

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA

TRABAJO DE GRADUACIÓN



**COMPARACIÓN DE DOS DIETAS EN EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN ALEVINES DE
PEJELAGARTO *Atractosteus tropicus* (Gill, 1,863).**

Presentado por:

T.A. GABRIEL ANTONIO RIVAS SAY

Para otorgarle el título de:

LICENCIADO EN ACUICULTURA

Guatemala, mayo 2009

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.
Representante docente y Secretaria	M.Sc. Norma Gil de Castillo.
Representante del Colegio de Medicina Veterinaria y Zootecnia	Licda. Estrella de Lourdes Marroquín Guerra.

DEDICATORIA.

A Dios.

Por haberme dotado de sabiduría, y haberme guiado para alcanzar este logro.

A mis padres.

Maria Josefina.

Antonio de Jesús (†)

A mis hermanos.

Daniel Orlando.

Fernando Antonio.

A Andrea Najera.

Por ser una persona muy especial en mi vida.

A mis amigos.

Por darme su amistad y apoyo en cualquier momento, en especial a Mario Dávila, Julio Lemus, Julián Sikahall, Miguel Sosa, Fernando Guzmán, David Valle, Rocio Sagastume, Octavio Molina y Ricardo Samayoa.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala y al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura por haberme formado como profesional en la carrera de Acuicultura.

Al personal de la Estación Experimental de Monterrico, por su apoyo para realizar mis propósitos en la Estación.

A la aldea Monterrico, por haberme entregado su confianza y su amistad.

Al claustro docente en especial a:

M. Sc. Luis Franco.

M. Sc. Leonel Carrillo.

M.Sc. Olga Sánchez.

M.Sc. Carlos Gordillo.

Lic. Manuel Ixquiac.

M.Sc. Norma Gil.

M.Sc. Lorena Boix.

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental de Monterrico, Taxisco, Santa Rosa evaluando *Atractosteus tropicus* como nueva especie con el fin de contribuir a la diversificación del cultivo de especies nativas, con potencial de generar recursos e ingresos a las comunidades. El período experimental fue de 84 días comprendidos en los meses de agosto a noviembre de 2008.

Cuarenta juveniles de *Atractosteus tropicus* fueron sembrados en cada uno de los seis recintos (1 m³ de capacidad c/u). El experimento mantuvo condiciones controladas de oxígeno y fue realizado a temperatura ambiente (26 y 28 °C). La investigación enfatizó aspectos de alimentación, evaluándose dos alimentos acuícolas formulados para Trucha (52% PC) y Tilapia (48% PC) correspondiendo a Tratamiento 1 y 2, respectivamente. Cada tratamiento tuvo tres repeticiones. Las variables dependientes fueron expresadas en crecimiento, talla y peso y supervivencia al final del período experimental. La longitud promedio de siembra de los alevines del tratamiento 1 fue de 2.75 cm. (DS 0.51) y un peso de 0.26 g (DS 0.15), para el tratamiento 2 fue de 2.68 cm. (DS 0.33) y un peso de 0.23 g. (DS 0.14). Por cada tratamiento se sembró una cantidad de 120 organismos. El registro de talla y peso fue quincenal y la supervivencia fue evaluada al final del período experimental. La prueba estadística utilizada fue una prueba de hipótesis para diferencia entre medias para las variables talla y peso y una prueba de hipótesis para diferencia entre proporciones para supervivencia.

La alimentación fue suministrada al boleo *ad libitum*, en tres raciones diarias, siendo el horario de alimentación las 8:00 AM, 1:00 PM y 5:00 PM.

El comportamiento productivo final de los juveniles de *Atractosteus tropicus* en los diferentes tratamientos se resume a continuación, las variables longitud y peso de los organismos del tratamiento 1 fueron 6.31 cm. (DS 0.68) y un peso de 2.59 g. (DS 0.61) y para el tratamiento 2 la longitud fueron de 6.76 cm. (DS 0.86) y el peso de 3.20 g. (DS 0.78). La evaluación estadística no mostró diferencia estadística ($P > 0.05$) entre tratamientos evaluados por tipo de alimento utilizado para *A. tropicus* bajo evaluación. La mínima diferencia de talla y peso de

los organismos entre ambos tratamientos pudo deberse a la alta mortalidad provocada por canibalismo intraespecífico, especialmente en el tratamiento 2 donde la deficiencia de proteína pudo compensarse con canibalismo. Resultados similares en esta especie han sido observados por otros investigadores especialmente en primeras generaciones provenientes de peces capturados del medio natural.

El análisis estadístico para tasa de supervivencia al final de experimento mostró diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$). Los resultados observados fueron para el tratamiento 1, 36 alevines vivos y 84 muertos y para el tratamiento 2, 20 organismos vivos y 100 muertos, correspondiendo al 70 y 83% de mortalidad y 30 y 17% de supervivencia, respectivamente.

En la investigación se concluyó que *Atractosteus tropicus* es un organismo carnívoro dependiente de proteína y calidad de proteína, en casos donde el alimento posea menor concentración de proteína se incrementa el canibalismo intraespecífico para compensar amino ácidos no presentes en la dieta. Para futuras investigaciones con la especie deberá evaluarse otras variables como densidad de siembra, generación domesticada, técnicas de alimentación y otras asociadas a nutrición de la especie.

ABSTRACT

The following investigation was carried out in the experimental laboratory of CEMA in the village of Monterrico, Taxisco, in the state of Santa Rosa, in which the species *Atractosteus tropicus* was evaluated so as to contribute to the diversification of native fish aquaculture, and generate resources and income for small communities. The experiment lasted 84 days from August to November of 2008.

Six tanks (1 m³ capacity) were selected and each stocked with forty juveniles of *Atractosteus tropicus*. During the experiment oxygen levels and ambient temperature (26-28°C) were controlled and maintained. Emphasis was made on feeding, in order to evaluate two diets prepared for aquaculture, these being Diet #1 for Trout (52% Crude protein) and Diet #2 for Tilapia (48%CP). Each Diet was repeated three times daily. The dependent variables evaluated were growth, length and weight and at the end of the experiment, survival. The average stocking length of juveniles from the Diet #1 was 2.75 cm (SD 0.51) and weight 0.26 g (SD 0.15) while for Diet #2 length was 2.68 cm (SD 0.33) and weight of 0.23 g (SD 0.14). A total of 120 organisms were stocked for each diet. The length and weight sampling was performed every fifteen days and survival sampling was done at the end of the experiment. The statistic method used were the analysis of independent averages, for the variables of length and weight were used hypothesis test to difference between means and hypothesis test to difference between proportion for survival.

Feeding was performed as necessary (*ad libitum*) in three daily rations, at 8:00 am, 1:00 pm and 5:00 pm.

The final productive behavior of the *Atractosteus tropicus* juveniles for the two diets were as follows: Diet 1 resulted in a final length of 6.31 cm (SD 0.68) and weight 2.59 g (SD 0.61) while Diet 2 resulted in a final length of 6.76 cm (SD 0.86) and weight 3.20 g (SD 0.78). No statistical difference was observed ($P > 0.05$) in length and weight between the diets fed to the *A. tropicus* juveniles. This minimal difference in length and weight observed in the organisms between the Diets #1 and #2 could be related to the high mortality which occurred due to the severe cannibalism observed, especially in the tanks where Diet #2 was applied. It is believed

that the lower protein content of the Tilapia Feed may have caused this increased cannibalism so as to compensate the protein deficiency. Similar results have been reported in other investigations especially with first generations fishes produced from wild stock breeders.

Statistic analysis showed a significant difference ($P < 0.05$) in the rate of survival in favor for the Diet #1. Diet #1 resulted in 36 survivors (30%), and 84 deaths (70%), while Diet #2 resulted in 20 survivors (17%) and 100 deaths (83%).

In conclusion *Atractosteus tropicus* is a carnivore dependent on protein and protein quality. In cases of low protein content cannibalism increases so as to compensate for the amino acids not present in the diet. For future investigations with this species stocking density domestication feeding techniques and other nutrition related topics should be explored.

INDICE GENERAL

Contenido	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	3
III. OBJETIVOS	4
3.1 General	4
3.2 Específico	4
IV. ANTECEDENTES	5
V. MARCO TEÓRICO	8
5.1 Aspectos generales	8
5.2 Taxonomía	9
5.3 Otras especies	10
5.4 Etimología	10
5.5 Hábitat	10
5.6 Distribución	10
5.7 Caracteres distintivos	11
5.8 Apareamiento y reproducción	14
5.9 Alimentación	15
5.10 Importancia del cultivo de Pejelagarto <i>Atractosteus tropicus</i>	15
5.11 Calidad del agua en el cultivo de Pejelagarto <i>A. tropicus</i>	16
VI. METODOLOGIA	17
6.1 Descripción del área	17
6.2 Procedimiento	18
6.2.1 Acondicionamiento de los recintos	19
6.2.2 Peso y talla de los organismos	20
6.2.3 Siembra de los alevines de <i>Atractosteus tropicus</i>	20
6.2.4 Selección al azar de los tinacos	21
6.2.5 Alimentación	21

6.2.6 Muestreos	21
6.2.7 Recambios de agua	21
6.2.8 Interpretación de los datos	22
6.3 Definición de las variables	22
6.4 Recursos	22
6.5 Análisis estadístico	23
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
7.1 Diferencia de longitud de los alevines de <i>A. tropicus</i> alimentados con la dieta 1 y 2.	24
7.2 Diferencia de peso de los alevines de <i>A. tropicus</i> alimentados con la dieta 1 y 2	27
7.3 Relación talla-peso tratamiento 1	30
7.4 Relación talla-peso tratamiento 2	31
7.5 Análisis de correlación para longitud y peso de alevines de <i>Atractosteus tropicus</i> .	32
7.6 Diferencia de sobrevivencia de alevines de <i>Atractosteus tropicus</i> alimentados con la dieta 1 y 2	34
7.7 Caracteres físicos de los organismos alimentados con la dieta 1 y 2	35
VIII. CONCLUSIONES	37
IX. RECOMENDACIONES	38
X. BIBLIOGRAFIA	39
XI. ANEXO	42

INDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura No. 1 Espécimen de <i>Atractosteus tropicus</i>	9
Figura No. 2 Fósil de <i>Atractosteus tropicus</i>	9
Figura No. 3 Distribución de <i>Atractosteus tropicus</i>	11
Figura No. 4 Boca parecida a la de un lagarto	12
Figura No. 5 Dermatoesqueleto de <i>A. tropicus</i>	12
Figura No. 6 Dientes desarrollados de <i>A. tropicus</i>	13
Figura No. 7 Huevos de Pejelagarto adheridos a un sustrato artificial	14
Figura No. 8 Tamaño de huevo de Pejelagarto	14
Figura No. 9 Alevín recién eclosionado de <i>A. tropicus</i>	15
Figura No. 10 Mapa de acceso a la Aldea Monterrico	17
Figura No. 11 Pesado de quistes de <i>A. salina</i>	18
Figura No. 12 Eclosión de <i>A. salina</i>	18
Figura No. 13 Acondicionamiento de recintos	19
Figura No. 14 Medición de organismo de <i>A. tropicus</i>	20
Figura No. 15 Organismos sembrados en los tinacos	20
Figura No. 16 Muestreo de peso de <i>A. tropicus</i>	21
Figura No. 17 Muestreo de longitud de <i>A. tropicus</i>	21
Figura No. 18 Promedio de longitud total del tratamiento 1 y 2	25
Figura No. 19 Rango intercuartilico de los valores de longitud total para cada muestreo en el tratamiento 1	26
Figura No. 20 Rango intercuartilico de los valores de longitud total para cada muestreo en el tratamiento 2	27
Figura No. 21 Promedio de peso del tratamiento 1 y 2	28
Figura No. 22 Rango intercuartilico de los valores de peso para cada muestreo en el tratamiento 1	29
Figura No. 23 Rango intercuartilico de los valores de peso para cada muestreo en el tratamiento 2	30
Figura No. 24 Dispersión talla-peso tratamiento 1	31
Figura No. 25 Dispersión talla-peso tratamiento 2	31

