

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO

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

INFORME FINAL DEL SERVICIO SOCIAL
POR ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA PROFESIÓN

“Producción de alimento vivo para el cultivo de *Hippocampus erectus*”,

QUE PRESENTA EL ALUMNO

Angel Sánchez Jurado

Matrícula
2162027869

ASESORES



**Dra. María del Carmen Monroy
Dosta
Asesora Interna**



**M.C. Gemma Leticia Martínez
Moreno
Asesora externa**

Resumen

Actualmente las poblaciones de caballitos de mar están siendo reducidas debido a la demanda en el mercado por su uso tradicional China, su consumo en países orientales y su atractivo como especies ornamentales, para su conservación todas las especies del género *Hippocampus* se sitúan en el CITES en el Apéndice II, reconociendo que están al borde de la extinción. Es por ello que se ha visto como potencial dentro de la acuicultura ya que son organismos relativamente pequeños con gran cantidad de huevos y sus crías se encuentran desarrolladas desde que nacen. *Hippocampus erectus* es una de las más de diez especies de caballitos de mar que se han criado con éxito. Por lo que es necesario obtener alimento de calidad, como anfípodos y palaemonidos, ya que estos se encuentran dentro de su esquema con un porcentaje importante dentro de su dieta en el medio natural. Todas las actividades realizadas durante el servicio social se desarrollaron en el Área Experimental de Ecología y Conducta de la UNAM en Sisal-Yucatán, están asociadas al cultivo y manejo de *H. erectus* como especie ornamental y *Parhyale hawaiiensis* (anfípodo marino) y *Palaemon pugio* (camarón de pasto) como alimento vivo y/o congelado.

Palabras clave: *Hippocampus erectus*, *Palaemon pugio*, especies ornamentales, producción, alimento vivo

ÍNDICE

MARCO INSTITUCIONAL	5
INTRODUCCIÓN	5
ANTECEDENTES	5
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	6
OBJETIVO GENERAL DEL PROGRAMA	6
ESPECIFICACIÓN Y FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS	6
1. Cultivo de <i>Hippocampus erectus</i>	7
Manejo de sistemas de soporte de vida.	7
• Limpiezas diarias	7
• Adición de bacterias semanal	7
• Limpiezas periódicas	7
• Registro de parámetros fisicoquímicos	8
Manejo de caballitos de mar	8
• Biometrías periódicas	8
• Recepción y manejo de crías	8
Preparación de alimentos	9
• Recepción y desinfección de nauplios y metanauplios de <i>Artemia sp</i>	9
• Recepción y desinfección de <i>Artemia sp</i> adulta	9
• Preparación de anfípodos marinos (descongelamiento y desinfección)	9
• Preparación de palaemonidos	9
• Horarios de alimentación y distribución de alimentos	10
Alimentación de organismos en distintas etapas de desarrollo	10
• Cálculo de raciones alimenticias	10
• Raciones alimenticias dependiendo de etapa de desarrollo	10
Apoyo en las actividades de monitoreo de estado de salud, prevención y tratamiento de enfermedades	10
• Monitoreo diario de la condición de salud de los ejemplares	10
• Protocolos de prevención y tratamiento de enfermedades	11
2. Producción de alimento vivo (Anfípodos marinos y <i>Palaemon pugio</i>)	11
Apoyo en el cultivo de la especie de anfípodo marino <i>Parhyale hawaiiensis</i> mediante la técnica de biofloc	11
• Mantenimiento de estanques	11
• Alimentaciones y fertilizaciones	12
• Cosecha y almacenamiento	12
Captura de <i>Palaemon pugio</i>	12
• Captura de organismos en el medio natural	12
• Aclimatación y siembra	13
• Sexado de organismos	13

Mantenimiento del sistema de producción de <i>P. pugio</i>	13
• Rutina semanal: sifoneos, reposición de agua, adición de bacterias, registro de parámetros fisicoquímicos	13
• Alimentación de organismos	13
Manejo de <i>P. pugio</i>	14
• Monitoreo diario para detectar la presencia de huevos	14
• Monitoreo diario del desarrollo de huevos	14
• Registro de desoves	14
Producción de crías de <i>P. pugio</i>	14
• Recuperación de larvas	14
• Cosecha y siembra	14
• Alimentación	14
3. Otras actividades	14
Visitas guiadas	15
Jornada de Puertas Abiertas	15
Participación académica	15
Practica de laboratorio	15
Apoyo académico	15
Capacitación profesional	15
Apoyo en proyectos	15
IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL	16
APRENDIZAJE Y HABILIDADES OBTENIDAS	16
FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL	17
REFERENCIAS	18

MARCO INSTITUCIONAL

La Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación (UMDI-Sisal) es producto de la voluntad de la Universidad Nacional Autónoma de México por responder a las necesidades sociales del país impulsando la generación de conocimientos científicos, tecnológicos y humanísticos, formando personal especializado y manteniendo el interés por impulsar la cultura y reforzar los valores regionales de la península de Yucatán.

