



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA.

EVALUACION EXPERIMENTAL DEL CRECIMIENTO DE *Astronotus ocellatus* (PEZ OSCAR) ALIMENTADO CON DIFERENTES DIETAS, ASI COMO EL ANALISIS ECONOMICO EN SU PRODUCCION

297228

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A N :  
ARMANDO DOMINGUEZ TORRES

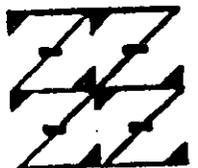
EDUARDO SOTO PEREZ  
DIRECTOR DE TESIS

M. en C. SALVADOR HERNANDEZ AVILES

ASESOR:

M. en C. ANTONIO RODRIGUEZ CANTO

JULIO 2001



LO HUMANO  
ES  
DE NUESTRA REFLEXION



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a la Facultad de Estudios Superiores "Zaragoza", por la formación académica adquirida a través de los estudios de la licenciatura en Biología.

La realización del presente trabajo fue posible gracias al apoyo de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, de sus Instalaciones, equipo y material.

A los distinguidos miembros del jurado M. En C. Ernesto Mendoza Vallejo, Biol. Luis Samuel Campos Lince y a la Biol. Ma. Del Carmen Galindo de Santiago por sus valiosas sugerencias, comentarios y revisión crítica para mejorar y enriquecer el trabajo.

Especial agradecimiento al M. En C. J. Salvador Hernández Avilés, profesor de la Facultad de Estudios Superiores "Zaragoza", por la Dirección de la tesis de licenciatura y por sus valiosas aportaciones al trabajo, así como al M. En C. Antonio Rodríguez Canto, profesor de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, por el asesoramiento de la misma y formación académica.

A la Biol. Ma. Carmen Galindo de Santiago por las aportaciones, sugerencias y asesoría, en la parte estadística del trabajo.

A todos aquellos profesores que de alguna manera ayudaron a contribuir a la realización de este trabajo.

## DEDICATORIA

### A mis padres

José y Carlota quienes me dieron la oportunidad de vivir y de disfrutar de su amor, cariño y apoyo total.

### A mis hermanos

Alfonso, Alejandro, Alfredo, Laura, Alberto y Arturo quienes siempre me han apoyado en la realización de mis metas, mismas que han sido suyas.

### A mis sobrinos

David, Aranza zu, Yeri Kendy, Alfonso, Daini, Alexandra, Valentín, Viridiana, Cristian, Jesús, Amairani, José, Alan, Aldair y Axel por sus ocurrencias y la alegría que me han brindado.

Al Sr. “Don Lupe” por la ayuda y la influencia que ha tenido en mi empresa.

A mis amigos con quienes compartí grandes momentos durante la carrera.

A...

## AGRADECIMIENTOS

*Quiero dedicar este trabajo a mis padres el Sr. Manuel Soto Granados y a la Sra. Leonor Pérez Islas que gracias a su apoyo incondicional y confianza que me brindaron he logrado una de mis metas más importantes de mi vida...*

*A mis hermanas Verónica, Sandra y Maricruz... espero que este logro signifique un sentimiento de orgullo compartido...*

*A mi sobrina Itzel Rodríguez Soto para que este esfuerzo sea un ejemplo de superación en su vida...*

*Al Ing. José Juan Martínez por la gran amistad que compartimos, por su forma de pensar y la manera de ver la vida que siempre me han motivado a superarme...*

*A mis amigos Alfredo, Miroslava y a la pequeña Irlanda... deseo de todo corazón que sigan adelante y que por siempre los acompañe la felicidad...*

*A todos mis amigos que me han escuchado y brindado su apoyo en los momentos difíciles...*

*A Marín por lo importante que es en mi vida y por lo sueños que compartimos... te quiero...*

EDUARDO.

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>PAGINA</b>
INDICE DE FIGURAS	iii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	4
III. BIOLOGIA DE LA ESPECIE	6
III.1. Clasificación taxonómica.	
III.2. Hábitat y distribución geográfica.	
III.3. Características físicas.	
III.4. Hábitos alimenticios.	
III.5. Reproducción.	
III.6. Comportamiento.	
IV. OBJETIVOS	8
IV.1. Objetivo general.	
IV.2. Objetivos particulares	
V. MATERIALES Y METODOS	9
V I.1. Sistema de experimentación.	
VI.2.1. Acuarios de crecimiento.	
VI.2.2. Acondicionamiento de los organismos.	
VI.2.3. Mantenimiento del sistema.	
VI.3. Alimentación.	
VI.3.1. Formulación y elaboración del alimento.	
VI.4. Análisis proximal del alimento.	
VI.5. Registro de datos.	
VI.5.1. Merísticos.	
VI.5.2. Tasa instantánea de crecimiento.	
VI.5.2. Relación peso – longitud.	

