



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

**Informe Final**  
**Práctica Profesional Supervisada**

**Manejo de Cultivo Larvario de Pejelagarto *Atractosteus tropicus* en el Laboratorio de Acuicultura de la División Biológica de la Universidad de Juárez Autónoma de Tabasco, en Villahermosa, Tabasco, México.**

**Presentado por**  
**Andrea Mirell Ramírez Aguilar**

**Para otorgarle el título de**  
**Técnico en Acuicultura**

Guatemala, noviembre 2007.

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

### **CONSEJO DIRECTIVO**

Presidente	M.Sc. Pedro Julio García Chacón
Coordinador Académico	M.Sc. Carlos Salvador Gordillo García
Secretario	M.V. Salomón Medina Paz
Representante Docente	M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colón
Representante del Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas	Licda. Estrella de Lourdes Marroquín
Representante Estudiantil	T.A. Diana Crespo Mendoza
Representante Estudiantil	T.A. Manoel Cifuentes Marckword

## **ACTO QUE DEDICO**

A: Mi Padre Celestial, por ser mi creador y permitirme estar en esta tierra progresando espiritual e intelectualmente; por bendecirme y guiarme en mi vida.

A: Mi madre, Nora Judith Aguilar Castillo; por ser el pilar más importante de mi vida, fuente de ejemplo y sabiduría, al enseñarme a conducirme y sembrar principios morales y éticos, que se reflejan en mi conducta y actitud profesional.

A: Mis familiares que con su apoyo y cariño me han demostrado su amor y calidez, permitiéndome seguir adelante ante cualquier adversidad. Especialmente a mis tíos: Ofelia Aguilar Castillo y Carlos Enrique Castillo Valladares.

A: Mis padrinos Dr. Ezequiel Castillo Mejía e Ing. José Felipe Castillo Castillo; por su gran cariño y amistad demostrada. Sabiendo que puedo contar con ellos siempre.

A: Mis amigos, con los cuales hemos reído, aprendido y apoyado, por brindarme su amistad y cariño; muy especialmente a mis amigos: Inés Asensio, Cindy Estrada, Andrea Monzón, Alejandra Ramás y Martín Chen.

## AGRADECIMIENTO

A: Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser la casa de estudios superiores que me permite alcanzar mis metas profesionales y poderme desarrollar intelectualmente.

A: Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, por brindarme el conocimiento necesario para la obtención de este título y con ello ser mejor ciudadana y servir mejor a la sociedad.

A: Mis catedráticos que con su esfuerzo, permitieron el engrandecimiento del conocimiento en las diferentes materias de estudio; por sus consejos y apoyo incondicional, especialmente a las licenciadas: Norma Gil de Castillo y Sonia Judith Villatoro Jacome.

A: La División Académica de Biología de la Universidad de Juárez Autónoma de Tabasco por permitirme realizar mi pasantía en el Laboratorio de Acuicultura y permitirme con ello iniciarme en las labores prácticas, adquiriendo conocimiento de campo en el área de Pejelagarto *Atractosteus tropicus*.

A: M.Sc. Ulises Hernández, y demás personal del Laboratorio de Acuicultura, por instruirme durante mi estancia en ese lugar y apoyarme, reforzando mi conocimiento teórico por medio de la ejercitación en la práctica.

A: La Familia Rodríguez Pereda, porque al recibirme en su hogar, me hicieron parte de su familia, brindándome su apoyo y cariño.

## INDICE GENERAL

	Página
<b>1. INTRODUCCION</b>	1
<b>2. OBJETIVOS</b>	2
<b>2.1. General</b>	2
<b>2.2. Específicos</b>	2
<b>3. ASPECTOS GENERALES DEL LABORATORIO DE ACUACULTURA</b>	3
<b>3.1. Ubicación geográfica</b>	3
<b>3.2. Condiciones climáticas</b>	4
<b>3.3. Altitud</b>	4
<b>3.4. Zona de vida</b>	4
<b>3.5. Vías de acceso</b>	4
<b>3.6. Extensión y espejo de agua</b>	4
<b>3.7. Objetivo de producción</b>	4
<b>3.8. Croquis del Laboratorio de Acuicultura</b>	5
<b>4. CARACTERISTICAS DE LA FUENTE DE AGUA</b>	6
<b>4.1. Características físicas de las fuentes de agua</b>	6
<u>4.1.1 Rio</u>	6
<u>4.1.2 Agua reposada o de tubería</u>	6
<b>4.2. Filtros de las fuentes de agua</b>	7
<b>4.3. Uso posterior del agua</b>	9
<b>4.4. Sistema de registro de parámetros de calidad del agua</b>	10
<b>5. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO</b>	11
<b>5.1. Especie cultivada</b>	11
<b>5.2. Descripción taxonómica según Wiley 1976</b>	11
<b>5.3. Características biológicas y aspectos ecológicos de la especie</b>	12

<u>5.3.1 Descripción</u>	12
<u>5.3.2 Distribución</u>	12
<u>5.3.3 Hábitat</u>	12
<u>5.3.4 Alimentación</u>	12
<u>5.3.5 Conducta</u>	14
<b>5.4. Sistema de cultivo</b>	14
<b>6. MANEJO GENERAL DEL LABORATORIO</b>	15
<b>6.1. Reproductores</b>	15
<u>6.1.1 Alimentación</u>	15
<u>6.1.2 Formación de gónadas</u>	15
<b>6.2. Inducción al desove</b>	15
<u>6.2.1 Utilización de la hormona LHRH ethylamide</u>	15
<b>6.3. Larvicultura</b>	17
<u>6.3.1 Traslado de las larvas</u>	17
<u>6.3.2 Alimentación</u>	17
<u>6.3.3 Desdobles</u>	17
<b>6.4. Alevinaje</b>	18
<b>7. MANEJO DE ALIMENTO</b>	19
<b>7.1. Control de calidad</b>	19
<b>7.2. Alimentos utilizados</b>	19
<u>7.2.1 Alimento para larvas</u>	20
<u>7.2.2 Alimento para alevin</u>	20
<u>7.2.3 Alimento para reproductores</u>	20
<b>8. SISTEMA DE ALIMENTACION</b>	21
<b>8.1. Registros de consumo de alimento</b>	21
<b>8.2. Tablas de alimentación</b>	21
<b>8.3. Duración del periodo de cultivo</b>	24
<b>8.4. Supervivencia y mortalidad de los organismos</b>	24