INTRODUCCIÓN

Actualmente las poblaciones de caballitos de mar del género *Hippocampus* se están reduciendo debido a la demanda existente en el mercado por su uso tradicional China, su consumo en países orientales y su atractivo como especies ornamentales, estando categorizadas todas las especies del género como amenazadas Sánchez-Cardozo, et al., (2014). La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES) sitúa a todas las especies de caballitos de mar en su Apéndice II, reconociendo que estas están al borde de la extinción, a no ser que se controle su comercio. En este sentido, los países firmantes de la Convención acordaron reforzar el control de las exportaciones, concediendo los permisos de exportación, solamente cuando está claro que la mercancía no pone en peligro a las poblaciones naturales de caballitos de mar Oceana, (s.f.).

El potencial del género *Hippocampus* en la acuicultura se divulgó en 1995 cuando se descubrió que eran organismos relativamente pequeños, con gran cantidad de huevos y sus crías se encontraban desarrolladas en el momento del nacimiento Sánchez-Cardozo, et al, (2014). *Hippocampus erectus* es una de las más de diez especies de caballitos de mar que se han criado con éxito en cautiverio y es reconocida como una buena candidata para la acuicultura comercial Pollom, (2016).

Son carnívoros por excelencia, se alimentan principalmente de camarones, pequeños crustáceos, algunos otros invertebrados y algunas larvas de peces Rísquez, (2021). Es por ello la importancia que tiene el producir otra opción de alimento diferente a los que ya se pueden encontrar en el mercado. Es por eso que es importante el trabajo de Bauer y Abdalla (2000) que obtuvieron crías de *Palaemon pugio* en laboratorio (en cautiverio), dando de esta forma bases para crear un cultivo de esta especie.

ANTECEDENTES

Las poblaciones de caballito de mar (género *Hippocampus*) han sido impactadas de diferentes formas por el ser humano. Se han adoptado medidas para asegurar la conservación de estas especies. La acuicultura se presenta como una oportunidad que puede traer beneficios en diferentes formas: reemplazando la captura del medio natural, repoblando cuerpos de agua cuyas poblaciones se encuentren impactadas

y como actividad económica redituable. Desde inicios del presente siglo, se ha generado información relevante en torno a las condiciones de cultivo de diferentes especies de caballito de mar, desde los parámetros físicos y químicos del agua y otras condiciones físicas como tipos y tamaños de los tanques, hasta cuestiones relacionadas con la nutrición, la supervivencia, el crecimiento, la maduración y el proceso reproductivo Vite-García, *et al.*, (2017).

De acuerdo a los datos registrados en el PIECEMO (2022), *H. erectus* es una de las especies más comercializadas vivas para la industria de la acuarófilia. Brasil es el país que exporta el mayor número de estos organismos por año (más de 12,000) en tanto que Florida es la principal fuente de organismos en EU. La demanda comercial en muchos países se cumple por capturas incidentales en la pesca del camarón siendo los organismos de entre 10 y 20 cm los más comunes. El comercio internacional es monitoreado a través de licencia (en CITES II desde 2004). Las poblaciones mexicanas de *H. erectus* están incluidas en la lista de especies en peligro (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001). Además se prohíbe la captura y el comercio de caballitos silvestres, permitiendo solo capturas incidentales y el cultivo. Talla mínima de captura: 10 cm.

Caskey y Bauer (2005), observaron un cambio en la conducta reproductiva en *Palaemon pugio*, los machos se veían atraídos principalmente por hembras recién mudadas con ovarios llenos de ovocitos vitelogénicos. Las respuestas copulatorias se limitaron a “seguir” solamente a la secuencia copulatoria completa (agarrar, montar, copular). Pero perdían el interés cuando las hembras se encuentran el periodo antes del desove y la postmuda del parto.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El servicio social se llevó a cabo en las instalaciones de la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación (UMDI) ubicada en Sisal - Yucatán, en el Área Experimental de Ecología y Conducta (AECC), perteneciendo a la Facultad de Ciencias, UNAM. Con las coordenadas geográficas en: 21.1632847,-90.0491852.

OBJETIVO GENERAL DEL PROGRAMA

Que el alumno desarrolle habilidades relacionadas con la acuicultura, que sepa identificar las necesidades en los sistemas de cultivo de especies de ornato y pueda producir alimento vivo requerido para estas especies. Fomentando la conservación de especies marinas, ofreciendo al mercado un producto completo con origen de cautiverio.

ESPECIFICACIÓN Y FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Las actividades realizadas durante el servicio social en el AEEC se dividen en tres secciones, siendo específica al manejo de *Hippocampus erectus*, producción de anfípodos marinos y *Palaemon pugio* como alimento vivo y otras actividades.

1. Cultivo de *Hippocampus erectus*

Las actividades realizadas son importantes en el cultivo de *H. erectus* para tener organismos sanos y de calidad, manteniendo una producción continua en cautiverio.

Manejo de sistemas de soporte de vida.

