

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN



**Características biológicas del pez chupapiedras,
Awaous banana, en un cultivo acuícola**

Presentado por:

T. A. Annabella Lidia Rodas Maldonado

Para otorgarle el título de:

LICENCIADA EN ACUICULTURA

Guatemala, octubre 2015

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN



**Características biológicas del pez chupapiedras,
Awaous banana, en un cultivo acuícola**

Presentado por:

T. A. Annabella Lidia Rodas Maldonado

Asesor: M. Sc. Luis Francisco Franco

Para otorgarle el título de:

LICENCIADA EN ACUICULTURA

Guatemala, octubre 2015

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente	M. Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle
Secretario	M. B.A. Allan Franco de León
Representante Docente	M. A. Olga Marina Sánchez Cardona
Representante Docente	M. Sc. Erick Roderico Villagrán Colón
Representante del Colegio de Médicos Veterinarios, Zootecnistas y Acuicultores	M. Sc. Adrián Mauricio Castro López
Representante Estudiantil	Lic. Francisco Emanuel Polanco Vásquez
Representante Estudiantil	T. A. María José Mendoza Arzú

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad de San Carlos de Guatemala, por darme la oportunidad de estudiar y formar parte de esta gran escuela de enseñanza.
- Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, por mi formación profesional y por los grandes aportes con los que contribuye al desarrollo del país.
- A la Fundación Nuevas Raíces, por el apoyo para la realización del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-.
- A mis catedráticos, que gracias a sus enseñanzas y apoyo, logre mi formación profesional.
- A mi Asesor: M. Sc. Luis Franco, por guiarme y brindarme consejos durante el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-.

DEDICATORIA

A:

- Jesucristo, por ser mi guía espiritual, la luz de mi camino y mejor amigo.

A mis padres:

- María Jesús Rodas Maldonado.
- Arq. Celeste de Hernández Mejía y Arq. Salvador Hernández Ventura, por sus enseñanzas, amor, comprensión y apoyo incondicional en todo momento.

A mis Hermanos:

- Luis Estuardo y Lorena Celeste Hernández Mejía por el amor, apoyo y comprensión que me han brindado.

A mi Abuelita:

- Florencia Rabanales (Q. E. P. D.), por transmitirme sus sabios consejos, enseñanzas, amor y gran ejemplo.

A mis Tíos:

- Dr. Luis Felipe Vásquez Bravo y Licda. Maritza de Vásquez Bravo por brindarme su amor, sus sabios consejos y sobre todo su apoyo incondicional.
- Licda. Aracely Vásquez Bravo.
- Dr. Edwin Bravo Marroquín.

A mis Primos:

- En especial a Luis Felipe y Luis Diego Vásquez Rodríguez.

A mis amigos y compañeros y familia en general, gracias por su apoyo.

RESUMEN

En Guatemala, existe una amplia biodiversidad de peces nativos que aún no han sido aprovechados en proyectos sustentables. Es por ello que se planteó el estudio del pez chupapiedras, *Awaous banana*, en un cultivo de autogestión comunitaria.

En el estudio se evaluaron las características biológicas de la especie en relación a su adaptación al cultivo. La investigación fue realizada en la finca El Zapotillo, ubicada en Escuintla. Los peces chupapiedras fueron capturados en el río Achiguate y trasladados a la finca, donde fueron colocados en sistemas de monocultivos, utilizando dos estanques forrados con nylon tipo salinero con protección UV, y un sistema de policultivo, utilizando un estanque natural conjuntamente con peces tepemechin, *Agonostomus monticola* y tilapia *O. niloticus*.

En el comportamiento etológico se pudo observar, que a corta edad los peces chupapiedras son gregarios, es decir viven en grupos y conforme van creciendo, se vuelven territoriales y aislados entre individuos de la misma especie. En sistemas de monocultivo, los peces presentaron mimetismo, es decir cambio de coloración en adaptación al medio, con variación de color del pardo claro pasaron a negro o grises oscuros por el nylon negro que cubría los estanques. Se observó también que eran más activos de noche que de día. En el sistema de policultivo, debido a las características naturales en convivencia con otras especies, los peces tuvieron mejor desarrollo, en crecimiento y reproducción.

Se les suministraron tres tipos de alimentos: pellet de ensilado pescado, lombricompost y aguacate; los primeros dos, distribuidos en los sistemas de monocultivo y el aguacate en el sistema de policultivo.

En los tres estanques se observó el consumo de alimento, sin embargo, fue en el sistema de policultivo donde hubo mejor aceptabilidad en cuanto a palatabilidad, sabor y olor del aguacate. En cuanto al desarrollo del chupapiedras, fue en el sistema de policultivo, donde se mostró el mejor desarrollo y crecimiento; siendo el peso promedio de los organismos de 108.62g y talla de 18.45cm.

Se concluyó que el pez chupapiedras *Awaous banana*, es una especie cuyo manejo para cultivo es relativamente fácil, presentando mejores resultados en sistemas de policultivo asociado a otros peces, en un ecosistema natural y recibiendo alimento con base en aguacate, consolidando un cultivo de autogestión comunitaria independiente, con especies y alimentos disponibles. Bajo estos sistemas de producción, los peces cosechados pueden fortalecer el precario aporte de nutrientes esenciales a los que en la actualidad tienen acceso las familias rurales.

ABSTRACT

Guatemala has great biodiversity of native fish that has not been given use. That is why the study of chupapiedras fish, *Awaous banana*, was raised in a culture of self-management.

In the study the biological characteristics of the species was evaluated in relation to the adaptation of chupapiedras fish in culture. The research was conducted at the El Zapotillo, located in Escuintla. The chupapiedras fish were caught in the Achiguate river, they were transferred to the farm, where they were placed in monoculture systems, using two ponds lined with nylon salt type UV protection and a polyculture system using a natural pond together to fish Tepemechin, *Agonostomus monticola*.

In the ethological behavior could be observed, which are gregarious young age, that is living in groups and as they grow, they become territorial and isolated between individuals of the same species. Monoculture systems, the fish showed mimicry, i.e. discoloration, the light brown became black or dark gray black nylon by covering the ponds. It was also observed that were more active at night than during the day. In the polyculture system, due to the characteristics presented by the pond that was natural, the fish had better development.

In food, they were provided with three types of food: fish pellet silage, lombricompost and avocado, distributed the first monoculture system and avocado in polyculture system.

In the three ponds feed intake was observed, however it was in the polyculture system where there was better acceptability in terms of palatability, taste, smell avocado. Regarding the development of chupapiedras was in polyculture system where they showed the best growth and development. With an average weight of agencies 108.62g and size of 18.45cm.

We conclude that fish chupapiedras *Awaous banana* is a kind of relatively easy to use for cultivation, presenting better results in polyculture systems associated with other fish, in a natural ecosystem and receiving food avocado based on consolidating a culture of community self-independent species and food available. Fish under these production systems can strengthen the precarious supply of essential nutrients in rural families.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Marco Referencial	2
2.2.1 Chupapiedra, <i>Awaous banana</i> , (Valenciennes 1837)	3
2.2.2 Taxonomía	3
2.3 Caracteres distintivos	4
2.4 Ubicación Geográfica	5
2.5 Hábitat	6
2.6 Hábitos alimenticios	6
2.7 Comportamiento reproductivo de la especie	6
3. OBJETIVOS	8
3.1 Objetivo General	8
3.2 Objetivos Específicos	8
4. HIPÓTESIS	9
5. METODOLOGÍA	10
5.1 Ubicación geográfica	10
5.1.1 Colecta de Organismos	10
5.1.2 Recintos de evaluación	11
5.1.3 Tipos de cultivo	13
5.1.4 Fuentes de alimentación evaluadas	14
5.1.5 Análisis bromatológico	15
5.1.6 Análisis de calidad de agua	16
5.2 Variables	16
5.3 Diseño Experimental	19
5.3.1 Supervivencia de captura y siembra	19
5.3.2 Muestreo	19