<b>8.5. Ganancia diaria de peso y talla e índice de condición</b>	<b>24</b>
<b>8.6. Factor de conversión alimenticia</b>	<b>25</b>
<b>9. COSECHA</b>	<b>26</b>
<b>9.1. Determinación del momento de la cosecha</b>	<b>26</b>
<b>9.2. Procedimiento</b>	<b>26</b>
<b>10. COMERCIALIZACION</b>	<b>27</b>
<b>10.1. Metas de producción establecidas</b>	<b>27</b>
<b>10.2. Mercado objetivo</b>	<b>27</b>
<b>10.3. Presentación del producto</b>	<b>27</b>
<b>10.4. Precio de venta</b>	<b>27</b>
<b>11. CONCLUSIONES</b>	<b>28</b>
<b>12. RECOMENDACIONES</b>	<b>29</b>
<b>13. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>30</b>
<b>14. ANEXO</b>	<b>32</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
<b>Cuadro No. 1</b> Tabla de alimentación de nauplio	21
<b>Cuadro No. 2</b> Tabla de alimentación de alimento artificial polvo molido	22
<b>Cuadro No. 3</b> Tabla de alimentación de molido quebrado	23
<b>Cuadro No. 4</b> Tabla de alimentación de alimento balanceado de 2.5 mm	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura No. 1</b> Mapa geográfico del Estado de Tabasco	3
<b>Figura No. 2</b> Croquis del Laboratorio de Acuacultura	5
<b>Figura No. 3</b> Filtro biológico	8
<b>Figura No. 4</b> Filtro mecánico	8
<b>Figura No. 5</b> Filtros de carbono	9
<b>Figura No. 6</b> Descarga de las aguas utilizadas	10
<b>Figura No. 7</b> Pejelagarto <i>A. tropicus</i>	11

## ÍNDICE DE ANEXO

<b>Anexo No. 1</b> Larvas recién eclosionadas	
<b>Anexo No. 2</b> Larvas recién eclosionadas unidas a la orilla	
<b>Anexo No. 3</b> Canibalismo	
<b>Anexo No. 4</b> Canibalismo	
<b>Anexo No. 5</b> Disparidad de tallas	
<b>Anexo No. 6</b> Bebederos	
<b>Anexo No. 7</b> Tipos de alimentos balanceados molidos	

**Anexo No. 8** Lata de quiste de artemia

**Anexo No. 9** Eclosión de artemia

**Anexo No. 10** Balanza Analítica

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe de pasantía, se da a conocer las generalidades de la reproducción y manejo larvario del Pejelagarto *Atractosteus tropicus*.

El Pejelagarto *A. tropicus*, se encuentra ubicado en el sur de México, en Guatemala, Honduras, lago Nicaragua y río San Juan en Costa Rica.

Siendo la División de Ciencias Biológicas de la Universidad de Juárez Autónoma de Tabasco una pionera en la producción de larvas de Pejelagarto *A. tropicus* bajo parámetros controlados, se realizó esta pasantía con el fin de aprender la tecnología y manejo para luego adaptarla a nuestro país.

Este laboratorio realiza desoves masivos de estos organismos en la época de reproducción, con el fin de realizar investigación y abastecer el mercado local.

El periodo de inducción tarda aproximadamente un día, retirándose luego a los reproductores y dejando a los huevos en un sustrato artificial previamente preparado, a los tres días eclosionan y se observan.

Luego de esto son cosechadas y colocadas en tinas a altas densidades, dejando atrás la absorción del saco vitelino e iniciando en ese momento la alimentación exógena.

Estos organismos presentan a lo largo de su crecimiento una disparidad de talla y canibalismo, por lo que es necesario desde edad temprana la separación por tallas, para evitar que se coman unos con otros.

Los organismos son alimentados a saciedad, con el fin de poder alcanzar la talla y peso adecuado para poder salir al mercado, siendo estos alimento vivo y balanceado según se requiera a lo largo de la producción.

Se cosechan a una talla de 15 cm aproximados, ya consumiendo alimento balanceado y se venden a las granjas que realizan la engorda.

## 2. OBJETIVOS

### **General:**

- Introducir al estudiante en el ejercicio de la carrera de Técnico en Acuicultura, en una práctica directa, en un espacio territorial e institucional.

### **Específicos:**

- Proveer la oportunidad de participar en actividades reales propias del Manejo de los Recursos Hidrobiológicos del país.
- Retroalimentar el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la integración de los acontecimientos y experiencias teórico-prácticas adquiridas.
- Propiciar el desarrollo y ejercicio de los valores morales y éticos en el desempeño profesional.

### 3. ASPECTOS GENERALES DEL LABORATORIO DE ACUACULTURA

#### 3.1 Ubicación geográfica:

Villahermosa pertenece al Estado de Tabasco, se encuentra situada en el sureste de México entre los ríos Grijalva y Carrizal.

Las coordenadas geográficas extremas del municipio son al norte  $18^{\circ} 20'$ , al sur de  $17^{\circ} 43'$  de latitud norte; al este  $92^{\circ} 35'$ , al oeste  $93^{\circ} 15'$  de longitud oeste.

Según Contreras W Colinda al norte con los municipios de Nacajuca y Centla, al sur con los municipios de Jalapa y Teapa y con el Estado de Chiapas, al este con los municipios de Centla, Jalapa y Macuspana y al oeste con el Estado de Chiapas y con los municipios de Cunduacán y Nacajuca.

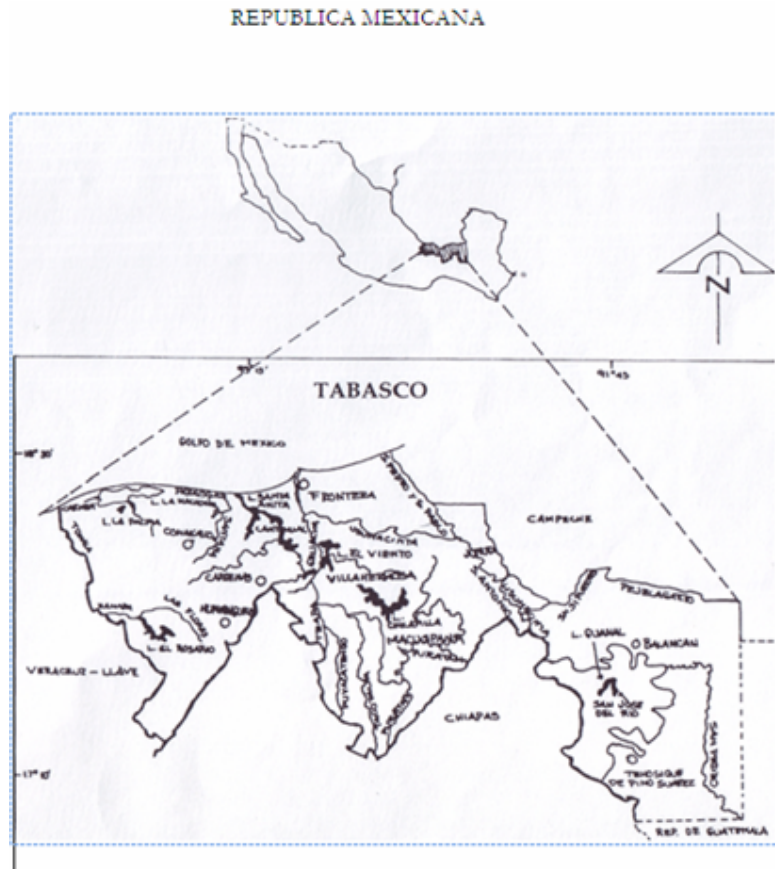


Figura No. 1 Mapa geográfico del Estado de Tabasco.