- VI.5.3. Factor de condición.
- VI.5.4. Factor de conversión alimenticia.
- VI.5.5. Parámetros Físicos y químicos.

VI.6. Análisis Estadístico.

VI.7. Costos de las dietas.

VI.	RESULTADOS	16
VII.	DISCUSION	28
VIII.	CONCLUSIONES	33
IX.	RECOMENDACIONES	35
X.	LITERATURA CITADA	36
XI.	ANEXOS	41

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	<i>Astronotus ocellatus</i>	7
2	Sistema experimental	10
3	Crecimiento en longitud patrón promedio de <i>A. ocellatus</i> (pez oscar) alimentado con diferentes dietas.	17
4	Crecimiento en peso promedio de <i>A. ocellatus</i> (pez oscar) alimentado con diferentes dietas.	18
5	Diagrama de cajas múltiples con muesca Para la tasa instantánea de crecimiento de <i>A. ocellatus</i> alimentado con diferentes dietas.	20
6	Tasa instantánea de crecimiento de <i>A. ocellatus</i> (pez oscar) alimentado con diferentes dietas.	21
7	Diagrama de cajas múltiples con muesca Para el factor de conversión alimenticia de <i>A. ocellatus</i> alimentado con diferentes dietas.	22
8	Factor de conversión alimenticia de <i>A. ocellatus</i> (pez oscar) alimentado con diferentes dietas.	22
9	Relación peso-longitud de <i>A. ocellatus</i> (pez oscar) alimentado con diferentes dietas.	24
10	Diagrama de cajas múltiples con muesca Para el factor de condición relativo de <i>A. ocellatus</i> alimentado con diferentes dietas.	25

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Resumen del análisis de varianza de una vía para el crecimiento en longitud de <i>A. ocellatus</i> (pez oscar) alimentado con diferentes dietas.	16
2	Resumen del análisis de varianza de una vía para el crecimiento en peso de <i>A. ocellatus</i> (pez oscar) alimentado con diferentes dietas.	18
3	Valores promedio en peso (P) y sobrevivencia de <i>A. ocellatus</i> (pez oscar) alimentado con diferentes dietas.	19
4	Prueba de t-student para evaluar diferencias estadísticas en el tipo de crecimiento de <i>A. ocellatus</i> isométrico $b=3$ , alométricos $b \neq 3$ .	23
5	Relación peso-longitud de <i>A. ocellatus</i> (pez oscar) alimentado con diferentes dietas.	23
6	Factor de conversión relativo de <i>A. ocellatus</i> (pez oscar) alimentado con diferentes dietas.	25
7	Análisis proximal para las diferentes dietas empleadas en el crecimiento de <i>A. ocellatus</i> .	26
8	Costos de las diferentes dietas empleadas en la alimentación de <i>A. ocellatus</i> .	27

<b>ANEXO</b>	<b>INDICE DE ANEXOS</b>	<b>PAGINA</b>
1	Valores promedio de longitud total (cm) de <i>A. ocellatus</i> alimentado con diferentes dietas.	41
2	Valores de la tasa instantánea de crecimiento de <i>A. ocellatus</i> alimentado con diferentes dietas.	41
3	Ganancia en peso promedio (GP) y factor de conversión alimenticia (FCA) en relación a la cantidad de alimento suministrada (AS).	42
4	Promedios de T °C, oxígeno disuelto (mg/l), pH, en el sistema de acuarios a lo largo del experimento.	42

## RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el crecimiento, la condición y conversión alimenticia durante el periodo de cría a talla comercial (aprox. 4 cm.) de *Astronotus ocellatus* (pez oscar) alimentado con cinco dieta, así como el costo de alimentación.

A lo largo del estudio los parámetros físicos y químicos evaluados fueron la temperatura, pH y oxígeno, con valores de  $29^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , un promedio de 8.2 y una concentración de 6 mg/l respectivamente.

Se realizó un análisis de varianza de una vía (ANDEVA) sin registrar diferencias significativas en el crecimiento de los organismos alimentados con alimento vivo y sus combinaciones, con longitudes de 4.6 a 4.8 cm y pesos entre 3.1 y 3.89 g respectivamente. Al realizar el análisis de cajas múltiples con muesca no se encontraron diferencias significativas (aprox.  $p > 0.05$ ) entre las tasas de crecimiento de los organismos alimentados con los diferentes tratamientos, a excepción del alimento elaborado cuya tasa mediana fue de 3.5%.

