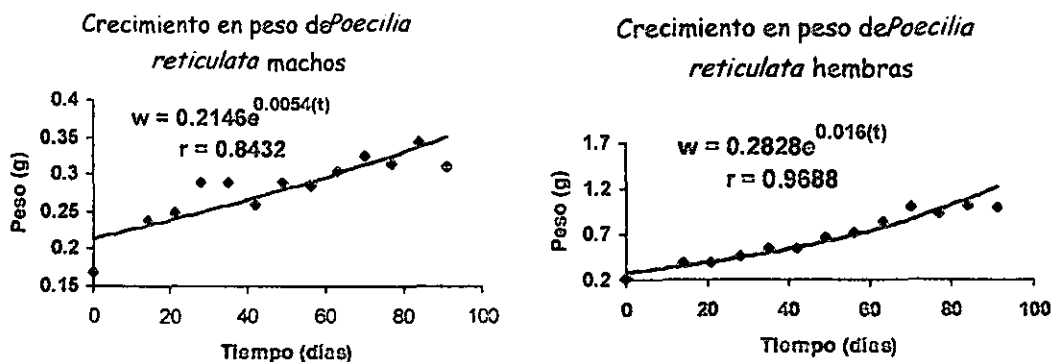


Fig. 3.1.2. Crecimiento exponencial en peso de *Poecilia reticulata* por sexo mantenidos en estanques con aguas tratadas.

Al igual que en la longitud, la velocidad de crecimiento en biomasa fue mayor en el caso de las hembras (0.016) con respecto a los machos (0.0054) y se determinaron diferencias significativas entre ambos valores ($p < 95\%$).

La ganancia diaria en peso para esta especie fue de:

Crecimiento diario en peso (g) machos	Crecimiento diario en peso (g) hembras
0.001	0.008

Con estos resultados se obtuvo que la ganancia total del peso durante la investigación fue de 0.091g para machos y de 0.728g para las hembras, aquí la diferencia fue aún más notable y era de esperarse, ya que estas tienden a aumentar de peso al alcanzar la madurez sexual, por el crecimiento de las gónadas.

Los modelos por sexo de la relación peso-longitud fueron representados por las siguientes ecuaciones y gráficos:

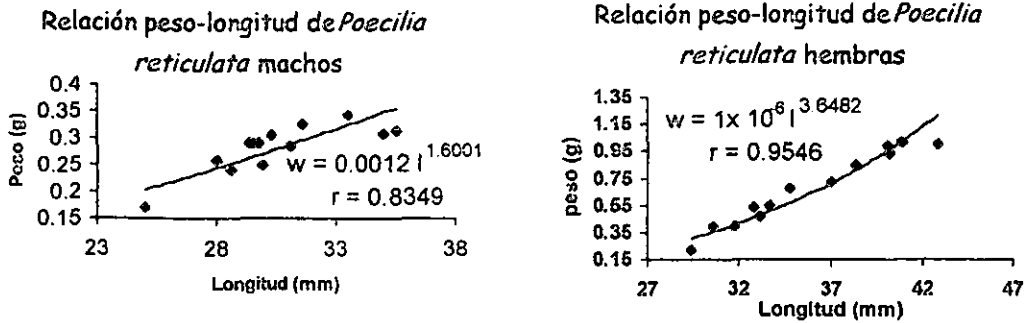


Fig. 3.1.3. Relación peso-longitud para *Poecilia reticulata* por sexos mantenidos en estanques con aguas tratadas.

Estas ecuaciones evidenciaron diferencias significativas entre sexos ($p < 95\%$), en el caso del factor de condición el obtenido para machos fue de 0.0012 mientras que para las hembras fue de 0.000001, lo que reflejó que los machos estuvieron en una mejor "calidad" o "bienestar de vida" en comparación con las hembras, es decir, los machos estuvieron en un mejor estado fisiológico que determinó diferencias entre su crecimiento y por ende una diferencia nutricional (Ricker, 1975; Wootton, 1990 y Watanabe y Kiron, 1994).

El tipo de crecimiento presentado en ambos sexos fue alométrico ($p < 95\%$) pero bajo diferente perspectiva entre ellos. En los machos significó un mayor incremento en longitud durante la investigación (1.6001) y para hembras un mayor crecimiento en biomasa (3.6482) (Ricker, 1975; Wootton, 1990 y Watanabe y Kiron, 1994).

3.2. *Poecilia sphenops*

El crecimiento en longitud de los peces fue expresado en milímetros y estuvo representado por las siguientes ecuaciones y gráficos:

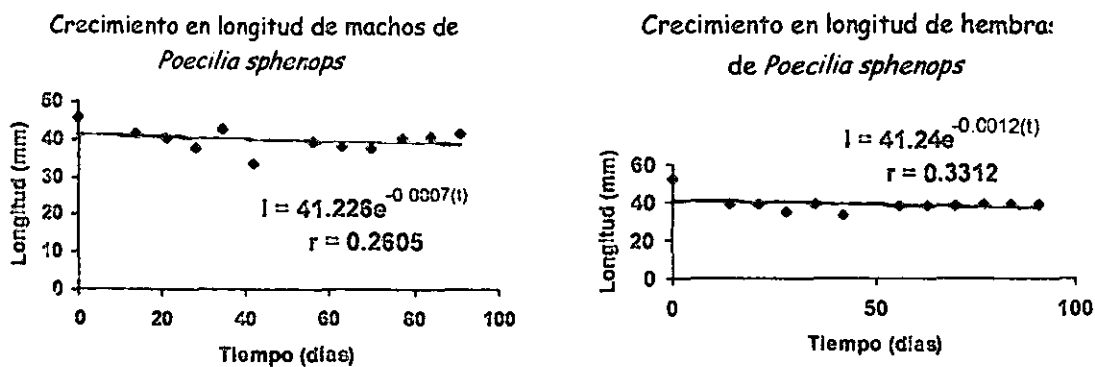


Fig. 3.2.1. Crecimiento exponencial en longitud de *Poecilia sphenops* por sexo mantenidos en estanques con aguas tratadas.

En ambos sexos no se presentó crecimiento en la longitud de los peces o ganancia alguna y no existieron diferencias significativas entre ellos ($p < 95\%$), observando una tendencia a mantener constante la longitud inicial durante la fase de experimentación y más específicamente, hubo un decremento en la talla al inicio de la investigación, el cual nunca fue recuperado.

Con lo que respecta al peso, estuvo representado por los siguientes modelos y gráficas:

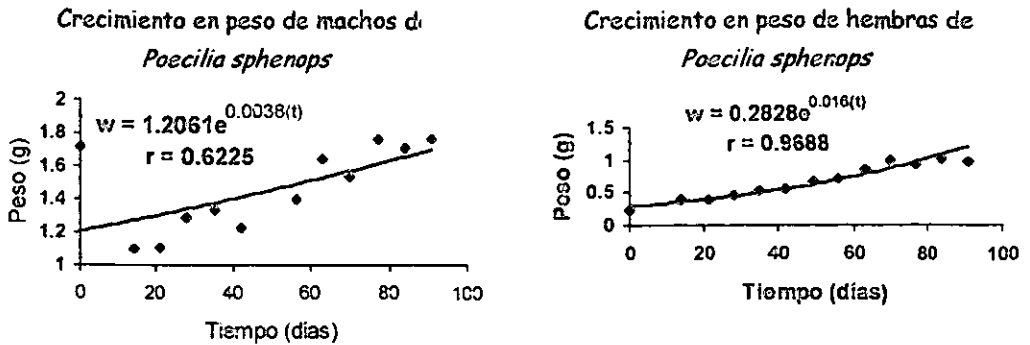


Fig. 3.2.2. Crecimiento exponencial en peso para *Poecilia sphenops* por sexo mantenidos en estanques con aguas tratadas.

Se presentó un aumento en la velocidad de incremento de biomasa en ambos sexos, aunque no se presentaron diferencias significativas ($p < 95\%$) entre el peso de machos y hembras, la ganancia diaria de esta especie fue de 0.0005 g para machos y de 0.0008 g para hembras.

Crecimiento diario en peso (g)	Crecimiento diario en peso (g)
machos	hembras
0.0005	0.0008

El modelo de la relación peso-longitud fue representado por las siguientes ecuaciones:

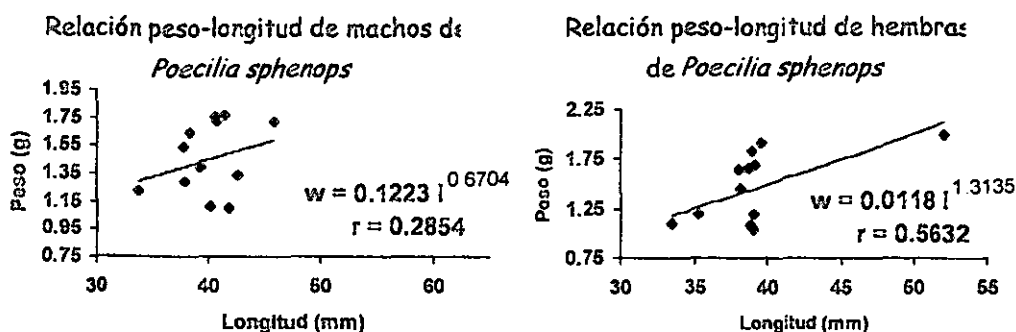


Fig. 3.2.3. Relación peso-longitud para *Poecilia sphenops* por sexos mantenidos en estanques con aguas tratadas.

Estas ecuaciones mostraron diferencias significativas entre sexos ($p < 95\%$), los machos presentaron un factor de condición de 0.1223 y para hembras de 0.0118, por lo que se puede decir que los machos se encontraron en una mejor calidad fisiológica que las hembras aunque al parecer esto no tuvo influencia en su crecimiento ya que fue igual en machos que en hembras, los bajos valores del factor de condición en la hembras se vio reflejado por la presencia de micosis bucal.

El tipo de crecimiento presentado en ambos sexos fue del tipo alométrico ($p < 95\%$) significando en ambos sexos un incremento en la longitud mayor que en peso durante la investigación con valores de 0.6704 para machos y de 1.3135 para hembras.