### **3.2 Condiciones climáticas:**

El clima del lugar es tropical húmedo, la temperatura asciende de 12°C a 15°C en los meses más fríos: enero y diciembre, y hasta 42°C en el mes más caluroso, con un promedio anual de 26°C.

Las lluvias alcanzan uno de los promedios mas altos del mundo, con una precipitación fluvial de 3500 milímetros, la temporada abarca la mayor parte del año, de junio a marzo, solo la primavera es relativamente seca. (Contreras, 2001)

### **3.3 Altitud:**

Villahermosa presenta una altura promedio de 10 metros sobre el nivel del mar.

### **3.4 Zona de vida:**

En Tabasco, hay seis tipos de vegetación: la tupida selva de tierra adentro, la selva menos compacta que bordea las costas, las floraciones bajas propias de las playas, los manglares y la vegetación de pantanos.

La fauna tabasqueña acuática y terrestre, es variada y fascinante. La mayoría de las especies están estrechamente vinculadas con la vegetación selvática.

### **3.5 Vías de acceso:**

Para llegar al Laboratorio de Acuicultura de la Universidad de Juárez Autónoma de Tabasco, es necesario ubicarse en la carretera Villahermosa-Cárdenas, virando hacia Bosques de Saloya en el kilometro 0.5, se encuentra en la División Académica de Ciencias Biológicas –DACBIOL-.

### **3.6 Extensión y espejo de agua:**

El Laboratorio de Acuicultura cuenta con un área de extensión territorial de 70000 m<sup>2</sup>, y maneja un volumen de 550.16 m<sup>3</sup> de agua.

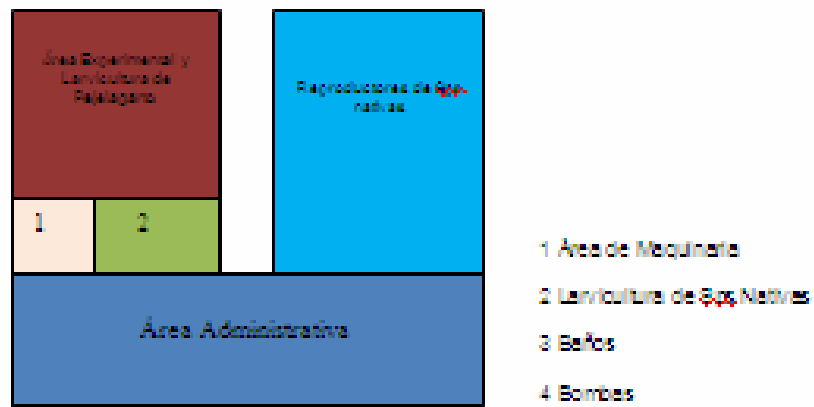
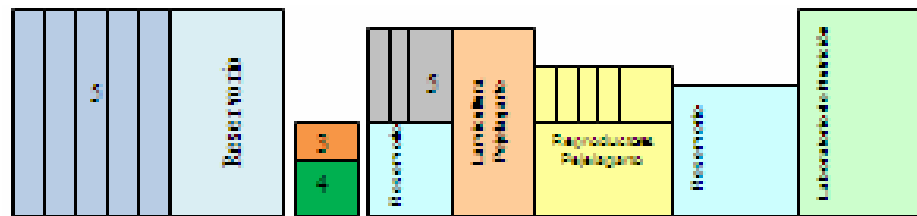
### **3.7 Objetivo de la producción:**

El Laboratorio de Acuicultura, es una entidad perteneciente a la División Académica de Ciencias Biológicas y por ende a la Universidad de Juárez Autónoma de Tabasco, por lo que su producción es enfocada a la utilización de organismos para

un fin científico y de investigación, con el objeto de mantener en existencia esta especie y conocer mas de sus características.

Este laboratorio también abastece a la comunidad comercializadora de *A. tropicus*, *P. splendida*, *O. niloticus* *C. urophthalmus*; esto debido a que no existen suficientes entidades privadas o estatales que puedan abastecer completamente el mercado, siendo este centro un pionero de la larvicultura de especies como el *A. tropicus* *P. splendida* *C. urophthalmus* en Latinoamérica.

### 3.8 Croquis del Laboratorio de Acuicultura:



LABORATORIO DE ACUACULTURA

Figura No. 2 Croquis del Laboratorio de Acuicultura

## 4. CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE DE AGUA

El Laboratorio de Acuicultura cuenta con 2 diferentes fuentes de agua, siendo estas: de río, y agua reposada o de tubería.

### 4.1 Características físicas de las fuentes de agua:

Son dos las fuentes de agua que posee este laboratorio, ya que debido a la diversidad de especies con las que trabaja y las diferentes funciones en los cubículos de histología, nutrición, genética; se necesitan aguas de diferentes características, siendo estas:

4.1.1 Río: el río Carrizal con una ancho de 153 m y un caudal de los mayores del país, es utilizado como fuente de agua en este Laboratorio, debido a la cercanía y necesidad de sus características ya que es indispensable para los organismos nativos y los reproductores de Pejelagarto *A. tropicus*.

Son aguas turbias, con color ligeramente café lo cual es indicio de presencia de fitoplancton: diatomeas, las cuales son muy deseables en los cultivos, sin embargo, este color algunas veces es consecuencia de las descargas producidas por la población.

Con una temperatura de 24°C y una concentración de oxígeno de 6 mg/l, este río posee las cualidades necesarias para abastecer a organismos nativos, que demandan estas características, sin embargo, su temperatura suele variar con un rango de 2 a 3 °C según la estación del año.

Durante el periodo de lluvia, estas aguas tienden a entrar a las instalaciones con sedimentos y alta turbidez, generando en las larvas problemas de hongos y especialmente el de Ich, causada por el protozoo *Ichthyophthirius multifiliis*, suspendiéndose el uso de ella en casos extremos.

4.1.2 Agua reposada o de tubería: Esta fuente abastece generalmente a la zona de laboratorios y larvicultura de Pejelagarto *A. tropicus* el cual se maneja con agua reposada.

Debido a la presencia de cloro que poseen estas aguas, es necesario que se coloque en un reservorio y se deje reposar por 24 a 48 hrs. Para que con la presencia del sol este se inactive, tendiendo a alargarse el periodo en días nublados.

Son aguas claras, pobres en producción primaria, su temperatura oscila entre los 25°C y una concentración de oxígeno disuelto de 4.3 mg/l.