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
6.1 Parámetros físico – químicos de calidad de agua	20
6.1.1 Temperatura	20
6.2 Características organolépticas y físicas de los alimentos suministrados	22
6.3 Comportamiento alimenticio del <i>A. banana</i> , hacia las tres fuentes alternas.	23
6.4 Comportamiento productivo de los peces chupapiedras, <i>Awaous banana</i> con alimentos alternativos	25
6.5 Peso	26
6.6 Talla	26
6.7 Ancho	28
6.8 Índice de condición	28
6.9 Tasa de Supervivencia	29
6.10 Caracteres reproductivos de la especie	29
6.11 Comportamiento del <i>Awaous banana</i> en diferentes tipos de cultivo	30
7. CONCLUSIONES	32
8. RECOMENDACIONES	33
9. BIBLIOGRAFÍA	34
10. ANEXO	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1.	Pez chupapiedras, <i>Awaous banana</i>	3
Figura No. 2.	Disposición de los poros del sistema sensorial cefálico en <i>A. banana</i>	4
Figura No. 3.	Detalle de la papila genital en <i>Awaous banana</i>	5
Figura No. 4.	Distribución Geográfica del <i>Awaous banana</i>	5
Figura No. 5.	Ubicación geográfica de la finca El Zapotillo, municipio Escuintla	10
Figura No. 6.	Colecta de organismos en el río Achiguate	11
Figura No. 7.	Estanque de concreto forrado con nylon UV	12
Figura No. 8.	Estanque natural antes y después de su limpieza	12
Figura No. 9.	Monocultivo de chupapiedras <i>A. banana</i>	13
Figura No. 10.	Policultivo de chupapiedras <i>A. banana</i> y tepemechín <i>Agonostomus nonticola</i>	13
Figura No. 11.	Alimentos utilizados en cultivo piloto del pez chupapiedra	15
Figura No. 12.	Ubicación geográfica de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala	15
Figura No. 13.	Ubicación geográfica del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura CEMA- Universidad de San Carlos de Guatemala	16
Figura No. 14.	Valores de temperatura en estanques del cultivo de <i>A. banana</i>	20
Figura No. 15.	Valores de oxígeno en estanques del cultivo de <i>A. banana</i>	21
Figura No. 16.	Curva de crecimiento del pez chupapiedra	26
Figura No. 17.	Relación talla- peso en peces <i>A. banana</i>	27
Figura No. 18.	Crecimiento de los chupapiedras en monocultivo y policultivo	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1. Taxonomía del pez chupapiedras, <i>Awaous banana</i>	3
Cuadro No. 2. Características de las fases de comportamiento alimenticio que presentan los peces en la aceptación, rechazo y consumo de alimentos	18
Cuadro No. 3. Características organolépticas y físicas de los alimentos Suministrados en estanques	22
Cuadro No. 4. Comportamiento productivo del <i>A. banana</i> ante los tres tratamientos de Alimento	23
Cuadro No. 5. Estadística descriptiva para las variables peso (g); talla (cm) ancho (cm) E índice de condición (k) entre tratamientos evaluados en peces Chupapiedras, <i>A. banana</i>	25

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo No. 1. Parámetros de agua de los estanques en período experimental	36
Anexo No. 2. Resultados estadísticos de ANDEVA para la variable peso (g)	37
Anexo No. 3. Evaluación de talla (cm) aplicado a los tres tratamientos del <i>A. banana</i>	37
Anexo No. 4. Evaluación del ancho (cm) del pez <i>A. banana</i> , aplicado a los 3 tratamientos	38
Anexo No. 5. Índice de condición del <i>A. banana</i> aplicado a diferentes tratamientos	38

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la industria acuícola está creciendo principalmente, con base en dos especies, tilapia *O. niloticus* y camarón marino *Litopenaeus vannamei*, y en vías de crecimiento se encuentra la producción de trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss*. Sin embargo, Guatemala cuenta con una gran riqueza íctica natural, por ejemplo, los peces nativos; actualmente, algunos o muchos de ellos están en peligro de extinción por efectos de sobrepesca, deterioro de hábitats o por el desconocimiento del enorme potencial que podrían tener en la industria. Entre los peces nativos, hay una variedad que son sumamente valorados por los grupos comunitarios ancestrales por el sabor de su carne, por ejemplo, el chupapiedras *Awaous banana*.

Un cultivo potencial de este organismo, diversificaría la acuicultura, dando mayor valor económico, social y cultural a los recursos hidrobiológicos; se fortalecería también la dieta de familias en el área rural de Guatemala. En otros países, el pez chupapiedras es utilizado en acuarios como limpiador de peceras, como otra alternativa para su aprovechamiento.

El chupapiedras, es un pez endémico de Mesoamérica, considerado al igual endémico de Guatemala, habita en ríos cristalinos, así como también en aguas turbias de fondo fangoso. Se reconoce que la especie es, por sus hábitos alimenticios, omnívoro, con preferencia en insectos y algunas microalgas (Mowbray, 2008). Las tallas encontradas en los ríos son de 9cm a 18cm.

La introducción del chupapiedras a cultivos acuícolas beneficia el país, principalmente a aquellas comunidades que están en pobreza y pobreza extrema, donde se valorizan social y culturalmente, asociando la alimentación de los mismos a productos de las zonas donde se pescan o se cultivan en forma empírica. De tal manera que los cultivos acuícolas basados en especies culturalmente reconocidas y alimentadas con productos agrícolas o agropecuarios de la zona son considerados base de los cultivos de autogestión (dependientes de insumos propios de la región o zona donde se realiza la actividad) propiciando el consumo de productos de origen animal ricos en nutrientes esenciales.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Referencial

A nivel mundial, el género *Awaous* está conformado por 18 especies de hábitats dulceacuícolas y estuarinos, de las cuales sólo tres han sido señaladas para el continente Americano: *Awaous tajasica*, *A. banana* y *A. flavus* (Ehemann, 2013).

El pez *Awaous banana*, es conocido en Centroamérica como pez chupapiedras o gobio de río, es anfídromo y se puede encontrar en ambientes salobres o marinos (Hubbs, Edwards, y Garret, 2008). En la actualidad, el pez ha sido estudiado en su hábitat natural (Barrantes, Carvajal, y Zanella, 2006).

Estudios realizados en Costa Rica, en el río Cerere, demostraron que el chupapiedras, es un pez que defiende su territorio ante individuos pertenecientes a la misma especie y al género *Sicydium*. También se estableció que los peces de mayor tamaño se encuentran solos y los de talla pequeña e intermedia se mantienen agrupados (usualmente en grupos de 4 como máximo), en una piedra, donde permanecen la mayor parte del tiempo. Ocasionalmente se desplazan a piedras cercanas o a parches de arena en busca de alimento, pero retornan rápidamente a la piedra principal, a la que se adhieren con su ventosa, descansando y vigilando su territorio (Barrantes, Carvajal, y Zanella, 2006).

A nivel mundial, la especie no está clasificada como rara o amenazada, sin embargo en algunos países, como Estados Unidos, está en lista de especies amenazadas o vulnerables (Musick, et al., 2000; Hubbs, et al., 2008). Debido a la contaminación del agua en algunos ríos, la alteración del hábitat y la presencia de dinoflagelados tóxicos que amenazan a esta especie (Musick, et al., 2000; Nature Serve, 2010; Escudo, et al., 2011). Por lo que proponen su conservación y restauración del hábitat para aumentar las poblaciones del chupapiedras.

En países como Costa Rica, Colombia, Ecuador entre otros aficionados a la acuariofilia, estos peces son capturados por las características morfológicas que posee. En los últimos años,

investigadores en acuariofilia informan que esta especie llega a sobrevivir 2 años en cautiverio y la reproducción es muy difícil ya que la mayoría de larvas no sobreviven, careciendo de investigación en las técnicas de alimentación en fases larvales (Heras, 2013).

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Chupapiedra, *Awaous banana*, (Valenciennes 1837)

2.2.1.1 Taxonomía

Cuadro No. 1. Taxonomía del pez chupapiedras, *Awaous banana*

Reino	Animalia
Phylum	Chordata
Clase	Actinopterygii
Subclase	Neopterygii
Orden	Peciformes
Familia	Gobiidae
Género	<i>Awaous</i>
Especie	<i>banana</i>

Fuente: Watson, 1996



Figura No. 1. Pez Chupapiedras, *Awaous banana* (Trabajo de campo, 2013)

Nombres Comunes: Green river goby, gobio de río, río gobio, lamearena, lambearena, bocón, enterrador, saladillo, lameplato, Oliva, Chupapiedras.

Sinonimia

Plátano, *Awaous* fue reconocido como una especie distinta (de *A. tajasica*) (Watson, 1996).