3.3. *Xiphophorus helleri*

El crecimiento en longitud de los peces fue expresado en milímetros y estuvo representado por las siguientes ecuaciones:

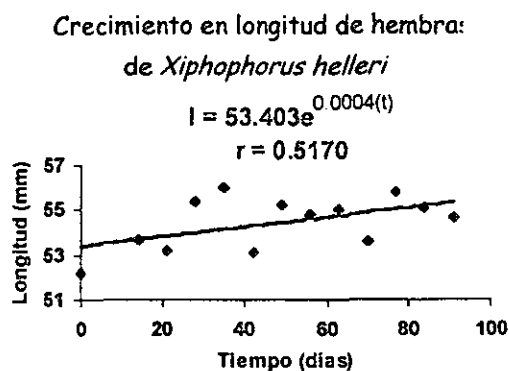
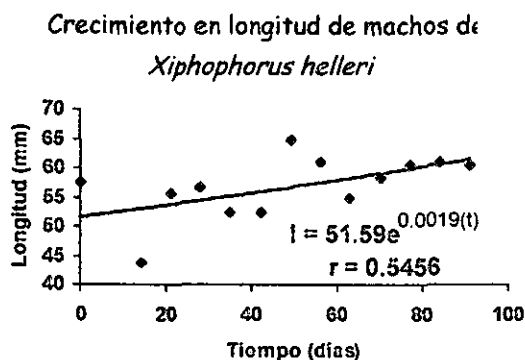


Fig. 3.3.1. Crecimiento exponencial en longitud de *Xiphophorus helleri* por sexo mantenidos en estanques con aguas tratadas.

La diferencia entre las dos curvas resultó estadísticamente no significativa ($p < 95\%$), estos resultados determinan que el incremento en longitud fue similar, por sexos.

La ganancia diaria en longitud fue de:

Crecimiento diario en longitud (mm) machos	Crecimiento diario en longitud (mm) hembras
0.034 mm	0.027 mm

Estos resultados determinaron que las hembras ganaron 0.027mm al día y los machos 0.034mm diarios durante el tiempo de experimentación aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 95\%$).

Con lo que respecta al peso, estuvo representado por los siguientes modelos y gráficas:

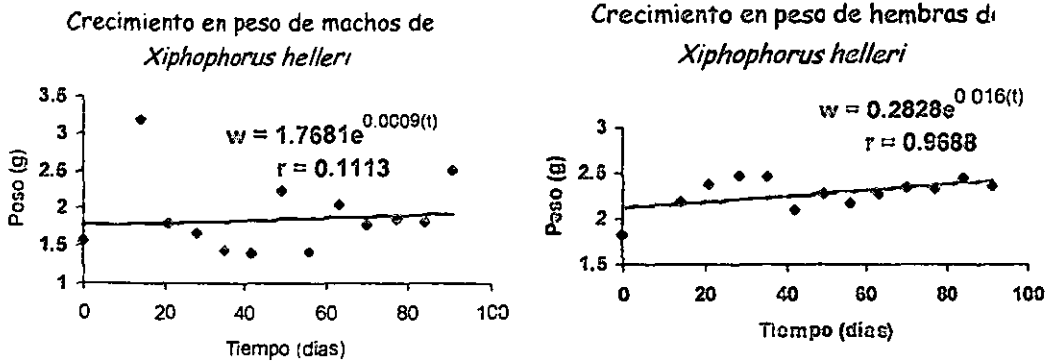


Fig. 3.3.2. Crecimiento exponencial en peso para *Xiphophorus helleri* por sexo mantenidos en estanques con aguas tratadas.

La velocidad de incremento en biomasa fue mayor para las hembras ($p < 95\%$) con una velocidad de 0.0016, con respecto a los machos cuya velocidad de crecimiento fue de 0.0009.

La ganancia diaria en peso para esta especie fue de:

Crecimiento diario en peso (g) machos	Crecimiento diario en peso (g) hembras
0.010	0.005

El crecimiento diario en peso al final de la investigación fue mayor para los machos (0.010), teniendo estos el doble de ganancia que las hembras (0.005 g/día), esto significó una ganancia de 0.91 g para los machos y 0.455 para las hembras.

Los modelos por sexo de la relación peso-longitud fueron representados por las siguientes ecuaciones y gráficos:

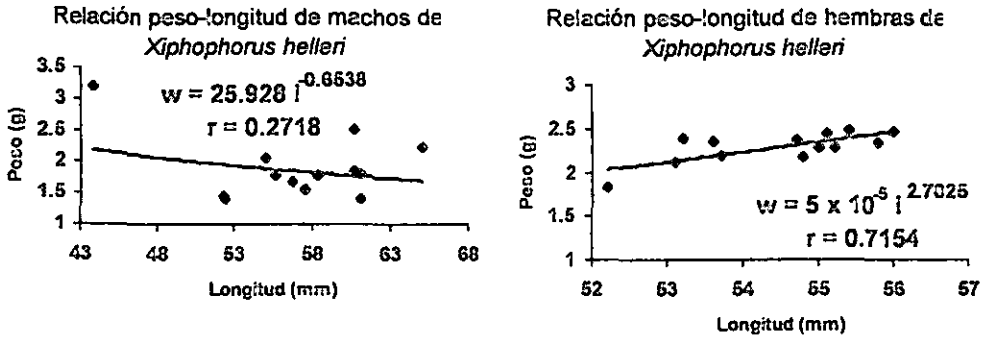


Fig. 3.3.3. Relación peso-longitud para *Xiphophorus helleri* por sexos mantenidos en estanques con aguas tratadas.

Estas ecuaciones mostraron que los machos presentaron un decremento en peso de -0.6538 mientras que en las hembras se definió un crecimiento de tipo alométrico donde se presentó un incremento mayor en longitud que en peso (2.7025). En lo que se refiere al factor de condición, los machos tuvieron un valor de 25.92 el cual es demasiado alto para el tipo de crecimiento negativo, las hembras presentaron un valor de 5×10^{-5} que es el más bajo reportado en este experimento. Las ecuaciones si bien, no representaron una relación óptima entre la longitud y el peso, los valores tan bajos e inclusive negativos como el obtenido en los machos, se debe entre otras cosas a la mala aclimatación que presentaron a las condiciones del agua del Lago de Xochimilco, a pesar de que si se alimentaron tal y como lo demuestra el análisis de contenido estomacal perdieron peso a lo largo de la investigación, pero esto se debió, a que presentaron una gran cantidad de enfermedades que se tradujo en una gran número de organismos enfermos durante éste. Una consecuencia de las enfermedades, es que afectan directamente al crecimiento y desarrollo de los peces, ya que con mucha frecuencia inducen una pérdida de peso corporal tal y como sucedió en el presente experimento y que al aplicar el modelo teórico de la relación peso-longitud no representó este efecto (Reichenbach-Klinke, 1976).

Las enfermedades que presentaron estos peces fueron:

- Micosis bucal
- Micosis por Saprolegnia
- Mordeduras de sanguijuelas
- Ascitis infecciosa

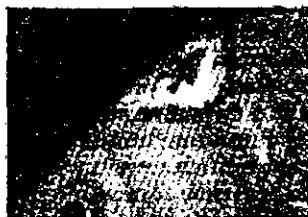


Fig. 3.3.4. Pez con Ascitis infecciosa (Ilustración tomada de Wardley, 1992).

4. MORTALIDAD

4.1. *Poecilia reticulata*

La mortalidad en esta especie fue la más alta registrada en el experimento con un total de 31 peces muertos, es decir el 72.09% de la población inicial, este porcentaje representó una tasa de mortalidad de 0.34 muertos/día y se debió principalmente a que *Poecilia reticulata*, es una especie de talla muy pequeña y en el Lago de Xochimilco existen muchos depredadores más grandes que estos peces (Fig. 4.1.1) (Orozco, 1997).

Porcentajes de mortalidad para machos y hembras

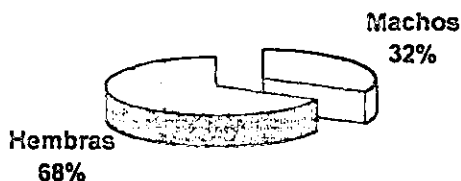


Fig. 4.1.1. Mortalidad por sexos para *Poecilia reticulata* mantenidos en estanques con aguas

Como se puede observar en la figura 3.5, del total de organismos muertos, el mayor porcentaje fue de hembras, estas tuvieron más del 50% de las muertes, mientras que los machos sólo representaron el 32%.

Esta especie a pesar de su alta tasa de mortalidad debida a la depredación, fue la única que no presentó enfermedades durante la fase experimental.

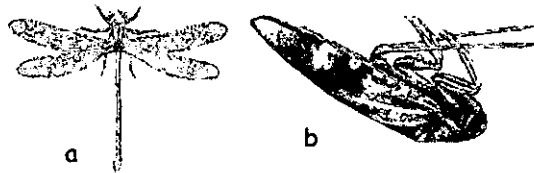


Fig. 4.1.2. Principales depredadores de los *Poecilia reticulata* mantenidos en estanques con aguas tratadas: a) Insecto del orden *Odonata*, b) Insecto del orden *Hemiptera*. (Ilustración "a" tomada de Barnes y Ruppert, 1996 y "b" de Rodríguez *et al.*, 1994).

4.2. *Poecilia sphenops*

Esta fue la especie con la más baja tasa de mortalidad registrada durante el experimento con un total de sólo 10 peces muertos, es decir el 31.25% de la población inicial, la tasa de mortalidad fue de 0.1 muertos/día y al igual que con los *Poecilia reticulata*, las hembras representaron el porcentaje mas alto de la mortalidad con un 70% mientras que los machos sólo tuvieron el 30% de la mortandad (Fig. 4.2.1).

Porcentajes de mortalidad para machos y hembras

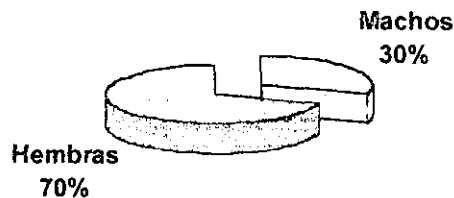


Fig. 4.2.1. Gráfico de mortalidad por sexos para *Poecilia sphenops* mantenidos en estanques con aguas

Como se puede observar en la figura 4.5, del total de organismos muertos, el mayor porcentaje es de hembras, esto corrobora los resultados de la ecuación peso longitud, ya que las hembras tuvieron una menor "calidad" o "bienestar de vida" que los machos, por otra parte a pesar su buena aclimatación, esta especie presentó como ya se dijo anteriormente micosis bucal en hembras, de las cuales todas las que fueron infectadas sobrevivieron después de un tratamiento en el laboratorio a base de sulfas.

4.3. *Xiphophorus helleri*

La mortalidad presente en esta especie fue del 52.27% de la población inicial con un total de 23 peces muertos, este porcentaje representó una tasa de mortalidad de 0.25 muertos/día. Esta tasa de mortalidad muy probablemente estuvo relacionada con la presencia de diversas enfermedades tal y como ya fue señalado, y de los peces que enfermaron solo sobrevivió el 27.27%, todos los demás murieron a los pocos días.