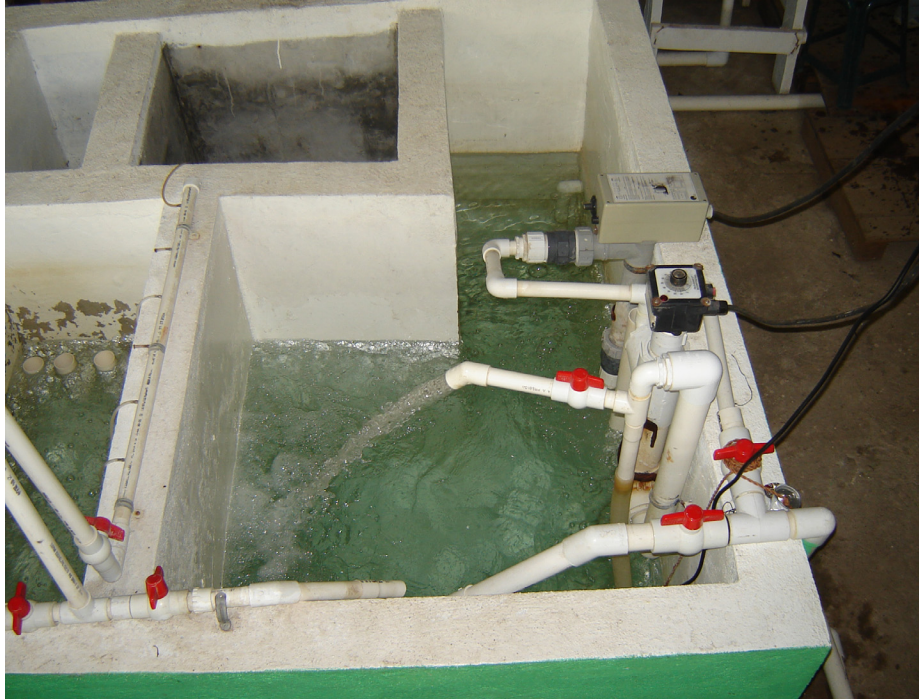
Se debe recordar que el Pejelagarto *A. tropicus* necesita oxígeno disuelto en el agua únicamente en las primeras horas de vida, luego, este lo toma de la atmósfera, por lo que permite grandes densidades y no necesariamente agua con grandes cantidades de oxígeno disuelto.

No es altamente afectado por las reacciones químicas del agua, exceptuando la del amonio, la cual debe presentarse bajo los índices de 0.05 mg/l. Además su hábitat es la de áreas pantanosas por lo que en calidad del agua este organismo no es muy demandante.

#### **4.2 Filtros de las fuentes de agua:**

El laboratorio posee tres filtros los cuales están integrados en las principales aéreas de larvicultura, siendo estas periférico, larvicultura experimental y larvicultura para comercialización de Pejelagarto *A. tropicus*, (**Figura No. 2**) con el fin de eliminar desechos de entrada y salida del agua cuando esta deba ser recirculada.

El filtro biológico contiene secciones que permiten la recirculación del agua, en la primera sección se recibe el agua, pasando a la segunda en la que se sedimentarán las partículas mayores y más pesadas, en la tercera sección se introducen organismos filtradores como almejas o caracoles los cuales eliminarán el resto de partículas y plancton existente.



**Figura No. 3** Filtro biológico

Debido a la necesidad de recirculación en los ensayos experimentales y en algunas prácticas de larvicultura, se utilizan filtros de arena



**Figura No. 4** Filtro mecánico

### 4.3 Uso posterior del agua:

Es únicamente la parte de larvicultura de tilapia *O. niloticus* en donde se lleva a cabo la eliminación de la hormona, pasando esta por filtros de carbono los cuales desactivan la hormona, para luego unirse al resto de agua utilizada,

Esta agua es drenada a la parte trasera del laboratorio, donde por gravedad se traslada hacia una laguna de sedimentación.



**Figura No. 5** Filtros de carbono

Es importante recordar que el Laboratorio de Acuicultura se sitúa en un área pantanosa, por lo que estas aguas ya utilizadas son depositadas en la laguna de sedimentación, sin darle mayor importancia.



**Figura No.6** Descarga de las aguas utilizadas

#### **4.4 Sistema de registro de parámetros de calidad del agua:**

El Laboratorio de Acuicultura no cuenta con un registro diario de calidad del agua, aunque estos se hacen mensualmente, ya que la calidad del agua utilizada es aceptable y los recambios son diarios.

Únicamente en la elaboración de ensayos para tesis y experimentos se utiliza agua en ciclo cerrado, con parámetros controlados y se toman a diferentes horas del día muestras para la elaboración de parámetros físico-químicos.

Según Hernández V. Los parámetros que se registran periódicamente son: Oxígeno Disuelto: 5 mg/l y una temperatura de 26°C en promedio, variando desde los 18 en época lluviosa, hasta los 50 °C en épocas muy calurosas.

## 5. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO

### 5.1 Especie cultivada:

*Atractosteus tropicus*.

### 5.2 Descripción taxonómica según Wiley 1976

Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Clase	Osteichthyes
Subclase	Actinopterygii
Orden	Lepisosteiformes
Familia	Lepisosteidae
Genero	<i>Atractosteus</i>
Específico	<i>tropicus</i>
Nombre científico	<i>Atractosteus tropicus</i>
Nombres comunes	Pejelagarto, machorra, armado, peje-rey



**Figura No. 7** Pejelagarto *A. tropicus*

### **5.3 Características biológicas y aspectos ecológicos de la especie:**

5.3.1 Descripción: El Pejelagarto *A. tropicus* puede alcanzar longitudes de hasta 1.5m, se distingue por tener un esqueleto completamente osificado, el cuerpo es alargado y cilíndrico, recubierto por escamas rómbicas, articuladas por sus bordes con las contiguas dispuestas en una posición postero-anterior, se encuentran recubiertas con un esmalte que las protege de parásitos y les da la apariencia de una coraza.

Posee aletas dorsales y anales cortas en su base la cual es cilíndrica de color verde olivo y algunas manchas negras, mientras que la zona ventral es redondeada de color blanco.

En la cabeza se presenta un marcado alargamiento, en particular las mandíbulas que ocasiona que el cráneo se presente con algunas modificaciones, como son: carecer de supraoccipitales y miodeno y una elongación del etmoides, poseen dientes pequeños y fuertes en ambas mandíbulas que muestran su especialización como carnívoros; las mejillas están cubiertas por numerosas placas por las cuales se les considera como fósiles vivientes.

Cuenta con una vejiga natatoria altamente vascularizada conectada al esófago, lo que le permite funcionar como pulmón, soportando altas temperaturas y escasez de oxígeno, tardando para morir después de que son capturados (Contreras, 1990).

5.3.2 Distribución: Su distribución incluye la cuenca del río Usumacinta en Guatemala y México, lago Nicaragua y río San Juan en Costa Rica (Espinosa et al., 1993).

5.3.3 Hábitat: *A. tropicus*, es una especie típica de las áreas pantanosas, en este ambiente funge como regulador primordial de las comunidades de peces y anfibios que constituyen su alimento (Contreras, 1990).

5.3.4 Alimentación: Los hábitos alimenticios del *A. tropicus* son nocturnos, se alimentan principalmente de peces, plancton e insectos, aunque también es posible encontrar en sus tractos digestivos restos de vegetales, crustáceos y anfibios.

Resendez y Salvadores (op. Cit.), observan que la alimentación de los juveniles difiere bastante de la de los adultos puesto que, aunque el alimento principal sigue siendo peces, los restos de insectos forman una parte importante de la dieta.

Encontraron en menor cantidad, crustáceos y decápodos. Esto indica que *A. tropicus* es un pez carnívoro cuando joven, pero que poco a poco va aumentando la variedad de su dieta conforme crece, hasta incluir vegetales en ella cuando ya es adulto.