Para el factor de conversión alimenticia (FCA), los valores que tuvieron menor fluctuación fueron para los organismos alimentados con alimento vivo-comercial y vivo-elaborado, siendo los mejores aprovechados por los peces al requerir una menor cantidad de alimento para ganar un mayor incremento en peso.

El factor de condición relativo (FCR) de los peces que fueron alimentados con la mayoría de las dietas se obtuvieron valores tendientes a 1, con excepción del alimento elaborado, el cual tuvo valores ampliamente fluctuantes, lo que se tradujo en organismos que no aumentaron de peso. La relación peso-longitud de las poblaciones de *A. ocellatus* presentaron un crecimiento de tipo isométrico (pendiente no significativamente diferente a 3). Con excepción de los peces que se les suministro alimento elaborado con el cual se obtuvo una pendiente de 1.21, el cual indica un crecimiento de tipo alométrico negativo.

El análisis químico proximal de los alimentos, muestra que el alimento vivo y sus combinaciones conducen a una mayor crecimiento de los organismos, de lo que se infiere que este tipo de proteína es de fácil digestibilidad y mayor asimilación para el pez.

Finalmente, con base en los resultados obtenidos se concluye que el mejor alimento para el cultivo del *A. ocellatus* es la mezcla de vivo-comercial, ya que con su empleo se obtiene un crecimiento mayor con un costo relativamente bajo.

## I. INTRODUCCION

Uno de los objetivos de la acuicultura es producir la máxima biomasa en el menor tiempo posible y al más bajo costo, para ello es necesario crear las condiciones ambientales óptimas para el organismo, así como proporcionar una alimentación que como mínimo cubra los requerimientos nutricionales (Bernabé, 1980), (Steffens, 1987).

En el caso del cultivo intensivo de peces, el uso de dietas balanceadas representa el 60% de los costos de producción (Bernabé, 1980), en dichas dietas se suministran los requerimientos nutricionales (proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales) necesarios para que los organismos realicen funciones tales como metabolismo, actividades motoras, crecimiento somático y reproductivo (Jobling, 1994). El porcentaje de estos nutrimentos varían para las diferentes especies dependiendo de la edad, talla y sexo con relación al medio acuático (Hepher, 1993), (Church et al., 1995).

La proteína es un nutriente esencial, en las dietas de los peces, por ser la principal fuente de energía empleada en el metabolismo (Cowey, 1975), además de que representa un componente básico para su mantenimiento y crecimiento (Bernabé, 1980), por lo que debe estar presente en la cantidad y calidad idóneas (Olvera, 1994).

El valor nutritivo de las proteínas depende del contenido y proporción de los aminoácidos que las forman (Hegedus, 1988). Durante el proceso de digestión cuando las proteínas son hidrolizadas en gran parte por la actividad enzimática en el estomago e intestino delgado, los aminoácidos son absorbidos y utilizados en la síntesis de proteínas que requiere el pez para el mantenimiento y formación de tejidos (Olvera, 1994). Una deficiencia o baja digestibilidad de la fuente proteica causan un pobre crecimiento y por consiguiente se ve afectada la rentabilidad del cultivo (Halver, 1972).

La formulación de una dieta se basa en el conocimiento de los hábitos alimenticios y los requerimientos nutricionales de la especie en cultivo, todo ello con la finalidad de determinar los porcentajes de cada nutrimento que contendrá la dieta, así como la forma final del alimento, la cantidad y calidad de las materias primas necesarias para su elaboración.

En la elaboración de cualquier alimento se debe tomar en cuenta las características físicas y organolépticas finales del mismo. Algunas de ellas son: la forma, el color, la textura, el tamaño, el tiempo de estabilidad en el agua, la flotabilidad y la palatabilidad. Finalmente es importante contemplar los costos de cada ingrediente, así como el tipo de procesamiento requerido en la elaboración del mismo (Dorado, 1996).

La utilización de dietas no acordes a los requerimientos nutricionales del pez, con una formulación incorrecta y la pérdida de uno o más nutrimentos durante la elaboración de las mismas, así como un inadecuado manejo de las condiciones de almacenamiento, son factores que en conjunto producen deficiencias metabólicas en el desarrollo de los peces, originando enfermedades y afectaciones en su crecimiento y capacidad reproductora (Hepher, 1993); (Jobling, 1994).