Porcentajes de mortalidad para machos y hembras

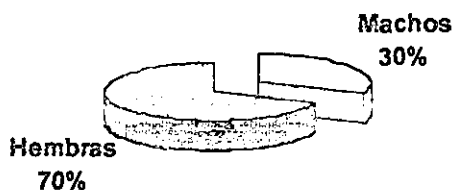


Fig. 4.3.1. Mortalidad por sexos para *Xiphophorus helleri* mantenidos en estanques con

Como se puede observar en la figura 4.3.1, del total de organismos muertos, el mayor porcentaje fue de hembras porque estas fueron las más atacadas por los parásitos (bacterias y hongos), ninguno de los peces infectados logró recuperarse muriendo al poco tiempo de detectarse la enfermedad (dos a tres días).

5. PRODUCCIÓN DE CRÍAS

5.1. *Poecilia reticulata*

En lo que a crías nacidas se refiere, fue la que mayor número de nacimientos presentó, con 65 crías en total durante la investigación.

Según los expertos en acuariofilia, el número mínimo de alevines que puede tener una hembra son 6 (aunque en condiciones óptimas la producción de crías puede rebasar los 100 individuos), en un periodo de 28.5 días promedio. En teoría con un total de 27 hembras colocadas al principio del experimento, debieron de haberse producido por lo menos 517 alevines (www.mascota.mania.com/acuariofilia/guiapeces/0050.html). Comparando los datos con los presentados en este experimento sólo se alcanzó el 12.57% de la producción mínima esperada en condiciones óptimas.

Producción de crías

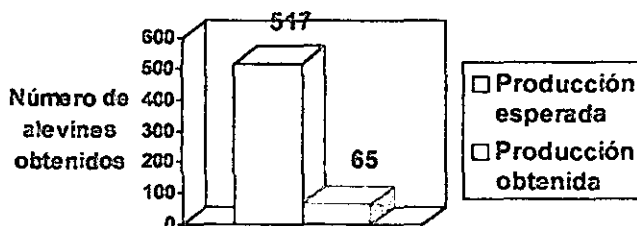


Fig. 5.1.1. Comparación de la producción esperada de *Poecilia reticulatas* en condiciones óptimas y de la obtenida en estanquería con agua tratada.

Comparación de los valores físicos y químicos

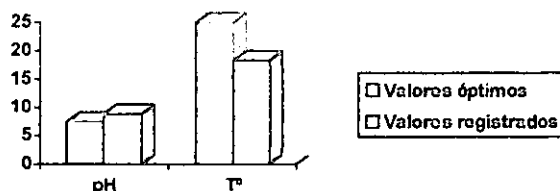


Fig. 5.1.2. Comparación de los valores óptimos para la reproducción de *Poecilia reticulata* contra los presentados en estanques con aguas tratadas.

5.2. *Poecilia sphenops*

En lo que a la producción de crías se refiere, esta especie tuvo una producción de 23 crías durante la experimentación, según los expertos el número mínimo de alevines que puede tener una hembra al igual que *Poecilia reticulata* es de 6 (aunque en condiciones óptimas la producción de crías puede rebasar los 100 individuos), en un periodo de 28.5 días promedio. Con un total de 27 hembras colocadas al inicio del experimento, debieron de haber tenido 517 alevines (www.mascota.mania.com/acuariofilia/guiapeces/0062.html), en este experimento sólo se alcanzó el 4.45% de la producción mínima esperada en condiciones óptimas, esto también fue debido a que los valores de pH y temperatura óptimos para esta especie son muy diferentes a los presentados en el estanque, sobre todo la temperatura ya que el valor óptimo es de alrededor de 7 grados centígrados mas alta que la registrada en el estanque (Fig. 5.2.2), además de que el estanque en el que se mantuvieron los peces contenía aguas tratadas.

Producción de crías

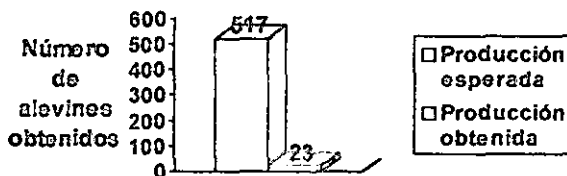


Fig. 5.2.1. Comparación de la producción esperada de *Poecilia sphenops* en condiciones óptimas y de la obtenida en estanquería con agua tratada

Comparación de los valores físicos y químicos

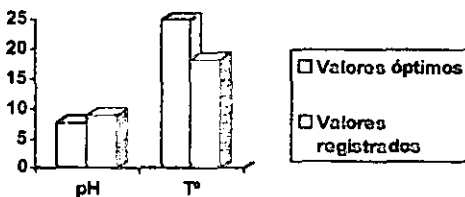


Fig. 5.2.2. Comparación de los valores óptimos para la reproducción de *Poecilia sphenops* contra los presentados en estanques con

5.3. *Xiphophorus helleri*

En lo que a la producción de crías se refiere, tuvo una producción muy pobre, según los expertos, puede tener como mínimo 6 alevines cada 34 días (aunque en condiciones óptimas la producción de crías puede rebasar los 100 individuos) era de esperarse una producción de 433.58 alevines y sólo se obtuvo el 2.9%, por lo fue la que menos crías tuvo y por lo tanto es la menos recomendada (www.mascota.mania.com/acuariofilia/guiapeces/0049.html). Una posible causa para la baja reproducción además de que las condiciones físicas y químicas no fueron las óptimas, es que el estanque en el que se mantuvieron los peces contenía aguas tratadas.

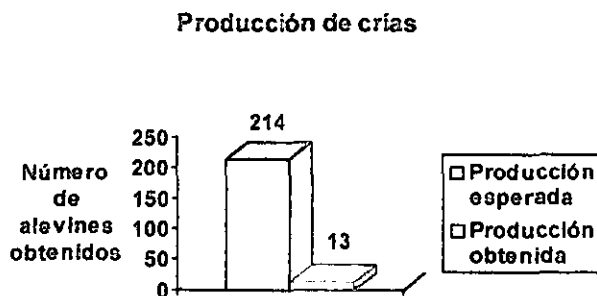


Fig. 5.3.1. Comparación de la producción esperada de *Xiphophorus helleri* en condiciones óptimas y de la obtenida en estanquería con agua tratada.

Comparación de los valores físicos y químicos

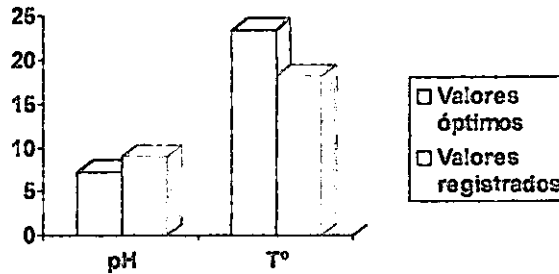


Fig. 5.3.2. Comparación de los valores óptimos para la reproducción de *Xiphophorus helleri* contra los presentados en estanques con

Las diferencias en la cantidad de crías esperadas y las obtenidas para las tres especies son debidas a que las variables físicas y químicas no estuvieron controladas sino que estuvieron sujetas al ambiente ya que la estanquería se encuentra a cielo abierto, además de que el estanque en el que se mantuvieron los peces contenía aguas tratadas, las cuales contienen una gran cantidad de contaminantes entre los cuales se encuentran los metales pesados como el Pb y el Cd que en grandes concentraciones pueden dañar de forma irreversible el sistema reproductor de los peces (Lesniak and Ruby, 1982).

DISCUSIÓN

Los parámetros físico-químicos resultan realmente importantes cuando hablamos de un buen crecimiento y de una óptima reproducción, ya que parte del metabolismo de estos organismos está directamente ligada a ciertos factores como son la temperatura (hay que recordar que los peces son poiquilotermos). La familia Poeciliidae es originaria de una zona netamente caribeña; entre los 5° y los 30° de latitud norte y rodeando el mar Caribe. Es decir norte de Venezuela y Colombia, Centroamérica, sur de México y la Florida en los Estados Unidos de Norteamérica. Estos peces gustan de aguas levemente duras y con una ligera tendencia a la alcalinidad (www.geocites.com/heartland/estates/1051/). Sabiendo las características del agua que estos peces requieren, el objetivo de este trabajo fue la evaluación del desarrollo de estos peces en las condiciones naturales del agua del Lago de Xochimilco que como ya se ha dicho muchas veces, se trata de agua tratada que contiene una gran cantidad de contaminantes orgánicos e inorgánicos que en muchas ocasiones son dañinos a los peces (Balanzario, 1976 y Lesniak y Ruby, 1982).

En lo que respecta al oxígeno disuelto, los valores de este elemento fueron buenos si se tiene en cuenta que granjas especializadas de producción procuran no tener valores inferiores a 7 ppm (Villarreal, 1987), la temperatura se consideró baja ya que los poecilidos de ornato como las tres especies que se manejaron requieren una temperatura de entre 22°C y 25°C (www.mascotamania.com/acuariofilia/guiapeces), estas temperaturas por arriba de los 20°C son difíciles de obtener y mas aun de mantener en la Ciudad de México sin un sistema de calefacción adecuado ya que la estanquería esta a cielo abierto, cabe mencionar que el objetivo de este trabajo no era que los peces crecieran en condiciones ideales si no evaluar el crecimiento y la producción de crías con las condiciones naturales del Lago de Xochimilco para poder dar una alternativa a la población que ahora se sostiene de la pesca.

En cuanto a los valores de pH, estos peces deben de mantenerse a un pH neutro aun cuando en la naturaleza estén en aguas levemente duras con tendencias a la alcalinidad (www.mascotamania.com/acuariofilia/guiapeces). El aumento del pH se dio a la par en la que se fertilizó el estanque, esto era de esperarse, ya que de acuerdo con Margalef (1983), la eutrofización es causada

por un aumento en los fosfatos que actúan como fertilizante, estos fosfatos provienen del uso de fertilizantes, detergentes y herbicidas, estos últimos van a parar al agua en mayor o menor grado dependiendo de su solubilidad y su tasa de destrucción. Al ser Xochimilco un cuerpo de agua que contiene aguas negras (Balanzario, 1976), es de esperarse que tenga un alto contenido de algunos de estos contaminantes. Esta eutrofización tiende a disminuir el oxígeno disuelto en el agua conforme aumenta la concentración de fósforo (Thomas, 1968 en Margalef, 1983), gracias a los aereadores utilizados en el estanque no se presentó este problema.