- ✓ *Gobius (Awaous) plátano* Valenciennes 1837:103.
- ✓ *Gobius (Awaous) martinicus*
- ✓ *Chonophorus bucculentus*
- ✓ *Chonophorus contractus*
- ✓ *Gobius mexicanus*

- ✓ *Gobius transandeanus*
- ✓ *Gobius dolichocephalus*
- ✓ *Awaous nelsoni*
- ✓ *Gobius (Awaous) guentheri*
- ✓ *Awaous tajasica* (Edwards, et al., 1986).
- ✓ *Awaous plátano* (Nelson, et. al., 2004:169, 245-246; Hubbs, et. al., 2008:57)

2.3 Caracteres distintivos

Las especies de *Awaous* son bentónicas con un cuerpo cilíndrico y con aletas pélvicas en forma de una ventosa en el pecho. Tienen dos aletas dorsales y una boca larga y ancha con labios gruesos y carnosos. Los ojos son pequeños y situados en la parte superior de la cabeza. Tiene entre 62 y 70 escamas en la serie longitudinal entre la parte superior de la aleta pectoral hasta la base de la cola y entre 20 y 25 filas de escamas entre el origen de la segunda dorsal y el origen de la anal. La coloración general es amarillenta clara con tonos verduscos y manchas negras irregulares sobre el dorso y costados superiores y blanco abajo. En peces de todos tamaños también aparecen cuatro o cinco barras diagonales en los costados. Otra barra inclinada se extiende entre el margen superior del opérculo y la mitad de la base de la aleta pectoral. Las aletas dorsales y la aleta caudal son transparentes con manchas negras cuadradas formando seis barras en la cola y varias rayas inclinadas en ambas aletas dorsales. La coloración de las crías es similar (Bussing, 2002).

- **Diagnosis:** El subgénero *banana* se caracteriza básicamente por presentar el segmento oculo-opercular del sistema sensorial cefálico, continuo y con siete poros, los dos primeros posteriores al borde del ojo, el tercero a la altura del borde preopercular, el cuarto, quinto y sexto en la región media del opérculo y el séptimo en el borde opercular (Watson, 1992), (Figura No. 2), (Lasso- Alcalá, y Lasso, 2008).

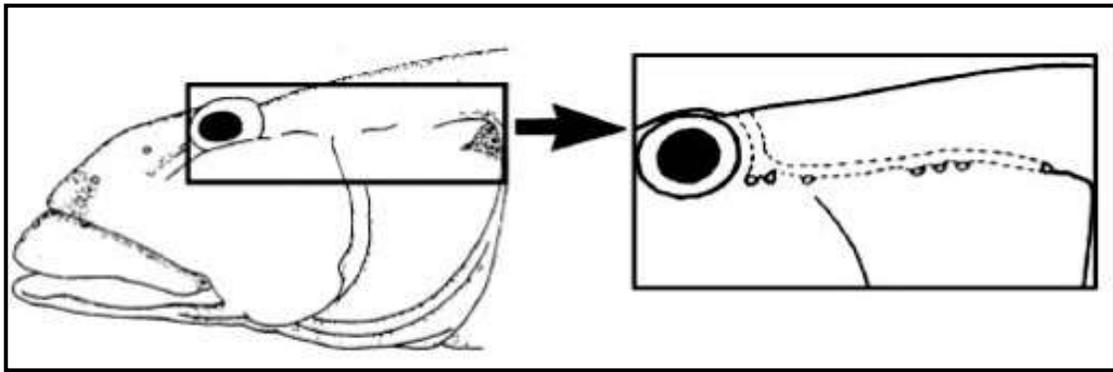


Figura No. 2. Disposición de los poros del sistema sensorial cefálico en *A. banana* (Watson, 1996) (Greenfiel, y Thomerson, 1997) (Lasso- Alcalá, y Lasso, 2008).

- **Órganos Sexuales:** La papila genital es similar a *A. flavus*, de forma triangular y alargada en los ejemplares machos y en la hembra es truncada o corta con el borde posterior festoneado (Figura No. 3), (Lasso- Alcalá., y Lasso, 2008).

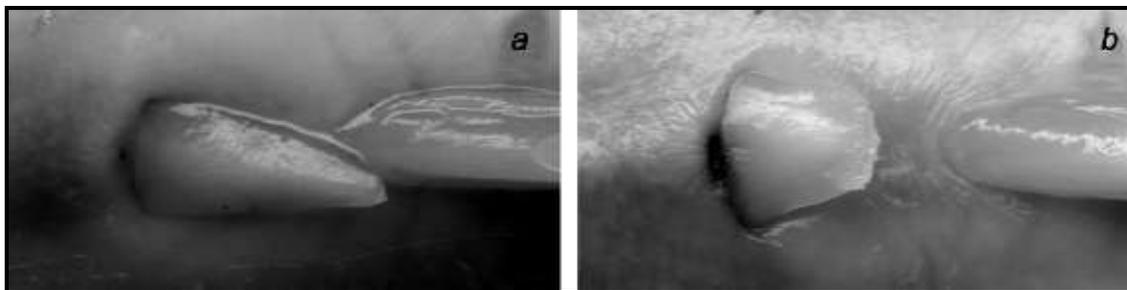


Figura No. 3. Detalle de la papila genital en *Awaous banana* a) Macho de 155mm y b) hembra de 164mm (Lasso- Alcalá., y Lasso, 2008)

2.4 Ubicación Geográfica

La especie *Awaous banana* se encuentra en la vertiente Atlántico entre Florida, EE.UU. hacia el sur a través de las Antillas Mayores y Menores de Trinidad y Tobago y de Tamaulipas, México hacia el sur de Caracas Venezuela. En la Vertiente Pacífica aparece en el río Yaqui, México, Centro América hasta Tumbes, Perú (Fishbase, 2013) (Figura No. 4).



Figura No. 4. Distribución geográfica del *Awaous banana* (Fishbase, 2013)

2.5 Hábitat

Habita en arroyos cristalinos, ríos sobre la arena, grava. También se puede encontrar en aguas turbias con fondos fangosos. Por lo general prefiere arroyos de aguas claras y muy bien oxigenadas (Mowbray, 2008) o fondos pedregosos y arenosos, con temperaturas entre 23 a 34°C y corrientes de poca a moderada velocidad (Barrantes, Carvajal, y Zanella, 2006).

2.6 Hábitos alimenticios

Es omnívoro, se alimenta de insectos acuáticos y algas cuando se encuentra en medio natural. En acuarios, consume alimento granulado, escamas, alimento vivo/ congelados como tubifex y artemia (Mowbray, 2008).

2.7 Comportamiento reproductivo de la especie

- Talla en machos y hembras: Las tallas en las que se encuentran son de: 9cm y 18cm. (Bussing, 2002). Sin embargo, se cree que son los machos pueden llegar a medir hasta 30cm de largo (Murdy, y Hoese , 2002).
- Cortejo reproductivo: En el género *Awaous*, el cortejo es muy vistoso. En especial el del macho, este consiste en realizar bailes en los que extienden de manera ostentosa sus

aletas ante las hembras y los rivales, al mismo tiempo abre la boca tanto como pueden. En esta fase, el cuerpo de los machos cambian a una coloración de pardo claro a casi negra, mientras que la primera aleta dorsal se vuelve de un marcado color naranja. Si la hembra cortejada, se muestra receptiva, lo hace saber, abriendo también su boca de forma visible y aunque el cuerpo permanece de color gris-plateado, las aletas se vuelven oscuras. La pareja desova por lo general dentro de una cueva por espacio de varias horas. (las puestas suelen iniciarse por la mañana) y depositan varios miles de huevos, hasta 10,000 se trata de una hembra joven. Tras la puesta, la hembra abandona la cueva y el macho se queda al cuidado de los huevos, abanicándolos con sus aletas pectorales y sellando en ocasiones la entrada con arena para evitar el paso de intrusos. A una temperatura de 25-26°C los huevos eclosionan en sólo 12 horas. Las larvas, muy poco desarrolladas, miden poco más de 1 mm, su apariencia es la de un pequeño saco vitelino con un filamento, y permanecen en una posición vertical en medio de la columna de agua, cabeza abajo, esperando ser desplazadas por la corriente. Al eclosionar los ojos no cuentan con pigmentos (son ciegas) y se alimentan de su saco vitelino, desarrollándose rápidamente durante 4-5 días, espacio de tiempo en el que prácticamente doblan su tamaño y los ojos se pigmentan, pareciendo ser funcionales. En esta fase las larvas empiezan a tomar una posición horizontal en el agua, lo que indica que empiezan a necesitar alimento externo. A partir de esta fase empiezan las dificultades, pues las larvas deben de ser trasladadas agua salobre y recibir microplancton (Heras, 2013).