Figura No. 26 Datos depurados de longitud y peso del tratamiento 1	32
Figura No. 27 Datos depurados de longitud y peso del tratamiento 2	33
Figura No. 28 Correlación de longitud y peso del tratamiento 1 y 2	33
Figura No. 29 Porcentajes de mortalidad y sobrevivencia de alevines de <i>Atractosteus tropicus</i> del tratamiento 1 y 2.	34
Figura No. 30 Juvenil de Pejelagarto alimentado con harina para Trucha	36
Figura No. 31 Juvenil de Pejelagarto alimentado con harina para Tilapia	36

INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro No. 1 Parámetros de calidad del agua óptimos para el cultivo de Pejelagarto	16
Cuadro No. 2 Promedio y diferencia de longitud total por muestreo del tratamiento 1 y 2	25
Cuadro No. 3 Peso promedio por muestreo de alevines del tratamiento 1 y 2	28
Cuadro No. 4 Mortalidad y sobrevivencia del tratamiento 1 y 2	35

INDICE DE ANEXO

Anexo No. 1 Tabla de muestreo de longitud total (cm.) de alevines de <i>Atractosteus tropicus</i>
Anexo No. 2 Tabla de muestreo de peso (g.) de alevines de <i>Atractosteus tropicus</i>

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura en Guatemala ha cobrado auge día con día en los últimos años, ya que las bondades del país en cuanto a su clima, cantidad de agua y suelos son aptos para esta actividad.

Los productos hidrobiológicos se consideran un alimento de lujo en cuanto a propiedades nutricionales se refiere. Es una rica fuente de minerales, vitaminas y proteína animal de alta calidad y presentan un perfil de lípidos más saludable.

El Pejelagarto *Atractosteus tropicus* es un pez nativo de Guatemala de rico sabor y buena textura, es un plato típico de la Costa Sur. El cultivo de este organismo podría ampliar la diversificación de productos hidrobiológicos del país, generando ingresos para pequeños y medianos productores.

El Pejelagarto es un pez eminentemente carnívoro, actualmente es una especie sometida a alta presión de pesca. Investigadores del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura CEMA de la Universidad de San Carlos de Guatemala han logrado reproducir este pez en cautiverio, ofreciendo la oportunidad de cultivarlo.

Países vecinos como México indican que la fase de alevinaje de este pez se lleva a cabo con harina para Trucha con un 52% de proteína cruda. Dicha harina no es comercializada ni producida en Guatemala, pero la harina para alevín de Tilapia con un 48% de P.C si es comercializada en el país. La siguiente investigación pretende adaptar a los alevines a consumir esta última harina disponible en el país a menor costo y de mayor disponibilidad.

La presente investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental del CEMA, ubicada en Monterrico, Taxisco, Santa Rosa. El monitoreo fue realizado en 84 días comprendidos de agosto a noviembre de 2008.

Esta investigación consistió en adaptar a los alevines a consumir dos dietas comercializadas en el mercado (harina para Trucha y Tilapia), se evaluó aspectos como talla, peso y mortalidad entre alevines alimentados con los dos diferentes tipos de harina y así determinar si se puede llevar a cabo la fase de alevinaje con un alimento comercial para Tilapia formulado en el país y evitar la dependencia de alimentos extranjeros.

II. HIPÓTESIS

2.1 Ho. No hay diferencia significativa en el rendimiento productivo en alevines de Pejelagarto *Atractosteus tropicus* alimentados con harina formulada para trucha *Oncorhynchus mykiss* y harina para Tilapia *Oreochromis sp.*

2.2 Hi. Si hay diferencia significativa en el rendimiento productivo en los alevines de Pejelagarto *Atractosteus tropicus* alimentados con harina formulada para trucha *Oncorhynchus mykiss* y harina para Tilapia *Oreochromis sp.*

III. OBJETIVOS

3.1 General.

Establecer el efecto en talla, peso y sobrevivencia en alevines de Pejelagarto *Atractosteus tropicus* alimentados con dos harinas de alimento comercial, formulados para Trucha *Oncorhynchus mykiss* y para Tilapia *Oreochromis sp.*

3.2 Específicos.

- Evaluar el peso y talla de los organismos alimentados con dos diferentes dietas.
- Determinar la sobrevivencia de alevines de Pejelagarto *Atractosteus tropicus* alimentados con dos diferentes tipos de dietas.

IV. ANTECEDENTES

No se encontró literatura de evaluación comparativa de talla, peso y sobrevivencia de alevines de *Atractosteus tropicus* alimentados con harina para Trucha de 52% de P.C y para alevines de Tilapia con un 48% de P.C., por lo que la investigación cobra importancia.

Los primeros bioensayos de reproducción y desoves de *A. tropicus* se realizaron en un área pantanosa con una muy baja supervivencia de larvas, la relación hembra macho es de 1:3 ó 1:4, y el área para la reproducción fueron cuatro recintos de 4 x 4 x 0.6 m. (Márquez, *et al.* 1989).

Por otra parte, uno de los primeros intentos donde se realizaron los estudios para la inducción en condiciones controladas donde se evaluó el uso de la gonadotropina corionica humana obteniendo solo un ligero avance en la maduración gonádica (Pérez 1995 citado por Márquez, *et al.* 2001).

Para planificar los desoves y la producción de crías se ha experimentado con hormonas comerciales como OVAPRIM – C a una dosis única de 0.2 mg/ kg de hembra donde se ha observado un tiempo de respuesta de 10 a 12 horas presentándose desoves totales con un porcentaje de fertilización de 92 y 98% de eclosión, sin embargo al usar una dosis de 0.5 mg / kg ocurre una hipertrofia de los ovarios incluso la muerte de los ejemplares. También identificó 17 estadios gonadales donde los mejores resultados de gónadas maduras fue a una temperatura de 35° C. y desovaron 12 y 35 horas más temprano que el testigo a 30° C. (Márquez, *et al.* 1989).

Uno de los primeros estudios de larvicultivo, se evaluó el efecto de la densidad 1, 5, 10, 15, 20 y 40 larvas por litro, en el crecimiento y supervivencia de larvas de *A. tropicus* bajo condiciones de laboratorio, el experimento se llevó a cabo en recipientes de cinco litros de capacidad, iniciando el primer día con alimentación exógena de larvas y finalizó diez días después, los datos demostraron que no existen diferencias amplias de crecimiento en las

diferentes densidades y la supervivencia de los alevines fue mayor al 93% en todos los tratamientos (Márquez, *et al.* 2001).

Si bien se han realizado una buena cantidad de estudios de *A. tropicus* que ha permitido cerrar el ciclo de vida en condiciones controladas, es hasta ahora que las investigaciones sobre la alimentación y nutrición de los organismos ha permitido mejorar el cultivo de esta especie.

Se realizó un ensayo con un total de 500 larvas de cuatro días post eclosión que fueron cosechadas y sembradas en tanques circulares con capacidad de 100 litros de agua y conectado a un sistema de recirculación de agua con temperatura controlada, pero las larvas fueron mantenidas a temperatura ambiente y fueron alimentados cuatro veces al día a saciedad con nauplios recién eclosionados de *Artemia salina*. Posteriormente se utilizó biomasa de *Artemia* congelada y alimento artificial. Durante esta investigación se llevó a cabo la evaluación de la morfología del sistema digestivo de los alevines y obtuvieron que el día uno después de la eclosión se encontró un tubo digestivo indiferenciado alrededor del saco vitelino, los días cuatro y cinco la boca de los organismos está formada y conectada a un esófago corto, el esófago muestra una comunicación directa con la vejiga de los gases y con el estómago. En el día siete post eclosión hay una diferenciación completa de la boca, esófago, hígado, páncreas, estómago, intestino, válvula espiral, ciegos pilóricos, recto y ano. En otra investigación que se llevó a cabo en México y esta trataba sobre el efecto del alimento comercial sobre el crecimiento y la supervivencia en pre juveniles de Pejelagarto, para esto se evaluaron 2,000 larvas de Pejelagarto en un tanque y la nutrición de los primeros tres días provino del saco vitelino, del día cuatro al dieciocho fueron alimentados con biomasa de *Artemia* congelada y alimento artificial para trucha con un 45 % de P.C. y 16% de lípidos. Al concluir esta etapa se realizó la determinación del peso y longitud total de una muestra de la población en cultivo, se determinaron los grupos de peso y talla para realizar la selección de los pre juveniles que fueron empleados en el experimento donde se utilizaron tres diferentes dietas formuladas para alevines de trucha, siendo el más favorable el Silver Cup con un 45% de P.C. (Márquez, *et al.* 2006).

El alimento exógeno se debe suministrar cinco días después de la eclosión, aunque estudios determinaron que los organismos después de desaparecido el saco vitelino aún quedan reservas en el pez que absorbe y agota hasta ocho días después de la eclosión (Aguilera, *et al.* 2006).

Las larvas alimentadas con alimento vivo tienen un mayor crecimiento en los primeros 10 días después de la eclosión y este mejor desempeño se mantuvo hasta los 14 días después de la eclosión. No obstante pasado este tiempo las larvas alimentadas con alimento formulado presentaron un mayor crecimiento.

Recientemente Costa Rica ha reproducido exitosamente este pez. Se indica que el proceso se inicia con la selección de los peces reproductores (hembras y machos) del río, los cuales se sacan de allí. Luego, entre ellos se identifica a una o varias hembras y se agrega un anestésico en el agua para que el animal se tranquilice para manipularlo.

A cada hembra se le inyecta una hormona artificial llamada LH-RH (a) (Factor Liberador de Hormona Luteinizante análogo) por sus siglas en inglés, que la induce a poner sus huevos en unas 20 horas. Estos huevos se adhieren a las plantas acuáticas y son fecundados por los peces machos que se añaden al agua. Se trata de una fecundación externa. Unas 50 horas después nacen o eclosionan los alevines y los científicos los alimentan durante los primeros días con un crustáceo diminuto de agua salada llamado *Artemia salina*. Más adelante, se les empieza a dar alimento concentrado alto en proteína (Otárola 2008).

Los investigadores aluden que la ciencia de la reproducción fue importada ya que se aprendió de científicos de la Universidad de Juárez, en Tabasco, México.

V. MARCO TEÓRICO

5.1 Aspectos generales.

Los Lepisosteidos también conocidos como Pejelagarto, Catán, Manjuarí, Gaspar, Gar, Machorra son peces de agua dulce (Figura No. 1) que han habitado la Tierra desde la era Mesozoica hace 136 millones de años, existiendo registros fósiles (Figura No. 2) dispersos en Europa, Asia y América. Otros autores describe que datan del Paleozoico hace 180 millones de años (Bussing 1998).

Actualmente existen siete especies de la familia Lepisosteidae que están conformados por dos géneros y siete especies vivientes, cinco de las cuales viven en Estados Unidos, en regiones de Texas y Louisiana (conocido como *catán* miden hasta dos metros), encontrándose de manera eventual en los Grandes Lagos, en la frontera con Canadá. Una más radica en México y Centroamérica, mientras que la otra se halla en la Isla de la Juventud, en Cuba, denominada *manjuarí*. A pesar de ser de la misma familia, esas especies presentan marcadas diferencias, sobre todo las estadounidenses, que además de su mayor tamaño, muestran una trompa mucho más larga y su carne es prácticamente insípida (Carrillo, 2008).