La conductividad puede ser definida como la cantidad de corriente que puede fluir en un elemento determinado y depende de la concentración de iones como Ca, Mg, Na y K (YSI, 1997), y si elementos como el Ca aumentan el pH y son buenos conductores, ¿porqué la conductividad disminuye?, como se dijo anteriormente el aumento de pH, presumiblemente se debió a un aumento en los fosfatos, según Margalef (1983) los fosfatos tienden a precipitar al calcio, por esto es posible que el pH aumente y la conductividad disminuya.

La transparencia disminuyó como consecuencia de la eutrofización, el crecimiento de fitoplancton cambió al agua mucho más turbia de lo que era, el color inicial del agua era café y se alcanzaba a observar el fondo del estanque, conforme se fertilizó naturalmente, el crecimiento de fitoplancton tornó el agua a un color verde oscuro hasta que la transparencia del agua fue casi nula, es decir, el aumento en el fitoplancton es un aumento en pigmentos fotosintéticos y por eso el agua se torna en un color verde, mientras mas verde es un lago o estanque existe una mayor producción de fitoplancton, mientras que una coloración amarillenta o café es un aumento en sustancias contaminantes (Margalef, op. cit.).

El NH_3 (amonio), NO_2 (nitritos) y NO_3 (nitratos) son compuestos de gran interés en acuicultura y si no se cuenta con buenos sistemas de filtrado o depuración de estos tres compuestos nuestros peces pueden resentirlos presentando enfermedades e incluso la muerte ya que los daños causados por el amonio, nitritos y nitratos son irreversibles, el comportamiento de estos compuestos no tendió a aumentar con el paso del tiempo, el amonio fue transformado en NO_3 que es una forma del nitrógeno asimilable para las plantas, esto probablemente fue debido a la presencia del lirio acuático (Margalef, op. cit).

La nutrición en peces tropicales, juega un papel importante, especialmente bajo condiciones de cautiverio donde el alimento natural no está disponible. Las fórmulas alimentarias pueden estar fisiológicamente balanceadas y ser ricas en proteínas, carbohidratos y grasas, y deben de contener también vitaminas y minerales para un óptimo crecimiento y una sana reproducción. Una deficiencia en uno de estos elementos, puede verse reflejada en un bajo crecimiento y pueden causar enfermedades e incluso la muerte (Shim, 1991). Los poecilidos como el guppy son peces voraces y se alimentan indiscriminadamente, en la naturaleza pueden comer pequeños invertebrados, larvas de insectos y algas (Shim y Chua, 1986).

Una de las posibles explicaciones sobre el crecimiento de los peces, está definitivamente en el tipo de alimento que consume, razón por la cual en un ambiente relativamente nuevo para la manutención del pez, el análisis del contenido estomacal es necesario para relacionar si la disponibilidad de alimento preferencial de estos organismos está presente en el ambiente (lo cual influirá en el crecimiento de este organismo), bajo esta consideración, los resultados encontrados demuestran que todos los tipos alimentarios se encuentran disponibles en los análisis de plancton realizados en el estanque (Prejs y Colomine, 1981).

Ninguno de los organismos planctónicos encontrados se sembró especialmente, algunos huevecillos provienen de la vegetación utilizada para fertilizar el estanque y que provienen del Lago de Xochimilco, y otros debieron de estar presentes en el agua del lago y que por su pequeño tamaño no pudieron ser filtrados. Es importante identificar el fitoplancton, ya que los peces pueden ingerirlo accidentalmente al momento de alimentarse, como ya se dijo anteriormente los poecilidos son muy voraces, varias personas dedicadas a la acuariofilia los clasifican como peces omnívoros aunque el tipo de intestino que presentan es mas bien el de un carnívoro ya que el largo de los intestinos es de solo 2 a 3 veces el tamaño del cuerpo, mientras que en el orden de los cyprinodontiformes las especies fitófagas tienen un intestino de cerca de 22 veces el tamaño del cuerpo, aunque basarse en la morfología, es apenas posible lograr una visión global de los hábitos alimentarios, ya que el espectro de posibilidades que tiene el organismo es muy amplio (Prejs y Colomine, op. cit.).

En el consumo del zooplancton por especie, se puede ver claramente que las tres especies consumieron organismos del *Orden Cladocera*, en el caso

particular de los *Poecilia sphenops*, estos sólo ingirieron este tipo de organismos, mientras que *Poecilia reticulata* y *Xiphophorus helleri* consumieron además anfípodos y copépodos, todos los organismos consumidos pertenecieron al *Subphyllum Crustacea*, los organismos de este grupo, son el zooplancton de mayor talla encontrado en el estanque y por ende supuestamente, el que mayor contenido energético aporta, el consumo de este tipo de alimento es de vital importancia en la producción de crías ya que el tipo de alimento ingerido afecta directamente el tipo de crecimiento de los peces y pueden alcanzar la madurez sexual más rápidamente (Ricker, 1975; Wootton, 1990 y Watanabe y Kiron, 1994).

En lo que respecta al crecimiento de los peces tenemos que las hembras de *Poecilia reticulata* presentaron el mayor crecimiento, en talla y en biomasa, fueron las que más crecieron y con una mayor velocidad de crecimiento, de manera general en los poecilidos, las hembras son las que tienden a crecer a una mayor velocidad y también son las que alcanzan tallas más grandes, inclusive, el rápido aumento en peso puede deberse a que las hembras de los poecilidos tienen la capacidad de almacenar esperma, ya que puede haber contacto sexual de las crías incluso desde antes de su nacimiento, este esperma puede ser aprovechado por las hembras apenas tengan la capacidad de poder ser fecundadas, el desarrollo de las crías en el interior de la madre, lleva a esta a un crecimiento más rápido en peso y también en longitud (Meffe y Snelson, 1989). En el caso en particular de los *Poecilia reticulata*, las hembras tendieron a crecer más en peso que en longitud, esto puede ser atribuido a lo anteriormente dicho, ya que los *Poecilia reticulata* fueron los que presentaron una mayor producción de crías, esta especie es muy fértil y sus periodos entre generaciones (periodo entre los nacimientos de las crías) son los más cortos (28 días) junto con los *Poecilia sphenops* en comparación con los *Xiphophorus helleri* cuyo periodo entre generaciones es de 34 días. Con lo que respecta a los machos, los *Poecilia reticulata* presentaron el mayor incremento en talla y los *Xiphophorus helleri* el mayor incremento en peso, esto se debe a que los *Poecilia reticulata* son organismos cuyas tallas máximas son inferiores a las de los *Xiphophorus helleri*, por lo tanto aunque los *Xiphophorus helleri* no presentaran crecimiento, lo poco que ganaban resultó ser más en comparación con los *Poecilia reticulata*, ya al tener tallas más grandes el peso es mayor (www.mascotamania.com/acuariofilia/guiapeces).

En lo que respecta a la relación peso-longitud, tenemos que de manera general, los machos presentaron factores de condición mas altos que las hembras, esto se vio reflejado en los porcentajes de peces muertos ya que en promedio el 70% de la mortalidad fue en hembras, por otra parte, las hembras de *Poecilia sphenops* y *Xiphophorus helleri* fueron las que más enfermedades presentaron y en el caso de las *Xiphophorus helleri*, estas enfermedades resultaron mortales en la mayoría de los casos. De manera general, los machos fueron quienes presentaron una mejor "calidad de vida", esta puede ser traducida como un mejor estado fisiológico en las características físicas y químicas de las aguas tratadas del estanque, con base en esto, quienes presentaron el mejor factor de condición fueron los *Poecilia reticulata*, por otra parte los *Xiphophorus helleri* fueron los únicos machos que presentaron enfermedades aunque ninguno de ellos murió debido a estas. Con lo que respecta a las hembras, quienes presentaron el mejor factor de condición fueron las *Poecilia sphenops*, seguidas de las *Poecilia reticulata*, las *Poecilia sphenops* y las *Xiphophorus helleri* presentaron enfermedades e incluso algunas *Xiphophorus helleri* murieron a causa de estas (Garvia, 1972, Ricker, 1975; Wooton, 1990 y Watanabe y Kiron, 1994).

Con lo que respecta a la mortalidad, la especie que presentó la tasa de mortalidad más grande fueron los *Poecilia reticulata* con 0.34 muertos/día, esto pudo haberse debido a que esta especie es la de talla más pequeña y es una presa más fácil para los depredadores del lago de Xochimilco, la tasa más baja correspondió a los *Poecilia sphenops* con un valor de 0.10 muertos/día y los *Xiphophorus helleri* tuvieron una tasa de 0.25 muertos/días, la mortalidad en *Xiphophorus helleri* se atribuye principalmente a las enfermedades ya que esta especie fue la que presentó mas diversidad de enfermedades y mas organismos infectados (Garvia, 1992).

En lo que respecta a la producción de crías, tenemos que el más alto porcentaje de producción lo tuvieron los *Poecilia reticulata* con el 12.57% de la producción esperada, seguido por los *Poecilia sphenops* quienes alcanzaron el 4.45% de la producción esperada y por último los *Xiphophorus helleri* con una producción del 2.9% de los esperado, esto tal vez estuvo relacionado con la alimentación ya que si bien todos ingirieron crustáceos, los *Poecilia reticulata* ingirieron en un mayor porcentaje organismos de la Clase *Amphipoda* que

fueron los crustáceos de talla más grande y por lo tanto de mayor aporte energético, además de que las hembras de esta especie fueron las únicas que no presentaron ningún tipo de enfermedades a lo largo del trabajo (Ricker, 1975; Wootton, 1990 y Watanabe y Kiron, 1994).

En comparación con una granja de peces desarrollada por el CENTRO DE INVESTIGACIONES DE QUINTANA ROO, financiada por la SECRETARÍA DE PESCA (ahora SEMARNAP) en 1993, las tasas de crecimiento (promedio de ambos sexos) para *Xiphophorus helleri* (*Xiphophorus helleri*), *Poecilia reticulata* (*Poecilia reticulata*) y para *Poecilia sphenops* (*Poecilia sphenops*) en el Lago de Xochimilco, fueron más altas que para otras dos especies del género *Poecilia* (*P. orri* y *P. velifera*), en este trabajo, obtuvimos una tasa de crecimiento de 0.007g/día para *Xiphophorus helleri* y de 0.004g/día para *Poecilia reticulata* mientras que la tasa mas alta de crecimiento en Quintana Roo fue de 0.002 para *Poecilia orri*, con base en esto se puede decir que el crecimiento fue bueno para estas dos especies. La diferencia se hace más notable si se toma en cuenta que la granja de peces en Quintana Roo tiene un sistema de filtración biológico y agua proveniente de un sistema no contaminado, el estanque usado en Xochimilco tan solo posee oxigenación y fue lleno con aguas tratadas, además la granja de Quintana Roo, controló todas sus variables físico-químicas (SEPECSA, 1993).