- Limpiezas diarias

La limpieza de los acuarios iniciaba a partir de las 09:00 hrs. Esto se llevaba a cabo con apoyo de un sifón correspondiente al tamaño del acuario, el agua se sacaba en una cubeta para ser vaciada en el desagüe. Esta actividad se realizaba los siete días de la semana en el mismo horario.

- Adición de bacterias semanal

Una vez a la semana, los días viernes se adicionaron 10 ml de bacterias de la marca *NUTRAFIN*, *CYCLE* a los reservorios de los sistemas. Las bacterias se esparcieron en las biobolas y en las rocas vivas del reservorio, por lo que se les agregó agua antes de esparcirlas. Su función fue eliminar y controlar la presencia de amonio y nitritos disueltos en el agua.

- Limpiezas periódicas

En las actividades de limpieza periódica se realizó el cambio de filtro semanal. Una vez a la semana se llevó a cabo el cambio de filtros de los sistemas (filtros de tela), los cuales fueron lavados, desinfectados y secados para su utilización en el siguiente cambio. El lavado y/o desinfección de los acuarios y material utilizado en ellos, como mangueras, piedras difusoras, tubos de circulación de agua, mallas y sustratos. Todo el material fue lavado con agua dulce y desinfectado con cloro. Los sistemas vacíos que fueron habilitados desde cero, o bien cuando había necesidad de desinfectarlos, se procedía a limpiar las peceras para posteriormente hacer recircular cloro en el sistema para desinfectar la tubería de circulación del agua, posteriormente todo el material y los acuarios se les aplicaba Tiosulfato de Sodio con la finalidad de desactivar el cloro del agua. Por otro lado, en sistemas maduros y con organismos que requerían ser limpiados (no desinfectados), los ejemplares fueron colocados de forma temporal en cubetas o en tanques de 100 L en lo que se limpiaban los acuarios con una esponja sin jabón u otra sustancia, con el sifón se sacaba la mitad de agua por acuario procurando retirar la suciedad suspendida en el agua y en el fondo del acuario.

- Registro de parámetros fisicoquímicos

El mantener una buena calidad del agua en los sistemas fue indispensable para tener organismos sanos, es por eso que cada 15 días se registraron los parámetros fisicoquímicos del agua: temperatura, salinidad, pH, nitritos, nitratos y amonio. Y con kits de la marca *Fluvial*, transcurrido el tiempo indicado en cada prueba se tomó la lectura con las escalas de colores que vienen en el manual de uso. Los resultados se registraron en una bitácora para darle seguimiento al estado de los acuarios y prevenir algún tipo de problema derivado al agua utilizada. El agua que se utilizaba para las actividades se almacenaba en un contenedor de 1100 litros con recirculación ya que el agua constantemente pasaba por un filtro UV para eliminar bacterias. El mantenimiento del filtro consistió en el cambio de la lámpara UV, este mantenimiento se realiza cada seis meses. Todos los días al finalizar las actividades se dejaba preparada el agua que se iba a utilizar al día siguiente para que circulara por el filtro UV, es por ello que el reservorio se llenaba tomando en cuenta que el agua debía mantenerse con una salinidad entre 33-35 pmm, la lectura de la salinidad se realizó con un refractómetro, cuando la salinidad era mayor se le debía agregar agua dulce con el apoyo de una tabla que indicaba la cantidad la cantidad de litros a incluir.

Manejo de caballitos de mar

- Biometrías periódicas

Las biometrías se llevaron a cabo cada tres meses para conocer las tallas que hay y sus pesos. De acuerdo a los resultados obtenidos se ajustaba la cantidad de alimento suministrado. Para realizar las biometrías primero se clasificaban los caballitos por tallas en contenedores, se sacaron con papel para retirar la mayor cantidad de agua, con una regla o vernier se midió desde la punta de la corona hasta la punta de la cola, después de ser medidos se pesaron en una báscula. Todos los datos se fueron anotando para tener un registro de estos. Después de ser medidos y pesados se regresaron al agua para ser reclasificados en los acuarios por tallas (chicos, medianos y grandes) de acuerdo a la etapa en la que se encontraban.

- Recepción y manejo de crías

Al nacer las crías de *H. erectus* deben subir a la superficie del acuario a tomar un poco de aire para llenar su vejiga natatoria, después deben permanecer en la columna de agua o en la parte más baja, sin embargo se tuvieron que mover de acuario para su alimentación y limpieza cuidadosa. El movimiento de un acuario a otro no se sacaron al aire, se tomaron con un vaso con agua sumergiéndolo en el momento en que se tomó y se depositó en otro acuario. Al crecer las crías se tenían que separar por tamaños, ya que había una competencia desbalanceada porque los más grandes comían más que los pequeños. Se realizó la cuenta de caballitos nacidos y los que morían posteriormente, todos debían quedar registrados porque

debían ser reportados a la SEMARNAT por ser una especie protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Preparación de alimentos

- Recepción y desinfección de nauplios y metanauplios de *Artemia sp*

La recepción era a partir de las 10:00 hrs en el área de Alimento Vivo todos los días. En el laboratorio se pasaban los nauplios y metanauplios por un tamiz de 105 μ para quitarles el agua y reemplazarla para su desinfección, se le agregaba 1L de agua más 10 mL de desinfectante acuícola *SoluVet* durante 10 minutos. Transcurrido el tiempo se volvía a retirar el agua y se reemplazó nuevamente con agua limpia. Después de desinfectar los nauplios y los metanauplios se les agregaba 5 mL de enriquecedor con DHA y vitaminas. El enriquecedor era previamente preparado en el área de Alimento Vivo.