- **Mimetismo:** Gran capacidad de adaptar el color de la piel al entorno, variando la coloración de pardo a gris o incluso negro.
- **Gregarios:** Se les llama así al comportamiento que tienen los peces al vivir en bancos o en grupos. El pez chupapiedras en un pez gregario en estadio juvenil, porque conviven en grupos de 4 a 5 organismos, conforme van creciendo el pez se independiza, volviéndose territorial, no es un pez agresivo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Conocer las características biológicas de la especie en relación a la adaptación del pez chupapiedras, *Awaous banana*, en condiciones de cultivos acuícolas de autogestión.

3.2 Objetivos Específicos

- Describir el comportamiento productivo del *Awaous banana*, en las diferentes condiciones de monocultivo y policultivo.
- Describir la etología alimentaria de la especie bajo diferentes fuentes de alimentos.
- Determinar algunos caracteres reproductivos de la especie.

4. HIPÓTESIS

La especie *Awaous banana*, presenta características biológicas potenciales para ser utilizadas en un sistema de cultivo de autogestión comunitario.

5. METODOLOGÍA

5.1 Ubicación geográfica

5.1.1 Colecta de Organismos

La colecta de peces chupapiedras se realizó en el río Achiguate, a 2 km de distancia de la finca El Zapotillo (Figura No. 6). Los peces fueron trasladados a la finca El Zapotillo, de la aldea Guadalupe, con coordenadas: latitud $14^{\circ}22'51''$, longitud $90^{\circ}52'27''$ a 730 msnm, con temperatura promedio de 25°C , con máxima de 34°C y 21°C la mínima, precipitación pluvial 2,982mm y humedad relativa de 94% (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia [SEGEPLAN], 2000), en el municipio de Escuintla, departamento de Escuintla (Figura No.5). La investigación se llevó a cabo en la finca El Zapotillo, en donde se desarrolló el cultivo piloto del pez chupapiedras.

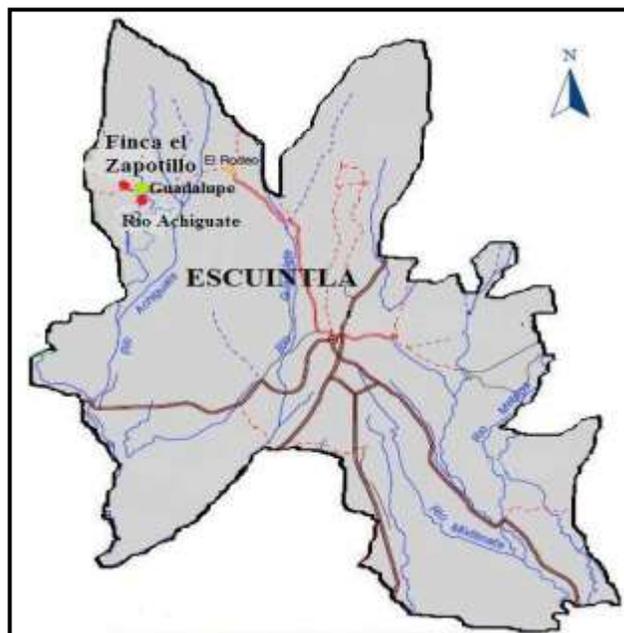


Figura No. 5. Ubicación Geográfica de la finca el Zapotillo, municipio de Escuintla, Escuintla (Mapa Geográfico, 2000)



Figura No. 6. Colecta de organismos en el río Achiguate.
(Trabajo de campo, 2013)

5.1.2 Recintos de evaluación

Estanques de concreto

Se habilitó una piscina de concreto de 6m x 15m x 1.40m de profundidad, que estaba sin uso dentro de la finca, fue utilizado como estanque, se limpió y forró con nylon tipo salinero con protección ultravioleta –UV-, para evitar filtración derivada de varias grietas. Este fue dividido en dos partes, quedando las dimensiones de cada estanque de la siguiente manera: 6m x 7.5m y 1.40m de profundidad. En cada estanque fueron colocados 15 peces chupapiedras (Figura No. 7).



Figura No. 7. Estanque de concreto forrado con nylon UV
(Trabajo de campo, 2013)

Estanque de tierra:

El estanque natural de 8m de diámetro aproximadamente y 1.40m de profundidad, fue vaciado y limpiado, tanto el fondo como su alrededor, ya que tenía sedimento y maleza, se le colocaron piedras en una de las bordas del estanque, y malla en la tubería de salida, para evitar la fuga de los peces, luego fue llenado (Figura No. 8).



Figura No. 8. Estanque natural, antes y después de su limpieza
(Trabajo de campo, 2013)

5.1.3 Tipos de cultivo

Monocultivo: Fue realizado con una misma especie *Awaous banana* diferente de sexos y tamaño promedio de 11cm por pez. En cada estanque recubierto con nylon, se sembraron 15 peces. En ambos sistemas fueron monitoreadas calidad de agua y alimentación al sistema (Figura No. 9).



Figura No. 9 Monocultivo de chupapiedras *A. banana*.

(Trabajo de campo, 2013)

Policultivo: En el estanque de tierra se cultivaron dos especies, 15 peces chupapiedras y 7 peces tepemechín, *Agonostomus monticola*, con la finalidad de aprovechar mejor la columna de agua en el estanque y la abundancia en la alimentación, dejando en la parte superficial al tepemechín y en el fondo al chupapiedras. Similarmente se monitoreo la calidad del agua y la alimentación (Figura No.10).



Figura No. 10. Policultivo de chupapiedras *A. banana* y tepemechín

Agonostomus monticola (Trabajo de campo, 2013)

5.1.4 Fuentes de alimentación evaluadas

Alimento Alternativo: Son alimentos convencionales que tienen aporte nutritivo, generalmente no cubren todos los requerimientos nutricionales de los animales (García, 2012). Los alimentos utilizados fueron: Ensilado de pescado (donado por el M.Sc. Luis Franco); lombricompost y aguacate, alimentos que estuvieron disponibles en la finca, por lo que se consideraron viables de realizar un cultivo de auto gestión (Figura No.11).

- Ensilado: Se utilizó un ensilado químico hecho de vísceras de pescado, en presentación de pellets artesanal (Franco, 2013).
- Lombricompost: Se le llama lombricomposta a la excreta de la lombriz acompañada de los microorganismos que participan en la degradación de la materia orgánica (Miranda, 2005).
- Aguacate: Es uno de los frutos considerado como uno de los alimentos más saludables del planeta, alto en contenido de aceites vegetales como nutrientes que poseen contenido calórico y graso, aportando propiedades antioxidantes. También es rico en vitaminas A, B1, B2, B3, C, E y K, cobre, hierro, fósforo, magnesio, potasio, fibra, proteína y unos benéficos fitoquímicos como el beta-sitosterol, la glutatión y la luteína que ayudan a proteger al organismo contra diversas enfermedades (AquaCuba, 2008).



Figura No. 11. Alimentos utilizados en el cultivo piloto del pez chupapiedras (Trabajo de campo, 2013)

5.1.5 Análisis bromatológico

El análisis de los diferentes alimentos evaluados, se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Edificio M6, ubicado en el Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Figura No. 12), con coordenadas geográficas latitud Norte $14^{\circ}35'04.45''$ y longitud Oeste $90^{\circ}33'17.87''$ a 1485msnm, con temperatura promedio de 22°C con máxima de 25.4 y mínima 15.7°C precipitación pluvial 1300mm y humedad relativa de 78% (Figura No. 12).



Figura No. 12. Ubicación geográfica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala (Google Earth, 2013)

5.1.6 Análisis de calidad de agua:

Los análisis del agua se realizaron en los laboratorios del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, Edificio T14, ubicado en el Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Figura No. 13), con coordenadas geográficas latitud Norte $14^{\circ} 34'57.85''$ y $90^{\circ}33'22.01''$ Longitud Oeste, a 1480 msnm, con temperatura promedio de 22°C , con máxima de 25.4 y mínima de 15.7°C , precipitación pluvial 1300 milímetros y humedad relativa de 78%.



Figura No. 13. Ubicación geográfica del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, Universidad de San Carlos de Guatemala (Google earth, 2013)

5.2 Variables

En el período de estudio, se evaluaron las siguientes variables, tomando como referencia las mencionadas por Tacon (1989).

