



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD DEPARTAMENTO EL
HOMBRE Y SU AMBIENTE

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

INFORME DE CONCLUSIÓN DE SERVICIO SOCIAL POR ACTIVIDADES
RELACIONADAS CON LA PROFESIÓN
PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

**Mantenimiento y producción de pez betta (*Betta splendens*) en un programa de
mejoramiento genético**

QUE PRESENTA EL ALUMNA

Isis Adileni Vergara Luviano

Matrícula

2173065320

ASESORES

Dr. Gabriel Ricardo Campos Montes

NE: 34761

Dra. Psique Victoria Rivero Martínez

CED. PROF. 9886946

CDMX.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
LUGAR DONDE SE REALIZÓ EL SERVICIO SOCIAL	4
MARCO INSTITUCIONAL, MISIÓN Y VISIÓN DE LA INSTITUCIÓN, COMPROMISO SOCIAL	5
OBJETIVO DE LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS	5
DESCRIPCIÓN DEL VÍNCULO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS CON LOS OBJETIVOS DE FORMACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS	5
REGISTRO FOTOGRÁFICO DIGITAL DE REPRODUCTORES <i>B. splendens</i>	5
EVALUACIÓN Y REGISTRO DE TEMPERATURA AMBIENTAL Y PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA DEL LSA (TEMPERATURA, pH, NITRITOS, NITRATOS, AMONIO, Y CLORO)	6
MANTENIMIENTO y ADMINISTRACIÓN DE CULTIVOS DE APOYO (<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Tubifex tubifex</i> , <i>Turbatrix acetí</i> , <i>Panagrellus redivivus</i> , <i>Artemia sp.</i>) PARA <i>B. splendens</i>	8
APOYO EN EL MANTENIMIENTO DE PECERAS DE REPRODUCCIÓN, ALEVINAJE, DESARROLLO, Y FINALIZACIÓN	12
MANTENIMIENTO DE REPRODUCTORES Y ALEVINES DE <i>B. splendens</i>	13
APOYO EN MANTENIMIENTO GENERAL DE OTRAS POBLACIONES LOCALIZADAS EN EL LSA	14
BIBLIOGRAFÍA	16

INTRODUCCIÓN

En México la producción de peces de ornato se ha consolidado como un negocio que trae consigo un crecimiento social y económico en la población; en el año 2017, la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) informó la operación de 711 granjas que en conjunto produjeron 66 millones de organismos y generaron ingresos estimados por 120 millones de pesos. Los estados de la República donde se encuentran establecidas las granjas son Jalisco, Estado de México, Veracruz, Yucatán y Morelos, siendo este último el principal productor (SADER, 2017). Las familias más comercializadas son la Poeciliidae (i.e. el guppy, *Poecilia reticulata*), la Cichlidae (i.e. el pez ángel, *Pterophyllum scalare*), la Cyprinidae (i.e. *Puntius tetrazona*) y la Osphronemidae (i.e. el pez betta, *Betta splendens*) (CONAPESCA, 2009). El pez luchador de Siam (*Betta splendens*) es una de las 20 especies de peces ornamentales más comercializadas a nivel mundial (Ramírez *et al.*, 2010), pertenece al orden Perciforme y es carnívoro (Petrovický *et al.*, 1998). El comportamiento de los machos es agresivo con otros machos de su misma especie o con otras especies con aletas grandes (Simpson, 1968). Esta especie tiene diferencias fenotípicas en cuanto al sexo, es decir, posee dimorfismo sexual, los machos a diferencia de las hembras, presentan aletas desarrolladas y coloraciones corporales más intensas (Martínez-Díez, 2008).

El aspecto y forma de *Betta splendens* es bastante atractivo, tiene un cuerpo delgado con aletas redondeadas, un amplio pedúnculo caudal, una cabeza relativamente grande y presentan colores diversos e intensos que van desde el azul al rojo y combinaciones de éstos, suelen alcanzar una talla máxima de 5 a 7 cm (Remón-Ugarte, 2012; Rainboth, 1996).