- Recepción y desinfección de *Artemia sp* adulta

La recepción fue a partir de las 10:00 hrs en el área de Alimento Vivo los días viernes. En el laboratorio se pasaba la artemia por un tamiz de 500 μ para quitarles el agua y reemplazarla para su desinfección, se les agregaba 5 L de agua más 50 mL de desinfectante acuícola *SoluVet* durante 10 minutos. Transcurrido el tiempo se retiraba el agua con el tamiz y se vaciaban en un tanque para almacenarla y usarla para alimentar durante toda la semana hasta recibir más. Durante la semana se les cambiaba el agua a las artemias del tanque, sacando el agua y recogiendo las artemias con el tamiz, esta actividad se realizó los días lunes, miércoles y viernes. Tras cambiar el agua se alimentaba con espirulina, media cucharada de espirulina en polvo en un poco de agua en un frasco, se agitaba para que quedara bien disuelta y se vaciaba en el tanque con las artemias. Para preparar la artemia que se utilizaba para alimentar, se sacaba con ayuda de un tamiz para ser pesada, la artemia que se necesitaba dependía del cálculo de biomasa para las raciones diarias, una vez pesada la artemia se desinfectaba y después se le ponía 900 mL de agua más 5 mL de enriquecedor (DHA y vitaminas).

- Preparación de anfípodos marinos (descongelamiento y desinfección)

La preparación de anfípodos marinos congelados fue a partir de paquetes previamente preparados. Se pesaba dependiendo la cantidad requerida para alimentar, una vez pesado se depositaba en un vaso precipitado, se le agregaba agua fría con *SoluVet* para su descongelamiento, después de unos minutos se le retiraba el agua con un tamiz y se les volvía a poner agua fría.

- Preparación de palaemonidos

La obtención de los palaemonidos era del sistema de producción (Fig. 18a), se retiraron con una red de acuario para retirarles el agua del sistema, se depositaban

en un vaso precipitado con agua mientras se contaban para dárselos de comer a los caballitos adultos.

- Horarios de alimentación y distribución de alimentos

El horario de alimentación constó de tres tiempos, la primera comida se llevó a cabo a las 10:00 hrs, la segunda comida a las 14:00 hrs y la tercera a las 18:00 hrs. El alimento dependió del tamaño de los caballitos, se alimentó con artemia en sus diferentes etapas, anfípodos y palaemonidos.

Alimentación de organismos en distintas etapas de desarrollo

- Cálculo de raciones alimenticias

Para realizar los cálculos de las raciones por tallas o etapas en las que se encuentran los caballitos, se debía conocer el peso de todos generando el promedio por tallas, es por eso que era importante realizar las biometrías. Una vez obtenido estos datos se usó la siguiente fórmula:

$$(Biomasa)(Prom. peso) \div 100\% = Alimento \times org.$$

Donde la biomasa húmeda por día puede variar en juveniles de 12% al 15% y en adultos del 10% al 12% de acuerdo a la literatura. El resultado era la cantidad de alimento por caballito, este resultado se multiplicó por la cantidad de caballitos.

$$(Alimento \times org.)(\# de organismos) = Ración de alimento$$

- Raciones alimenticias dependiendo de etapa de desarrollo

Con el cálculo de raciones se obtenía la cantidad de alimento apropiado para su alimentación durante el día, sin embargo, en ocasiones se le subía o bajaba a las raciones, esta valoración se hacía por la observación del apetito de los caballitos con criterio del técnico.

Apoyo en las actividades de monitoreo de estado de salud, prevención y tratamiento de enfermedades

- Monitoreo diario de la condición de salud de los ejemplares

La primera actividad del día comenzaba a las 09:00 hrs con la revisión visual de los caballitos, se revisaba su nado, que su tonalidad sea la normal y no haya tenido una decoloración anormal, que no presentaran lesiones, en los machos adultos se observaba su marsupio que no estuviese abultado y con aire atrapado, que no se encontrarán de costado en el fondo del acuario y que hubiesen heces en el fondo del acuario ya que indicaba que estaban comiendo bien.