Variables independientes:

- a. Peso final (g).
- b. Longitud final (cm).
- c. Ancho final (cm).

d. Supervivencia/ mortalidad (%) =

$$S = \frac{P_{ef}}{P_{ei}} * 100$$

Donde: S= supervivencia; Pef= Peces finales; Pei= peces iniciales.

e. Índice de Condición (factor K)

$$\text{Factor K [K = (W * 10^5) / Lstd^3]}$$

Donde: K = es el índice de condición corporal; W es el peso al momento de monitoreo (g); Lstd es longitud estandar del pez en cm (boca al inicio del pedúnculo caudal).

Variables dependientes:

a. Parámetros físico-químicos del agua.

- Temperatura
- Oxígeno

b. Alimentos Evaluados.

- Alimento artesanal y monocultivo: Tratamiento 1
- Lombricompost y monocultivo: Tratamiento 2
- Aguacate y policultivo Tratamiento 3

→ Evaluación del comportamiento alimentario en peces alimentados con pellet artesanal, lombricompost y aguacate: Se utilizó una tabla de cotejo (Mendoza, Montemayor, Verde, y Aguilera, 1997; Franco, 2011). La tabla No. 1 resume las características a evaluar en las diferentes fases de comportamiento del pez en relación al consumo o rechazo de alimento (Franco, 2012).

Cuadro No. 2. Características de las fases de comportamiento alimenticio que presentan los peces en la aceptación, rechazo y consumo de alimentos

Característica	Fases
Atracción	Fase durante la cual los químicos del alimento pueden actuar como atrayentes o repelentes.
Palatabilidad	Fase donde el pez es atraído a consumir el alimento, se evalúa la veracidad o lentitud en el consumo.
Consumo	Fase donde el pez deglute el alimento, luego de ser ingerido, sin rechazo alguno.
Rechazo	Fase donde el pez desecha el alimento, después de haber sido ingerido por efecto físico o químico de los aditivos
Indiferencia	Fase donde el pez no es atraído física o químicamente por el alimento.

Fuente: Mendoza, Montemayor, Verde, y Aguilera, 1997; Franco, 2011

→ Alimento Ofrecido: Características organolépticas y físicas de los alimentos suministrados. Pellet artesanal de pescado, lombricompost y aguacate.

- Olor, agradables o desagradable, al gusto de investigador.
- Jugosidad, contenido de líquidos en el producto o subproducto.
- Color, derivado del fruto procesado en fresco o fermentado,
- Consistencia, características de homogeneidad o heterogeneidad del producto

5.3 Diseño Experimental

5.3.1 Sobrevivencia de captura y siembra:

Se capturaron 85 peces chupapiedras en el río Achiguate, en el municipio de Escuintla, los cuales fueron trasladados a los estanques de la Finca del Zapotillo. No se reportó mortalidad durante la captura y la siembra, demostrando la alta resistencia de la especie. De estos, se cultivaron 45 organismos, distribuidos en subgrupos de 15 peces en tres estanques. Dos en monocultivos de estanques de concreto y un policultivo estanque natural. Para el monitoreo de organismos en cultivo se utilizó la fórmula estadística:

Donde:

n = Tamaño de la muestra.

N= Tamaño de la población

4= Prueba al 95% de confianza

E²= Máximo error posible (10%)

P= Probabilidad de éxito (0.5)

Q= Probabilidad de Fracaso (0.5)

$$n = \frac{4 P*Q*N}{4QP + (N-1) E^2}$$

5.3.2 Muestreo

Peces: Se muestrearon 8 organismos al azar de diferentes puntos de cada estanque. Los muestreos se realizaron cada 15 días, durante los meses de agosto, septiembre y octubre, siendo un total de 5 muestreos. Las variables evaluadas fueron: talla, ancho, peso y se estimó el porcentaje de sobrevivencia.

Calidad de agua: Se monitoreó semanalmente a las 10:00am en los tres estanques la temperatura y el oxígeno. Se utilizó el equipo NOVA 60 serie A y sus diferentes reactivos, reportando la temperatura °C y el oxígeno (mg L⁻¹).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Parámetros físico – químicos de calidad de agua

6.1.1 Temperatura

La temperatura registrada en los estanques utilizados en la investigación, osciló en los rangos para el crecimiento de peces, siendo la temperatura promedio de 25.5°C (figura No. 14). Sin embargo fue en el estanque No. 3 de policultivo (aguacate), que mostró una temperatura de 26.1°C donde los peces tuvieron mejor rendimiento en crecimiento y se observó reproducción. No obstante en el estanque No. 2 monocultivo (lombricompost) la temperatura fue de 25.3°C, ligeramente más baja que la registrada en el estanque con el tratamiento 3. Probablemente esta condición afectó el comportamiento alimenticio de los peces en los tratamientos 1 y 2, donde recibieron pellets artesanales y lombricompost, respectivamente. Sin embargo, en cuerpos de agua natural se reporta la especie *A banana* en rangos de temperatura entre 23° hasta 34°C (Barrantes, Carvajal, y Zanella, 2006), en todos los ambientes evaluados en esta investigación presentaron valores superiores a los 23°C. La Figura No. 14 resume las tendencias de la variable temperatura en los diferentes estanques utilizados en la investigación.

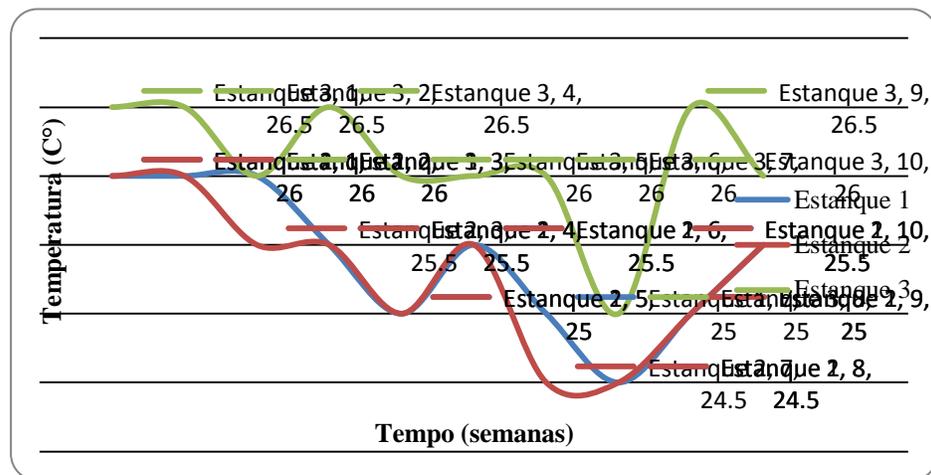


Figura No. 14. Valores de temperatura en estanques del cultivo piloto de *A. banana*

(Trabajo de campo, 2013)

A diferencia de los estanques utilizados para los tratamientos 1 y 2, el estanque con el tratamiento 3 recibió mayor luz solar durante el día, probablemente esta situación afecto positivamente la acumulación de calor, favoreciendo el crecimiento de los peces en general. Para la variable oxígeno, otro factor importante en el cultivo de peces, el valor promedio observado fue de 4.8 mg O₂ L⁻¹ (Figura No. 15), favorable para el crecimiento de peces (Franco, 2013). La concentración de oxígeno no varió en los diferentes estanques en virtud de que siempre existió recambio de agua, siendo una variable que no afecto directamente el comportamiento de los peces. La Figura No. 15 resume las tendencias de oxígeno disuelto de los estanques observados en la investigación.