La alimentación para las larvas de *A. tropicus* cambian constantemente debido al rápido crecimiento de estas, para las cuales se observan 4 fases importantes:

- Fase 1. Comprende del tercer al decimo día de edad, la alimentación es basada a partir de poblaciones de zooplancton compuestas por cladóceros y copépodos.
- Fase 2. De los días diez al veinticinco, la alimentación se basa en larvas de mosquitos, cladóceros y larvas de peces.
- Fase 3. Comprende organismos que han iniciado la alimentación a base de pequeños peces. La edad fluctúa entre diez a veinticinco días, siendo los poecilidos el alimento de preferencia.
- Fase 4. En esta etapa los ejemplares han llegado a la etapa juvenil, su alimentación se basa en pequeños peces de diferentes grupos, siendo los más importantes: poecilidos, adheridos, clupeldos y ciclidos. En esta fase se presenta cierta selección del alimento a lo largo del tiempo, en función de la talla de la presa.

Una vez que inician a comer larvas de peces, se puede decir que la fase crítica de desarrollo de la especie esta superada. El consumo de alimento en número aproximadamente de 2.0 mm por día. El suministro de alimento vivo y el tiempo para su atención se reduce. (Contreras, 1990).

5.3.5 Conducta: Son poco gregarios, formando grupos únicamente durante las temporadas de reproducción y presentan poca agresividad (Alemán y Contreras, 1987).

#### **5.4 Sistema de cultivo:**

El Laboratorio de Acuicultura, produce organismos a nivel intensivo, contando con tinas con capacidades de 100, 150, y 200 litros, sembrados en una densidad de 15 org/litro.

Este laboratorio solo efectúa la inducción y etapa de larvicultura, con una parte de alevinaje, es a la talla de 15 cm que es aproximadamente a los 35 días, que se comercializan a aquellos acuicultores interesados en la engorda de ellos, así como a las organizaciones ambientales interesadas en repoblamiento a cuerpos de agua.

El Laboratorio de Acuicultura no lleva a cabo la feminización del Pejelagarto *A. tropicus*, en proceso se encuentra la elaboración de una tesis o ensayo con el cual se pretenderá feminizar a las larvas y verificar los resultados, ya que se espera que con ello los organismos ganarían mayor peso y talla.

## 6. MANEJO GENERAL DEL LABORATORIO

### 6.1 Reproductores:

6.1.1 Alimentación: Dentro de un laboratorio larvario, la alimentación de los reproductores es muy importante, ya que este determinará la calidad y número de larvas y su sobrevivencia.

Se alimentan con una dieta adaptada de trucha con un valor de PC de 45% y 10% de grasas, ya que no existe en el mercado una casa fabricante de dietas para Pejelagarto *A. tropicus*.

6.1.2 Formación de gónadas: La alimentación juega un papel muy importante durante este proceso, permitiendo el alimento adecuado la formación de vitelogénesis que mas tarde permitirá la acumulación de lípidos y luego la formación de sacos de huevos dentro de las gónadas.

### 6.2 Inducción al desove:

El ciclo inicial del Laboratorio de Acuicultura principia con la toma de reproductores con gónadas ya listas o maduras, algunas necesitaran ser inyectadas con hormona LHRH ethylamide para favorecer el desove.

6.2.1 Utilización de la hormona LHRH ethylamide: Las hembras de Pejelagarto *A. tropicus*, tienden a ser de gran tamaño, así que para una fácil manipulación y evitar lastimarlas y estresarlas, se aplica el anestésico MS 222 (metasulfonato de tricaina) utilizando como vehículo alcohol etílico al 70 % en una relación de:

2gr en 100 ml de alcohol en → 10 litros de agua

Se coloca a la hembra en la tina con los 10 litros de agua con anestesia y se espera un periodo de tiempo corto, esperando a que haga efecto el anestésico,

Luego de ello se pesa a la hembra (esta ya dormida) para determinar la cantidad de hormona a suministrar, siguiendo los siguientes cálculos:

$$\frac{W \times 35 \text{ mgr}}{100} = \text{ml de hormona a aplicar}$$

Siendo:

W= peso de la hembra en kilos

35 mgr= constante de concentración de la hormona ya diluida, tendiendo a cambiarse únicamente si esta fuera de temporada a 40 mgr.

100= constante utilizada por conversión de dimensionales.

Se inyecta a la hembra bajo la aleta ventral, de forma cuidadosa y poco profunda, para evitar lastimarla, se coloca en agua fresca para que pase el efecto de la hormona y se levanta constantemente para que pueda respirar oxígeno atmosférico.

Con una relación de 1:4 se colocan las o la según la cantidad de larva requerida, de hembras y machos, en una pileta de aproximadamente 5 x 2 m, con una profundidad no mayor de 40 cm y con un sustrato que simule hierva natural para que los huevos en el momento del desove puedan adherirse a este.

Si la hembra está lista, el desove durara 8 horas aproximado, (aunque se haya aplicado la hormona, el desove no se garantiza si la hembra no esta madura), en el cual, la hembra abrirá paso entre el sustrato colocado, con el fin de seleccionar el lugar donde depositara los huevos y a su vez, dejara un rastro químico que hará que el macho la persiga.

Los machos estarán detrás de ella, dando pequeños golpes a esta, lo cual permite que dentro de la hembra, pequeños sacos dentro de las gónadas se ubiquen junto al oviducto, dando opción a que mas adelante esta por medio de contracciones musculares los impulse al exterior.

En ese momento la hembra se pondrá de lado dando lugar al macho para que este pueda fecundar los huevos al expulsar una porción de esperma.

Este proceso se repetirá con un rango de 3 a 4 minutos, desovando un promedio de 8500 huevos/ kg de hembra. Con una fertilización del 95 %.

Los reproductores se retiran un día después del desove, y se deja la huevo adherida al sustrato, se espera que estas empiecen a eclosionar en un período no mayor de 3 a 4 días.

Aquí es bueno aplicar aireación, para que la degradación bacteriana sea aeróbica y no perjudique a los huevos.

Luego de la eclosión de las larvas, se conducen a la orilla de la pileta generalmente o bien se adhieren a un sustrato (**Anexo No. 1**), necesitando en esta fase única de oxígeno disuelto en el agua, mas adelante se agruparan en la superficie y sin ningún movimiento (**Anexo No. 2**) respirando oxígeno disuelto y consumiendo el saco vitelino, por un periodo de aproximadamente 5 días, en este periodo no se alimentan de sustancias o materia exógena.

### **6.3 Larvicultura**

6.3.1 Traslado de las larvas: Al observar por completo la absorción del saco vitelino, las larvas son trasladadas a pequeñas tinas con capacidad de 150 L en poblaciones de 2000 organismos/ tina.

6.3.2 Alimentación: Es aquí donde inicia la alimentación exógena, siendo el principal alimento el nauplio o quiste de artemia, el cual se ha preparado con anterioridad, aunque se sugiere que antes de aplicarlo se de un poco de alimento balanceado molido, este no será del todo consumido, pero ira acostumbrando a los organismos para una mas rápida adaptación a un alimento balanceado.