En Estados Unidos los Pejelagartos son despreciados y eliminados como plaga ya que atacan especies de interés como la Lobina y la Trucha (Carbot y Sumuano, 2007). Los gaspares han sido considerados indeseables por sus hábitos de depredadores y por la competencia con las especies ícticas de interés deportivo o comercial (Scarnecchia, (1992) citado por Mora, *et al.* (1996). Por el contrario los Pejelagarto son controladores biológicos de especies introducidas como la Tilapia y a su vez son la base de la alimentación de otros organismos depredadores como caimanes y aves. Son importantes como fuente de proteína animal para la población humana (Protti, 2006).



Figura No. 1 Especimen de *Atractosteus Tropicus*
(Ornitarian, 2004).



Figura No. 2 Fósil de *Atractosteus tropicus*
(Arlette; Wilfrido, 2006).

5. 2 Taxonomía.

Reino. Animalia.

Filo. Chordata.

Subfilum. Vertebrata.

Superclase. Osteichties.

Clase. Actinopteriégios.

Subclase. Neopteriégios.

Orden. Semionontiformes

Familia. Lepisosteidae.

Genero. *Atractosteus tropicus*.

Fuente: (Márquez, et al. 2006).

Recientemente se elevó el subgénero *Atractosteus* a género basándose en una serie de diferencias marcadas y una larga historia evolutiva separada, de los géneros de Lepisosteidos. También se informó de dos posibles registros de *Atractosteus spatula* (Lacépede) en la cuenca del Lago de Nicaragua. Aparentemente no hay registro de esta especie norteña, entre México y el Lago de Nicaragua, por lo tanto cabe cierta duda sobre esta identificación basada en unos huesos. Este *A. spatula* alcanza un tamaño mayor (tres metros) y tiene más escamas en la línea lateral que *A. tropicus* (58 a 62 vs 51 a 56 respectivamente) (Bussing, 1998).

5.3 Otras especies del género.

- *Atractosteus spatula*.
- *Atractosteus tristoechus*.
- *Lepisosteus oculatus*.
- *Lepisosteus osseus*.
- *Lepisosteus platostomus*.
- *Lepisosteus platyrhincus*.

(Parker, 2009).

5.4 Etimología.

El género *Lepisosteus* viene del idioma griego **Lepis** que significa escama y **osteon** hueso, *Atractosteus* similarmente deriva del griego **Atraktos** que significa flecha (Guzmán, 2007).

5.5 Hábitat.

Los Pejelagartos habitan ríos y canales con aguas tranquilas, además de lagunas temporales y lagos. También algunas especies entran en aguas salobres de esteros, y algunas veces se encuentran en aguas costeras. Se ven a menudo en la superficie aprovechando su apariencia semejante a la de un tronco (Bussing, 1998).

5.6 Distribución.

Los Pejelagarto se encuentran en tres poblaciones no contiguas (Figura No. 3). En la Vertiente Atlántica habita las cuencas del Río Usumacinta hasta el Coatzacoalcos en el Sur de México y Guatemala; más al Sur en el Lago Nicaragua y el Río San Juan y sus tributario. Como tercera localidad *A. tropicus* también habita en el lado Pacífico desde el Sur de Chiapas México hasta el río Negro, Nicaragua. Esta distribución geográfica tan amplia en la Vertiente Atlántica entre los Ríos Usumacinta y San Juan, junto con otros factores, sugiere que el Pejelagarto logró el acceso hasta el lago de Nicaragua a través de la Vertiente Pacífica. Se encuentra casi restringido en la cuenca del río San Juan en la zona norte del país, siendo los ríos Sapoá, Frío, San Carlos, Tortuguero y lago Caño Negro, sitios donde hay registros confirmados de esta especie (Bussing, 1998).

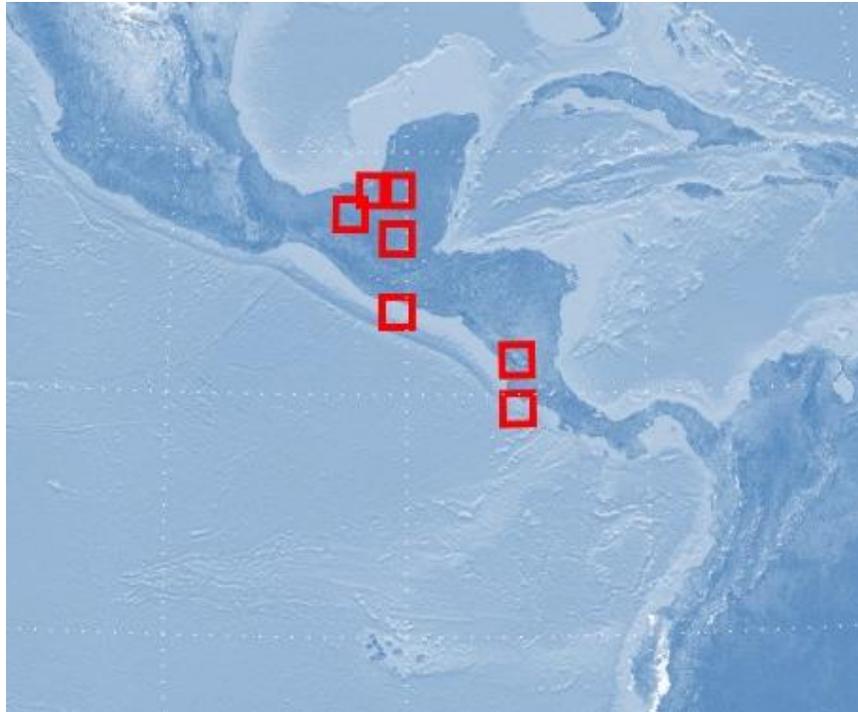


Figura No. 3. Distribución de *Atractosteus tropicus*
(Fishbase, 2008).

5.7 Caracteres distintivos.

El Pejelagarto posee mandíbulas prolongadas parecidas a las de un lagarto (Figura No. 4), cuerpo alargado cilíndrico envuelto en escamas esmaltadas romboidales (ganoides) articuladas entre sí por sus bordes, lo cual proporciona a estos organismos una rígida cubierta protectora y aleta dorsal y anal posteriores, hacen fácil la identificación de este pez. La coloración general es pardo grisáceo uniforme arriba y en los costados, y blanquecina en la parte inferior. Las aletas son de un pardo amarillento una franja oscura a lo largo del flanco; ocasionalmente una mancha oscura en la base superior de la caudal, las aletas dorsales anteriores simulan patas primitivas, lo que demuestra que este organismo era probablemente terrestre (Cordoba, 2008).

Los Juveniles poseen una franja oscura a lo largo del flanco y otra en el vientre desde el opérculo a la anal, continuando a la caudal; vientre con manchas entre las franjas. La coraza de este pez es llamada dermatoesqueleto u oseoesqueleto ya que la piel es osificada (Figura No. 5). Las escamas tienen una proteína llamada ganoina (Lagler, *et al.* 1977).

La forma de las escamas es de diamante (rómico) y estas escamas son una característica del integumento de los Pejelagarto (Bussing, 1998).

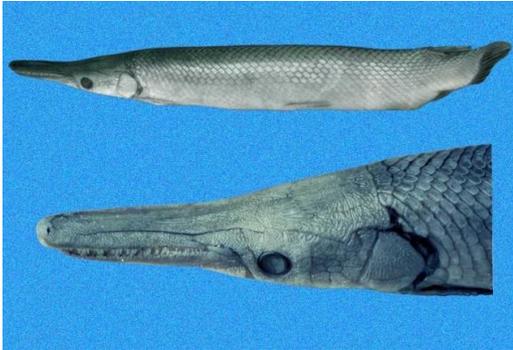


Figura No. 4. Boca parecida a un lagarto
(Discoverlife.org, 2006)



Figura No. 5. Dermatoesqueleto de *A. tropicus*
(Trabajo de campo, 2008).

Los científicos han determinado que el Pejelagarto no ha cambiado en millones de años, gracias a estas características, propias de los peces que nadaban en las aguas durante el Mesozoico.

Otras características de estos organismos es que posee narinas al frente de la boca; altura del opérculo casi igual a su longitud, ambas mandíbulas con dientes grandes (Figura No 6), en dos filas en la mandíbula superior, bordes externos de ambas mandíbulas con una fila de dientes aguzados; adultos con los huesos de los lados del techo de la boca con colmillos grandes; branquiespinas grandes y comprimidas, con el borde superior intrincado, 57-62 en el primer arco branquial; la aleta pectoral baja en el flanco; aletas pélvicas en el centro del cuerpo; las aletas dorsal y anal justo delante la aleta caudal; la columna vertebral continúa en una cresta carnosa dirigida hacia arriba en el final de la base de la aleta caudal; aleta caudal en abanico, su borde superior cubierto por escamas óseas; escamas romboidales, pegadas una a otra diagonalmente por una unión de pin con bolsa; 51-66 escamas en la línea lateral; 43-48 escamas delante la aleta dorsal; el ano bordeado por tres escamas modificadas.

Estos peces presentan características morfológicas y fisiológicas que les permiten soportar condiciones extremas del medio. Tal es el caso de su alta tolerancia a bajas concentraciones de

oxígeno, altos niveles de amonio, nitratos y nitritos y se cree son capaces de mantener condiciones de estiba durante la temporada de sequía (disminuye su metabolismo al máximo tolerando altas temperaturas y muy poca agua) (Contreras, 2006).

Características típicas de los Pejelagarto.

1. **Escamas:** Rómbicas, duras y articuladas unas con otras, las escamas forman una coraza dura que protege al pez.
2. **Cráneo:** Tiene una sola placa encefálica y no una serie de huesecillos flexibles como los peces actuales.
3. **Mandíbulas:** La trompa es alargada y sus dientes muy desarrollados, ambos rasgos caracterizan a los peces cazadores de la época Mesozoica.
4. **Aletas:** La disposición de las aletas en la parte de abajo del cuerpo es propia de los peces que surgieron en épocas remotas.
5. **Talla máxima.** 125 cm. (Vásquez, 2002).

Peso máximo. 2,890 gr.

Medio ambiente. Demersal agua dulce.

Clima. Tropical.

Estos peces poseen vejiga natatoria muy vascularizada que le funciona como un pulmón e intestino con válvula espiral.



Figura No. 6. Dientes desarrollados de *A. tropicus*
(Trabajo de campo, 2008).

5.8 Apareamiento y reproducción.

Estos organismos se aparean en épocas lluviosas de mayo a septiembre y buscan lugares donde la profundidad este en el rango de 30 a 60 centímetros (Chávez, *et al.* 1998). La primera madurez gonádica se presenta en las hembras cuando alcanzan una talla de 48.5 centímetros en promedio o dos años de edad, mientras que en los machos se alcanza a los 42.5 o un año de edad. La relación macho y hembra tanto en medio natural como en cautiverio es de dos a tres por cada hembra. Son peces ovíparos con fecundación externa, los desoves se llevan a cabo en sitios con presencia de sustratos como vegetación sumergida, rocas, grava, a los cuales se adhieren los huevos, midiendo aproximadamente cuatro mm. (Figuras No. 7 y 8). Cuando la hembra desova los machos fertilizan los huevos que la hembra ha dejado en el sustrato, estas especies no cuidan a sus huevos ni a sus crías. Las larvas presentan un disco adhesivo en la región anterior de la cabeza por medio del cual se fijan al sustrato hasta que el saco vitelino es absorbido y pueden nadar libremente. Pueden llegar a desovar hasta 12,900 huevos por kilogramo de peso de pez. La **longevidad** de estos organismos es de 20 a 40 años (Chávez, *et al.* (1989) citado por Márquez, *et al.* 2006).