Uno de los problemas que existen dentro del sector acuícola ornamental, es la alta demanda del sector, la cual genera competitividad entre los productores acuícolas, pues estos se enfocan en la producción de organismos en grandes cantidades, lo que ha traído consigo la falta de un control genético que deriva en baja calidad de los organismos. Debido al último punto, se ha favorecido el incremento de peces

importados, desplazando al producto mexicano y provocando una mayor descapitalización de las unidades de producción (Martínez *et al.*, 2013). Otro de los problemas a los que se enfrentan los productores acuícolas en las unidades de producción, son los costos que implica el mantenimiento de los organismos antes de su comercialización, pues se busca utilizar un costo mínimo de mantenimiento. Una alternativa para solucionar estos problemas son los programas de mejoramiento genético, los cuales son estrategias que consideran la rentabilidad de la producción, pues tienen como objetivos maximizar ciertas características como i) la adaptabilidad de una especie al sitio potencial de siembra, ii) la tasa de crecimiento, iii) la resistencia a enfermedades y iv) la calidad del producto final (Harris, 1969; Campos-Montes *et al.*, 2013; Smart *et al.*, 1995).

La eficiencia en el desarrollo y aplicación de programas de mejoramiento genético de algunas especies como el salmón Atlántico (*Salmo salar*), la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) ha sido esencial para el desarrollo de la acuicultura, ya que han desarrollado estrategias para incrementar la productividad y la resistencia a enfermedades, mejorar la calidad del producto y la utilización de recursos; además, de reducir costos operativos (Olesen *et al.*, 2008; Rye *et al.*, 2010; Rivero *et al.*, 2021). En el caso de *Betta splendens* al tratarse de una especie ornamental, es importante tener en cuenta que en el sector acuícola ornamental, una parte de la eficiencia productiva y del éxito comercial del individuo depende de las características estéticas que este posea (Rivero *et al.*, 2016). Por otro lado, también se debe entender que el mejoramiento genético no es la solución a todos los problemas; poco se puede lograr en mejoramiento genético si este no va acompañado de prácticas de acuicultura adecuadas (Smart *et al.*, 1995).

LUGAR DONDE SE REALIZÓ EL SERVICIO SOCIAL

Este servicio social se realizó en el Laboratorio de Sistemas Acuícolas (LSA), ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco (UAM- X), en donde por medio de redes interinstitucionales nacionales e internacionales, académicos colaboran entre sí con el fin de facilitar las actividades académicas y promover la difusión de la investigación. En el LSA se desarrollan

principalmente actividades relacionadas al manejo, mantenimiento, reproducción y supervivencia de peces de ornato como el pez betta (*Betta splendens*).

MARCO INSTITUCIONAL, MISIÓN Y VISIÓN DE LA INSTITUCIÓN, COMPROMISO SOCIAL

La investigación, docencia, y preservación de la cultura son los ejes de la vida académica de la UAM, los cuales se articulan para alcanzar objetivos de carácter académico y social (DAI, s.f.). Esta institución emplea un modelo educativo llamado Sistema Modular, el cual utiliza la investigación como herramienta formativa esencial, este modelo educativo es una gran ventaja estratégica, ya que plantea la tarea de redefinir el papel de la educación superior, mediante la vinculación del proceso enseñanza-aprendizaje con problemáticas reales y socialmente definidas (UAM-X, s.f.). Una de las prioridades que la Universidad Autónoma Metropolitana tiene, es formar profesionales con competencias, habilidades y herramientas para identificar y solucionar situaciones, problemas y circunstancias reales; particularmente en la carrera de Biología el principal propósito es formar profesionales creativos y críticos capaces de desarrollar y evaluar estrategias de manejo, uso, conservación y restauración de los recursos naturales (UAM-X, s.f.).

OBJETIVO DE LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS

Así pues y en este sentido, la importancia y objetivo de este servicio social es colaborar con la obtención de información que contribuya a establecer las operaciones necesarias en los programas de mejoramiento genético para la transferencia de tecnología a los productores de peces betta, los cuales son usuarios directos de estos desarrollos socioeconómicos, logrando así una contribución al mejoramiento, satisfacción y desarrollo social.