6.3.3 Desdobles: Estos organismos presentan una elevada disparidad de tallas, así como una agresividad y alto canibalismo (**Anexo No. 3 y 4**), es por ello que desde su inicio se realizan separaciones según la talla observada (**Anexo No. 5**).

Para que los organismos crezcan y ganen peso, es recomendado realizar a la edad del día 15 un desdoble, donde se reduce a la mitad la población de las tinas, dejando en cada una 1000 organismos y una densidad de 7 org/l.

#### **6.4 Alevinaje:**

Es una fase incompleta en el Laboratorio de Acuicultura, ya que solo se hace cuando aún no se alcanza la talla de comercialización (15 cm) y la demanda de los organismos lo permite, en esta se trasladan a los bebederos (**Anexo No. 6**) los cuales retienen 1500 L de agua y manejan una densidad variante, según las poblaciones que se tengan, variando desde los 500 organismos hasta los 3000 organismos, según talla y número de estos.

Se alimenta con alimento balanceado de 2.5 mm de diámetro, estando completamente adaptados a este alimento, dejando atrás el uso del nauplio, y el alimento molido.

## **7. MANEJO DE ALIMENTO**

### **7.1 Control de calidad:**

Algunas de las medidas que se toman para un buen control de calidad, es el manejo del alimento, ya que este no permanece en las instalaciones mas de tres meses de su compra y no mas de cinco de fabricación.

El alimento que se utiliza, no se devuelve al recipiente si llega a sobrar, ya que este podría haberse mojado y contaminarlo con hongos.

Los sacos y toneles donde es depositado el alimento, son alzados en tarimas de madera para evitar el contacto con el suelo y con roedores.

### **7.2 Alimentos utilizados:**

Es necesario tomar en cuenta que durante la alimentación de una tina, habrán organismos de una mayor talla que otra, y de adaptación mas ligera que otros, por lo general un 15% de los organismos se negarán al cambio de alimento o bien a una total alimentación, muriendo por inanición.

Es por lo anterior que se alimenta en la misma tina con diferentes tipos, aplicándose primeramente al que se requiere adaptar, siendo alimento de 1.5 o 2.5 según la talla. Luego de un momento, se aplica nauplio para los más chicos y delgados, este se quitara únicamente cuando sean capaces de alimentarse con los otros, ya que es la base de la alimentación.

El Laboratorio de Acuicultura ha empleado también la biomasa en otras ocasiones, que es artemia adulta congelada. Por lo que si se utilizara se debe suministrar de la siguiente manera:

- Se debe aplicar luego del nauplio, al día 8 aproximadamente, ya que este alimento permite la realización de galleta, que no es mas que el traspase paulatino de biomasa a alimento balanceado, por medio de la mezcla de los alimentos, iniciando con un porcentaje mayor de biomasa y un porcentaje

menor de alimento balanceado, jugando con la proporción de los mismos, hasta llegar a un porcentaje total de alimento balanceado.

#### 7.2.1 Alimento para larvas:

a. Nauplio o quistes de artemia: Este alimento procede de Salt Lake Utah, siendo uno de los alimentos vivos más utilizados, debido a su alta calidad, gran cantidad de ácidos grasos, y alta palatabilidad.

b. Alimento Molido: Este no es más que el alimento balanceado 2.5 que se molió, para poder obtener partículas más pequeñas.

Durante la fabricación de este alimento se pretende que los ingredientes se compacten de tal forma que aunque se muele, cada partícula contenga la misma proporción de sus propiedades.

En otras ocasiones se ha aplicado alimento de 1.5 de diámetro, pero por falta de este en el mercado, se utilizó el alimento molido.

#### 7.2.2 Alimento para Alevín:

a. Alimento balanceado 2.5: es un alimento para trucha, pero que ha sido adaptado para esta especie, debido a que comparten similares necesidades nutricionales; posee las características siguientes:

Proteína (min).....	52.00%
Grasa (min).....	14.00%
Fibra (max).....	1.20%
Ceniza (max).....	11.00%
Humedad (max).....	10.00%

#### 7.2.3 Alimento para Reproductores:

a. Alimento para trucha: Este alimento contiene un 40% de proteína cruda y un 10% de grasa, posee un diámetro de 5 mm.

Es hecho para trucha, pero se alimenta a los reproductores por su alto porcentaje de proteína, las cuales cubren las necesidades de los organismos.

## 8. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

### 8.1 Registro de consumo de alimento:

Como manejo común del laboratorio, no se lleva un registro de alimentación, ya que se alimenta a saciedad a los organismos, porque esa es la prioridad del laboratorio, no teniendo gran importancia el factor de conversión alimenticia, sino la velocidad con la que se lleve a talla y peso justo para comercializar.

### 8.2 Tablas de alimentación:

Se ha tomado una relación desde el día cero hasta el día 22, de una de las puestas de larvicultura y que conto con una población aproximada de 36000 larvas, obteniendo los siguientes datos:

**Cuadro No. 1** Tabla de alimentación de nauplio

<b>Tabla de Alimentación de Nauplio</b>		
Día	Consumo/Organismo	Total en gr
1	50	9
2	100	18
3	200	36
4	400	72
5	800	144
6	600	108
7	400	72
8	300	54
9	200	36
10	100	18
11	100	18

Esto se obtiene de la relación que dice que en un gramo hay 200,000 quistes, (esto tiende a variar según la calidad y origen de la artemia). Y siguiendo la formula siguiente:

$$\frac{P \times \text{No. de nauplios}}{200,000} = \text{gr a hidratar}$$

Siendo:

P= población de larvas a alimentar

No. de nauplios= numero de nauplios con los que se alimentara a cada organismo.

200,000= La cantidad de nauplios que se espera contenga un gr de quistes según la lata de nauplios.

### Ejemplo día 1

P= 36,000 organismos

No. nauplios = 50 nauplios, cada uno se espera que consuman esa cantidad.

200,000= numero de quistes/ gr de artemia

$$\frac{36,000 \times 50}{200,000} = 9 \text{ gr}$$

El numero de nauplios disminuye en el día 6 debido a que se empieza a consumir la biomasa o bien alimento balanceado, sin embargo este traspaso suele ser difícil, por lo que siempre en los días siguientes se aplicara un poco de nauplio, para que aquellos que aun no coman el nuevo alimento no queden en inanición, por lo que fue hasta en el día 17 donde se dejo de alimentar con nauplio totalmente.

**Cuadro No. 2** Tabla de alimentación de alimento artificial polvo molido

<b>Tabla de Alimentación de Polvo Molido</b>					
Día	08:00 (gr)	12:00 (gr)	15:00 (gr)	18:00 (gr)	Total gr/día
1				15.3	15.3
2	23.74	25.8	41.2	28.98	119.72
3	55.68	53.86	37.64	52.6	199.78
4	60.13	68.13	59.17	76.10	263.53
5	88.00	101.00	76.00	79.00	344.00
6	105.36	103.00		110.84	319.2
7	91.33	123.76		237.08	452.17
8	189.78			259.92	449.7
9	267.92	258.08	237.44	217.21	980.65
10		134.42	175.42	308.0	617.84
11	108.25	117.0	109.32	106.0	440.57
12	76.9	52.14	63.04	65.00	257.08
13	53.45	69.38	61.00	58.23	242.06

Debido a la actividad de algunos días: desdobles o separación de tallas, no se alimento en algunas horas que es lo que explica los espacios en blanco. Paulatinamente disminuyo el alimento molido en polvo en el día 10, porque se empezó a aplicar un alimento molido quebrado.