Una de las características más importantes de este pez es que sus huevos, inclusive sus gónadas, poseen una neurotoxina que los hacen inmunes a la depredación, asegurando así una alta tasa de eclosión.



Figura No. 7. Huevos de Pejelagarto adheridos a un sustrato artificial (Trabajo de campo, 2008).

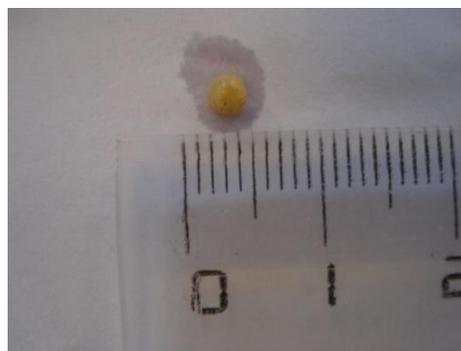


Figura No. 8. Tamaño de huevo de Pejelagarto (Trabajo de campo, 2008).

Cuando se da el avivamiento (nado de los alevines al eclosionar) de los organismos parecen tener forma de renacuajos (Figura No. 9) y presentan canibalismo.



Figura No. 9. Alevín recién eclosionado de *A. tropicus*.
(Trabajo de campo, 2008).

5.9 Alimentación.

Los Pejelagarto son peces que tienen una alimentación basada en consumir otros peces en el hábitat natural.

- Las crías pequeñas se alimentan de pequeños peces, larvas de insectos y pulgas de agua (microcrustáceos).
- Los juveniles se alimentan de peces pequeños y de insectos.

Los adultos son consumidores casi exclusivamente de peces.

- En su dieta también incluye anfibios y otros organismos.
- Los hábitos alimenticios son nocturnos (Contreras, *et al.* 2006).

5.10 Importancia del cultivo de Pejelagarto *Atractosteus tropicus*.

En Costa Rica se evaluó que el rendimiento de la carne del Pejelagarto es 53.2 %. Alcanza buenos precios en el mercado nacional, pues es altamente solicitado, ya que el sabor del Pejelagarto es diferente al de cualquier otro pez, sea de agua dulce o salada, porque es carnívoro y en consecuencia, como las especies marinas análogas, tiende a tener un sabor más agradable que el pez blanco o rojizo (Marrero, 2004).

Las pesquerías de este pez en Guatemala (agosto a noviembre) han provocado que las poblaciones silvestres disminuyan, quedando la especie expuesta a una sobre explotación, que puede conllevar a la extinción de este organismo (Silva, 2007).

Una de sus características son sus lamelas branquiales largas que se salen del opérculo para aprovechar el poco oxígeno del agua, y la alta capacidad de soportar bajas condiciones de oxígeno gracias a su vejiga natatoria que le funciona como un pulmón aprovechando el oxígeno atmosférico.

Otro aspecto que hace atractivo el cultivo de este pez, es su fácil domesticación, ya que se puede manejar y acepta alimentación exógena.

5.11 Calidad de agua en el cultivo de Pejelagarto *Atractosteus tropicus*.

Los mejores resultados en el cultivo de Pejelagarto se obtuvieron cuando se utilizaron los siguientes rangos de parámetros físico-químicos del agua (Cuadro No. 1) (Aguilera, *et al.* 2006).

Cuadro No. 1. Parámetros de calidad del agua óptimos para el cultivo de Pejelagarto.

Temperatura °C.	Oxígeno disuelto mg/lit.	PH	Transparencia cm.
28 a 31	3 a 6	7.5	10 a 50

Fuente: Aguilera, *et al.* 2006.

VI. METODOLOGIA

6. 1 Descripción del área.

La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental de Monterrico, Taxisco, Santa Rosa (Figura No. 10) del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura CEMA. La Estación se encuentra a una altura media de cinco metros sobre el nivel del mar la temperatura de la aldea Monterrico oscila entre 30 a 33° C. se tiene un promedio anual de lluvia de 1,414 mm. al año, se registra un promedio 330 días de sol al año y la humedad relativa es del 85%, su extensión territorial es de 7 km², Monterrico es una reserva protegida por acuerdo gubernativo el 16 de diciembre de 1977 (Ruano, 1998). La hidrografía del terreno comprende el Canal de Chiquimulilla y el Océano Pacifico (Castro, 2002). Los suelos de Monterrico están clasificados en arena de playa de mar y suelo de los valles no diferenciados (Sigüenza y Ruiz, 2000).

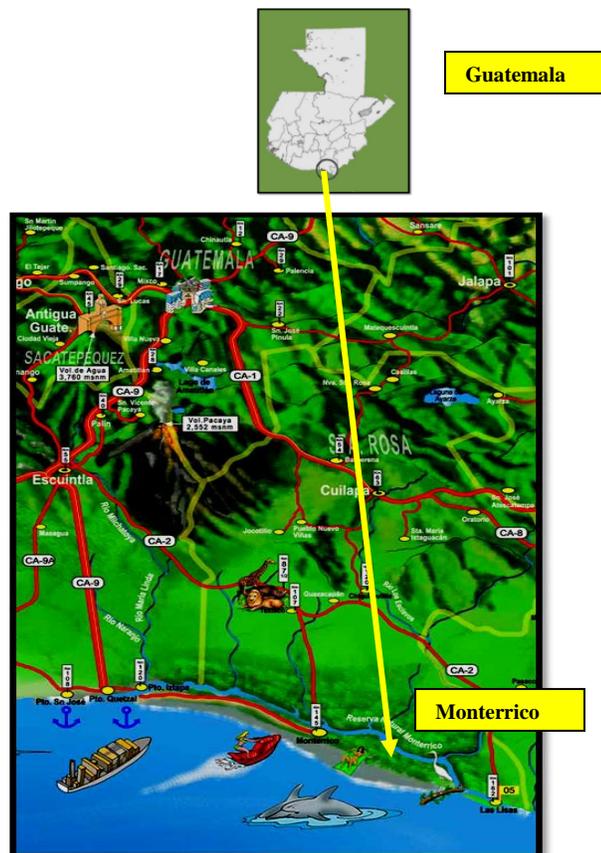


Figura No. 10. Mapa de acceso a Aldea de Monterrico.

(Stutzer, 2006).

6.2 Procedimiento a seguir en la investigación.

Esta investigación se llevó a cabo con alevines de *Atractosteus tropicus* producidos en la Estación Experimental de Monterrico CEMA.

Cuando los organismos estaban recién eclosionados la dieta fue estrictamente a base de *Artemia salina* que es un micro crustáceo y para obtenerlos se deben pesar tres gramos de quistes (Figura No. 11) y luego se siembran para su eclosión en carboys o microcosmos con aireación y agua marina (Figura No. 12). Esta primera fase de alimentación se llevó a cabo durante los primeros 20 días y posteriormente se realizó una fase de aclimatación de 10 días en donde se le suministró harina mezclada con Artemia, para que los organismos acepten la harina que será su único alimento después de un mes de haber eclosionado.



Figura No. 11. Pesado de quistes de *A. salina*
(Trabajo de campo, 2008).



Figura No. 12. Eclosión de *A. salina*
(Trabajo de campo, 2008).

Se les suministró la Artemia cuatro veces al día aproximadamente un litro de agua con este organismo por cada tiempo.

Se tomó como día cero de la investigación cuando los alevines tenían 30 días después de la eclosión, ya que el manejo de los organismos antes de esta edad provocaba alta mortalidad.

Esta investigación se llevo a cabo en 84 días comprendidos entre los meses de agosto a noviembre de 2008, ya que se evaluó únicamente la fase de alevinaje.

Para la realización de esta investigación se llevaron a cabo los siguientes procesos.

6.2.1 Acondicionamiento de los recintos.

Se acondicionó el lugar donde se llevó a cabo la investigación (Figura No. 13), se limpiaron y se llenaron los seis tinacos de duralita a un nivel de 750 litros de agua limpia proveniente de pozo, se conectó la aireación con piedras difusoras del aire, para mantener el nivel optimo de oxigeno disuelto.



Figura No. 13. Acondicionamiento de recintos
(Trabajo de campo, 2008).

6.2.2 Peso y talla de los organismos.

Se midió y pesó una muestra de cinco ejemplares (Figura No. 14) para obtener el promedio de longitud (centímetros) y peso (gramos) de los organismos sometidos a evaluar.



Figura No. 14. Medición de organismo de *A. tropicus*
(Trabajo de campo, 2008).

6.2.3 Siembra de los alevines de *Atractosteus tropicus*.

Se sembraron 40 organismos de *A. tropicus* en cada uno de los seis tinacos para conformar así 120 organismos por tratamiento previo a una aclimatación de 15 minutos para acondicionar los alevines al nuevo ambiente y así evitar mortalidades por cambios bruscos de parámetros físico-químicos del agua (Figura No. 15).



Figura No. 15. Organismos sembrados en los tinacos.
(Trabajo de campo, 2008).

6.2.4 Selección al azar de los tinacos.

Se seleccionó completamente al azar tres de los seis tinacos que se les suministró la dieta 1 (harina para Trucha) y los tres tinacos que se les administro la dieta 2 (harina para Tilapia).

6.2.5 Alimentación.

El alimento se proporcionó al boleo *ad libitum*, tres veces al día en horario de 8:00 AM. 1:00 PM y 5:00 PM.

6.2.6 Muestreos.

Se realizaron muestreos a intervalos de 15 días, en los cuales se seleccionó al azar cinco organismos de cada uno de los seis tinacos, se pesaron y midieron (Figuras No. 16 y 17), el pesado de los alevines se realizó con una balanza analítica en un recipiente con agua tarado, posteriormente se colocó el organismo y se tomó el peso en gramos, esta técnica se realizó para evitar el manejo en seco de los organismos, la medición se realizó con una regla en escala de centímetros. Los datos obtenidos de los muestreos se colocaron en tablas, y luego fueron introducidos a una base de datos para la interpretación de los resultados.



Figura No. 16. Muestreo de peso de *A. tropicus* (Trabajo de campo, 2008).



Figura No. 17. Muestreo de longitud de *A. tropicus* (Trabajo de campo, 2008).

6.2.7 Recambios de agua.

Se realizaron recambios de agua semanales de un 75% del volumen de los tinacos y se sifoneaba 15% diario una hora después de la última ración de alimento, ya que la harina no consumida al hidratarse se precipitaba y provocaba la contaminación del agua.

6.2.8 Interpretación de los datos.

- El análisis de datos para la talla y el peso de los organismos se realizó con una prueba de hipótesis para diferencia entre medias y un análisis de Covarianza para determinar si hubo diferencia significativa entre una dieta y otra. Para la interpretación de la sobrevivencia de los organismos se utilizó el modelo estadístico de prueba de hipótesis para diferencia entre proporciones y se utilizó el cuadro de contingencia.

6.3 Definición de las variables.

- **Variables cuantitativas.**

Indicadores.

- Talla (cm.).
- Peso (g.).

- **Variables cualitativas.**

Indicadores.

- Sobrevivencia (%).

6.4 Recursos.

Para la ejecución de este proyecto se contó con recurso humano en el que participó el investigador y un asesor y el material utilizado fue el siguiente:

- Tinacos.
- Alimento.
- Boleta de recopilación de datos (Anexo 1 y 2).
- Balanza electrónica granatoria Ohaus 0-500 g. sensibilidad de 0.1 g.
- Quechas.
- Regla en escala de centímetros de 1-30.
- Recipiente de agua de 250 ml. Para el pesado de los organismos.
- Organismos de *A. tropicus* a muestrear.

6.5 Análisis Estadístico.

- **Caracteres cuantitativos para peso y talla.**

Se analizó los datos de talla y peso de los muestreos de los 120 organismos de cada uno de los dos tratamientos en un periodo de 84 días comprendidos en los meses de agosto a noviembre de 2008 y se utilizó la prueba de hipótesis para diferencia entre medias y análisis de Covarianza, la cual comprueba que efecto tuvo una alimentación respecto a la otra.