DESCRIPCIÓN DEL VÍNCULO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS CON LOS OBJETIVOS DE FORMACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

REGISTRO FOTOGRÁFICO DIGITAL DE REPRODUCTORES *B. splendens*

Se realizó la toma de una fotografía digital a cada individuo de *B. splendens*, el procedimiento realizado fue: Se colocó un individuo dentro de un contenedor con agua y de 3 a 5 gotas de anestésico, el cual consiste en una dilución de 12% de esencia de clavo (*Syzygium aromaticum*) y 88% de etanol al 71%. Una vez anestesiado, el individuo se colocó en posición latero-lateral con las aletas extendidas sobre una base de vidrio y se procedió a tomar una fotografía digital.

Esta actividad se relaciona con el manejo directo de recursos naturales bióticos con base en metodologías propias de las ciencias biológicas. A través de las fotografías es que se puede lograr la identificación de características fenotípicas únicas de los organismos sin necesidad de manipularlos constantemente. La fotografía se utiliza como un medio para el registro de datos durante el trabajo de campo, se busca capturar ilustrativamente aquella información, aspectos o cuestiones que resultan confusos o inadecuados en la transcripción escrita de lo observado; de esta manera, el registro fotográfico sirve para su posterior análisis didáctico y así lograr abordar cuestiones para reflexionar, decidir, establecer y anticipar criterios relacionados a los objetivos de la investigación. En este caso la identificación individual de los organismos de *B. splendens* a través de fotografías es de utilidad para la posterior identificación de familias dentro del programa de mejoramiento genético, además ayuda a percibir el valor estético de este recurso biológico.

EVALUACIÓN Y REGISTRO DE TEMPERATURA AMBIENTAL Y PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA DEL LSA (TEMPERATURA, pH, NITRITOS, NITRATOS, AMONIO, Y CLORO).

Temperatura ambiental y temperatura del agua

Se registró en una bitácora la temperatura ambiental actual, máxima y mínima alcanzada dentro del LSA y la temperatura del agua en peceras. La temperatura

ambiental se obtuvo con la ayuda de un termómetro ambiental digital mientras que la del agua se obtuvo con la ayuda de un termómetro de alcohol colocado dentro de la pecera. El rango de temperatura ambiental y del agua dentro del LSA estuvo entre los 25°C y los 31°C, para lo cual se utilizan calefactores eléctricos ambientales y calentadores sumergibles dentro de las peceras.

El interés en mantener temperaturas cálidas en el agua y dentro del laboratorio fue debido a que los peces bettas son peces tropicales y presentan poca actividad reproductiva cuando la temperatura del agua es inferior a 25°C; la temperatura óptima es 27°C (Martty, 1984, como se citó en Arauz, 2000), cabe mencionar que los organismos de *B. splendens* (reproductores y alevines) estuvieron expuestos a 12 horas de luz y 12 de oscuridad.

Por otra parte, resulta importante evaluar y determinar la calidad del agua para garantizar calidad y rentabilidad de los productos en el mercado ornamental y dentro de la cadena productiva. Una vez por semana se realizaron evaluaciones y registros de parámetros fisicoquímicos del agua de reserva ubicada dentro del LSA, usando colorimetría con reactivos de la marca Fluval Hagen® y un Kit Analizador de Cloro, de la marca Blue Devil®. Esta agua fue utilizada para rellenar las peceras de los reproductores y alevines de *B. splendens*. Se evaluaron los niveles de pH, NO₂, NO₃, NH₃NH₄ y Cl. Los resultados fueron registrados en una bitácora, y se resumen los rangos en el Cuadro 1:

Cuadro 1. Parámetros fisicoquímicos del agua en el LSA		
Parámetros	Máximo	Mínimo
pH	8	8.5
NO ₂	0.1 Mg/L	0.3 Mg/L
NO ₃	0 Mg/L	5 Mg/L
NH ₃ NH ₄	0 Mg/L	0.1 Mg/L
Cl	0.6 PPM.	1.3 PPM.

Esta actividad se relaciona con la comprensión en el funcionamiento de los ciclos bioquímicos de cada elemento bajo la dinámica y características particulares de cada ambiente. El constante monitoreo de los valores de estos parámetros nos ayudan a identificar fluctuaciones importantes en aquellos factores que pueden provocar alteraciones significativas en el ambiente y por ende en los procesos de desarrollo de los peces. Este tipo de información es necesaria para entender la estructura y predecir el comportamiento de la población; en otras palabras, es importante tener en cuenta cual es el efecto de las alteraciones ambientales naturales e inducidas sobre la dinámica de vida de los seres vivos para asegurar el la supervivencia y crecimiento de la población.