Actualmente existen diversos trabajos sobre elaboración de dietas para peces (Yang y Yen, 1993), (Watanabe y Kiron, 1994), de los cuales, la mayoría de los estudios que se realizan sobre el tema, se han enfocado por razones obvias a las especies de consumo humano, y son escasos aquellos sobre el cultivo de especies con otros fines, como lo es el ornamental, a pesar de que su cultivo ha tomado auge sobre todo en las comunidades rurales de varios países, como en el noroeste de Brasil, la cual ha sido productiva durante los últimos 50 años, actividad que representa alrededor del 60 por ciento del ingreso local (FAO, 1999). En tanto que en el sudeste asiático, en países como Singapur y Filipinas se producen aproximadamente el 80 % de los peces ornamentales de agua dulce a escala mundial. Según Bernabé (1980), en Florida Estados Unidos el cultivo de peces ornamentales representa 200 000 estanques que cubren una área de 2400 a 3200 hectáreas, con una producción semanal de 4 millones de peces. Las actividades de cultivo emplean aproximadamente 300 personas y benefician indirectamente a 1500 familias.

En el caso de México, el cultivo de peces de ornato se ha intensificado en los últimos 30 años convirtiéndose en una verdadera opción para la diversificación de las actividades productivas en el campo mexicano (Camponuevo, 2000), sólo en el Estado de Morelos existen 42 granjas registradas (Crespo, 1994), a los que se suman 41 que operan en los estados de Tlaxcala, Jalisco, Nayarit, Tamaulipas, Quintana Roo y Yucatán. Para García (2000) el cultivo de peces de ornato en el estado de Morelos, es una actividad productiva reciente, comparada con las estrategias acuícolas basadas en el cultivo de tilapia y langostino. Sin embargo, a pesar de que en México dicha actividad se ha incrementado, la producción nacional se destina prácticamente para consumo interno, por lo que es importante considerar que a medida que se mejoren las biotecnologías de cultivo de cada especie, se incrementará la producción con la finalidad de que los piscicultores obtengan un mayor beneficio económico (Hernández y Soriano, 1992).

En la mayoría de los casos, cada granja con sus recursos disponibles instrumenta o sigue de manera empírica la estrategia de alimentación (alimento vivo, balanceado o mezclas) que considera apropiada según la especie cultivada; por consiguiente la nutrición y el alimento son factores limitantes en la optimización de esta actividad. Por ello, es importante realizar estudios encaminados al desarrollo de biotecnologías que incluya el uso de dietas adecuadas, que contemplen los requerimientos nutricionales de los organismos en cultivo.

Según Luna y Hernández (1997), las especies de ornato de importancia económica que se cultivan en México, son: *Pterophyllum scalare* (pez angel), *Astronotus ocellatus* (pez oscar), *Carassius auratus* (carpa dorada), *Poecilia reticulata* (guppy) y *Poecilia shenops* (molinesia). De las especies anteriormente mencionadas, *A. ocellatus* (pez oscar), posee un alto valor comercial en México, ya que es una especie que tiene una gran demanda en el mercado. De acuerdo con Petrovicky (1990) requiere alimento vivo para las primeras etapas de desarrollo, particularmente en la fase de alevín a juvenil. Sin embargo, el uso de alimento vivo incrementa los costos de su cultivo, ya que tiene un precio elevado, debido a que su producción no es uniforme durante el año. Aunado a esto Hopher (1991) menciona que los alimentos vivos no siempre satisfacen de manera óptima los requerimientos nutricionales de los peces a lo largo de su crecimiento. Por lo anterior, en el cultivo de esta especie, como en muchas otras, es importante la elaboración de dietas balanceadas que suplan o se complementen a los alimentos vivos, con la finalidad de ofrecer una dieta acorde a las necesidades nutricionales y con un costo accesible, produciendo organismos más saludables y una mayor rentabilidad de los proyectos (Dorado, 1990).

El manejo empírico que se ha llevado a cabo en el cultivo de la mayoría de las especies de ornato de importancia económica en México, trae como consecuencia que actualmente las granjas no operen al 100 % de eficiencia, lo que hace necesario el desarrollo de biotecnologías de cultivo en todas sus áreas, sobre todo en temas de nutrición, conocimiento indispensable para lograr la optimización de esta actividad. Por ello, en el presente trabajo se propuso una dieta experimental que complementara o supliera al alimento vivo en el cultivo de *A. ocellatus* con el propósito de mejorar su rentabilidad, para ello fue necesario realizar una evaluación del crecimiento, condición y conversión alimenticia de los organismos empleando cinco dietas diferentes.

## II. ANTECEDENTES

Algunos experimentos realizados sobre la evaluación del crecimiento en peces de ornato, mediante el uso de alimentos vivos y alimentos comerciales, muestran que en la mayoría de los casos la adición de alimento vivo en la alimentación favorece a un mayor crecimiento de los peces.