- **Caracteres cuantitativos para sobrevivencia.**

Para la interpretación de los datos cuantitativos, de sobrevivencia de los organismos, se utilizó el modelo estadístico de prueba de hipótesis para diferencia entre proporciones, se calculó la sobrevivencia con una tabla de cotejo, donde se determinó el efecto que tiene un alimento sobre el otro.

Ambos análisis estadísticos se ejecutaron con el programa de Microsoft Office Excel ®.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Diferencia de longitud de los alevines de *A. tropicus* alimentados con la dieta 1 y 2.

Es importante mencionar que los alevines de Pejelagarto desde el día de su eclosión hasta el día 30 después de su eclosión tuvieron una talla y peso altamente homogéneo. Después del día 30 (día cero de la investigación) cuando se proporcionó la dieta 1 (harina para Trucha con 52% de P.C) para los alevines de los tinacos numero 1, 3 y 4 y la dieta 2 (harina para Tilapia) a los tinacos 2, 5 y 6, se observó una diferencia mínima en cuanto a longitud y peso entre los alevines de ambos tratamientos.

Mediante el análisis estadístico se determinó que no existió diferencia significativa ($P > 0.05$) en el peso de los alevines de Pejelagarto alimentados con la dieta 1 y 2. Esto indica que el crecimiento de los alevines es independiente a la alimentación. Se muestra que la diferencia de longitud no varió significativamente entre ambos tratamientos. En el primer muestreo de la representación grafica se observa levemente el rombo azul del tratamiento 1 ya que los organismos fueron sembrados con una mínima diferencia de longitud (Figura No. 18), sin embargo se logró observar que los alevines alimentados con la dieta 1 crecieron menos que los alevines alimentados con la dieta 2, cuando se reporta por investigadores de la Universidad de Tabasco en México que la harina para Trucha resulta en mejor crecimiento para estos organismos, lo cual ocurrió lo contrario en esta investigación.

Se deduce también que probablemente la mínima diferencia de longitud sea el dimorfismo sexual ya que la hembra es más grande que el macho. Lamentablemente no se puede determinar visualmente si había más hembras en el tratamiento 1 que en el 2 ya que el dimorfismo sexual de los Pejelagarto solamente se puede determinar visualmente mediante el cortejo de apareamiento y el abultamiento flácido del vientre de las hembras, esto debido a las gónadas.

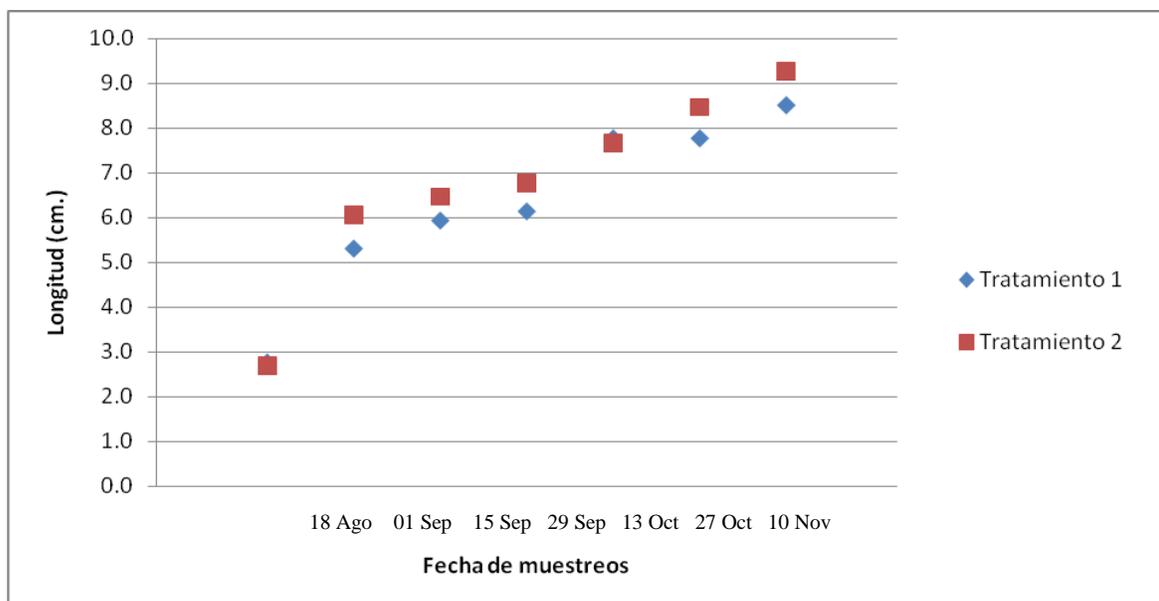


Figura No. 18. Promedio de longitud total del tratamiento 1 y 2 (Trabajo de campo, 2008).

La longitud de los alevines del tratamiento 1 en la siembra fue de 2.75 cm. (DE 0.51) y del tratamiento 2 de 2.68 (DE 0.33). El promedio total final del tratamiento 1 indicó una talla de 6.31 cm. (DE 0.68) y 6.76 (DE 0.86) para el tratamiento 2 (Cuadro No. 2). Estadísticamente la diferencia no fue significativa ($P > 0.05$) entre un tratamiento y otro.

Cuadro No. 2. Promedio y diferencia de longitud total por muestreo del tratamiento 1 y 2.

Fecha de muestreo.	Tratamiento 1.		Tratamiento 2.	
	Longitud total. cm.	Desviación estándar.	Longitud total. cm.	Desviación estándar.
18/08/2008	2.75	0.51	2.68	0.33
01/09/2008	5.3	0.55	6.05	0.92
15/09/2008	5.93	0.48	6.46	0.76
29/09/2008	6.13	0.45	6.77	0.68
13/10/2008	7.77	0.96	7.67	1.09
27/10/2008	7.77	0.96	8.46	1.10
10/11/2008	8.51	0.87	9.27	1.15
Total general	6.31	0.68	6.76	0.86

Fuente: Trabajo de campo, 2008.

Distribución de longitud total de los organismos del tratamiento 1 y 2 (Figuras No. 19 y 20).

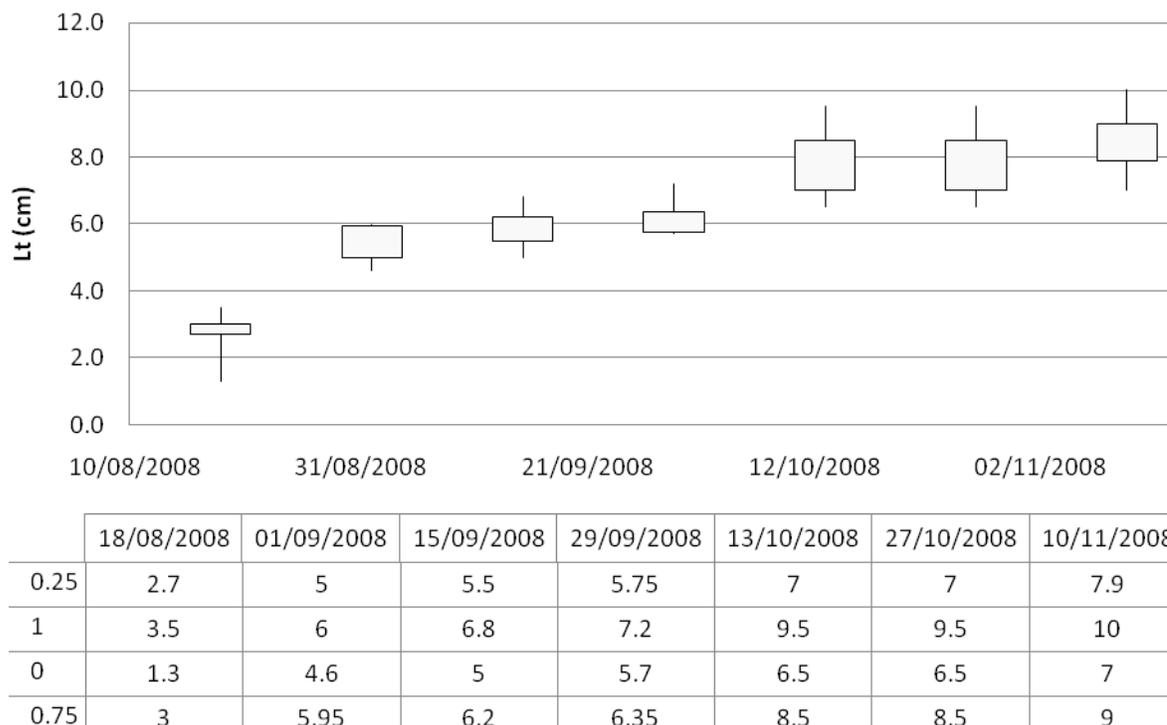
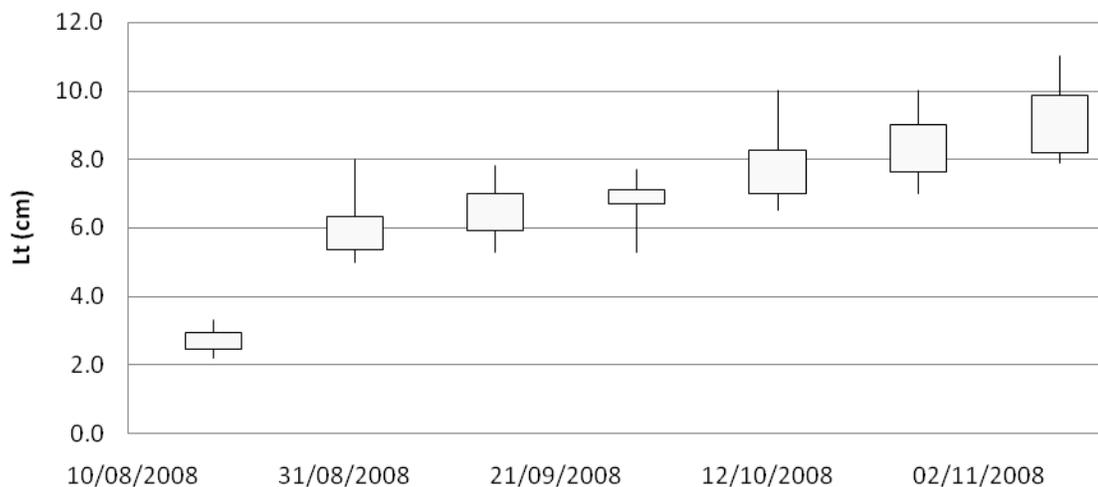


Figura No. 19. Rango intercuartilico de los valores de longitud total para cada muestreo en el tratamiento 1 (Trabajo de campo, 2008).

Se observa que en el primer y segundo muestreo hubo baja variabilidad de la longitud de los organismos. En el resto de los muestreos hubo una mayor fluctuación de longitud, debido a la mortalidad de los alevines.



	18/08/2008	01/09/2008	15/09/2008	29/09/2008	13/10/2008	27/10/2008	10/11/2008
0.25	2.45	5.375	5.925	6.7	7	7.625	8.175
1	3.3	8	7.8	7.7	10	10	11
0	2.2	5	5.3	5.3	6.5	7	7.9
0.75	2.95	6.325	7	7.1	8.25	9	9.875

Figura No. 20. Rango intercuartilico de los valores de longitud total para cada muestreo en el tratamiento 2 (Trabajo de campo, 2008).

Se aprecia que en el muestreo cuatro hay una mínima variabilidad de longitud en los alevines. En el último muestreo se observa mayor variabilidad de longitud.