MANTENIMIENTO y ADMINISTRACIÓN DE CULTIVOS DE APOYO (*Chlorella vulgaris*, *Tubifex tubifex*, *Turbatrix aceti*, *Panagrellus redivivus*, *Artemia sp.*) PARA *B. splendens*

El mantenimiento de los cultivos de alimento vivo tiene como finalidad lograr una buena calidad del alimento vivo para así asegurar el desarrollo y supervivencia de los organismos de *Betta splendens*. En el LSA se mantuvieron cultivos de *Chlorella vulgaris*, *Turbatrix aceti*, *Panagrellus redivivus*, *Artemia sp.* y *Tubifex tubifex*. Los cultivos fueron mantenidos según lo descrito por Torres-Ortega *et al.* (2020).

***Chlorella vulgaris* (Microalga)**

Una vez por semana se realizaron 3 nuevas resiembras independientes de cultivo de *C. vulgaris*. Los cultivos de *C. vulgaris* se mantuvieron en constante aereación y cercanos a la luz blanca artificial en todo momento. Para realizar la cosecha y resiembra del cultivo fue necesario tamizar completamente 4 litros de cultivo de *C. vulgaris*; una vez tamizado, se tomó 1 L de este y se colocó dentro de un recipiente limpio, se añadió 0.6 ml de fertilizante foliar Ferti PLUS + DELTA® y 3 L de agua (0.2 ml de fertilizante por L de agua). El nuevo cultivo de microalga fue colocado con aereación constante cerca de lámparas de luz blanca artificial para su desarrollo.

Una vez por semana y de manera directa, se administró por pecera aproximadamente 250 ml del cultivo de *C. vulgaris* a cada pecera con alevines desde el primer día post eclosión.

***Turbatrix aceti* (Gusano de vinagre)**

Se mantuvieron tres cultivos simultáneos con diferencia de cosecha de tres a cinco días entre cultivo, esto para asegurar una cantidad suficiente de alimento vivo.

Para cosechar, se filtró el cultivo usando un papel filtro grado 1 (11 µm) marca Whatman. La biomasa de gusanos obtenida se enjuagó con agua para retirar la presencia de vinagre de la muestra. Finalmente, con agua a chorro directo, se enjuagó el papel filtro y el agua resultante con alimento, fue directamente distribuida en cada acuario a los alevines de *B. splendens*.

Panagrellus redivivus

El medio de cultivo utilizado para el desarrollo de *P. redivivus* fueron hojuelas de avena fermentadas. El mantenimiento del cultivo se llevó a cabo diariamente y consistió en homogeneizar el cultivo con la finalidad de mantener estables las condiciones de fermentación y mantener vivo el alimento .

La cosecha consistió en pasar las cerdas de un pincel por las paredes del recipiente del cultivo; una vez que las cerdas contuvo suficiente alimento, con ayuda de una piseta se limpió el pelo del pincel con agua a chorro, el agua con alimento resultante fue depositado en un vaso limpio. Finalmente el alimento fue suministrado de manera directa en la pecera con alevines de *B. splendens*.

Artemia sp.

Dentro de una eclosionadora para artemia, se colocó 2 g de quistes de Artemia 80% Biogrow®, 50 g de sal y 2 L de agua, se dejó durante 24 horas con aereación constante. Para cosechar los nauplios de artemia se suspendió la aereación de la eclosionadora durante alrededor de 10 minutos, los nauplios que se sedimentaron

fueron sacados con una pipeta y enjuagados con agua dentro de un tamiz. Una vez enjuagados, fueron colocados en un recipiente con agua para la administración a los alevines.

Alimentación de alevines

Cabe mencionar que el respectivo alimento se administró acorde a la etapa de desarrollo, la transición entre los alimentos vivos se llevó a cabo en una semana y de la misma manera se realizó con los alimentos comerciales con el siguiente orden:

- Del día 3 al 11 post eclosión, los alevines diariamente fueron alimentados exclusivamente con gusano de vinagre *T. aceti*, del día 12 al 18 post eclosión recibieron *T. aceti* y *P. redivivus*.
- Del día 19 al 25 post eclosión recibieron solamente *P. redivivus*.; del día 26 al 32 post eclosión recibieron *P. redivivus* y *Artemia sp.*
- Del día 33 al 39 post eclosión recibieron solamente *Artemia sp.*; del día 40 al 46 post eclosión recibieron *Artemia sp.* y alimento comercial para peces (Microtek <0.4 mm).
- Del día 47 al 53 post eclosión recibieron solamente Microtek <0.4 mm; del día 54 al 60 post eclosión recibieron Microtek <0.4 mm y Microtek 0.6 mm.