Hernández y Soriano (1992), realizaron un análisis experimental sobre el crecimiento de *Carassius auratus*, utilizando alimentos balanceados de uso comercial y alimento vivo, *Daphnia pulex*. Al término del estudio, se registraron promedios finales de peso para los alimentos comerciales de 1.4 g y 1.5 g, mientras que para el alimento vivo de 3 g. El porcentaje de peso ganado fue de 600, 552 y 1264 % respectivamente. No se presentó mortalidad de peces, además no se encontraron diferencias significativas entre los alimentos comerciales, a pesar de existir una diferencia de 13% en la concentración de proteína, de tal manera que el crecimiento fue similar. Con respecto al alimento vivo, se observó un mejor aprovechamiento para el crecimiento de los peces, llegando a la conclusión que el uso de este alimento es altamente recomendable para la alimentación de las crías y para la elección de lotes de peces con fines de selección para reproductores.

Otro estudio realizado por Degani (1993), sobre el efecto en el crecimiento de *Pterophyllum scalare* (pez angel) empleando diferentes densidades poblacionales y composiciones de dietas. Muestra que no existieron diferencias significativas en el crecimiento de los organismos alimentados con dietas que contenían el 37%, 41%, y 47% de proteínas. Sin embargo, con la adición de alimento vivo, *Artemia sp.* en las diferentes dietas incrementan significativamente la velocidad del crecimiento, especialmente en aquellas que contenían un alto contenido proteico.

Luna y Figueroa (1999), realizaron un estudio sobre la evaluación del crecimiento de *Cichlasoma istlanum* empleando una dieta combinada de alimentos vivos *Daphnia pulex* (53.57 % proteína; 19.3% grasa; 4.1% carbohidratos) y *Culex quinquefasciatus*, larva de mosquito (42.59%; 10.69%, 7.68%) en una relación de 75 % y 25% respectivamente, así como un alimento comercial Pedregal Silver Cup (40%; 5%; 30%). Los resultados muestran que los valores del incremento en peso, la longitud total y la longitud patrón fueron los mayores en los organismos alimentados con la mezcla de alimentos vivos, dichos resultados permitieron observar una clara ventaja de crecimiento en los peces nutridos con pulga de agua y larvas de mosquito. Llegando a la conclusión, de que la razón de lo anterior, se debe posiblemente al mejor balance nutritivo del alimento vivo o a la menor digestibilidad de los ingredientes del alimento comercial.

Los estudios que existen sobre *A. ocellatus* (pez oscar) están referidos principalmente a su morfología y comportamiento (Winemiller, 1990), (Beeching, 1995); afectaciones por enfermedades (septicemia bacteriana) (Soltani, Mirzargar y Abrahamzadeh, 1988); fisiología (Almeida y Ducan, 2000); descripción de sistema nervioso (O'Marra-Shana McCormick-Catherine, 1999); reproducción (Grier, 1981) y aspectos de distribución geográfica (Fury y Morello, 1994). En tanto que los estudios sobre nutrición son escasos. Únicamente se encuentra registrada una nota preliminar en el cultivo de alevines de *A. ocellatus*, utilizando tres diferentes dietas en la estación piscícola "Valdemar C. De Franca" (Maranguape, Ceara, Brazil). La

### III. BIOLOGIA DE LA ESPECIE

#### III.1 CLASIFICACIÓN TAXONOMICA

De acuerdo al criterio de Griffioen (2000) la especie se clasifica de la siguiente manera:

Reino : Animal  
Phylum: Chordata  
Clase: Actinopterygii  
Orden: Perciformes  
Suborden: Labroidi  
Familia: Cichlidae  
Genero: Astronotus  
Especie: *Astronotus ocellatus* (Agassiz 1831)

#### III. 2. DISTRIBUCION GEOGRAFICA

*A. ocellatus* (pez oscar), se encuentra en las cuencas del río Amazonas, río Orinoco, río Paraguay y río Paraná (Kullander, 1986). Alrededor de los años 50's el pez oscar fue introducido en Estados Unidos y actualmente en este país, se encuentra distribuido en los canales y pequeños reservorios de agua en la parte sur de Florida, específicamente en los condados de Broward, Collier, Dade, Glades, Monroe y Palm Beach, incluyendo diferentes áreas de Everglades National Park (McCann, Arkin y Williams 1996).

El pez oscar, prefiere aguas con pH ligeramente ácido (6.5 a 7.0), sin embargo, tolera perfectamente aguas alcalinas con un valor de 8.0, la tolerancia térmica oscila dentro de un intervalo de 22 °C a 28 °C (Favré, 1994). Es una especie que no tolera temperaturas inferiores a los 20 °C, según Shafland y Pestrak (1983) reportan que a temperaturas inferiores a los 12.9 °C son letales para la especie. En cuanto a la concentración de oxígeno el pez oscar en su hábitat natural esta adaptado para vivir en condiciones con bajas concentraciones de oxígeno (por debajo de los 5 mg/l) (West, Bailey y Almeida, 1999).