7.2 Diferencia de peso de los alevines de *Atractosteus tropicus* alimentados con la dieta 1 y 2.

Mediante la prueba de hipótesis para diferencia entre medias se determinó que el peso de los alevines de *Atractosteus tropicus* es independiente al alimento suministrado. La diferencia de peso entre ambos tratamientos no fue estadísticamente significativa (Figura No. 21).

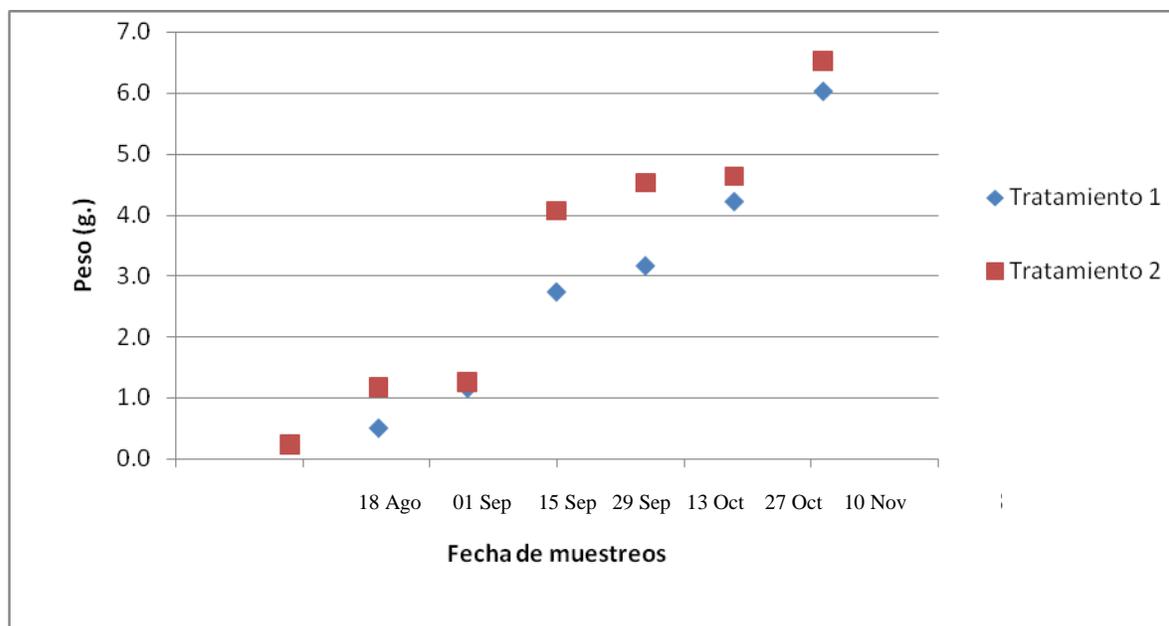


Figura No. 21. Promedio de peso del tratamiento 1 y 2 (Trabajo de campo, 2008).

El promedios de peso entre cada muestreo indica que los organismos en la siembra para el tratamiento 1 fue de 0.26 g. (DE 0.15) para el tratamiento 2 de 0.23 g. (DE 0.14). El total final indico un peso de 2.59 g. (DE 0.61) para el tratamiento 1 y 3.20 (DE 0.78) para el tratamiento 2 (Cuadro No. 3).

Cuadro No. 3. Peso promedio por muestreo de alevines del tratamiento 1 y 2.

Fecha de muestreo	Tratamiento 1.		Tratamiento 2.	
	Peso (g.).	Desviación estándar	Peso (g.).	Desviación estándar.
18/08/2008	0.26	0.15	0.23	0.14
01/09/2008	0.51	0.48	1.17	0.65
15/09/2008	1.17	0.40	1.256	0.44
29/09/2008	2.75	0.99	4.07	1.27
13/10/2008	3.17	1.03	4.525	1.25
27/10/2008	4.23	0.78	4.63	0.83
10/11/2008	6.03	0.46	6.53	0.92
Total general	2.59	0.61	3.20	0.78

Fuente: Trabajo de campo, 2008.

Distribución de los datos del peso de los organismos del tratamiento 1 y 2.

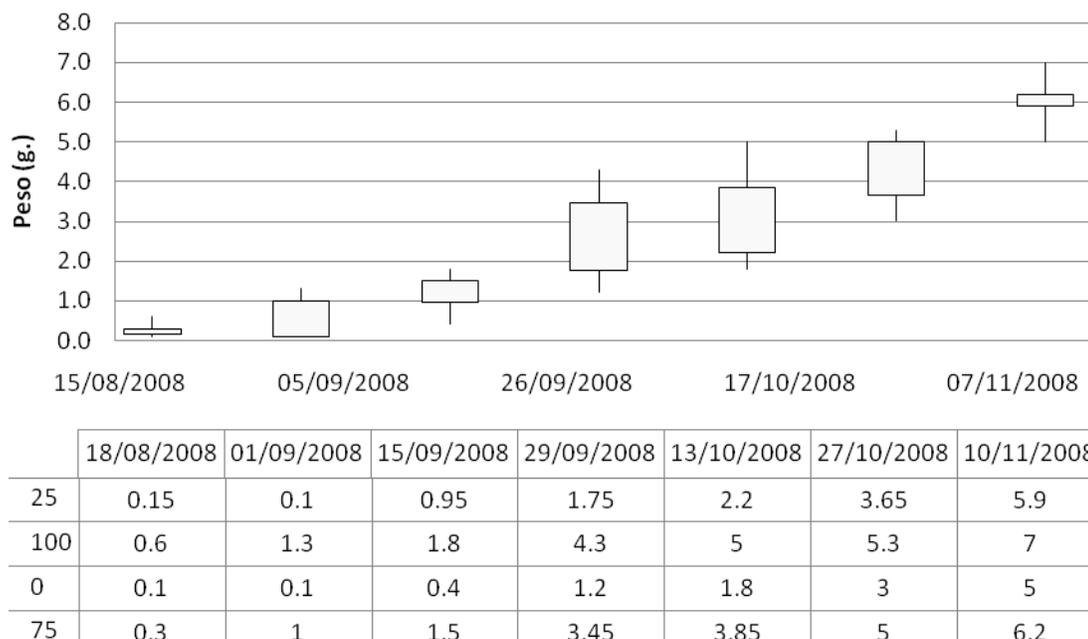


Figura No. 22. Rango intercuartilico de los valores de peso para cada muestreo en el tratamiento 1
(Trabajo de campo, 2008).

Se puede observar en el muestreo uno, tres y siete la homogeneidad del peso de los organismos del tratamiento 1, indicando que la variabilidad del peso de los organismos se detuvo en el último muestreo. Esto probablemente se debe que los alevines en la fase de juvenil se detiene el canibalismo. En los muestreos dos, cuatro, cinco y seis la variabilidad del peso de los organismos fue alta, claro indicio de la mortalidad por canibalismo de los alevines (Figuras No. 22 y 23).

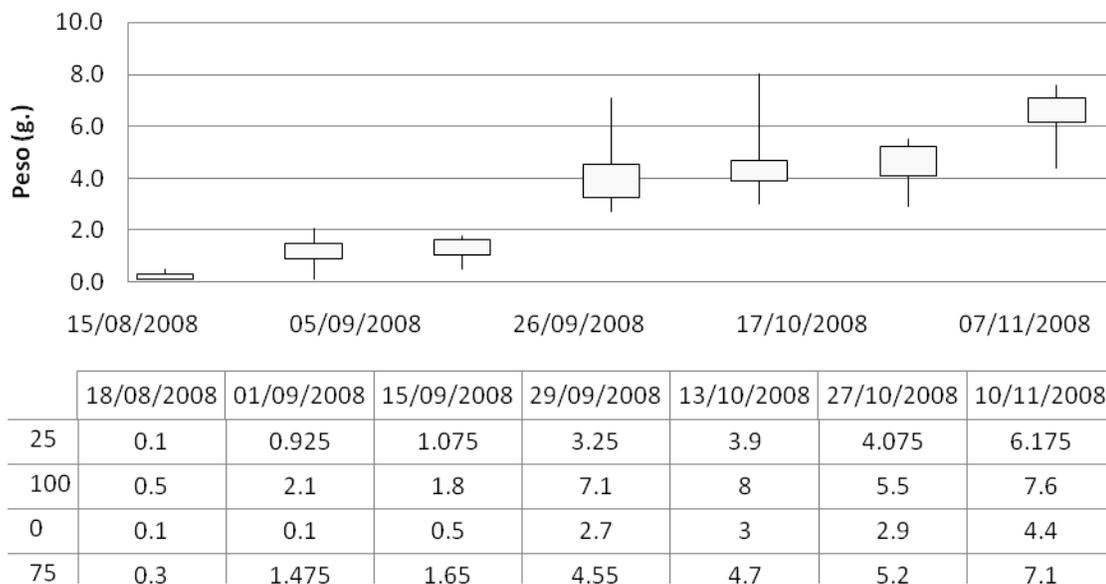


Figura No. 23. Rango intercuartilico de los valores de peso para cada muestreo en el tratamiento 2 (Trabajo de campo, 2008).

La distribución de los datos del peso de los alevines del tratamiento 2, muestra que la variabilidad del peso en el primer muestreo fue baja, indicando que no hubo canibalismo. Por el contrario en los siguientes muestreos se observa variabilidad de peso inclusive en el último muestreo, dejando claro la alta mortalidad por canibalismo entre los alevines.

7.3 Relación talla-peso tratamiento 1.

La gráfica de regresiones de tipo potencial indica que los datos están dispersos y no están paralelos a la línea. Existe mucha variabilidad en el peso de los organismos respecto a la talla. El índice de condición de los organismos se puede apreciar en el intercepto que es de 2.6723, lo cual indica que la condición del organismo no es robusta como algunos ciclidos que su índice es de 3 (Figura No. 24).

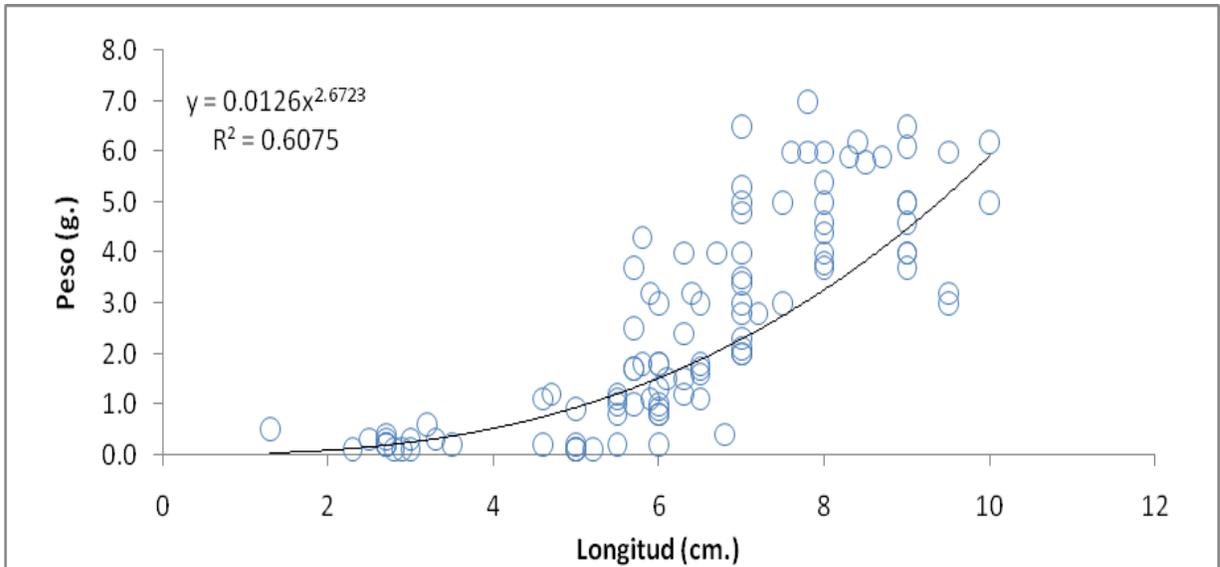


Figura No. 24. Dispersión talla-peso del tratamiento 1.
(Trabajo de campo, 2008).