El alimento se administró dos veces al día con diferencia de al menos dos horas; el primer momento de alimentación se realizó alrededor de las 11 de la mañana mientras que el segundo alrededor de las 3 de la tarde. Cuando se realizó la administración de 2 tipos de alimento, uno se ofrecía en el primer momento y el otro en un segundo; es decir, nunca se combinó dos tipos en un mismo momento. Todo el alimento comercial utilizado fue de la marca El Pedregal.

Tubifex tubifex

Los cultivos de *T. tubifex* fueron adquiridos en tiendas de acuarios una vez cada dos semanas. En cada adquisición de *T. tubifex* se colocaron 0.5 ml de metronidazol por litro de agua y se dejó reposar durante dos horas. Pasadas las dos horas, el agua con medicamento fue desechada. Finalmente, en el cultivo se colocó nuevamente 0.5 ml de metronidazol por litro de agua y se dejó reposar durante 24 horas; pasadas las 24 horas el cultivo fue utilizado como alimento vivo para los reproductores.

El mantenimiento y limpieza diaria de los cultivos de *T. tubifex* fue simple y consistió en diariamente retirar cuidadosamente el agua sucia de cada contenedor, limpiar con agua las paredes de este y enjuagar directamente el cultivo de *T. tubifex* repetidas veces. Cabe mencionar que para evitar pérdidas de *T. tubifex*, el cultivo fue colocado y enjuagado con abundante agua dentro de un cedazo, una vez limpio tanto el *T. tubifex* como el contenedor, el cultivo fue regresado a su respectivo contenedor con agua limpia. Los cultivos se mantuvieron en agua y con constante aereación en todo momento.

Los reproductores de *B. splendens* fueron diariamente alimentados con *T. tubifex* de manera directa y a libre demanda. Cabe mencionar que además de suministrar *T. tubifex* como alimento a los reproductores de *B. splendens*, a estos también se les dió individualmente de 3 a 5 mini pellets de alimento comercial para peces Microtek 0.8 mm de la marca El Pedregal.

La actividad de mantenimiento y administración de cultivos de apoyo se relaciona con diferentes aspectos como: la utilización de la biodiversidad como recurso natural; el análisis y manejo de comunidades bióticas; el análisis e interpretación del fenómeno de plagas; y por último, la obtención y transformación de energía y su relación en los procesos metabólicos en la nutrición de los peces y alevines de *B. splendens*. Por otra parte es importante tener en cuenta el constante mantenimiento óptimo de los procesos ecológicos básicos esenciales y de los sistemas vitales de los cuales depende la sobrevivencia y el desarrollo de las comunidades bióticas dentro del LSA. En este sentido, el tener en cuenta aspectos de mantenimiento y limpieza en los

diferentes cultivos de alimento vivo dentro del LSA, nos ayuda a identificar los principales factores ecológicos que permiten la manifestación de plagas, epizootias y enfermedades, las cuáles son fenómenos que se presentan como el resultado de una compleja interacción de factores bióticos y abióticos.

Por otra parte, es importante también señalar que la organización en la administración de los tipos de alimentos vivos necesarios en las diferentes etapas de los peces, se relaciona con el conocimiento en los aspectos de desarrollo y metabolismo propios de *B. splendens*, pues se toma en cuenta la capacidad que estos tienen, en sus diferentes etapas de vida, para el aprovechamiento y la transformación de los nutrientes en energía.

APOYO EN EL MANTENIMIENTO DE PECERAS DE REPRODUCCIÓN, ALEVINAJE, DESARROLLO, Y FINALIZACIÓN

Reproducción

Se realizó la selección de organismos y parejas para reproducción de *B. splendens*; la asignación de parejas se realizó al azar. Se consideró que el macho seleccionado debió elaborar un nido de burbujas en su respectiva pecera mientras que la hembra debió presentar un distinguible punto blanco en el poro genital. Se colocaron parejas reproductoras en peceras con capacidad de 9 L c/u, una pareja por pecera. La hembra fue retirada de la pecera una vez que esta ovopositó, el macho fue retirado de la pecera una vez que ocurrió la eclosión de los huevos.