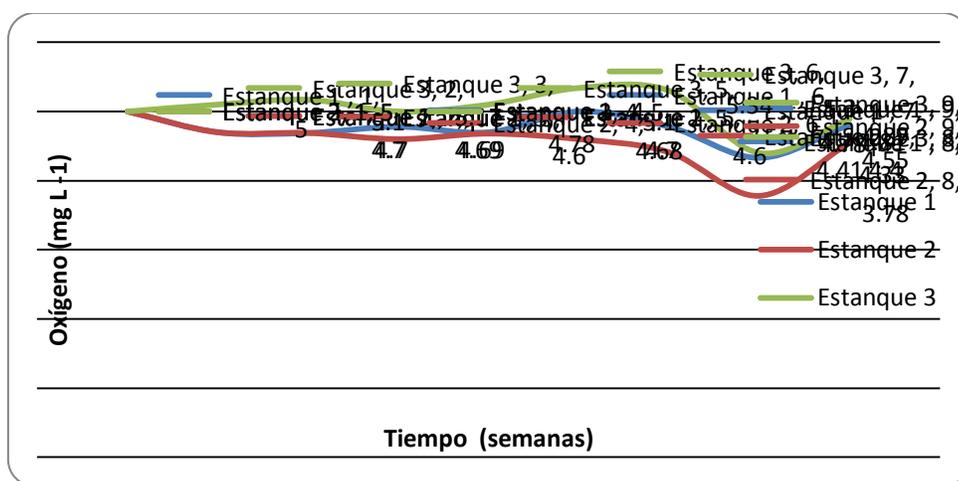


Figura No. 15. Valores de oxígeno en estanques del cultivo piloto de *A. banana* (Trabajo de campo, 2013)

En general, la concentración de oxígeno se mantuvo una tendencia similar entre los estanques de la investigación con la misma tendencia en alzas y bajas de oxígeno, especialmente en los estanques con los tratamientos de lombricompost y aguacate, y ligeramente menor para el estanque en el tratamiento pellets artesanal, el cual mantuvo mayor sombra de árboles, generando autosombra en la producción de oxígeno por fotosíntesis.

Más información sobre las variables temperatura y oxígeno pueden observarse en el Cuadro No. 8 en anexo donde se resumen.

6.2 Características organolépticas y físicas de los alimentos suministrados

En el Cuadro No. 3, se observan las características organolépticas y físicas de los alimentos suministrados a los estanques. El alimento que se proporcionó a los peces estuvo en buenas condiciones, de buena coloración en especial lo que era el aguacate y el lombricompost fueron alimentos frescos. El lombricompost fue poco consumido por los peces, indicando que fue poco atractivo, para el consumo, tal vez mezclado con otro tipo de alimento, hubiera tenido mejor aceptación el alimento.

Cuadro No. 3. Características organolépticas y físicas de los alimentos suministrados en estanques

Características	Pellet artesanal	Lombricompost	Aguacate
Olor	agradable	No tiene olor	Agradable
Color	Pardo - amarillo	Café oscuro	Verde
Consistencia	Dura/crocante	arenoso	Pastoso
Observaciones:	Los alimentos de lombricompost y aguacate, fueron alimentos frescos en tanto que el pellet se presentó en forma seca		

Fuente: Trabajo de campo, 2013.

Tanto el lombricompost como el aguacate se presentaron como alimentos frescos con altos contenidos de agua, a diferencia de los pellets artesanales que se presentaron en forma seca, limitando el consumo directo de partículas grandes por requerir mayor manipulación dentro de la cavidad bucal.

6.3 Comportamiento alimenticio del *A. banana*, hacia las tres fuentes alternas:

Los organismos de *A. banana*, utilizados en la investigación, luego del período de adaptación a los diferentes alimentos evaluados, fueron sometidos a pruebas de aceptación, rechazo de alimento según técnica propuesta por Mendoza y colaboradores (1997), modificada por Franco, 2011. Los diferentes comportamientos fueron registrados y cotejados para evaluación no paramétrica (Cuadro No. 4).

Desde el inicio de la investigación se observó la preferencia de aguacate como alimento alternativo para diversas especies (*A. banana*, *Agonostomus monticola*) ubicadas en el estanque con el tratamiento 3, reportándose altos consumos. Para las tres variables registradas, atracción, palatabilidad y consumo, los organismos alimentados con aguacate mostraron siempre un “alto valor, +++” a diferencia de los organismos alimentados con pellets artesanales y lombricompost que mostraron mayor “indiferencia” a los alimentos, generando menor consumo por razones de atracción y palatabilidad. En ninguno de los tratamientos evaluados se registró rechazo total a los alimentos, siempre hubo un bajo consumo.

Los resultados del estudio bromatológico realizados en la Universidad de San Carlos de Guatemala, muestran que el aguacate contiene 1.49% en proteína cruda; 0.31% en fibra cruda, siendo un alimento con alto valor nutricional por el contenido de ácidos grasos mono y poli insaturados, amino ácidos libres, vitaminas liposolubles (ADEK). Mientras que el pellet artesanal, contenía 23.41% proteína cruda; 7.27% de fibra cruda. Y el lombricompost contenía 8.71% de proteína cruda y 3.86% de fibra cruda (Anexo No. 7).

En relación a los tratamientos con pellets artesanales y lombricompost, los peces mostraron mayor resistencia a consumo, especialmente en el período inicial hasta el día 45 donde se registraron consumos regulares de alimento. Los peces en el tratamiento 1 alimentados con pellets artesanal mostraron jugueteo con el alimento, probablemente por baja palatabilidad asociado a la acidez generada por el ácido orgánico utilizado en la preparación del ensilaje.

En el tratamiento 2 (lombricompost) no se observó rechazo hacia el alimento, pero si poco consumo, es probable que el alimento por ser arenoso y por las características organolépticas y físicas del lombricompost no les fue atractivo.

Cuadro No. 4. Comportamiento productivo del *A. banana*,
ante los 3 tratamientos de alimento

Día	No. Estanque	Tratamiento	Atracción	Palatabilidad	Consumo	Indiferencia
15	1	Pellet artesanal	+	+	+	++
	2	Lombricompost	+	+	+	++
	3	Aguacate	+++	+++	++	---
30	1	Pelet artesanal	+	++	++	++
	2	Lombricompost	+	+	+	+
	3	Aguacate	+++	+++	+++	---
45	1	Pellet Artesanal	++	++	++	++
	2	Lombricompost	++	++	++	++
	3	Aguacate	+++	+++	+++	---
60	1	Pellet artesanal	++	++	++	++
	2	Lombricompost	++	++	+	++
	3	Aguacate	+++	+++	+++	---
Donde: +++ valor alto=++ valor moderad; + valor bajo--- No observados.						

Fuente: Trabajo de campo, 2013.

6.4 Comportamiento productivo de los peces chupapiedras, *Awaous banana* con alimentos alternativos

El peso inicial promedio de los peces ubicados en los diferentes estanques correspondió a 10.67 g; talla promedio de 11.67 cm y ancho promedio de 2.33 cm. El cultivo piloto, se llevó a cabo en un período de 64 días, los tratamientos evaluados fueron:

- Tratamiento 1: Pellet artesanal - Monocultivo.
- Tratamiento 2: Lombricompost - Monocultivo.
- Tratamiento 3: Aguacate - policultivo.

Las variables evaluadas fueron: peso (g), talla (cm), ancho (cm) e índice de condición (k). Para el análisis de resultados estadísticos se corrió un ANDEVA con 95% de confianza y 5% de error. Los resultados del cultivo piloto se muestran en el Cuadro No. 5.

Cuadro No. 5. Estadística descriptiva para las variables peso (g); talla (cm); ancho (cm) e índice de condición (k) entre tratamientos evaluados en peces chupapiedras, *A. banana*.

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	E.E.	Mín	Máx
1,00	Peso (g)	40	13,48	4,08	16,67	0,65	7,00	21,00
1,00	Talla (cm)	40	12,09	1,71	2,93	0,27	8,00	15,00
1,00	Ancho (cm)	40	2,41	0,51	0,26	0,08	1,00	3,00
1,00	IC (k)	40	0,78	0,20	0,04	0,03	0,49	1,37
2,00	Peso (g)	40	10,40	1,24	1,53	0,20	8,00	13,00
2,00	Talla (cm)	40	10,78	1,10	1,20	0,17	8,00	13,00
2,00	Ancho (cm)	40	1,92	0,24	0,06	0,04	1,00	2,00
2,00	IC (k)	40	0,86	0,21	0,04	0,03	0,50	1,56
3,00	Peso (g)	40	108,63	86,68	7512,60	13,70	10,00	244,00
3,00	Talla (cm)	40	18,45	4,54	20,62	0,72	10,00	28,00
3,00	Ancho (cm)	39	5,21	1,90	3,60	0,30	1,70	8,00
3,00	IC (k)	40	1,28	0,64	0,41	0,10	0,34	2,66

Tratamiento 1= Alimento peletizado artesanal
 Tratamiento 2= Lombricompost
 Tratamiento 3= Aguacate

Fuente: Trabajo de campo, 2013.

6.5 Peso

El mayor peso promedio observado fue en los organismos en el tratamiento 3, con 108.62 g, estadísticamente diferente a los pesos registrados para los tratamientos 1 y 2, donde se reportaron pesos promedio de 13.48 y 10.40 g para los tratamientos con pellets artesanales y lombricompost, respectivamente (Cuadro No. 7).