7.4 Relación talla - peso tratamiento 2.

La relación talla-peso para el tratamiento 2, en donde se observa la dispersión de los datos y la curva mejor ajustada a la tendencia. Este comportamiento se debe al índice de condición de los organismos ó la alta tasa de canibalismo (Figura No. 25).

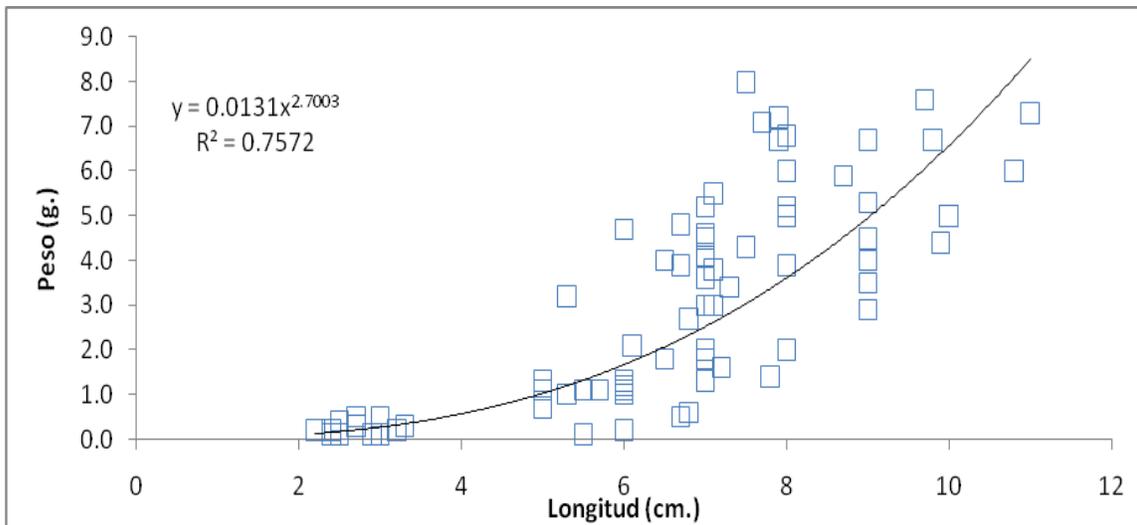
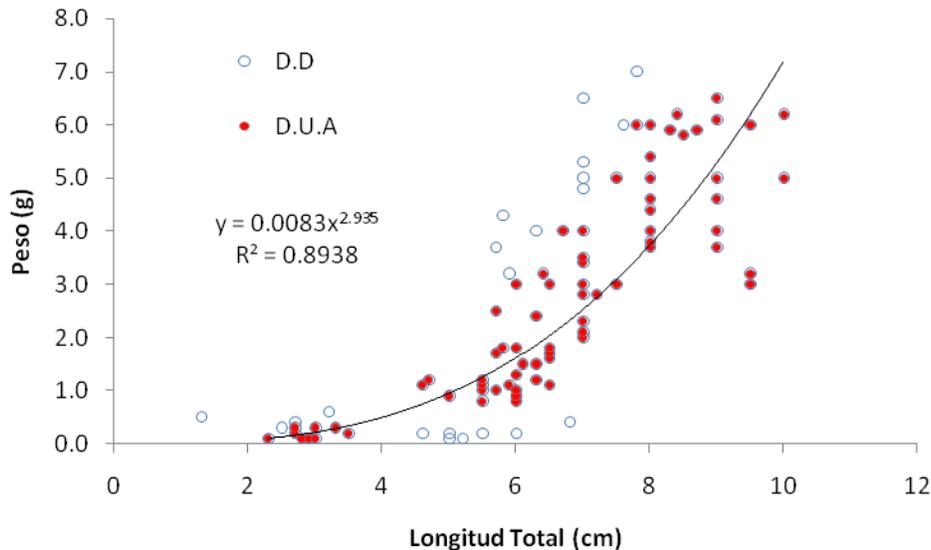


Figura No. 25. Dispersión talla-peso tratamiento 2
(Trabajo de campo, 2008).

7.5 Análisis de correlación para longitud y peso de los alevines de *Atractosteus tropicus*.

Se realizó un análisis de correlación para refutar la prueba de hipótesis para diferencia entre medias, se depuro la base de datos del tratamiento 1 (Figura No. 26), de manera que se analizó 81 de los 105 datos, quedando excluidos 24 que no estaban ajustados a la curva de correlación. Se realizó la transformación de los datos a logaritmo de base 10.

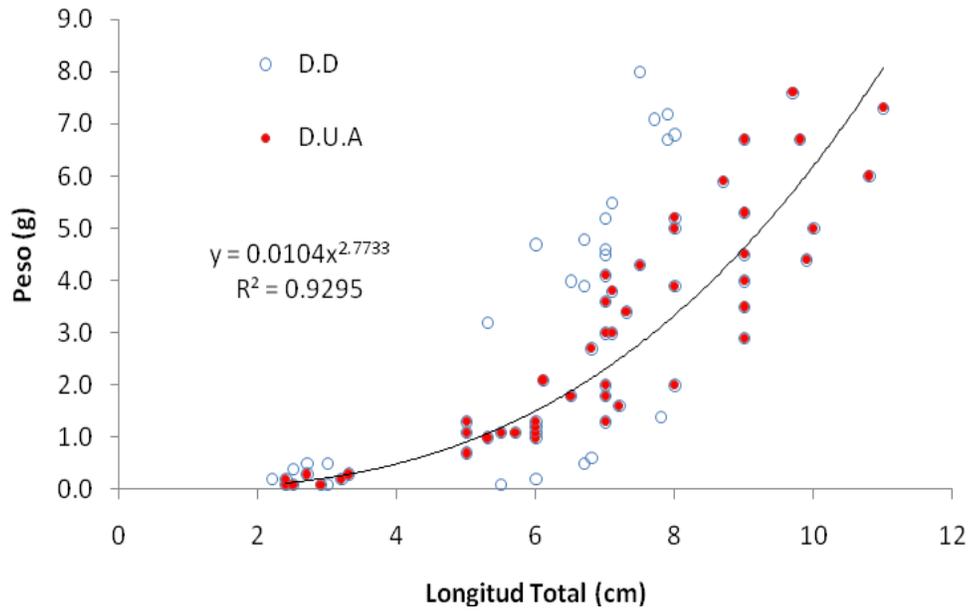


Donde ° D. D= Datos Depurados.

• D.U.A = Datos Utilizados en el Análisis.

Figura No. 26. Datos depurados de longitud y peso del tratamiento 1 (Trabajo de campo, 2008).

Se realizó el análisis de correlación para determinar si hay diferencia significativa de peso entre los alevines de *A. tropicus* alimentados con una dieta 1 y 2. Para realizar esta correlación se depuro la base de datos (Figura No.27) del tratamiento 2, de manera que se analizó 56 de los 81 datos, no se tomaron en cuenta 25 datos que no estaban ajustados a la curva.



Donde \circ D.D = Datos Depurados.

\bullet D.U.A = Datos Utilizados en el Análisis.

Figura No. 27. Datos depurados de longitud y peso del tratamiento 2 (Trabajo de campo, 2008).

Correlación de talla y peso del tratamiento 1 y 2 (figura No. 28).

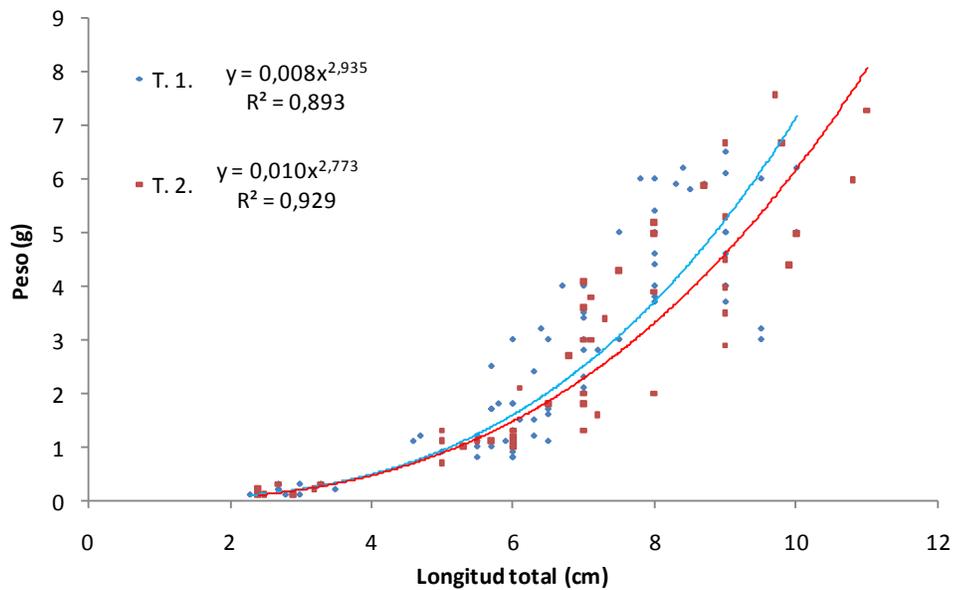


Figura No. 28. Correlación de longitud y peso del tratamiento 1 y 2. (Trabajo de campo, 2008).

7.6 Diferencia de sobrevivencia de alevines de *Atractosteus tropicus* alimentados con la dieta 1 y 2.

El Pejelagarto es un organismo carnívoro que se ha inducido a consumir dietas exógenas inertes, como es el concentrado para Trucha ya que este otro pez es igualmente carnívoro. El concentrado comercial para Trucha no figura dentro de su formulación ingredientes de origen vegetal, mientras que en alimentos formulados para organismos herbívoros como la Tilapia algunos de los ingredientes son de origen vegetal. En la investigación se observó que la dieta de los organismos tiene influencia en la sobrevivencia de los mismos ya que se obtuvo una diferencia significativa de sobrevivencia en alevines alimentados con la dieta 1 respecto a la dieta 2. Cabe mencionar que los organismos alimentados con harina para Tilapia si consumían este alimento pero por la naturaleza eminentemente carnívora de los Pejelagarto no podían sintetizar la proteína de origen vegetal excretándola sin ningún aprovechamiento, por lo que los organismos morían por no llenar sus requerimientos mínimos nutricionales. Aunado a esto se observó canibalismo intraespecífico para compensar aminoácidos no presentes en el alimento. La sobrevivencia de los organismos que se alimentaron con la dieta de harina para Trucha fue de un 30% y por consiguiente la mortalidad fue de un 70%. Se reporto que la sobrevivencia de los alevines alimentados con harina para Tilapia fue del 16.67% y la mortalidad de 83.33% (Figura No. 29).