Alevinaje

Durante los primeros 25 días post eclosión los alevines resultantes de cada evento reproductivo permanecieron en su respectiva pecera; a partir del día 26 post eclosión, cada familia se distribuyó en peceras con capacidad de 20 L; en cada pecera se colocaron de entre 5 a 8 individuos de la misma familia. Se mantuvo su respectivo

sistema de aereación; se colocó un filtro de esponja y se agregaron de 2 a 3 gotas de azul de metileno en el agua, esto último se realizó como método preventivo bacteriostático. La distribución de cada familia en peceras más grandes tuvo la finalidad de brindarle a cada alevín mayor espacio para el aprovechamiento de recursos alimenticios, aumentando así su probabilidad de supervivencia y crecimiento corporal.

Desarrollo

Una vez por semana, en cada pecera de reproductores y alevines se realizó una limpieza interna, la cual consistió en sifonar con una manguera el fondo de cada pecera. Se procuró cuidar la integridad tanto de los reproductores como de los alevines, además de no extraer más del 20% del total de agua presente. Una vez realizado el procedimiento de sifoneo, se utilizó agua del reservorio del LSA para restaurar el nivel de agua original de cada pecera. Cabe mencionar que no se realizó limpieza en las peceras que se encontraban con procesos de reproducción.

Finalización

En el día 61 post eclosión los individuos fueron colocados de manera individual dentro de recipientes con 600 ml de capacidad. Esto debido a que los comportamientos territoriales de esta especie comienzan a manifestarse cuando el pez desarrolla aletas prominentes y vistosas; por otra parte la utilización de recipientes pequeños, de fácil acceso y bajo costo (botellas de plástico), es de gran ayuda para el fácil manejo de los organismos y además aumenta el espacio disponible en el LSA.

La actividad de apoyo en el mantenimiento de peceras de reproducción, alevinaje, desarrollo y finalización se relaciona con la identificación y utilización de la biodiversidad como un recurso natural, comprendiendo así el valor ético, estético, ecológico y económico de este. Los procesos reproductivos junto con el manejo de los alevines en su desarrollo, están relacionados a la aplicación de técnicas de manejo que posibilitan el aprovechamiento de los recursos naturales; en estas actividades también se integran conceptos básicos de ecología y modelación de poblaciones; se

incluye la integración de técnicas para el análisis y manejo del sistema acuático con múltiples objetivos y criterios; esto último para finalmente lograr la planificación de esquemas de aprovechamiento de recursos naturales.

MANTENIMIENTO DE REPRODUCTORES Y ALEVINES DE *B. splendens*

Debido al comportamiento agresivo que los machos de esta especie presentan; después de cada evento reproductivo se revisó visualmente si la hembra presentaba lesiones corporales graves; si este fue el caso, la hembra se colocó dentro de una pecera individual de 7 L con agua y de 2 a 3 gotas de azul de metileno y con un sistema de aereación para su recuperación. Una vez que se notó mayor actividad de movimiento y respuesta por parte de la hembra, ésta fue regresada a su pecera comunal original.

En el caso de los alevines, durante los primeros 25 días post eclosión, diariamente se revisó en la columna de agua de cada pecera, la presencia de parásitos externos (ciliados); la revisión se realizó visualmente y de manera externa a través de las paredes de la pecera con ayuda de luz artificial.

El tratamiento para las peceras infestadas consistió en sifonear cuidadosamente hasta un 60% del nivel agua presente de la pecera infectada (≤ 3 litros de agua) y reponer el nivel original con una solución de 3 g de sal por litro de agua; cabe resaltar que la dilución se realizó de manera externa a la pecera. Por último se agregó de 2 a 3 gotas de azul de metileno en el agua y se volvió a colocar su respectivo sistema de aereación. Después de 72 hrs se volvió a revisar la pecera y si se mantenía la infestación, se repitió el procedimiento anteriormente mencionado.