6.6 Talla

El análisis de varianza para la variable talla (cm) evidenció diferencia estadística significativa ($P < 0,0001$), entre los tres tratamientos (Cuadro No.8).

La mayor talla promedio observada en los organismos fue en el tratamiento 3 los que alcanzaron un talla promedio de 18.45cm; seguidos por los organismos en el tratamiento 1 con talla promedio de 12.09 y finalmente los organismos en el tratamiento 2 donde la talla promedio fue de 10.78 cm (Cuadro No. 8).

En la curva de crecimiento para la variable talla (Figura No. 16) para los tratamientos No. 1 y 2 muestra la tendencia exponencial característica de los peces cuando se van desarrollado a lo largo de su vida, según bibliografía consultada, el pez chupapiedras puede llegar a medir hasta 30cm de largo (Lasso- Alcalá, y Lasso, 2008). Sin embargo se observa que en el tratamiento No. 3, la curva sigue en aumento, esto se debe a que el pez aún no había llegado a su límite de crecimiento.

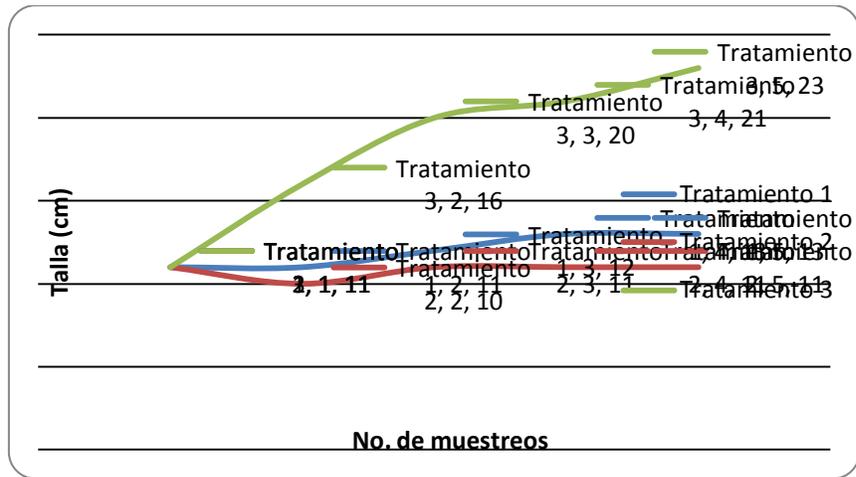


Figura No. 16. Curva de crecimiento del pez chupapiedras (Trabajo de campo, 2013)

Relación talla- peso en *A. banana*

En la Figura No. 17 se muestra la relación talla-peso para la especie *A. banana* bajo las condiciones de esta investigación. La simetría existente entre talla e incremento de peso se presenta en forma exponencial. La mayor acumulación de datos en los intervalos de peso entre 10 y 43 g se registró en los peces alimentados con pellets artesanales y lombricompost, y más dispersos los datos para peces ubicados en el tratamiento 3.

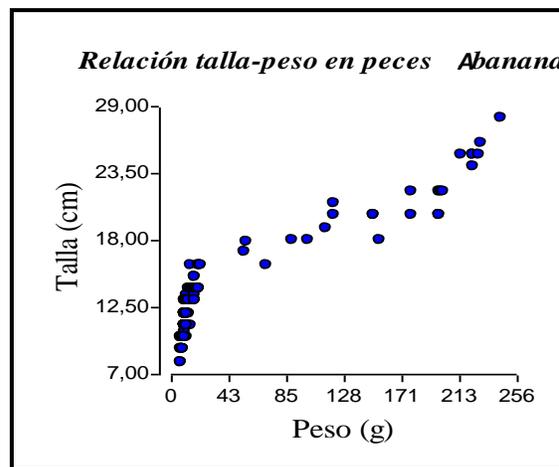


Figura No. 17. Relación talla- peso en peces *A. banana* (Trabajo de campo, 2013)

6.7 Ancho

La forma del pez chupapiedras es la de un triángulo invertido, siendo la cabeza la parte más ancha y la cola más delgada. Se podría decir que tanto el peso, el ancho y el largo están estrechamente relacionados. El análisis de varianza para la variable ancho (cm) evidenció diferencia estadística significativa ($P < 0,0001$) entre los tratamientos, al igual que el test SNK Alfa ($p \leq 0,05$), mostrando que los tratamientos 1 y 2 fueron estadísticamente similares y comparativamente diferentes con los resultados mostrados por los peces en el tratamiento 3 (Cuadro No. 9).

Los peces ubicados en el tratamiento 3 alcanzaron un mayor ancho promedio de 5.21 cm; seguidos por organismos en el tratamiento 2 donde se registró un promedio de 2.41 cm y los menos desarrollados fueron los organismos ubicados en el tratamiento 1 donde el ancho promedio fue de 1.9 cm.

La variable ancho refleja la ganancia de músculo producto del bienestar animal derivado de un buen manejo asociado a la alimentación. Es de notar que los peces chupapiedras son bentófagos, parte de la dieta seguramente fueron heces de peces de otra especie que luego de consumir el aguacate defecaron para ubicar las heces en el fondo del estanque aumentando la disponibilidad de alimento orgánico a los chupapiedras.

6.8 Índice de condición

El índice de condición, se refiere a la relación que hay entre longitud – peso, es usado para interpretar la tendencia de biomasa de los peces de importancia económica. Por lo que se puede establecer la condición o bienestar de las especies a través del mayor peso, a una determinada longitud, presentan una mejor condición influenciada por varios factores, entre ellos el alimento (Cifuentes, et. al., 2013).

Según el análisis de varianza para la variable índice de condición (k), se evidenció diferencia estadística significativa ($P < 0,0001$) entre los tratamientos, al igual que el test SNK Alfa ($p \leq 0,05$), mostrando que los tratamientos 1 y 2 fueron estadísticamente similares y

comparativamente diferentes con los resultados mostrados por los peces en el tratamiento 3 (Cuadro No.10).

El índice de condición que mostró ser mayor que 1 fue el tratamiento 3 de 1.28 k, tratamiento 2 de 0.86 k y el tratamiento 1 de 0.78 k. Valores atípicos con un índice por debajo de 1, indicando que son animales rezagados en crecimiento, si es mayor que 1, es un animal en crecimiento (Cuadro No.15).

6.9 Tasa de Supervivencia

La tasa de supervivencia final para los peces en los diferentes tratamientos fue del 100%, por lo que no se aplicó el estadístico Kruskal-Wallis por mostrar iguales tasas en los tratamientos. Los resultados resaltan la alta capacidad del chupapiedra a condiciones adversas y baja abundancia de alimento natural, condiciones de cultivo en general.

6.10 Caracteres reproductivos de la especie

El ciclo reproductivo que presenta el pez chupapiedras al estar en cultivo de autogestión fueron mimetismo adaptándose a los colores del fondo de los estanques, cambiando de un color pardo claro a un gris oscuro en ambientes rocosos, variando a un pardo manchado (natural) en condiciones de tierra. El gregarismo es un comportamiento observado en organismos jóvenes pero no en adultos maduros, quienes prefieren estar solos, generalmente adheridos a rocas. Al madurar, los organismos de mayor talla son territoriales como salvaguarda de los recintos. Se observó también la reproducción sexual, en el estanque de tierra, ya que escavaron varias cuevas dentro del estanque donde permanecían escondidos con sus crías.

6.11 Comportamiento del *Awaus banana* en diferentes tipos de cultivo

Comportamiento del <i>Awaus banana</i>	
Monocultivo	Policultivo
<ul style="list-style-type: none"> • Chupapiedras • Gregarios • Más activos de noche que de día • Poco consumo de alimento (pellet y lombricompost) • Menor talla y crecimiento. • No reproducción • No hay territorialidad por espacio. • Mimetismo: el fondo de los estanques de concreto, estaban recubiertos con nylon negro, al pasar los chupapiedras a estos estanques, cambiaron su color de pardo a negro oscuros. • Alta tolerancia a la manipulación 	<ul style="list-style-type: none"> • Chupapiedras y Tepemechín • Gregarios y Solitarios • Los chupapiedras de mayor talla y tamaño, son territoriales. Estos poseen una ventosa en la parte ventral con la cual se adhieren a las piedras. Usualmente los de mayor tamaño eligen su propia piedra y están solitarios. Cuando son pequeños y de menor peso, son gregarios y varios pueden estar en una misma piedra. • Más activos de noche que de día • Mayor consumo de alimento (aguacate) • Mayor talla y crecimiento • Reproducción sexual • No hubo mimetismo • Alta tolerancia a la Manipulación.