Las diferencias entre los resultados que se obtienen en condiciones óptimas y los obtenidos en este trabajo se explican fácilmente, los peces con los que se trabajó, estuvieron expuestos a una gran cantidad de contaminantes orgánicos e inorgánicos, este tipo de contaminantes son altamente tóxicos a los organismos por lo tanto el desarrollo de estos no es el óptimo ya que deben de soportar la presión que ejerce este medio sobre ellos, en muchos casos los contaminantes inorgánicos como los metales pesados pueden causar daños muy grandes a nivel del sistema reproductor de los peces, esto repercute en la cantidad de alevines que nacen, siendo esta inferior a la que se obtendría en condiciones óptimas, estos contaminantes también afectan al crecimiento, y a la susceptibilidad de los peces a la adquisición de enfermedades ya que el estrés puede deprimir al sistema inmunológico de los organismos (Garvia, 1992, Lesniak y Ruby, 1982 y Margalef, 1983). A pesar de ello, el propósito de esta investigación fue explorar si estos peces comerciales y de fácil acceso pueden tener una posibilidad de cultivo y por ende, alternativa para los pobladores del Lago de Xochimilco y si se invierte en los recursos económicos necesarios,

sobre todo para *Poecilia reticulata* y *Poecilia sphenops*, seguramente se obtendrán con el tiempo las aplicaciones y rendimientos económicos adecuados. También es necesario señalar que se deberá tener siempre presente que al parejo del desarrollo de estas investigaciones debiera de normatizarse este tipo de actividades en sistemas naturales modificados como lo es el Lago de Xochimilco y con ello asegurar un desarrollo económico armónico con la conservación de la fauna y flora nativa de la región, ya que hasta la fecha solo se tiene contemplada la introducción de especies exóticas en cuanto a enfermedades que estas pudieran transmitir a las poblaciones nativas pero no los efectos ecológicos que tiene la introducción de especies exóticas en los sistemas naturales. (www.ine.gob.mx, www.profepa.gob.mx y Ramírez y Sánchez, 2000).

CONCLUSIONES

- De acuerdo con los resultados obtenidos, la especie que mejor se adaptó al Lago de Xochimilco en un aspecto global, fue *Poecillia reticulata*, en condiciones más controladas (protección contra depredadores, control de variables físico-químicas, etc.) la tasa de mortalidad de este pez podría bajar considerablemente, tal vez más que la tasa de mortalidad de *Poecillia sphenops*, además, este último aunque con una tasa de mortalidad baja, causaría más gastos ya que también fue atacada por un gran número de enfermedades por lo que a su inversión hay que agregarle el costo de las medicinas y el mantenimiento de cuarentenas.
- El crecimiento y la producción de crías fueron mejores para los guppys y pueden considerarse adecuadas para iniciar un cultivo, ya que las tasas de crecimiento en comparación con la granja de Quintana Roo son más altas a pesar de que en el presente trabajo se utilizaron aguas tratadas.
- Se debe tomar en cuenta, aspectos legales para normatizar la actividad de estos productores, en caso de que se diera un cultivo de estos peces y con ello no afectar la fauna nativa del Lago de Xochimilco.
- El Lago de Xochimilco puede ser una buena opción para el cultivo de especies de ornato. En cuanto al alimento este no es necesario que se produzca aparte como ya pudimos observar en los resultados, este es abundante y de una gran variedad, además de que por ser de origen natural podemos encontrarlo en diferentes estadios de madurez y así satisface las necesidades alimentarias de los peces en sus diferentes etapas de desarrollo, sobre todo por lo que respecta a la relación de la talla del alimento y las características morfométricas de los peces (Ricker, 1975; Wootton, 1990 y Watanabe y Kiron, 1994).
- La baja producción se debió principalmente a la depredación, las bajas temperaturas, canibalismo y a la talla o edad de los peces, ya que estos ingresaron en tallas pequeñas para poder evaluar la reproducción, mientras que las tallas máximas son las que presentan mayor una producción.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para trabajos similares al presente, se use un tamaño de abertura de malla menor en las jaulas, para tener un mejor control de las crías.
- Se recomienda que para trabajos similares al presente, se lleve el control del crecimiento de las crías para poder evaluarlo y compararlo con el de los padres.
- Se recomienda que para trabajos similares al presente, se realice una evaluación de los organismos adultos sin el uso de jaulas para observar si éstas repercuten en el crecimiento de los peces.
- Se recomienda que para trabajos similares al presente, se evalúe la producción de crías pero con organismos que tengan las tallas máximas para cada especie (sementales) para que se vea realmente la producción de crías a nivel comercial.
- Se presenta una propuesta de una granja piscícola para que si en estudios posteriores es viable el cultivo de peces de ornato en el Lago de Xochimilco se tome en cuenta.

PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE UNA GRANJA PISCICOLA

1. CUIDADOS Y CONTROL DE CULTIVOS

Para optimizar el funcionamiento de la granja en general se deben aplicar las siguientes estrategias (SEPECSA, 1993):

- Higiene y seguridad, (batas, botas, guantes, desinfectantes, ventilación e iluminación, estos dos últimos principalmente cuando sean espacios cerrados).

- Control y selección genética (seleccionar crías que presenten mejores condiciones fenotípicas, genotípicas y de comportamiento).
- Control sobre depredadores.
- Control de la temperatura.
- Control sobre la población (registro del desove por reproductor para evitar endogamia).
- Evitar al máximo la manipulación directa de los organismos. Las capturas se harán dentro del agua.
- Llevar una bitácora diaria.
- Evitar metales en el sistema, de preferencia usar PVC y si es necesario el uso de metales se deben de aislar al máximo.

2. PERSPECTIVAS DE DESARROLLO

Para el óptimo desarrollo de una granja de peces de ornato se deben de tomar en cuenta los siguientes requerimientos (SEPESCA, 1993):

- Se debe evitar las zonas de desastres por terremotos, huracanes, nevadas e inundaciones.
- Terreno: Una granja debe estar situada cerca de una vía de acceso importante y debe de contar con servicios de teléfono y energía eléctrica.
- La fuente de abastecimiento de agua debe ser suficiente y constante, los parámetros que deben tomarse en cuenta son temperatura (C°), pH, oxígeno disuelto (ppm).
- Aunque la secretaria de pesca ahora Instituto Nacional de la Pesca dice que se debe evitar el uso de agua con metales pesados, en esta investigación se observo un adecuado crecimiento incluso en comparación con datos obtenidos de una granja en Quintana Roo que sigue todos estos protocolos.
- Para una granja a nivel intensivo moderado el tipo de suelo para la construcción de los sistemas requiere de firmeza.
- Se debe evitar al máximo metales en las instalaciones y de haberlos deben de estar aislados.
- La ubicación del criadero y de los estanques debe de ser estratégica para permitir un máximo aprovechamiento de la luz solar y ventilación, en el caso de utilizar estanquería con superficies extensas (mas de 100m²)

se deben orientar de tal forma que la dirección de los estanques y de los vientos más fuertes no sean paralelas.

3. CONCEPTO DE DISEÑO

La granja debe de contar básicamente con las siguientes áreas:

- Zona de cuarentenas
- Estanques de crecimiento
- Estanques de reproducción
- Peceras de desove
- Zona de enfermería o tratamiento de enfermedades.

La granja no puede prescindir de un sistema cerrado en el cual deben de ubicarse las peceras de desove, cuarentenas y la enfermería y de un sistema abierto en donde se encontraran la estanquería y las piletas de producción de alimento. Además de esto, la granja debe de contar con otras áreas de apoyo como lo son:

- Sistema de filtrado
- Sistema de drenaje
- Laboratorio
- Almacén
- Oficinas

3.1. SISTEMA CERRADO

3.1.1. CUARENTENAS

Las cuarentenas deberán de ser posible, peceras de vidrio y la capacidad deberá de ser de acuerdo a la capacidad de la granja, para una granja pequeña las cuarentenas pueden ser unidades o peceras de 40 litros, cada una con un calentador, la temperatura no deberá de decaer por abajo de los 22°C, un filtro de caja con carbón activado y fibra de vidrio, debe de tenerse en cuenta que la columna de agua no rebase los 70 cm ya que el soplador no dará aire a todas las unidades, el número de unidades dependerá también de la actividad

de la granja y de el bien inmóvil en el cual se ubicará el sistema cerrado, las peceras de cuarentena deberán de ser aseadas a diario, esto incluye un sifoneo de materia orgánica y el lavado del filtro de caja.

3.1.2. ENFERMERÍA

La enfermería constará de peceras las cuales no deberán pasar de los 10 litros de capacidad, esto con el fin de minimizar los costos del tratamiento que en ocasiones pueden ser muy elevados, las peceras de enfermería tendrán solo un calentador, al igual que las cuarentenas, la temperatura no deberá de estar por abajo de los 22°C, estas peceras no deberán de contar con filtro alguno ya que estos elevarían los costos del tratamiento al limpiar el agua, las peceras de cuarentena, deberán de limpiarse cada tercer día, esto también es con el fin de minimizar los costos del tratamiento, el aseo solo constará de un sifoneo de materia orgánica y reposición de los niveles de agua y si es necesario un recambio total si así lo indica el tratamiento.

3.1.3. PECERAS DE DESOVE

Las peceras de desove deberán de tener una capacidad de 40 litros y deberán de contener un calentador y un filtro biológico (las crías pueden entrar y morir en un filtro de caja) estas peceras tampoco deben descender de los 22°C y para la protección de las crías se debe utilizar plantas o una tela de tul de la misma área del fondo de manera que las crías vayan al fondo y las demás hembras no puedan tener contacto con ellas ya que en esta especie es posible que se presente canibalismo por parte de otras hembras al momento del desove.

3.2. SISTEMA ABIERTO

3.2.1. ESTANQUERÍA

La recomendación de la Secretaría de Pesca (1993) son estanques de 7m² con una profundidad de 1.5 m, con una capacidad de 73500 litros, es importante que los estanques tengan un control de nivel exterior, lo que facilita el manejo de los organismos, y que en el fondo presenten un desnivel cerca del desagüe para una fácil captura en caso de una colecta total de los

organismos a la hora de la cosecha. Es importante que se implemente un sistema de calefacción para los estanques ya que con una temperatura de entre 22°C y 28°C el crecimiento y la reproducción mejoran considerablemente. Todo el sistema de estanquería deberá contar con un sistema de aireación por tubería de PVC de 1.5 pulgadas, esto con el fin de que los bajos niveles de oxígeno del lago se puedan ver incrementados.