Esta actividad se relaciona con la identificación de factores ecológicos que permiten la manifestación de una plaga o enfermedad; el desarrollo e implementación de técnicas y herramientas de combate y control para la regulación de poblaciones de plagas y patógenos, las cuales son una manifestación de una compleja interacción de factores bióticos, abióticos y antropogénicos.

APOYO EN MANTENIMIENTO GENERAL DE OTRAS POBLACIONES LOCALIZADAS EN EL LSA.

Mantenimiento de acuarios

Se realizó el mantenimiento y limpieza a los acuarios de otras poblaciones de peces ornamentales ubicadas dentro del LSA, como el tiburón arcoíris *Epalzeorhynchus frenatum* y el pez arcoíris *Melanotaenia boesemani*. Ambas poblaciones fueron alimentadas diariamente con alimento balanceado para peces Microtek 6.0 mm de la marca El Pedregal (dos veces al día con diferencia de dos horas como mínimo entre momentos de alimentación). La limpieza de los acuarios se realizó una vez por semana y consistió en lavar con agua limpia los filtros para acuario; tallar con una esponja las paredes de cada acuario; sifonear y reponer con agua limpia el nivel original de cada acuario. Una vez realizado el procedimiento de reposición de agua, los filtros fueron nuevamente colocados dentro de cada pecera con su respectivo sistema de aereación.

Reproducción de *Melanotaenia boesemani*

Se seleccionaron 6 parejas de *Melanotaenia boesemani*, para la selección de los machos, primeramente se consideró visualmente el tamaño y coloración llamativa del cuerpo, ya que se trata de una especie con un marcado dimorfismo sexual; los machos se distinguen de las hembras por sus intensas coloraciones (azul en la parte anterior del cuerpo y amarillo en la mitad posterior); además, suelen tener un cuerpo ligeramente más grande que las hembras (Martínez *et al.*, 2007). En el caso de las hembras se consideró un vientre abultado y gran tamaño corporal. Además de la identificación visual se corroboró el sexo de cada organismo a través de la manipulación directa de este; se realizó un suave masaje en la parte ventral del pez para revisar en el poro genital la presencia de huevo en el caso de las hembras y semen en el caso de los machos.

Las parejas seleccionadas fueron colocadas en una pecera con capacidad de 80 L junto con 4 nidos artificiales y dos sistemas de aereación; en los 4 días siguientes se realizó el conteo y separación de los huevos de cada nido; en el primer día se

contabilizaron 265 huevos, en el segundo 105 huevos, en el tercero 184 huevos, mientras que en el cuarto día 115 huevos; dando así un total de 669 huevos contabilizados, cabe mencionar que los huevos fueron colocados en un contenedor con agua limpia y con un sistema de aereación desde el primer día de conteo. La eclosión y seguimiento de los huevos no se logró llevar a cabo debido a que desde el día 10 de marzo del 2023 al 8 de mayo del mismo año, en la Universidad Autónoma Metropolitana se presentó un paro estudiantil por el que se inhabilitó el uso de las instalaciones universitarias.

Esta actividad se relaciona con el conocimiento de los ciclos biológicos en las diferentes fases del ciclo de vida de los seres vivos; además de la caracterización y aprovechamiento de la biodiversidad como un recurso natural. Por otra parte, al tratarse de una especie de uso ornamental, se puede analizar procesos de planeación como herramientas para el diseño diagnósticos positivos, planes de manejo preliminares y subprogramas de manejo, además se pueden incluir conceptos básicos de economía ecológica para construir escenarios reales y actuales que permitan el desarrollo sustentable de los recursos naturales.

BIBLIOGRAFÍA}

Arauz, J., C. D. (2000). *“Experiencia en la reproducción de la carpa Koi (Cyprinus carpio) y el pez Betta (Betta splendens)”*(p. 13).

Campos-Montes, GR, Montaldo, HH, Martínez-Ortega, A., Jiménez, AM, Castillo-Juárez, H. (2013). *“Genetic parameters for growth and survival traits in Pacific white shrimp Penaeus (Litopenaeus) vannamei from nucleus population undergoing a two-stage selection program”* Aquacult, 21, 299-310.

Comisión Nacional De Acuicultura Y Pesca, CONAPESCA. (2009). [Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación, SAGARPA] *“Informe final del plan maestro estatal de peces de ornato del Estado de Morelos”*. México.