#### III. 3. CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

El pez oscar tiene un cuerpo comprimido lateralmente, con una forma casi elíptica, es decir que tanto la parte dorsal como la ventral son similares. Las aletas dorsal y anal son amplias y las ventrales son propias de la familia Cichlidae; posee ojos saltones, boca de gran tamaño y mandíbulas protuberantes. La coloración es variada y principalmente esta en función de la edad, tamaño, genética del animal y a la alimentación, pero la mayoría poseen una coloración verde oscuro a negro, con manchas de color rojo o naranja en la parte central del cuerpo. Comparativamente, no existe dimorfismo sexual (Blanco, 1999), (Gracyalny, 1996). En la base de la aleta caudal tiene un enorme punto u "ocello" generalmente bordeado de color rojo o naranja intenso, rasgo característico de la especie (Page y Burr, 1991), (Figura 1).



FIG. 1 *Astronotus ocellatus*

#### III. 4. HABITOS ALIMENTICIOS

El pez oscar es carnívoro con preferencias de presas vivas como: peces, gusanos de tierra, insectos y en cautiverio acepta carne de pescado, de res o de pollo (Petrovicky, 1990). Sin embargo Fury y Morello (1994) lo clasificaron como omnívoro, después de encontrar restos vegetales como el segundo componente más abundante en su tracto digestivo.

#### III.5. REPRODUCCION

El pez oscar es sexualmente maduro cuando alcanza una talla aproximada de 12 cm. Una vez alcanzando dicha talla, tanto hembras como machos seleccionan su pareja. Posteriormente, se inicia el cortejo y ambos limpian un sitio provisto generalmente de rocas con superficies planas. Concluido el desove, los padres ocultan los huevos entre la arena y grava, los cuales son de color blanco y miden aproximadamente de 1.5 a 2 mm, al cabo de tres a cuatro días, los huevos eclosionan y los alevines son transportados entre un refugio de grava formado por los padres (Griffioen, 2000). Los alevines están poco desarrollados tras la eclosión y poseen un saco vitelino que consumen en cinco días, los peces juveniles son alimentados y resguardados por los progenitores hasta una edad de 15 días, posteriormente nadarán libremente para buscar su propio alimento (Petrovicky, 1990).

#### III. 5. COMPORTAMIENTO SOCIAL

*A. ocellatus* es una especie extremadamente territorial, aceptando a su lado sólo a su pareja, (Blanco, 1990). Frecuentemente una disminución de la coloración es debido a una expresión de temor a causa del ataque de predadores u otros oscars, de manera contraria cuando presenta un aumento en la intensidad del color es un comportamiento asociado con la defensa cuando el pez se ve amenazado por agresores potenciales (Gracyalny, 1996), (Beeching, 1995).

## **IV. OBJETIVOS**

### **IV.1. OBJETIVO GENERAL**

- Analizar experimentalmente el crecimiento, la condición y la conversión alimenticia de la etapa de cría a la talla comercial aproximada de 4 cm de *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1829) alimentado con cinco dietas diferentes así como el estudio de costos del cultivo.

### **IV. 2. OJETIVOS PARTICULARES**

- Comparar, el crecimiento en longitud, el incremento en peso, la tasa instantánea de crecimiento, el factor de conversión alimenticia, la relación peso-longitud y el factor de condición de los organismos, para cinco dietas diferentes en la alimentación de *Astronotus ocellatus*.
- Determinar el análisis proximal de cada una de las dietas.
- Evaluar los costos de cada una de las dietas.

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento tuvo una duración de 40 días, tiempo necesario para que los organismos alcanzaran la talla comercial.

### **V 1.1. Sistema de experimentación.**

En un acuario de 180 l con una temperatura de  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  controlada con un termostato y con aireación constante, se colocaron 225 organismos con una edad aproximada de 30 días de eclosión, posteriormente se realizó la selección de los ejemplares registrando su peso y longitud patrón para colocarlos en los acuarios de crecimiento. La cantidad de organismos considerada para el diseño experimental se adecuó a las dimensiones de los acuarios con que se contaba, a manera de que el espacio no fuera una limitante para el crecimiento.

#### **V 1.1.1. Acuarios para crecimiento.**

Para la evaluación del crecimiento se colocaron tres repeticiones por dieta, requiriendo un total de 15 acuarios de 60 x 40 x 40 cm, en los cuales fueron colocados aleatoriamente 15 organismos por acuario, (fig. 2).