3.2.3. ESTANQUES DE REPRODUCTORES

Este estanque debe de tener peces en una proporción sexual de 3 hembras por 1 macho (Meffe y Snelson, 1989) cuidando de no sobrepasar la capacidad de carga del estanque que es de un centímetro de pez por litro de agua. Este estanque deberá de revisarse diariamente, esto con el fin de recolectar organismos muertos y pasar a las hembras grávidas a las peceras de desove.

3.2.4. ESTANQUES DE CRECIMIENTO

En este estanque se manejará el mismo número de organismos, es importante no sobrepasar la capacidad de carga, ya que esto puede traer problemas con el crecimiento. Los organismos deberán sexarse y separarse para que no haya entrecruzamientos de peces de la misma generación y degraden así su genotipo (Meffe y Snelson, 1989). La proporción de sexos en el desove generalmente es de 1:1. La SEPESCA (1993) también recomienda usar tinajas de 450 litros en vez de estanquería, las tinajas pueden ser de fibra de vidrio con recubrimiento interno de *gel-coat* y pintura epóxica; con un diámetro de 1.0m en estas unidades para crías se recomienda una circulación de agua de 5 litros por hora y una densidad de 600 crías (para *Poecilia reticulata*). El agua debe de llegar en forma de regadera para crear un flujo circular y eliminar mejor los sedimentos por una descarga central, que consta de un tubo de 1.5 pulgadas como regulador interno de nivel y otro externo de 3.0 pulgadas que se comunica a todo el desagüe del sistema abierto.

3.3. ABASTECIMIENTO DE AIRE, AGUA Y DRENAJE

3.3.1 SISTEMA CERRADO

La circulación del agua debe ser por tubería de PVC hidráulico de 1.5 pulgadas de diámetro y 0.5 pulgadas como reducción terminal, con llaves de paso para aislar secciones en caso de reparación y llaves terminales individuales para cada unidad (acuarios o tinas de cuarentena y acuarios de enfermería). El tanque elevado (tinaco) debe tener la altura suficiente para que llegue el agua a todo el sistema con buena presión y evitar al máximo desviaciones en la red hidráulica (codos, "T", etc.), así como reducciones. Cada unidad debe tener su desagüe individual, así como el control de este por una llave de paso, lo cual permitirá dar tratamientos profilácticos en la misma unidad sin tener que mover a los organismos.

Un soplador de 1.0 HP es suficiente para abastecer hasta 90 unidades (peceras o tinas) con una columna de agua de 70 cm. El aire llegará a las unidades por tubería de PVC de 0.5 pulgadas con llaves de paso pequeñas de donde se conectan las mangueras de plástico con su difusor.

El agua que se deseche, deberá ser vertida al drenaje de la ciudad de México, ya que esta agua no puede ser regresada al lago ya que debido al uso de medicamentos y otros tratamientos excede los límites de contaminantes establecidos por la NOM-001-ECOL-1996.

3.3.2 SISTEMA ABIERTO

El sistema abierto no tiene que contar con un tanque elevado, los estanques pueden ser llenados con una bomba centrífuga que tome el agua directamente del Lago de Xochimilco y la distribuya a cada estanque, es importante que cada estanque cuente con una llave de paso para que en caso de llenar un solo estanque los demás no tengan que ser llenados también, la tubería deberá de ser de PVC hidráulico de 1.5 pulgadas y una llave de paso de 0.5 pulgadas en la descarga de cada estanque.

Los estanques deberán contar con un sistema de aireación, el aire circulará por una tubería que deberá ser de PVC hidráulico de 1.5 pulgadas con

una línea de difusores los cuales irán dentro de cada estanque, un soplador de 1.0 HP es suficiente para abastecer los estanques.

Individualmente los estanques deben desaguar a un canal a cielo abierto central el cual debe terminar en un registro, se puede conectar a un pozo de absorción o de regreso al lago, esto tendrá que ser de acuerdo con la NOM-001-ECOL-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales, y deberá de tenerse cuidado de que los peces no se escapen al lago ya que aunque no existe legislación con respecto a esto, las especies exóticas que puedan ser introducidas al Lago de Xochimilco pueden ser de gran daño al sistema como el causado por los programas de apoyo a la acuicultura desarrollados por el gobierno años atrás como la introducción de tilapia y carpas (Rosas, 1973 y Fernández, 1986) y que ahora muestran los adversos efectos en las aguas continentales nacionales como es el caso de Xochimilco y Pátzcuaro (CONABIO, 1998).

3.4. LABORATORIO

Dentro de la granja, tal vez dentro del inmueble que contenga el sistema cerrado, es necesario contar con un pequeño laboratorio para realizar diferentes análisis como de calidad del agua, en caso de tener cultivos de alimento es aquí donde se producirá el alimento para estos organismos, la eclosión de quistes en caso de que se tenga un cultivo de artemia, realizar análisis a los organismos muertos y de los cuales se desconozcan las causas y la elaboración de medicamentos, esta área debe de contar con tomas de aire, agua potable, energía eléctrica y una tarja.

3.5. OFICINA Y ALMACEN DE EQUIPO

También es importante contar con una oficina de por lo menos 5m². Para el almacenaje del equipo de campo y herramientas se debe destinar un área segura.

LITERATURA CITADA

- ALVAREZ DEL VILLAR J., 1950. Claves para la determinación de especies de los peces de las aguas continentales mexicanas. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, Secretaría de Marina, México. 40-69, 97-104 p.
- ALVAREZ DEL VILLAR, J., 1970. Peces mexicanos (Claves). Servicio Investigación Pesquera. Instituto Nacional de Biología Pesquera, México. 166 p.
- ALVAREZ DEL VILLAR, J., y L. G. NAVARRO, 1957. Los peces del Valle de México. Comisión para el Fomento de la Piscicultura Rural, Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, Secretaría de Marina, México.
- AVILA, L. E., S. BOLAÑOS N. y L. GUERRERO C., 1997. Algunos aspectos sobre micobacteriosis en *Xiphophorus helleri*. XXI Simposio de Biología de Campo y XIV coloquio de tercera etapa.
- AZPETIA, H. A., S. MARAÑÓN H., V. A. TIJERA-DAMESA y H. SALGADO Z., 1998. Efecto residual del esteroide acetato de trembolina en juveniles de *Poecillia reticulata*. VI Congreso Nacional de Ictiología. Tuxpan Veracruz.
- BALANZARIO, J. R., 1976. Contaminación de las aguas en los canales de Xochimilco. Tesis de licenciatura en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional Autónoma de México.
- BARRAGÁN, G. C., J. A. MARTÍNEZ P., L. VERDÍN T. y M. A. ESPINOSA S., 1998. Modalidad reproductiva de *Poecillia sphenops*, según su análisis histológico folicular. XVIII Coloquio de Investigación, E.N.E.P. Iztacala.
- BARNES R. D. y E. E. RUPPERT, 1996. Zoología de los invertebrados. Mc Graw Hill Interamericana S.A. de C.V. México. pp. 1114.

- BARRÓN, L. Y., B. LÓPEZ M., R. NIÑO S., A. REDING P., J. A. SALAS H., R. SOTO B., F. AVILA M., C. BARRAGÁN G., R. BONILLA M., F. CASTAÑEDA H., S. CORBELLO G., E. FALFÁN V., E. HERNÁNDEZ C., M. JUÁREZ B., G. PÉREZ R., S. RAMÍREZ C., G. ROBLES M., R. SÁNCHEZ A., M. A. SÁNCHEZ A., B. VALENCIA P., A. CRUZ G. y A. RODRÍGUEZ V., 1997. Mantenimiento de *Xiphophorus helleri* y *Belonesox belizanus* de las lagunas de Sontecomapan y Camaronera, Ver., para la conservación y aprovechamiento acuariofílico. XXI Simposio de Biologías de Campo y XVI Coloquio Estudiantil de Tercera Etapa.
- BOJÓRQUEZ, C. L., 1998. Modelos matemáticos en acuicultura. pp 159-227. En: Martínez, C. L. R. 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. A.G.T. Editor, S.A., México, 227 p.
- BOLAÑOS, N. S., E. AVILA L. y L. GUERRERO C., 1997. Reproducción de machos de *Xiphophorus helleri* utilizando 17 α -metilttestosterona. XXI Simposio de Biologías de Campo y XIV coloquio de tercera etapa.
- BOLTOVSKOY, D., 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico sroccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP. pp. 936.
- CAMPOS, H. A. y E. SUAREZ M., 1994, Copépodos pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe I, Biología y Sistemática. CIQRO. pp. 353.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO), 1998. Regiones prioritarias para la conservación (CONABIO/PRONATURA/WWF/FMCN/USAID/TNC/INE). <http://www.CONABIO.gob.mx/rpcm/rpcmdatos.hts>.
- CONNOR, R. 1991. Metal contamination of food. 2nd edition. Elsevier Applied Science.
- CRUZ, G. A., J. FRANCO L., A. RODRÍGUEZ V., R. CHÁVEZ L., S. CHÁZARO O. y R. ROCHA., 1992. Efecto de la cobabamida (coenzima de la vitamina B-12) en el crecimiento de *Poecillia reticulata*. XII Coloquio de Investigación, ENEP Iztacala.

- CRUZ, G. A., A. RODRÍGUEZ V., G. ROBLES M., 1998. Utilización de citrato de clomifeno para la inducción de la ovulación de *Xiphophorus helleri*. XVIII Coloquio de Investigación, ENEP Iztacala.
- DANIEL, W.W., 1980. Estadística con aplicaciones a las ciencias sociales y a la educación. Mc Graw Hill. México. pp. 504.
- DE LA LANZA, E. G., 1998. Aspectos fisicoquímicos que determinan la calidad del agua. pp. 1-26. En: MARTÍNEZ, C. L. R. 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. A.G.T. Editor, S.A., México, 227 p.
- DE LA LANZA, E. G. y S. HERNÁNDEZ P., 1998. Nutrientes y productividad primaria en sistemas acuícolas. pp 27-65. En: MARTÍNEZ, C. L. R. 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. A.G.T. Editor, S.A., México, 227 p.
- DE LA LANZA, E. G. y L. R. MARTÍNEZ C., 1998. Fertilización en los sistemas acuícolas. pp 67-76. En: MARTÍNEZ, C. L. R. 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. A.G.T. Editor, S.A., México, 227 p.
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL, 1993. El rescate ecológico de Xochimilco, memoria técnica. Jean Sidaner Editor. México.
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL, DELEGACIÓN XOCHIMILCO, 1996. Xochimilco, monografía. Departamento del Distrito Federal. México.
- DEPARTAMENTO DE PESCA, 1997. Reseña histórica de la pesca en México (1821-1977). Departamento de Pesca. México.
- FERNÁNDEZ, A. M. A., 1986. El sistema chinampero como una alternativa para el cultivo de peces. Tesis profesional (Biol.). Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 49 p.
- GARVIA, R. A. L., 1992. Peces de acuario, Guía práctica de enfermedades.