- **Protocolos de prevención y tratamiento de enfermedades**

Para la prevención de enfermedades fue indispensable lavarse con agua y después alcohol antes de manipular a los caballitos o de meter las manos en el agua de los acuarios. Dado que las buenas prácticas de manejo y cuidado que se tuvo en el laboratorio no se presentaron enfermedades, sin embargo hay un área de cuarentena. El único incidente que se presentó fue un caballito adulto macho con problemas de burbujas de aire dentro de su marsupio, en este caso se le atendió de tres formas, la primera que no fue invasiva fue meterlo en un tanque de descompresión durante 24 hrs para que salga el aire por presión, la segunda fue invasiva ya que se tomó al caballito y con una punta de micropipeta se le metió en su marsupio, se exprimió con cuidado sacando poco a poco el aire, esta acción se podía repetir al día siguiente si se volvía a observar aire en el marsupio, la tercera forma fue dándole medicamento, se diluyó en agua media pastilla de *Acetazolamida* de 250 mg, se toma al caballito con las manos y con cuidado se le presiono por debajo del hocico para abrirlo, poco a poco y con cuidado se le dio 0.5 mL con una jeringa. El medicamento se le administró y nuevamente a las 24 hrs se le volvió a medicar con la misma dosis.

Para conocer y prevenir enfermedades por *Vibrios* en el alimento y el agua utilizada se realizó un cultivo bacteriológico enteropatógenas en agar tiosulfato citrato bilis sacarosa (TCBS), el cual es un medio selectivo de diferenciación para el aislamiento y cultivo de *Vibrio cholerae* y otras especies *Vibrio* BD Diagnostic Systems (2003). Se tomó una muestra de artemia del área de Alimento Vivo y artemia desinfectada en el laboratorio, anfípodos, agua de los sistemas con caballitos (crías, juveniles y adultos), agua del contenedor con el filtro UV, agua con la que entregan el alimento del área de Alimento Vivo (nauplios y metanauplios). Se sembraron con una asa bacteriológica, esparciendo la muestra por todo el agar, una vez concluido se dejaron los cultivos en refrigeración durante 24 hrs. Los resultados fueron positivos ya que en la mayoría de los casos no se presentó algún tipo de colonia bacteriana, en los casos en que se presentó el crecimiento de colonias se interpretó que el riesgo era muy bajo ya que eran muy pocas las colonias presentes.

2. Producción de alimento vivo (Anfípodos marinos y *Palaemon pugio*)

Las actividades para la producción de alimento vivo fueron de suma importancia para el autoconsumo en el cultivo de *H. erectus*, brindando una mayor variedad de alimento para esta especie.

Apoyo en el cultivo de la especie de anfípodo marino *Parhyale hawaiensis* mediante la técnica de biofloc

- **Mantenimiento de estanques**

La revisión de los estanques se realizó dos veces por semana, se observó la cantidad de sedimento en el fondo y la zona en la que se encontraba, la presencia de organismos muertos o mudas y la cantidad de microalgas en el agua. La limpieza

en los estanques consistió en retirar el sedimento con ayuda de una manguera que sirvió como sifón, al finalizar se reponía el agua con agua salada y agua dulce procurando mantener la misma salinidad previa al sifoneo.

- Alimentaciones y fertilizaciones

La alimentación en los estanques se llevó a cabo los días lunes, miércoles y viernes. Se alimentó con alimento balanceado elaborado para camarón. Se alimentó con 200 grs de pellets por estanque. Las fertilizaciones de los estanques se realizaron con 200 grs de salvado de trigo y 200 mL de melaza disuelta en agua para esparcirla por la columna de agua de cada estanque.

- Cosecha y almacenamiento

Las cosechas se llevaron a cabo con ayuda de un juego de tamices de diferentes medidas para separar a los anfípodos por tallas (500, 710, 1400 y 2000 μ m).

Una vez dentro de los estanques se tomaron las rocas vivas en forma de disco envueltas con mallas donde se encuentran sujetos los anfípodos; se agitaron sobre los tamices para que los anfípodos cayeran y ser separados. Al terminar esta actividad se llevaron al laboratorio para continuar con el proceso de almacenamiento. Para la depuración de los anfípodos se tenían que poner en tanques con agua y malla suspendida en el agua para que se agarrarán los anfípodos, se dejaron en los tanques durante 1 o 2 días haciéndoles recambios completos de agua (dos veces al día) ya que el agua se enturbiaba con los desechos de los anfípodos. El empacado de los anfípodos consistió en sumergirlos en agua fría para darles un choque térmico para manipularlos mejor, se secaron con papel absorbente para retirarles la mayor cantidad de agua hasta estar secos y se pesaron en la báscula en una caja de petri, una vez pesados se vaciaron esparciéndolos por toda la bolsa procurando dejarlos lo mayormente plano para ser empaquetados al alto vacío y guardarlos en el congelador. En cada paquete se le anotó la fecha en que fue empaquetado, el peso que contiene y la talla.

Captura de *Palaemon pugio*

- Captura de organismos en el medio natural

La captura de organismos del medio natural dependió de la disponibilidad en el laboratorio. La colecta de los palaemonidos se llevó a cabo en los alrededores de la UMDI, el lugar frecuentado fue la *Fosa de Cocodrilos Sisal* también conocida como *Laguna Cocodrilos*, ubicada en las coordenadas 21.1606247,-90.0446689. Los materiales utilizados para la colecta fueron redes tipo cuchara (para alberca), cubetas, jarras y una hielera o tina con tapa. La pesca se hacía en las orillas de la laguna pegado a las raíces del manglar, los palaemonidos generalmente se ubicaban entre la arena, las raíces y la hojarasca sumergida (Fig. 34). Una vez capturados se sacaban de la red manualmente y se ponían en jarras, cubetas o directamente en la hielera con agua de la laguna y hojarasca. Una vez terminada la

captura todos los palaemonidos se concentraban en la hielera para ser trasladados al laboratorio.