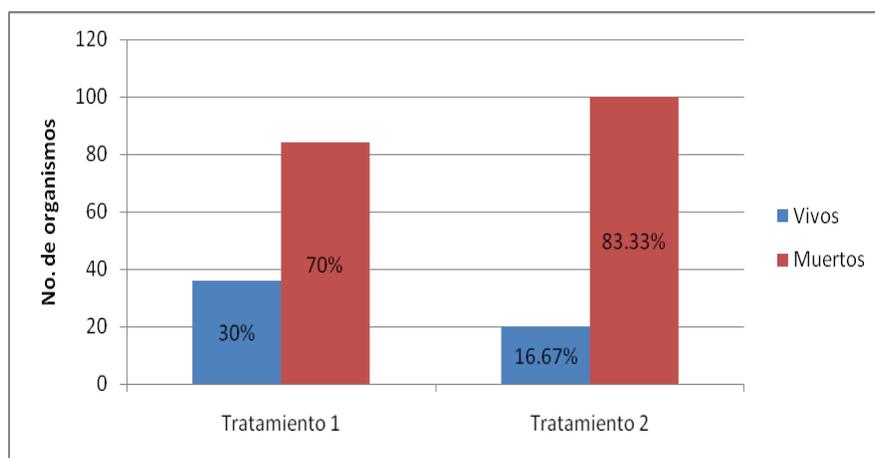


Figura No. 29. Porcentaje de mortalidad y sobrevivencia de alevines de *Atractosteus tropicus* entre el tratamiento 1 y 2.

(Trabajo de campo, 2008).

En el cuadrado de Cotejo se expresa el número de organismos vivos y muertos de cada uno de los tratamientos, observando en el tratamiento uno 36 vivos y 84 muertos; en el tratamiento dos 20 vivos y 100 muertos. La suma de los organismos vivos de los tratamientos fue de 56 vivos y 184 muertos para obtener un acumulado de 240 alevines utilizados en ambos tratamientos (Cuadro No. 4).

Cuadro No. 4. Mortalidad y sobrevivencia del tratamiento 1 y 2.

Estado	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Total
Vivos	36	20	56
Muertos	84	100	184
Total	120	120	240

Fuente: Trabajo de campo, 2008.

7.7 Caracteres físicos de los organismos alimentados con la dieta 1 y 2.

Durante la evaluación comprendida de agosto a noviembre de 2008, se observó que los alevines alimentados con la dieta 1 tenían una coloración café más fuerte, con líneas negras en los costados, los dientes de los organismos estaban más desarrollados y los agujeros de recepción situados a lo largo de la boca eran más profundos y visibles (Figura No. 30), mientras que los organismos alimentados con la dieta 2 tenían un color más pálido casi traslucido con dientes poco desarrollados y se notaba levemente los agujeros receptivos (Figura No. 31).



Figura No. 30. Juvenil de Pejelagarto alimentado con harina para Trucha
(Trabajo de campo, 2008).



Figura No. 31. Juvenil de Pejelagarto alimentado con harina para Tilapia.
(Trabajo de campo, 2008).

VIII. CONCLUSIONES

- 8.1** No existe diferencia significativa en el rendimiento de los alevines de Pejelagarto alimentados con concentrado comercial para Trucha *Oncorhynchus mykiss* y Tilapia *Oreochromis sp.*
- 8.2** El peso y la talla de alevines de Pejelagarto *Atractosteus tropicus* alimentados con concentrado comercial para Trucha *Oncorhynchus mykiss* y Tilapia *Oreochromis sp* no es estadísticamente significativa.
- 8.3** Los alevines de Pejelagarto *Atractosteus tropicus* alimentados con harina para Trucha y Tilapia no difiere en la longitud y peso, ya que la media final de longitud y peso de los alevines del tratamiento 1 fue de 6.31 cm. (DS 0.68) y un peso de 2.59 g. (DS 0.61) y para el tratamiento 2 la longitud fue de 6.76 cm. (DS 0.86) y el peso de 3.20 g. (DS 0.78). Es decir el crecimiento de los alevines es independiente a la alimentación.
- 8.4** La dieta de los alevines de *Atractosteus tropicus* si tiene incidencia en la sobrevivencia de los organismos, ya que en ambos tratamientos se obtuvo alta mortalidad, reportándose 70% en el tratamiento 1 y 83.33 en el tratamiento 2. En el tratamiento 1 se determinó una menor mortalidad respecto al tratamiento 2, ya que el alimento suministrado a los organismos de este tratamiento sus ingredientes son formulados para organismos con hábitos carnívoros. Se apreció una mayor mortalidad por canibalismo intraespecífico en el tratamiento 2 ya que en este tratamiento se suministro alimento para Tilapia siendo algunos de los ingredientes de este alimento de origen vegetal, y los alevines de Pejelagarto compensaron la falta de Aminoácidos con canibalismo.

IX. RECOMENDACIONES.

- 9.1** Estudiar los procesos digestivos de los Pejelagarto *Atractosteus tropicus* para elaborar estrategias de alimentación y establecer los requerimientos nutricionales durante sus diferentes etapas de crecimiento para aumentar la sobrevivencia en el cultivo.
- 9.2** Investigar otras especies nativas de Guatemala no tradicionales como el Guapote *Chiclasoma managuense* y el Bagre negro *Hexanematichthys seemanni* con alto potencial económico.
- 9.3** Mezclar paulatinamente ambos alimentos para determinar si se puede disminuir la alta tasa de mortalidad de los alevines.

X. BIBLIOGRAFIA

1. Aguilera, C; Mendoza, R; Montemayor, J. 2008. Capacidad proteolítica digestiva en larvas de peces lepisosteidos (en línea). México, Universidad Autónoma de Nuevo León. Consultado 12 feb. 2009. Disponible en <http://www.respyn.uanl.mx/especiales/2008/ee-08-2008/documentos/A031.pdf>
2. Arlette, A; Hernandez, F; Wilfrido, M; Contreras, S. 2006. 150 millones de años siendo fuertes, no somos una moda evolutiva somos persistentes (en línea). Tabasco, MX, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Consultado 12 ago. 2008. Disponible en <http://www.lepisosteidos.ujat.mx/>
3. Bussing, W. 1998. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 468 p.
4. Contreras, W; Hernández, V; Vera, M. 2006. Producción de *Atractosteus* y *Petenia* (diapositivas). Guatemala, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura / Universidad de San Carlos de Guatemala. 60 diapositivas, color
5. Carbot, A; Sumuano, O. 2007. El pejelagarto, más antiguo que los dinosaurios; emblema y delicatessen de Tabasco (en línea). Tabasco, MX, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Consultado 25 ago. 2008. Disponible en www.gentesur.com.mx/articulos.php?id_sec=7&id_art=1119
6. Castro, M. 2,002. Informe final del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en la Aldea Monterrico, Taxisco, Santa Rosa y en la Estación Experimental de CEMA-USAC. Guatemala, USAC. 47 p.
7. Carrillo, L. 2,008. Investigan pez milenario en el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -USAC-. *Caña y Carrete* (6): 8-9.
8. Cordoba, A. 1998. Pez gaspar se multiplica en el humedal de Caño Negro (en línea). Costa Rica, Nacion.com. Consultado 14 ene. 2009. Disponible en http://www.nacion.com/ln_ee/2008/febrero/28/aldea1441936.html
9. Discoverlife.org, US. 2001. Legado de fósiles vivos (en línea). Estados Unidos, Discover Life. Consultado 24 ago. 2008. Disponible en <http://www.discoverlife.org/mp>
10. Fishbase.org, US. 2008. Distribución Gaspar (en línea). Consultado 10 ene. 2009. Estados Unidos, Fishbase.org. Disponible en <http://www.elopio.net/blog/2008/10/fishbase/>

11. Guzmán, I. 2,007. Lepisosteus osseus (Linnaeus, 1758) (en línea). España, Atlas Dr. Pez. Consultado 05 ago. 2008. Disponible en <http://atlas.drpez.org/Lepisosteus-osseus>
12. Karl, F; Lagler, J; Bardach, E; Miller, R; Dora, R; Passino, M. 1977. Ictiología. Mexico, A.G.T Editor. 489 p.
13. Márquez, G; Alvarez, G; Contreras, W; Hernandez, Vidal; Hernández, F; Mendoza, A; Aguilera, g; García G; Civera, C; Goytortua, B. 2007. Avance en la alimentación y nutrición del pejelagarto *Atractosteus tropicus* (en línea). Tabasco, MX, Universidad Autónoma de Nuevo León. Consultado 25 ago. 2008. Disponible en <http://w3.dsi.uanl.mx/publicaciones/maricultura/viii/pdf/28Alvarez.pdf>
14. Marrero, A. 2004. Los peces prehistóricos con hocico de lagarto (en línea). Consultado 07 feb. 2009. Costa Rica, Sociedad Periodística Extra Limitada. Disponible en <http://www.diarioextra.com/2004/marzo/11/espectaculos05.shtml>
15. Mora, M; Jamett, L; Cabrera, J; Galeano, G. 1996. Reproducción y alimentación del gaspar *Atractosteus tropicus* (Pisces : Lepisosteidae) en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro, Costa Rica (en línea). Costa Rica, Universidad Nacional. Consultado 12 ene. 2009. Disponible en <http://rbt.biologia.ucr.ac.cr/revistas/45-2/mora1.htm>.
16. Otárola, A. 2008. Biólogos ticos reproducen el pez Gaspar en un laboratorio. (en línea). Costa Rica, Aquahoy. Consultado 12 feb. 2009. Disponible en <http://www.aquahoy.com/content/view/4589/lang,es>
17. Omnitarian, US. 2,004. Gars (Family Lepisosteidae) (en línea). Estados Unidos, Animal Pictures Archive. Consultado 15 ago. 2008. Disponible en <http://www.animalpicturesarchive.com/view.php?tid=3&did=24320>
18. Parker, P. 2009. Definition: Gar (en línea). Estados Unidos, Websters's Online Dictionary. Consultado 10 ene. 2009. Disponible en <http://www.websters-dictionary-online.org/translation/Old+english/gar>
19. Protti, M. 2006. El pez Gaspar : un fósil que alimenta (en línea). Costa Rica, Campus. Consultado 25 ene. 2009. Disponible en http://www.una.ac.cr/campus/ediciones/2006/junio/2006junio_pag03.html.

20. Ruano, S. 1,998. Informe final del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en la aldea Monterrico, Taxisco, Santa Rosa y en la estación experimental de CEMA/USAC. Guatemala, USAC. 39 p.
21. Silva, R. 2007. Determinación de la población silvestre de *Atractosteus tropicus*, en el Canal de Chiquimulilla. Aldea la Candelaria, Taxisco, Santa Rosa. Guatemala, CEMA / USAC. 21 p.
22. Stutzer, T. 2,006. Café del Sol (en línea). Guatemala, Hotel Café del Sol. Consultado 10 may. 2008. Disponible en <http://www.cafe-del-sol.com>
23. Sigüenza de Micheo; RR; Ruiz Ordóñez, JA (Comps). 1,999. Plan Maestro de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico. Guatemala, Centro de Estudios Conservacionistas. 50 p.
24. Vásquez, V. 2002. Retrato de un ser prehistórico (en línea). El Salvador, Laprensa.com.sv. Consultado 12 ago. 2008. Disponible en http://archive.laprensa.com.sv/20030129/revista_dominical/rdo01.asp

XI. ANEXO

Tabla para muestreo de alevines de Pejelagarto *Atractosteus tropicus*.

Fecha del muestreo _____ Hora del muestreo _____ Nombre del investigador _____

Talla en centímetros.

No. De organismos muestreados.	Tinaco 1	Tinaco 2	Tinaco 3	Tinaco 4	Tinaco 5	Tinaco 6
1						
2						
3						
4						
5						
Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ

Observaciones.

Anexo No. I Tabla de muestreo de longitud total (cm.) de alevines de *Atractosteus tropicus*

Tabla para muestreo de alevines de Pejelagarto *Atractosteus tropicus*.

Fecha del muestreo _____ Hora del muestreo _____ Nombre del investigador _____

Peso en gramos.

No. De organismos muestreados.	Tinaco 1	Tinaco 2	Tinaco 3	Tinaco 4	Tinaco 5	Tinaco6
1						
2						
3						
4						
5						
Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ

Observaciones.

Anexo No. II Tabla de muestreo de peso (g.) de alevines de *Atractosteus tropicus*.