#### **V 1.1.2. Acondicionamiento de los organismos**

El acondicionamiento de los organismos en los acuarios de crecimiento, se llevo a cabo con agua libre de cloro, a la que se le aplicó una solución concentrada de tiosulfato de sodio (1 gota/1 l) y como preventivo de enfermedades se empleo azul de metileno y verde de malaquita en solución concentrada (1 gota/2 l).

#### **V 1.1.3. Mantenimiento del sistema**

Los 15 acuarios utilizados se mantuvieron con una filtración constante mediante un filtro de esponja, una temperatura de  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  utilizando un termostato automático. La limpieza se llevó a cabo diariamente, retirando las heces y el alimento remanente mediante sifoneo.

### **V 1.2. Alimentación.**

Los organismos se alimentaron con 5 dietas diferentes constituidas de la siguiente manera:

1. Alimento vivo tubifex (AV).
2. Alimento comercial wardley para ciclidos (AC).
3. Alimento elaborado (Planta Experimental Acuicola de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa).
4. Una combinación de alimento vivo-comercial (VICOM) en una proporción de (3:1). (75%-25%).
5. Una combinación de alimento vivo-elaborado (VIELA) en una proporción de (3:1).

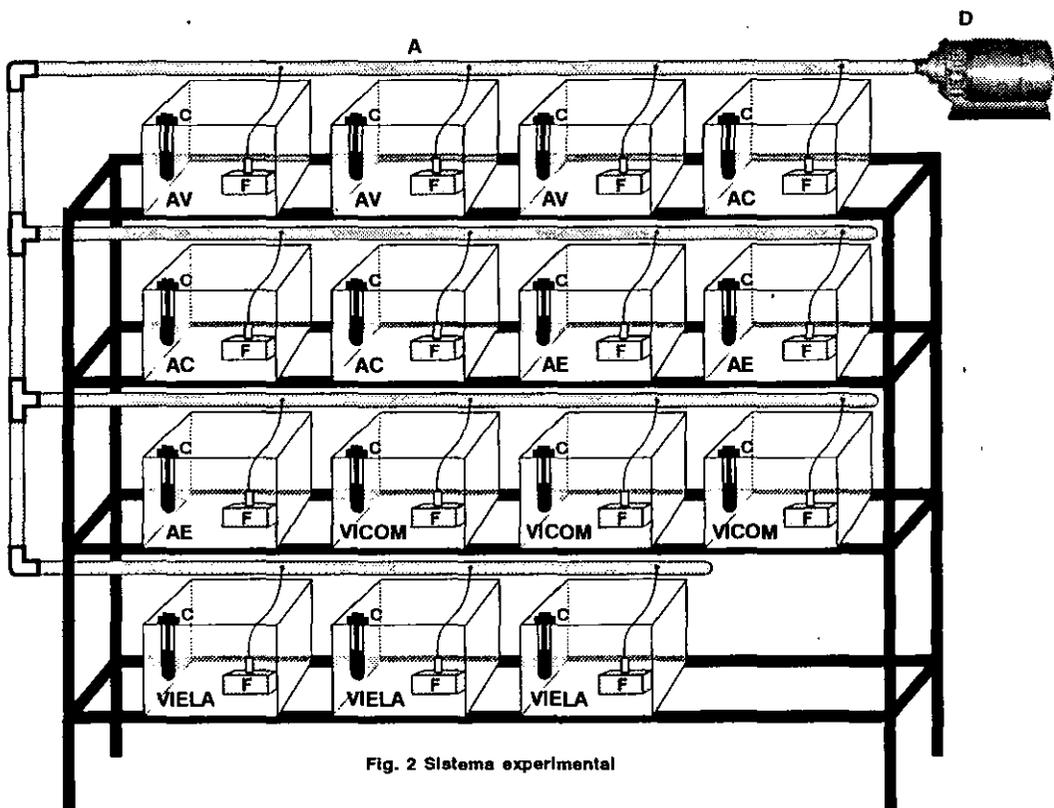


Fig. 2 Sistema experimental

C= Termostato

F= Filtro de esponja

A= Sistema de aireación

D= Compresor

AV= Control Alimento vivo

AC= Control Alimento comercial

AE= Control Alimento elaborado

VICOM= Control Alimento vivo comercial

VIELA= Control Alimento vivo elaborado

Con la finalidad de que los organismos aceptaran las dietas artificiales se les sometió a ayuno durante 24 hrs., ya que el pez oscar prefiere alimentos vivos durante las primeras etapas de su desarrollo (Cubillas, 1996).