**Cuadro No.3** Tabla de alimentación molido quebrado

<b>Tabla De Alimentación de Molido Quebrado</b>					
Día	08:00 (gr)	12:00 (gr)	15:00 (gr)	18:00 (gr)	Total gr/ día
10		32.20	28.98	30.06	91.24
11	20.00	35.15	41.68	31.30	128.13
12	22.00	34.23	28.62	39.00	123.85
13	42.50	59.62	49.27	71.00	122.39
14	109.30	131.00		127.36	367.66
15	151.00	144.13	83.93	97.35	476.41
16	248.00	226.43	176.73	159.65	810.81
17	270.00	178.00	92.00	146.00	686.00
18	153.00	179.00	198.00	177.00	707.00
19	124.00	153.00	166.00	98.00	541.00
20	176.00	131.00	117.00	150.00	574.00
21	105.00	139.00		61.00	305.00

En el cuadro 3 se observa el aumento que tubo del día 10 al día 17, ya que en ese momento todas las larvas se fueron paulatinamente adaptando, sin embargo, descendió del día 17 al 21, ya que se empezó a aplicar el alimento balanceado de 2.5 mm. Los espacios en blanco que se observan a lo largo de la tabla, es debido a que por separación de tallas y desdobles no se alimento.

El alimento molido quebrado sustituyó al alimento 1.5 de diámetro que se debió aplicar, debido a que no estaba en el mercado sin embargo para un mejor desarrollo y facilidad de manejo, se debe aplicar este alimento.

**Cuadro No. 4** Tabla de alimentación de alimento balanceado de 2.5 mm

<b>Tabla de Alimentación de Alimento Balanceado 2.5 mm</b>					
Día	08:00 (gr)	12:00 (gr)	15:00 (gr)	18:00 (gr)	Total gr/ día
17	179.00	187.00	184.00	192.00	742.00
18	218.00	195.00	238.00	223.00	874.00
19	269.00	253.00	227.00	264.00	1013.00
20	284.00	338.00	325.00	186.00	1133.00
21	362.00	271.00		132.00	765.00

En el día 17 se empezó a incluir el alimento balanceado de 2.5, el cual es el que se suministra ya en la etapa de alevinaje, este es el alimento que sustentará toda la fase de alevinaje y parte de juvenil o preengorde. Por tiempo y manejo fue hasta el día 21 que se tomo el registro.

### **8.3 Duración del periodo de cultivo:**

El cultivo inicio el día 26 de septiembre de 2007, principiando con el traslado de las larvas al área de larvicultura, finalizándolo el día 27 de octubre de 2007, con un total de 33 días.

### **8.4 Supervivencia y mortalidad de los organismos:**

Siendo la población inicial de 36000 larvas y finalizando una población de 26000 organismos, se obtuvo una supervivencia de 72.22% y una mortalidad de 27.78%.

### **8.5 Ganancia diaria de peso y talla e índice de condición:**

Estos organismos no resisten un excesivo manejo, por lo que se debe evitar, es por ello que no se toma ningún parámetro de crecimiento, sino una aproximación de los biólogos en talla lista para la comercialización, siendo esta no mayor a 15 cm. En caso de gran demanda las tallas de comercialización podrían reducirse a 8 cm, todo dependerá de la capacidad que posean para consumir el alimento balanceado de 2.5 mm.

Según Marque G; La ganancia diaria de peso es de 1 mm al seguir la dieta de alimentación iniciada con nauplio, y finalizada en alimento balanceado, que es el

modelo de alimentación con el que se trabaja en el laboratorio. Su ganancia de peso diario es de 0.1 gr por día con un índice de condición de 24.81.

Obteniéndose este dato de la formula siguiente:

$$IC = \frac{W \times 10^5}{L \times 10^3}$$

Donde:

W= es el peso del organismo en gr.

L= es la longitud del organismo en mm.

Y tomándose de referencia una relación de talla: 34.0 mm y un peso de 137 mg.

### **8.6 Factor de conversión alimenticia:**

Con un total de 14162.09 gr de alimento (31.19 lb) y una biomasa de 12246 (26.97), se obtuvo un FCA de 1.2

Obteniéndose con la formula siguiente:

$$FCA = \frac{\text{Biomasa}}{\text{Total alimento}}$$

## **9. COSECHA**

### **9.1 Determinación del momento de la cosecha:**

Cuando los organismos iniciaron su alimentación con alimento balanceado de 2.5 mm, y con una talla aproximada de 9 cm se cosecharon los primeros organismos, los cuales fueron seleccionados, siendo estos aquellos que desde el inicio se alimentaron mejor y adaptaron con mayor facilidad.

### **9.2 Procedimiento:**

Los organismos de tallas mayores, permanecen en bebederos. Lo cual les permite una densidad mas baja.

Son contados uno por uno por los encargados de la dependencia de larvicultura o bien por el personal presente.

A las bolsas se les coloca en las puntas inferiores unos pequeños hules, con el fin de evitar que los organismos queden atrapados en las esquinas y mueran durante el transporte.

Al tener la cantidad requerida, se colocan en las bolsas plásticas, estas con un tamaño de 1 arroba; con agua clara y con las mismas características físico-químicas a la que se encontraban los organismos.

Se aplica oxígeno dentro de la bolsa, hasta alcanzar cierto grado de saturación, y se amarra con hule de tubo de llanta la bolsa.

## 10. COMERCIALIZACIÓN

### 10.1 Metas de producción establecidas:

Durante la época de desoves del Pejelagarto *A. tropicus*, se inducen todas las hembras que sean posibles y según la capacidad de las instalaciones lo permitan, siendo un promedio de 7 puestas, variando en ellas el número de larvas, según la calidad de desove; siendo su rango desde las 20000 hasta las 50000 larvas por puesta.

### 10.2 Mercado objetivo:

Se pretende abastecer el mercado de granjas de engorde de Pejelagarto, las cuales se ubican generalmente en los municipios cercanos a Villahermosa, en el Estado de Tabasco.

### 10.3 Presentación del producto:

Las larvas se venden desde los 8 cm hasta los 15 cm aproximados, según la demanda lo determine; es un producto vivo y en condiciones ideales para finalizar la etapa de alevinaje e iniciar la de preengorda en cualquier granja de engorda.

### 10.4 Precio de venta:

El precio a mayoristas, o sea, a aquellos que lo desean para engorda y luego comercializarlo para consumo humano y con un número mayor de 1000 larvas, es de \$6.50 pesos por cada una.

Mientras que aquellas personas que los desean para ornato, los cuales tienden a comprar menos de 500 larvas, su precio es de \$35.00 pesos por cada una.