- Agroguías Mundiprensa. Madrid, España. 197p.
- GÓMEZ-AGUIRRE, S. Y L. R. MARTÍNEZ C., 1998. El fitoplancton. pp 77-94. En: Martínez, C. L. R. 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. A.G.T. Editor, S.A., México, 227 p.
- JAKIM, E., MORRISON, G. Y STEELER, F., 1976. Effects of enviromental factors of radiocadmium uptake by four species of marine *bivalves*. *Mar. Biol.* 40, 303.
- JUEZ, M., 1983. El abastecimiento de agua potable en la ciudad de México hasta el año 2000. Ciencia y desarrollo. CONACYT. 52. México.
- LESNIAK, J. A. AND S. M. RUBY, 1982. Histological and quantitative effects of sublethal cyanide exposure on oocyte development in rainbow trout. Archives of enviromental contamination and toxicology 11: 343-352.
- MCINTIRE, J. D. 1973. Toxicity of methyl-mercury for steel head trout sperp. *Bull. Envirom. Contam. Toxicol.* 9, 96.
- MARGALEF, R., 1983. Limnología. Omega. España. pp. 1010.
- MÁRQUEZ, E. A., C. E. MUNGUÍA. V. Y G. SÁNCHEZ F., 1998. Efecto de la hormona 17 α -metilttestosterona en hembras grávidas y crías de *Xiphophorus helleri*. VI Congreso Nacional de Ictiología. Tuxpan Veracruz.
- MÁRQUEZ, E. A. Y C. CHÁVEZ T., 1997. Efecto de la hormona diethyletilbestrol en hembras grávidas de *Xiphophorus helleri* (Pisces: Poeciliidae). XVII Coloquio de Investigación. ENEP Iztacala.
- MARTÍNEZ, T. M. Y F. LÓPEZ C., 1992. Biología de *Poecilia sphenops Valenciannes* en la presa Zicuiran, Mich. III Congreso Nacional de Ictiología. Oaxtepec Morelos. México.
- MARTTY, H., 1991. El acuario de agua fría. Albatros. Argentina, pp. 228.
- MAYA, P. E. Y M. RODRÍGUEZ G., 1995. El efecto de la temperatura y el pH sobre

Literatura citada

Daniel García Bodoya

la proporción de sexos en *Poecilia reticulata*, resultados preliminares. XIII Congreso Nacional de Zoología. Morelia Mich. México.

MEFFE, G. K. y F. F. SNELSON, JR., 1989. Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae). Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 453 p.

MORENO, S. M. G., 1995. La cría de poecílidos. Splash. 15: 8-10.

MUNGUÍA, V. C. y G. SÁNCHEZ F., 1998. Administración de 17 α -metilt testosterona en hembras grávidas de *Xiphophorus helleri* (Pisces: Poeciliidae). XVIII Coloquio de Investigación. ENEP Iztacala.

NAFINSA, 1993. Datos del banco de información para estudio de mercado. en: SECRETARÍA DE PESCA, 1993. Proyecto: desarrollo de una granja de producción de peces de ornato. México. pp. 27

NAVA, B. J. M. y M. RODRÍGUEZ G., 1995. Inversión sexual mediante la administración oral de metilt testosterona en *Xiphophorus helleri*. XIII Congreso Nacional de Zoología. Morelia Mich. México.

NEEDHAM, J. G. y P. R. NEEDHAM, 1978. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Riverte. Barcelona. pp.131.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-027-SSA1-1993. Bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-028-SSA1-1993. Bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados en conserva. Especificaciones sanitarias.

OROZCO, J., 1997. Algunos aspectos de la biología y hábitos reproductivos de *Chirostoma jordani* (Pisces: Osteichthyes) de la zona lacustre de

- Xochimilco D. F. Informe de servicio Social de Biología, UAM-Xochimilco, México. 51 p.
- PENNAK, R. W. 1978. Freshwater invertebrates of the United States. 2nd edition. Jhon Wiley and Sons, New York. 803 pp.
- PREJS, A. y G. COLOMINE, 1981. Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces. Caracas. pp. 129.
- RAMÍREZ, M. C. y V. SÁNCHEZ, R., 2000. Acuicultura: una alternativa al alcance de la mano. Desarrollo sustentable. 2, 16: 13-15.
- REINCHENBACH-KLINKE, H. H., 1976. Claves para el diagnóstico de las enfermedades de los peces. Acribia. España. pp.89.
- RICKER, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Department of the Environment Fisheries and Marine Service, Bulletin 191, 382 p.
- RODRÍGUEZ, V. M. I. y G. SALGADO-MALDONADO, 1991. *Centrocestus formosanus* (tremátodo) parásito de *Melanoides tuberculata* (Prosobranchia), *Xiphophorus helleri* (Poeciliidae) en el manantial de "Las Estacas", Morelos. XI Congreso Nacional de Zoología. Soc.Mex.de Zoología, A.C.
- RODRÍGUEZ, V. A. y A. CRUZ G., 1995. Efecto de la cobalamida (coenzima de la vitamina B-12) en el crecimiento de *Poecilia reticulata*. XIII Congreso Nacional de Zoología. Morelia. Mich. México.
- RODRÍGUEZ, V. A., A. CRUZ G., H. M. MOLINA B. y S. CHÁZARO O., 1994. Lecturas ecológicas, antología. 2^a Edición. UNAM. pp.485.
- ROSAS, M. M., 1973. Peces dulceacuícolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. Ediciones Centro de Estudios Económicos y Sociales del 3er Mundo. México, pp. 26-40.
- RUTHER K. A., 1974. Plankton rotifers, biology and taxonomy. Stuttgart.

Australia. pp. 146

SECRETARÍA DE PESCA, 1993. Proyecto: desarrollo de una granja de producción de peces de ornato. México. pp. 27

SHIA, K. F., Y Y. L. SHUA, 1986. Some studies on the protein requirement of the guppy (*Poecilia reticulata* Peters). J. Aquaculture & Aquatic Sci. 4: 79-84. en WWW.science.nus.../fishguppy/guppy.html

SIERRA, C. J. Y J. Z. SIERRA, 1977. Reseña histórica de la pesca en México. Edición del Departamento de Pesca. México, 95 p.

SUÁREZ-MORALES, E., 1998. Zooplancton y acuicultura. pp. 95-118. En: Martínez, C. L. R. 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. A.G.T. Editor, S.A., México, 227 p.

THOMAS, E. A., 1968. Die phosphattrophierung des Zürichsees and anderer schneiezer. Seen, Mihal. Intern. Verein limnol., 14: 231-242. En: MARGALEF R., 1983. Limnología. Omega. España. pp. 1010.

VILLARREAL, O. A., 1987. Centro acuicola Matzinga, productor de trucha arcoiris. Acuavisión. 20: 10-11.

WARDLEY CORPORATION, 1992. Manual del acuario. Wardley Corporation. U.S.A.

WATANABE, T., AND V. KIRON, 1994. Prospects in larval fish dietetics. Aquaculture. 124: 223-251.

WOOTON, R. J., 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman y Hall. p. 117-158

WWW.ine.gob.mx

WWW.mascota.mania.com

WWW.geocites.com/heartland/estates/1051/

WWW.profepa.gob.mx

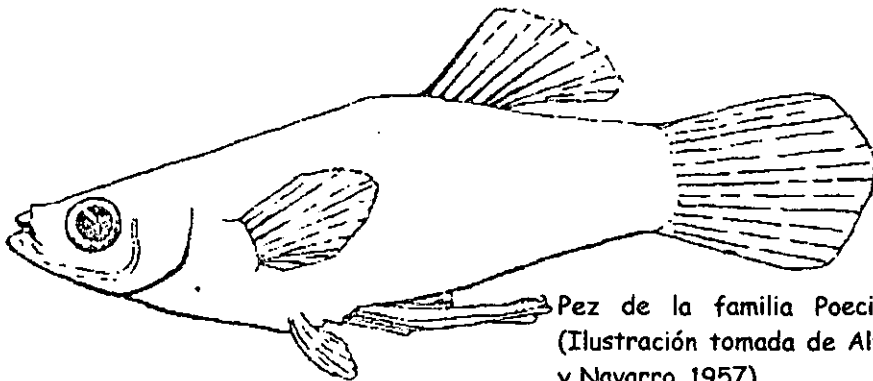
WWW.science.nus.edu.sg/fishguppy/guppy.html

YSI, 1997. Conductímetro YSI® modelo 30, manual del usuario. YSI. USA.

ANEXO I DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES

1. Clave para la Determinación de la Familia Poecillidae (Álvarez, 1950 y 1970)

- 1 - Uno o dos orificios nasales a cada lado de la región preocular de la cabeza. Aparato branquial cubierto por opérculo.....2
- 2 - Cuerpo desnudo o cubierto por escamas cicloideas o ctenoideas, o por placas óseas. No como en el inciso anterior.....3
- 3 - Con aletas pélvicas.....7
- 7 - Aletas pélvicas en posición abdominal; su origen por detrás de la mitad de las pectorales.....8
- 8 - Con una sola aleta dorsal.....14
- 14 - Aleta dorsal no precedida por espinas aisladas.....15
- 15 - Mandíbulas con dientes, aunque a veces muy pequeñas.....18
- 18 - Sin poros en la línea lateral en los costados del cuerpo.....21
- 21 - Ojos no divididos transversalmente en dos lóbulos.....22
- 22 - Aleta anal de los machos modificada para la fecundación, los radios anteriores menores y separados del resto por la escotadura o bien, de mayor tamaño formando una estructura o aparato intromitente para la fecundación. Vivíparos.....23
- 23 - Primeros radios de la aleta anal de los machos de mayor tamaño que los demás, constituyen un órgano intromitente de estructura a veces muy complicada.....**POECILLIDAE**



Pez de la familia Poecillidae
(Ilustración tomada de Álvarez
y Navarro, 1957)

2.1. Descripción de *Poecilia reticulata* Peters

POSICIÓN TAXONÓMICA

PHYLUM:	Chordata
SUPERCLASE:	Gnathostomata
CLASE:	Osteichthyes
SUBDIVISIÓN:	Teleostei
INFRADIVISIÓN:	Euteleostei
SUPERORDEN:	Ostariophysi
ORDEN:	Cyprinodontiformes
SUBORDEN:	Cyprinodontoidei
FAMILIA:	Cyprinodontidae
SUBFAMILIA:	Poeciliinae
GÉNERO:	Poecilia
ESPECIE:	<i>Poecilia reticulata</i>

(Álvarez, 1970 y Meffe y Snelson, 1989).