Figura No. 18. Crecimiento de los chupapiedras en monocultivo y policultivo (Trabajo de campo, 2013)

7. CONCLUSIONES

1. La especie *Awaus banana*, si presenta características biológicas potenciales, para ser utilizadas en sistema de cultivo de autogestión comunitario.
2. Tiene mejor crecimiento y adaptabilidad en policultivos que en monocultivos.
3. Si existe diferencia en el comportamiento alimenticio entre las tres fuentes alternativas de alimento siendo el aguacate el que mostró mayor atracción, palatabilidad y consumo en comparación a los organismos alimentados con pellet artesanal y lombricompost.
4. No se evidenció efecto negativo en la aceptación y tolerancia del alimento como el pellet artesanal, lombricompost y aguacate, Sin embargo el más consumido y más atrayente para el pez chupapiedras fue el aguacate, debido a sus características organolépticas y físico- químicas.
5. Es posible que la especie se reproduzca en situaciones naturales con el agua y alimentación debida.

8. RECOMENDACIONES

1. Validar nuevamente el crecimiento del Chupapiedras bajo condiciones de policultivo con especies de mayor interés comercial, especialmente Tilapia donde pudiera servir como especie depuradora de material orgánico (alimento y heces) provistos para la especie de mayor interés.
2. Continuar evaluando el aguacate como alimento alternativo en otras especies de interés comercial.
3. Potenciar el cultivo de chupapiedras para consumo humano o acuarismo.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Barrantes, L., Carvajal, P., y Zanella, I. (2006). Pez Chupapiedras: Agrupación y fidelidad a sitios de refugio, en río Cerere. *Ambientico* (150), 23.
2. Bussing, W. (2002). *Peces de las aguas continentales de Costa Rica: Lamearena, Awaous banana* [en línea]. Recuperado febrero 15, 2013, de http://books.google.com.gt/books?id=MQPxkdRtaW0C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
3. Ehemann, N. R. (2013). *Awaous macanaolensis Sp Nov. (perciformes: Gobidae) especie endémica de la península de Macanao, isla de Margarita, Venezuela*. Venezuela.
4. Fishbase. (2013). *Fishbase*. Recuperado marzo 8, marzo 2013, de <http://www.fishbase.org/summary/Awaous-banana.html>
5. Franco Cabrera, L. (2012). *Evaluación de extracto de Noni Morinda citrifolia, en el comportamiento productivo de la tilapia nilótica Oreochromis niloticus*: FODECYT 44-2009. Guatemala: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [CONCYT].
6. Franco, L. (13 de marzo de 2013). Información de ensilado de pescado [entrevista]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC].
7. Heras, J. (2013). *Aquaesfera* [en línea]. Recuperado marzo 8, 2013, de <http://aquaesfera.org/Panel/showthread.php/5447-Awaous>
8. Hubbs, C., Edwards, R., y Garret, G. (2008). *Una lista comentada de los peces de agua dulce de texas con claves para la identificación de especies*. Dallas, Texas: Journal os Science.
9. Lasso- Alcalá, O., y Lasso, C. *Fundación La Salle de Ciencias Naturales* [en línea]. Recuperado febrero 16, 2013, de http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-85182007000200008&lng=es&nrm=is
10. Miranda, M. (2005). *Lombricomposta* [en línea]. Recuperado marzo 8, 2013, de <http://alteraccionate.files.wordpress.com/2011/12/manual-de-lombricomposta.pdf>
11. Mowbray, A. (2008). *Wildlife Facts - Yellow river goby* [en línea]. Recuperado mayo 9, 2013, de http://www.fs.usda.gov/detail/elyunque/learning/nature-science/?cid=fsbdev3_042912
12. Musick, J., Harbin, M., Berkeley, S., Burgess, G., Eklund, A., Findley, L., y Wright, S. (2000). Marine, estuarine, and diadromous fish stocks at risk of extinction in North America (exclusive of Pacific salmonids). *Fisheries*, 25 (11), 6-30.

13. Cifuentes, R., Gonzalez, J., Montoya, G., A, J., Ortiz, N., Piedra, P., y Habit, E. (2012). *Relación longitud - peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdiva, Chile)* [en línea]. Recuperado noviembre 8, 2013, de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071765382012000100009&script=sci_arttext
14. Revista de Biología Tropical. (2010). *Gobiidae* [en línea]. Recuperado mayo 9, 2013, de <http://www.redalyc.org/pdf/449/44921017103.pdf>
15. Secretaría de Planificación y programación de la Presidencia [SEGEPLAN] (2000). *SEGEPLAN/DPT* [en línea]. Recuperado marzo 17, 2013, de http://www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_k2&view=item&id=309:plan-de-desarrollo-departamental-esuintla
16. Wilfredo, M. (2007). *Mira Honduras* [en línea]. Recuperado mayo 9, 2013, de http://www.mirahonduras.org/publicaciones/peces_Cangrejal.pdf

10.ANEXO

Semana	Estanque	Parámetros	
		Temperatura (°C)	Oxígeno (mg L-1)
1	1	26	5
	2	26	5
	3	26.5	5
2	1	26	4.7
	2	26	4.7
	3	26.5	5.1
3	1	26	4.69
	2	25.5	4.69
	3	26	5.17
4	1	25.5	4.78
	2	25.5	4.6
	3	26.5	5
5	1	25	4.7
	2	25	4.68
	3	26	5.1
6	1	25.5	5
	2	25.5	4.6
	3	26	5.34
7	1	25	4.78
	2	24.5	4.41
	3	26	5.3
8	1	24.5	4.33
	2	24.5	3.78
	3	25	4.4
9	1	25	4.81
	2	25	4.55
	3	26.5	4.89
10	1	25.5	5.3
	2	25.5	5.1
	3	26	5
Media		25.6	4.8
* Todos los parámetros fueron registrados a las 10:00 am.			

Anexo No. 1. Parámetros de agua de los estanques en período experimental (Trabajo de campo, 2013)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso (g)	120	0,46	0,45	113,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	249481,72	2	124740,86	49,69	<0,0001
Tratamiento	249481,72	2	124740,86	49,69	<0,0001
Error	293700,95	117	2510,26		
Total	543182,67	119			

Test:SNK Alfa:=0,05

Error: 2510,2645 gl: 117

Tratamiento	Medias	n	
2,00	10,40	40	A
1,00	13,48	40	A
3,00	108,63	40	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Anexo No. 2. Resultados estadísticos de ANDEVA para la variable peso (g) (Trabajo de campo, 2013)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Talla (cm)	120	0,58	0,58	20,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1346,26	2	673,13	81,57	<0,0001
Tratamiento	1346,26	2	673,13	81,57	<0,0001
Error	965,54	117	8,25		
Total	2311,80	119			

Test:SNK Alfa:=0,05

Error: 8,2525 gl: 117

Tratamiento	Medias	n	
2,00	10,78	40	A
1,00	12,09	40	B
3,00	18,45	40	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Anexo No. 3. Evaluación del talla (cm), aplicado a los tres tratamientos del A. banana (Trabajo de campo, 2013)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho (cm)	119	0,62	0,62	35,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	247,03	2	123,51	95,92	<0,0001
Tratamiento	247,03	2	123,51	95,92	<0,0001
Error	149,38	116	1,29		
Total	396,40	118			

Test:SNK Alfa:=0,05*Error: 1,2877 gl: 116*

Tratamiento	Mediasn
2,00	1,92 40 A
1,00	2,41 40 A
3,00	5,21 39 B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Anexo No. 4. Evaluación del ancho (cm) del pez *A. banana*, aplicado a los tres tratamientos (Trabajo de campo, 2013)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IC (k)	120	0,23	0,21	41,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,71	2	2,85	17,16	<0,0001
Tratamiento	5,71	2	2,85	17,16	<0,0001
Error	19,46	117	0,17		
Total	25,16	119			

Test:SNK Alfa:=0,05*Error: 0,1663 gl: 117*

Tratamiento	Medias n
2,00	0,78 40 A
1,00	0,86 40 A
3,00	1,28 40 B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

Anexo No. 5. Índice de condición del *A. banana* aplicado a diferentes tratamientos (Trabajo de campo, 2013)