- **Aclimatación y siembra**

Tras la captura, en el laboratorio se midió y registró la salinidad de la laguna. El proceso de aclimatación se llevó a cabo con agua del sistema de producción por goteo, con el objetivo de subir la salinidad y la calidad del agua poco a poco alcanzando la salinidad de 31 +/- 1 ppm. Una vez que se alcanzó la salinidad requerida (entre 7 y 15 días) los organismos fueron transferidos a los acuarios del sistema de producción. Al ser colocados en los acuarios eran contados y separados por tallas (chicos, medianos y grandes).

- **Sexado de organismos**

El sexado de *P. pugio* tras su captura se llevó a cabo a partir de la observación de la presencia de hembras ovadas, las cuales fueron separadas para ser distribuidas en la mayor cantidad de acuarios de la parte superior del sistema. Los organismos restantes fueron distribuidos al azar de manera equitativa en los acuarios, procurando tallas similares.

Mantenimiento del sistema de producción de *P. pugio*

- **Rutina semanal: sifoneos, reposición de agua, adición de bacterias, registro de parámetros fisicoquímicos**

El sifoneo se llevó a cabo todos los días por la mañana, pero procurando retirar con cuidado el alimento no consumido, el agua que se retiraba antes de tirarla en el registro pasaba primero por una cubeta revisando que no había algún palaemonido. La reposición del agua era con agua salada (5 litros) y con agua dulce (10 litros) conservando una salinidad de 31 +/- 1 ppm. La adición de bacterias fue una vez a la semana los días viernes, se añadieron 10 mL de bacterias *NUTRAFIN CYCLE* sobre las rocas vivas y biobolas del filtro biológico. Cada 15 días se llevó a cabo el registro de los parámetros del agua en el sistema, registrando temperatura, salinidad, pH, nitritos, nitratos y amonio.

- **Alimentación de organismos**

Durante el periodo del servicio se les alimentó con cuatro alimentos diferentes, pellet para camarones, alimento para pulpos en dos presentaciones (pellet y congelado), pellet para *Plecostomus* y peces herbívoros de acuario y con biofloc. De los cuatro alimentos el pellet para camarones y el pellet para *Plecostomus* fueron los más aceptados y en menor aceptación el biofloc, el alimento para pulpo fue rechazado por completo en sus dos presentaciones. En el sistema de producción se decidió alimentar con pellets para *Plecostomus* complementado con biofloc.

Manejo de *P. pugio*

- Monitoreo diario para detectar la presencia de huevos

Las hembras ovadas del medio natural fueron separadas del grupo para distribuir las en los acuarios del sistema, de manera rutinaria se observaron para identificar el momento en que eclosionan los huevos, sin embargo esto no se pudo observar ya que fue en un periodo de tiempo muy corto y en un horario nocturno.

- Monitoreo diario del desarrollo de huevos

El monitoreo consistió en la revisión de los acuarios con apoyo de una lámpara de mano para alumbrar bien a los palaemonidos, en ellos se observa la zona del abdomen en busca de huevos y su desarrollo, buscando mudas.

- Registro de desoves

Los datos obtenidos se registraron en la bitácora para dar seguimiento y conocer si el trabajo realizado es el apropiado para obtener crías de palaemonidos. Cabe mencionar que los palaemonidos muertos se retiraron y se reemplazaron por otro de una talla similar sin identificar el sexo.

Producción de crías de *P. pugio*

- Recuperación de larvas

La recuperación y obtención de larvas se dio con ayuda de un cosechador ubicado en la parte intermedia de la circulación del agua en un depósito entre el tercer y segundo piso del sistema. Los depósitos contaban con malla de 105 micras en las paredes y poseían un fondo ancho para mantener agua para la revisión del mismo. El cosechador se revisó diariamente a partir de que había presencia de hembras ovadas en los acuarios.

- Cosecha y siembra

Una vez obtenidas las larvas en el cosechador se hizo el conteo con la ayuda de una lámpara de mano para una mejor observación y se sembraron en los acuarios en forma de cilindros del primer piso del sistema.

- Alimentación

La alimentación se mantuvo en todo el sistema con pellets para *Plecostomus*, sin embargo al ser muy pequeños el alimento se mantenía por dos días antes de retirarlo para que lo puedan aprovechar el mayor tiempo posible y no estresarlos.

3. Otras actividades

Todas las actividades que se engloban tuvieron un gran valor para el crecimiento profesional adquiriendo y fortaleciendo las habilidades y conocimientos.

Visitas guiadas

Durante la estancia que duró el servicio social se realizaron eventualmente algunas visitas al PIECEMO en donde se brindó información sobre la importancia de la especie *Hippocampus erectus*, su conservación y los cuidados que requiere como su alimentación. Las visitas fueron realizadas por público en general, estudiantes desde preescolar hasta licenciatura y al director de la Facultad de Ciencias.