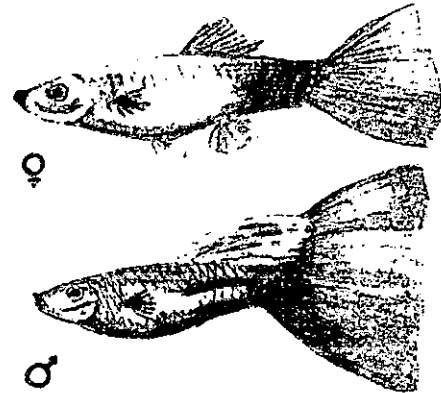


Fig. 3.1 *Poecilia reticulata*
(Ilustración tomada de Moreno, 1995).

Aun cuando no se incluyen en este género un gran número de especies mexicanas, sí está representado por poblaciones abundantes y de amplia distribución. El taxón fue muy conocido como *Mollienesia*, pero debido a la fusión de los dos géneros nominales mencionados aquí y respetando la prioridad de *Poecilia*, es éste el nombre válido. Se ha incorporado, además a *Lebistes*, pequeño pez muy común entre los acuaristas, que ahora se encuentra con suma frecuencia en aguas mexicanas por introducción involuntaria (Meffe y Snelson, 1989).

Introducida a varias localidades mexicanas: abundante en el Alto Balsas y el Valle de México; existen numerosas formas selváticas y domésticas. Forma: boca oblicua y dorso aplastado, ojos grandes, pedúnculo caudal muy alto y comprimido lateralmente. Coloración: los machos de las formas originales presentan jaspeados o manchas de color negro irregularmente dispuestas, entre las que los flancos muestran sus brillantes irisaciones rojas, azuladas y verdes; las hembras son de color mas apagado, de color amarillo gris o amarillo verdoso. Comportamiento: vive en grupos muy dispersos y siempre en constante movimiento (Álvarez, 1970 y Meffe y Snelson, 1989).

CARACTERÍSTICAS QUE DETERMINAN LA ESPECIE (Álvarez, 1950 Y 1970)

1. - Aletas pélvicas de los machos, más grandes que las de las hembras y modificadas. El ápice del primer radio con un abultamiento blando; el segundo engrosado y generalmente mucho más largo que los demás.

2. - Con una prominencia membranosa en el gonopodio, transformada en capuchón en forma de prepucio. Tercer radio, cuando más con un gancho muy pequeño. Cuarto radio recto o casi recto con sierras sólo en la región proximal al quinto radio, Quinto radio con el segmento último de la rama posterior alargado y abruptamente retrorso; forma parte del perfil posterior del gonopodio. Radios interiores de las aletas pélvicas de los machos, abruptamente más cortos que el segundo.

3. - Peces notablemente pequeños y con dimorfismo sexual muy marcado. Ambas ramas del cuarto radio de la aleta anal masculina, segundo del gonopodio, con sierra. Prepucio membranoso muy desarrollado, Aleta dorsal con 7 a 8 radios, 8 a 9 en la anal. De 26 a 28 escamas en una serie longitudinal.

2.2 Descripción de *Poecilia sphenops* Valenciennes

POSICIÓN TAXONÓMICA

PHYLUM:	Chordata
SUPERCLASE:	Gnathostomata
CLASE:	Osteichthyes
SUBDIVISIÓN:	Teleostei
INFRADIVISIÓN:	Euteleostei
SUPERORDEN:	Ostariophysi
ORDEN:	Cyprinodontiformes
SUBORDEN:	Cyprinodontoidei
FAMILIA:	Cyprinodontidae
SUBFAMILIA:	Poeciliinae
GÉNERO:	Poecilia
ESPECIE:	<i>Poecilia sphenops</i>

(Álvarez, 1970 y Meffe y Snelson, 1989).



Fig. 4.1 *Poecilia sphenops*
(Ilustración tomada de
www.mascota.mania.com).

La forma del cuerpo es muy parecida a la de *Xiphophorus helleri*, pero en general presenta una aleta dorsal más larga, la coloración es muy variada dependiendo de la variedad, los hay negros (Fig. 4.1), plateados o distintas mezclas de estos colores. Son peces muy activos, viven en grupos y generalmente en cuerpos de agua con corrientes mas o menos fuertes (Álvarez, 1970 y Meffe y Snelson, 1989).

CARACTERÍSTICAS QUE DETERMINAN LA ESPECIE (Álvarez, 1950 Y 1970)

1. - Aletas pélvicas de los machos, más grandes que las de las hembras y modificadas. El ápice del primer radio con un abultamiento blando; el segundo engrosado y generalmente mucho más largo que los demás.
2. - Con una prominencia membranosa en el gonopodio, transformada en capuchón en forma de prepucio. Tercer radio, cuando más con un gancho muy

pequeño. Cuarto radio recto o casi recto con sierras sólo en la región proximal al quinto radio. Quinto radio con el segmento último de la rama posterior alargado y abruptamente retrorso; forma parte del perfil posterior del gonopodio. Radios interiores de las aletas pélvicas de los machos, abruptamente más cortos que el segundo.

3. - Peces medianos o grandes dentro de lo común en la familia: dimorfismo sexual poco aparente, excepto en las especies de aleta dorsal muy amplia. Solamente la rama posterior del cuarto radio con sierra.

4. - Aleta dorsal con 8 a 10 radios, muy rara vez con 11, su origen, generalmente detrás de la mitad de la longitud patrón, muy rara vez a la misma mitad.

5. - Sin la serie lateral de lunares oscuros.

6. - Aleta dorsal con más de 8 radios, longitud cefálica, siempre 3 o más veces en la longitud patrón. Generalmente 12, rara vez 13 escamas predorsales. Sin prolongaciones membranosas en el labio inferior.

2.3. Descripción de *Xiphophorus helleri* Heckel

POSICIÓN TAXONÓMICA

PHYLUM:	Chordata
SUPERCLASE:	Gnathostomata
CLASE:	Osteichthyes
SUBDIVISIÓN:	Teleostei
INFRADIVISIÓN:	Euteleostei
SUPERORDEN:	Ostariophysi
ORDEN:	Cyprinodontiformes
SUBORDEN:	Cyprinodontoidei
FAMILIA:	Cyprinodontidae
SUBFAMILIA:	Poeciliinae
GÉNERO:	Xiphophorus
ESPECIE:	<i>Xiphophorus helleri</i>

(Álvarez, 1970 y Meffe y Snelson, 1989).

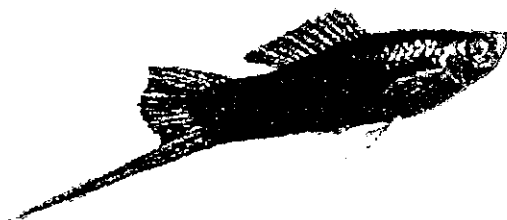


Fig. 5.1 *Xiphophorus helleri*
(Ilustración tomada de
www.mascota.mania.com).

Dorso aplastado, ojos grandes, pedúnculo caudal muy alto y comprimido lateralmente en general es similar a *Poecilia reticulata* aunque más robusto; los radios inferiores de la aleta caudal de los machos se prolongan en forma alargada similar a una espada, la forma silvestre tiene una coloración que presenta el dorso de color verde oliva, flancos de color verde amarillento, abdomen amarillo; una banda longitudinal roja con un estrecho borde brillante, subrayado a su vez por una delgada orla de color rojo, se dispone a todo lo largo del cuerpo; la "espada" está en general coloreada de color naranja bordeada de negro. Se conocen numerosas variedades, para este trabajo en particular, se utilizó la variedad "Simpson" cuya coloración es naranja en la mayor parte del cuerpo aunque más fuerte en la parte de la línea lateral, la "espada" es naranja con el borde inferior en color negro. Son peces muy activos, viven en grupos y tienden a devorar a su propia prole (Álvarez, 1970 y Meffe y Snelson, 1989).

CARACTERÍSTICAS QUE DETERMINAN LA ESPECIE (Alvarez, 1950 Y 1970)

1. - Aletas pélvicas de los machos, más grandes que las de las hembras y modificadas. El ápice del primer radio con un abultamiento blando; el segundo engrosado y generalmente mucho más largo que los demás.

2. - La prominencia membranosa del gonopodio no forma un capuchón claramente semejante a un prepucio. El tercer radio termina en un gancho grande y muy fuerte. El ápice de la rama anterior del cuarto radio, describe una curva a la altura del gancho antes mencionado. La rama posterior del cuarto radio con sierras, tanto en la parte distal como en la proximal al extremo del quinto radio. Quinto radio arqueado cerca de su extremo, radios internos de las aletas pélvicas en los machos, no abruptamente más cortos que el segundo.

ANEXO 2 METALES PESADOS

Las concentraciones de metales pesados encontradas en los canales y todos los peces y animales, sobrepasan muy ampliamente los límites máximos permisibles para el consumo humano de acuerdo a los criterios de la OMS-FAO (Connor, 1991) y los de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-027-SSA1-1993 y NOM-028-SSA1-1993 que establecen el contenido máximo de metales pesados que pueden tener los productos de la pesca frescos, en refrigeración y enlatados.

Tabla 1. Concentración de metales pesados encontrada en algunos organismos de importancia comercial del Lago de Xochimilco y límites máximos permisibles mundiales y específicos para México.

	Metales Pesados								
	Pb	Cd	Cu	Mn	Cr	Co	Fe	Ni	Zn
Carpa	25.4	0.86	15.55	3.03	2.75	4.24	128.9	3.30	49.3
Charal	19.4	1.17	6.8	6.8	16.7	7.8	88.8	31.6	120.7
Ajolote	17.1	0.97	11.49	3.6	22.2	6.73	280.9	38.2	84.04
Acocil	14.6	1.01	24.12	24.1	21	7.97	63.63	38.8	46.84
Límite	0.05	0.001	0.08	0	0.05	0.13	22-36	15-17	13
OMS									
Límite	1	0.5	0	0	0	0	0	0	0
NOM's									

Dichas concentraciones de estos elementos, al ser consumidos por el hombre, son retenidas en gran parte por el cuerpo, lo que ocasiona a mediano y largo plazo daños como: alteraciones en las actividades enzimáticas y metabólicas (Jackim *et al.*, 1976); así como efectos teratogénicos, mutagénicos, carcinógenos y fallas en la reproducción (McIntyre, 1973 y Lesniak and Ruby, 1982); además de anemia, disfunción renal, acumulación en hígado (principalmente Cu), defectos neurológicos, depresión del crecimiento, hipertensión y osteoporosis (Ramírez, 1990).