Comisión Nacional De Acuicultura Y Pesca, CONAPESCA. (2017). *“Peces ornamentales, un negocio con amplias perspectivas de desarrollo en México: CONAPESCA”* recuperado de:

[https://www.gob.mx/conapesca/prensa/genera-acuacultura-ornamental-
ingresos-por-120-millones-de-pesos-a-productores-conapesca-89501](https://www.gob.mx/conapesca/prensa/genera-acuacultura-ornamental-ingresos-por-120-millones-de-pesos-a-productores-conapesca-89501)

Dirección de apoyo a la investigación, DAI (s.f.), [DAI] recuperado de <https://investigacion.uam.mx/index.php/dai>

Harris, D. L. (1969). "*Breeding for efficiency in livestock production: Defining the economic objectives*". 61st Annual Meeting of American Science at Purdue University.

Martínez- Díez. I. (2008). "*Comportamiento agresivo en el pez luchador de Siam (Betta splendens)*". Anales Universitarios de Etología 2:98-105.

Martínez, D., Marañón, S. y Menéndez, L. (2007). "*Análisis comparativo de dos estrategias de producción acuícola en unidades ejidales del estado de Morelos*"

Martínez, E. D. A., Sánchez, R. J., Matus, P. J., Binnqüist, C. G., (2013). "*Análisis de los factores que condicionan la idoneidad de la estructura productiva de las granjas acuícolas de peces de ornato del estado de Morelos. Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*", 13 (25): 93-114.

Olesen, I., Gjedrem, T., Bentsen, H. B., Gjerde, B. & Rye, M. (2008). "*Breeding programs for sustainable aquaculture*" Journal of Applied Aquaculture, 13 (3-4), 179-204.

Petrovický, I., Knotková, L., Kuthan I., Knotková, L. & Knotek, J. (1998). "*Aquarium fish of the world*". primera edición Caxton, London.

Rainboth, W.J. (1996). "*Fishes of the Cambodian Mekong*". FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purposes. FAO, Rome, 265.

Ramírez, M. C., Mendoza, A. R., & Aguilera G. C., (2010). "*Estado actual y perspectivas de la producción y comercialización de peces de ornato en México*". Monterrey, México: INAPESCA/UANL.

Remón-Ugarte, E. (2012). "*Efecto del color del oponente en el desencadenamiento de la agresividad en los machos de Betta splendens*". Anales Universitarios de Etología, 6:17-25.

Rivero, M. P. V., Campos, M. G. R., García, L. T., Reyes, L.O., García, G. F., & Martínez, E. D. (2016). "*Discriminación de caracteres morfométricos de interés ornamental candidatos a criterios de selección en Barbo Sumatran*

(*Puntius tetrazona*)". Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente, 32 (17): 123-142.

Rivero M. P. V. (2021). "*Diseño y desarrollo de criterios de selección estéticos y de eficiencia productiva en barbo sumatran (Puntius tetrazona)*" (Tesis Doctoral, Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco).

Rye, M., Gjerde, B., & Gjedrem, T. (2010). "*Genetic improvement programs for aquaculture species in developed countries. 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*" Leipzig Alemania 1-1.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, SADER. (2017). [Comunicado de Prensa: "*Genera acuicultura ornamental ingresos por 120 millones de pesos a productores: CONAPESCA*"] recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/genera-acuicultura-ornamental-ingresos-por-120-millones-de-pesos-a-productores-conapesca>

Simpson, M. J. A. (1968). "*The display of the Siamese fighting fish, Betta splendens*". Animal Behaviour Monographs, 1-73.

Smart, L., Montiel, J. J., Corrales, N., & Mesen, F. (1995). "*Curso Nacional sobre identificación, selección y manejo de fuentes semilleras*" La Leona, León, Nicaragua 20-24.

Torres-Ortega C. A.; Martínez, E. D. A.; Campos, M. G. R. . (2020). "*Preparación y mantenimiento de alimento vivo para peces de ornato*". 1 a. edición 70.

Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, UAM-X (s.f.),[Perfil de egreso] recuperado de: <http://www2.xoc.uam.mx/ofertaeducativa/divisiones/cbs/licenciaturasposgrados/pplic/biologia/>