## 11. CONCLUSIONES

1. La permanencia en el Laboratorio de Acuicultura permitió la ejercitación de los conceptos recibidos a lo largo de tres años de estudio, al enfrentarse a la experiencia de campo y al trabajo continuo dentro del mismo, respondiendo a las necesidades que se presentan y con ello ampliando el conocimiento con experiencias laborales.
2. Se integró el conocimiento teórico durante la práctica realizada en el laboratorio, permitiendo con ello un mayor desarrollo humano y profesional, al integrar conocimiento y experiencias teórico-practico adquiridas.
3. Se pudieron aplicar principios éticos y morales, a lo largo de la pasantía, mediante la conducta demostrada en la responsabilidad e iniciativa frente a las labores diarias del laboratorio así como relaciones interpersonales dentro del equipo de trabajo del mismo.

## 12. RECOMENDACIONES

1. El Pejelagarto *A. tropicus*, es un organismo muy demandado en Tabasco, siendo este uno de sus platos típicos, y por ello se mantiene en un alto valor comercial. Sin embargo en Guatemala se debe realizar un estudio de mercado para definir si este tiene un impacto positivo o si tendría que crearse.
2. En el Estado de Tabasco, de México, son muchos los años de investigación y fase experimental, lo cual le ha permitido hasta ahora ser uno de los pioneros en su reproducción bajo efectos controlados y hacerlo con gran eficiencia. Guatemala, debe adaptar su tecnología, pero no copiarla del todo; ya que esto limitaría la producción sin obtener los mismos resultados, debido a la diferencia de ambiente en el que aquí se desarrollaría.
3. El Laboratorio de Acuicultura de la División de Biología de la Universidad de Juárez Autónoma de Tabasco, trabaja en las producciones, con el fin de producir alevines; sin embargo estos no realizan ningún tipo de registro alimenticio, siendo esto un mal manejo administrativo, ya que no les permite obtener un costo de producción y por ende un precio de venta justo tanto para el comprador como para el vendedor.

### 13. BIBLIOGRAFÍAS

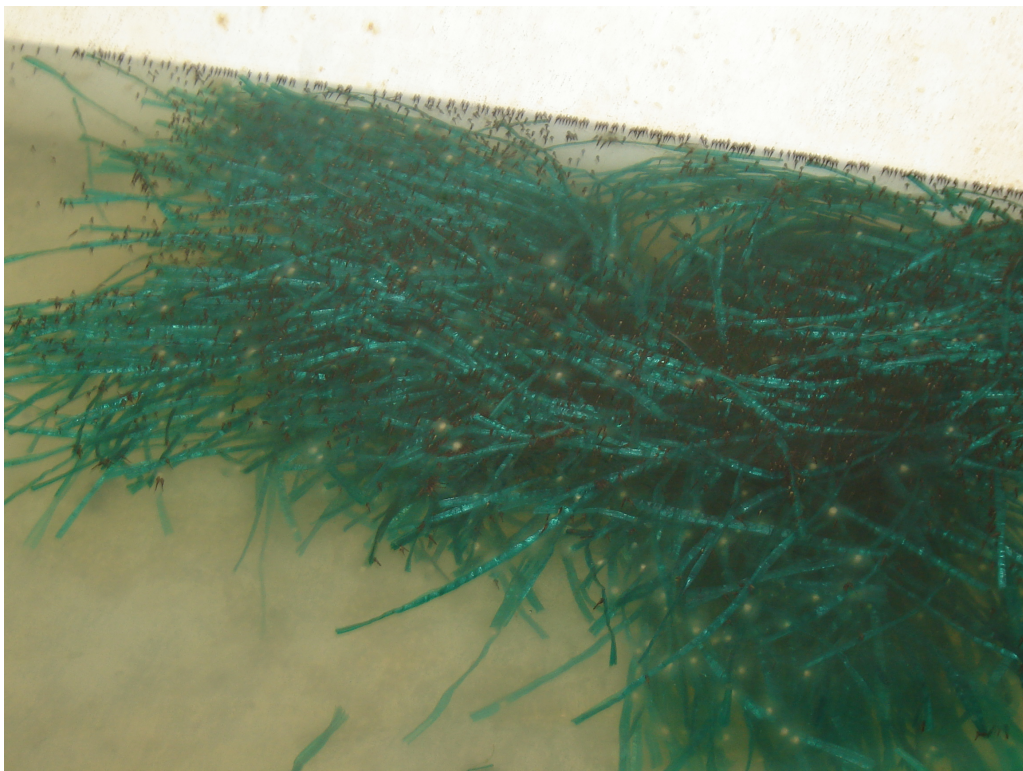
1. Congreso Nacional de Ictiología (9, 1987, Tabasco, Mx) 1987. Algunas consideraciones sobre el Pejelagarto *Lepisosteus tropicus* (Gill) y descripción de sus hábitos alimenticios. Eds. L Alemán; W Contreras. Tabasco, Mx, UJAT. 37 p.
2. Contreras, W. 1990. Monitoreo de las poblaciones de Pejelagarto *Atractosteus tropicus* en el estado de Tabasco. México, Informe técnico SEDUE. p. 3-4, 27, 60.
3. Contreras, W. 2001. Principales aspectos de la biología y pesquería del Pejelagarto *Atractosteus tropicus* en el estado de Tabasco. México, UJAT. P. 7-11, 13, 16.
4. Espinoza, H; Gaspar, MT; Fuentes, P. 1993. Los peces dulceacuícolas mexicanos. México, UNAM. 7 p. (Listados faunísticos de México No. 3).
5. Hernández, V; Franyutti, H. 2005. Avances sobre la biología del Pejelagarto *Atractosteus tropicus* y estrategias de control reproductivo. Mexico, UJAT. 14p.
6. Márquez, G. 2007. Utilización de alimento fresco y artificial en la sustitución del alimento vivo para la cría de larvas y postlarvas del Pejelagarto *Atractosteus tropicus*: aportaciones a la investigación. México, UJAT. p 2.
7. Pejelagarto *Atractosteus tropicus*, (en línea) ,2005. México, INAFED. Consultado 13 oct. 2007. Disponible en <http://www.e-local.gob.mx/.../tabasco/mpios/27004a.htm>
8. Resendez, A; y Salvadores, L. 1983. Contribución al conocimiento de la biología del Pejelagarto. *Lepisosteus tropicus*, (Gill) y la tenguayaca *Petenia splendida* del estado de Tabasco. BIOTICA 8 (4): 413-426.

9. Willey, EO. 1976. The phylogeny and biogeography of fossil and recent gars (Actinopterygii: Lepisosteidae). Estado Unidos, University Of Kansas.64p.

## **14. ANEXO**



**Anexo No. 1** Larvas recién eclosionadas



**Anexo No. 2** Larvas recién eclosionadas unidas a la orilla



**Anexo No. 3** Canibalismo



**Anexo No. 4** Canibalismo



**Anexo No. 5** Disparidad de tallas



**Anexo No. 6** Bebederos



**Anexo No. 7** Tipos de alimentos balanceados molidos



**Anexo No. 8** Lata de quiste de artemia



**Anexo No. 9** Eclosión de artemia



**Anexo No. 10** Balanza analítica