Jornada de Puertas Abiertas

Participación como monitor en las actividades de este evento realizado en la UMDI, atendiendo a un grupo de niños de 4 años del Kinder “Juana Figueroa”

Participación académica

Tomé el módulo de peces ornamentales de la Especialización en Producción Animal: Organismos Acuáticos de la Facultad de Ciencias, participando al final con una presentación enfocada a la producción de palaemonidos como alimento vivo para peces ornamentales.

Practica de laboratorio

Participé en la práctica de disección de *H. erectus* en laboratorio para la identificación de los órganos.

Apoyo académico

Durante el módulo de peces ornamentales brindé apoyo en la parte práctica en el laboratorio húmedo, dando capacitación a los estudiantes sobre las actividades relacionadas al cuidado y manejo de caballitos de mar, así mismo como a la preparación del alimento y su desinfección.

Durante mi estancia les brindé la capacitación a los estudiantes: Brandon Uriel Jiménez Martínez, Giovanni Nicolás Reyes, Kiara Nicole Gajardo López y Ulises Infante Corrales. Sobre los cuidados, alimentación y manejo del *Hippocampus erectus* y palaemonidos, así como su alimento.

Capacitación profesional

Durante los seis meses que duró mi estancia en la UMDI tomé tres cursos extras a mis actividades normales siendo los siguientes:

- Curso en línea: Comunicando el Valor de la Biodiversidad
- Curso en línea: For attending the virtual event Mexican Bioimaging Workshop 3: Fundamentals of Optical Microscopy of the "Connecting the Mexican Bioimaging Community" program
- Curso presencial con certificación en Primeros Auxilios

Apoyo en proyectos

- Participación en el proyecto de “Caracterización fisiológica y bioquímica de juveniles de *Hippocampus erectus* a lo largo de exposiciones crónicas a la

temperatura y la hipoxia: zona de seguridad ("safe zone") y proceso de recuperación.", en la parte experimental.

- Apoyo voluntario en el registro fotográfico de biodiversidad cercana a cenotes del programa "Cenoteando" y registrando los avistamiento en la App iNaturalist
- Participación en el Bioblitz Sisal. Junio 2022. Registrando un total de 115 observaciones de las cuales fueron 75 especies diferentes. Los registros se fueron realizando en la App iNaturalist

IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL

Las actividades realizadas en el AEEC están ligadas al Programa de Investigación en Ecología y Cultivo de Especies Marinas de Ornato (PIECEMO). El cultivo de *Hippocampus erectus* es importante en la comunidad de la acuariofilia a nivel mundial, teniendo efecto en la reducción de la pesca ilegal de estos peces, ya que son peces protegidos por la NOM-059-SEMARNAT-2010 en México.

Es importante conocer los sistemas en donde se realizará el cultivo, su manejo y mantenimiento, de la misma forma el mantener los parámetros óptimos para ofrecer un alto nivel de bienestar animal.

Una de las actividades más importantes dentro de la acuicultura es la alimentación balanceada, de bajo costo y efectiva para el desarrollo de los organismos, es por ello que se busca generar productos con alto nivel sanitario, evitando o previniendo enfermedades.

Para dar inicio con un cultivo novedoso se deben realizar diferentes actividades como la aclimatación de organismos del medio natural a estar en cautiverio, esto implica el cambio de los niveles de parámetros del agua y la alimentación, seguido de técnicas de ingeniería para crear sistemas funcionales para tener una optimización en la producción de organismos, uno de los beneficios que brindan *P. hawaiiensis* y *P. pugio* es la plasticidad y la rápida adaptación para cerrar sus ciclos de vida en cautiverio.

El compartir la información y realizar capacitaciones es importante para dar a conocer la importancia de la conservación de especies marinas de ornato, dando a conocer una de las actividades que tienen el objetivo de la conservación sin limitar o desaparecer la adquisición de estas especies por su demanda en el mercado.

APRENDIZAJE Y HABILIDADES OBTENIDAS

El aprendizaje y las habilidades adquiridas durante el periodo de realización de las actividades de servicio social son los siguientes:

- Manejo de sistemas acuáticos de recirculación
- Aplicación de bacterias para mantener la calidad del agua
- Manejo de sistemas de filtración del agua
- Análisis de parámetros del agua
- Toma de mediciones de peso y talla para caballitos de mar

- Manipulación de caballitos de mar en sus diferentes etapas
- Manejo de caballitos de mar durante su reproducción
- Preparación de alimento para caballitos de mar
- Preparación y administración de dietas para caballitos de mar en las diferentes etapas
- Identificación y aplicación de tratamiento para enfermedades en caballitos de mar
- Manejo de estanques de cultivo de anfípodos
- Preparación y fertilización para la producción de biofloc
- Obtención de anfípodos para su almacenamiento
- Técnicas para la captura de palaemonidos del medio natural
- Manejo de palaemonidos para su aclimatamiento en cautiverio
- Manejo del sistema de producción de palaemonidos
- Preparación de una dieta para palaemonidos y su administración
- Manejo y seguimiento de la reproducción de palaemonidos
- Divulgación de la ciencia para la conservación de caballitos de mar
- Manejo de actividades de educación ambiental
- Manejo de grupos de personas
- Brindar capacitación sobre el manejo y cuidado de caballito de mar
- Brindar capacitación sobre la producción de alimento vivo para especies de ornato
- Obtención de conocimientos relacionados a la carrera
- Trabajo en equipo en proyectos de ciencia ciudadana e investigación

FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL

A nivel mundial, la acuicultura ha presentado un creciente desarrollo como una opción para suplir las grandes demandas de alimento, así como para abastecer la demanda de una gran variedad de especies de importancia comercial y ornamental Koldewey y Martin-Smith, (2010).

Se ha estimado que sólo 100 de 800 especies marinas comercializadas como ornato han sido producidas en cautiverio, por lo que son gravemente afectadas las poblaciones naturales, en base a ello se ha incrementado el interés de cultivar y reproducir diversas especies de *Hippocampus* en muchos países, como medida de reducir el impacto ambiental sobre las comunidades silvestres García, (2017).

Parhyale hawaiiensis se caracteriza por tener tasas de crecimiento rápidas, maduración sexual temprana al alcanzar el mes de vida. Gracias a que pueden soportar cambios rápidos de salinidad y temperatura es una especie con alto potencial de cultivo con el fin de incluirlo en las dietas de organismos ornamentales. Representan más del 90% de la dieta de caballitos de mar PIECEMO (s.f.).

La alimentación de *Hippocampus erectus* en el medio natural está compuesta por crustáceos, moluscos, entre otros. Su dieta está compuesta principalmente por anfípodos en mayor porcentaje, copépodos, palaemonidos, poliquetos, entre otros Teixeira y Musick (2001).

REFERENCIAS

Bauer, RT y Abdalla, JH. (2000). Patrones de producción de cría en el camarón pasto *Palaemonetes pugio* (Decapoda: Caridea), Reproducción y desarrollo de invertebrados, 38:2, 107-113, DOI:10.1080/07924259.2000.9652445

BD Diagnostic Systems. (2003). BD TCBS Agar.
<https://legacy.bd.com/europe/regulatory/Assets/IFU/HB/CE/PA/ES-PA-254432.pdf>

Caskey, JL y Bauer, RT (2005). Pruebas de comportamiento para una feromona sexual de posible contacto en el camarón carideano *Palaemonetes pugio*. Revista de biología de crustáceos, 25(4): 571-576, 2005.

García Benítez, L.A., (2017). Efecto de diferentes factores ambientales en la respuesta reproductiva del caballito de mar *Hippocampus erectus* (Perry, 1810). Instituto Tecnológico de Boca del Río.

Koldewey, H. y Martin-Smith, K., (2010). A global review of seahorse aquaculture. Aquaculture 302. 131-152

Oceana Europe, (s/f). El enigmático y amenazado mundo de los caballitos de mar. Recuperado 17 de agosto de 2022, de <https://europe.oceana.org/es/eu/prensa-e-informes/reportajes/caballitos-de-mar>

PIECEMO. (s. f.). *Hippocampus erectus*.
<http://piecemo.sisal.unam.mx/lineasdeinvestigacion.shtml>

PIECEMO. (s.f.). *Parhyale hawaiiensis*.
<http://piecemo.sisal.unam.mx/lineasdeinvestigacion.shtml>

Pollom, R. (2016). *Hippocampus erectus*. IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado 17 de agosto de 2022, de <https://www.iucnredlist.org/es/species/10066/20191442#use-trade>

Rísquez, A. (2021). Caballitos de mar (hippocampus). INECOL. Recuperado 16 de agosto de 2022, de <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-cien-cia-hoy/1510-caballitos-de-mar-hippocampus>

Sánchez-Cardozo, L. M., Ospina-Salazar, G. H., Santos-Acevedo, M., López-Navarro, J., & Gómez-León, J. (2014). Efecto De La Dieta en El Crecimiento Y Supervivencia De Crías De Caballito De Mar *Hippocampus Reidi* en Condiciones De Laboratorio* / Effect of Food Enrichment on Growth and Survival of Seahorse Fry *Hippocampus Reidi* under Laboratory Conditions. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR, 43(1), 7–22.

Teixeira, R. L., y Musick, J. A. (2001). Reproduction and food habits of the lined seahorse, *Hippocampus erectus* (Teleostei: Syngnathidae) of Chesapeake Bay, Virginia. Revista Brasileira de Biología, 61, 79-90

Vite-García, Nicolás, López-Jiménez, Serapio, & Rangel-López, Lenin. (2017). Avances en el cultivo de *Hippocampus* spp. (Teleostei: Syngnathidae): investigaciones en el siglo XXI. *Latin american journal of aquatic research*, 45(1), 1-17. <https://dx.doi.org/10.3856/vol45-issue1-fulltext-1>