Antes de realizar el presente estudio, se llevó a cabo un experimento preliminar que duró 15 días en el que se suministró una ración de alimento del 10% de la biomasa promedio total por acuario. Posteriormente, como se observó que dicha ración no fue suficiente para que los organismos cubrieran sus necesidades metabólicas, se modificó la cantidad aumentándola a un 25%, la cual se suministró en dos exposiciones. La primera se suministró por la mañana, la cual representó dos terceras partes y la segunda por la tarde la cual representó una tercera parte.

El cálculo de la cantidad de alimento se determinó mediante el incremento en peso diario de los organismos utilizando la tasa instantánea de crecimiento, realizándose un ajuste de la cantidad del alimento cada cuatro días.

$$W_t = W_o e^{kt}$$

Donde:  $K = F/S$  (Everhart and Youngs, 1989)

$$S = \frac{\text{alimento en Kg por acuario}}{\text{Biomasa en Kg por acuario}}$$

Donde:

- Wt: incremento en peso.
- Wo: peso inicial.
- k: constante de crecimiento.
- t: tiempo.
- F: ración alimenticia (25%).
- S: factor de conversión alimenticia.
- e: constante de Euler

### V 1.2.1 Formulación y elaboración del alimento.

La formulación del alimento se realizó utilizando una hoja de cálculo diseñada *exprofesso* (Olvera, 1994), que permite el balance del contenido proteico, lipidico y de carbohidratos, de igual manera y tomando en cuenta lo anterior determina los porcentajes de los ingredientes elegidos para la elaboración de la dieta. Una vez corrido el cálculo para producir un kilogramo de alimento, se obtuvieron los siguientes:

- a. Como fuente de proteína: harina de pescado 429 g.
- b. Como fuente de lípidos: aceite de pescado 23.6 g y aceite de maíz 60 g
- c. Como fuente de carbohidratos hidromicibles: almidón 261 g.
- d. Como fuente de carbohidratos no hidromicibles: alfa celulosa 215 g.

Finalmente como elementos complementarios se obtuvo lo siguiente:

- a. Premezcla de vitaminas: Prenatal Wythe 10g.
- b. Premezcla de minerales: Prenatal Wythe 10g
- c. Ligante: Carboximeil celulosa 30 g.

La elaboración del alimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Planta Experimental Acuícola de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa, basándose en una técnica de (Olvera, 1994), la cual comprendió los siguientes pasos:

Inicialmente se pesaron todos los ingredientes (harina de pescado, aceite de pescado, aceite de maíz, almidón, alfa celulosa, premezcla de vitaminas y minerales y carboximetil celulosa) mediante una balanza analítica con precisión 0.01 g, adicionando un excedente 15% de cada ingrediente para evitar pérdidas durante la preparación.

Para favorecer la incorporación de carbohidratos hidromiscibles (almidón) para los organismos, se colocó en un vaso de precipitados y se precocinó en una parrilla eléctrica agregando pequeñas cantidades de agua hasta obtener un engrudo.

Enseguida en una mezcladora Hobart se agregó el almidón previamente procesado en pequeñas raciones con el resto de los ingredientes hasta obtener una mezcla homogénea, asegurando de esta manera una distribución uniforme de los ingredientes en el alimento.

La mezcla homogénea se colocó en un molino de carne marca Kitchen-Aid para compactarlo en forma de pellets.

Posteriormente para eliminar el exceso de humedad del alimento, se lleva a cabo un proceso de secado en una estufa a una temperatura de 40 °C durante 48 hrs. Finalmente se dejó enfriar durante una hora dentro de la estufa para evitar que absorbiera agua a la hora de envasarlo.

### **V 1.3. Análisis proximal de cada una de las dietas.**

Con la finalidad de poder establecer una comparación de los porcentajes de los nutrientes de las diferentes dietas se realizó un análisis químico proximal de cada una de ellas, en el Laboratorio de Análisis Químicos para Alimentos en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Nutricional Animal. El Análisis químico inmediato se realizó mediante el método A.O.A.C QUIMICO PROXIMAL.

### **V 1.4.Registro de datos.**

#### **V 1.4.1. Merísticos.**

El registro de los datos de peso y longitud patrón se realizó cada cuatro días, tomando al azar un total de 5 organismos por acuario de todas las repeticiones de cada una de las dietas. Los cuales fueron pesados individualmente con una balanza analítica (precisión 0.01), mientras que para medir la longitud patrón se utilizó un vernier (precisión 0.01 cm).

#### V 1.4.2. Tasa de crecimiento.

Para determinar el porcentaje diario de incremento en peso se empleo la tasa instantánea de crecimiento (TIC), un estimador efectivo para evaluar la influencia de las diferentes dietas empleadas en el crecimiento del pez oscar.

Para determinar la tasa instantánea de crecimiento de los organismos se utilizó la siguiente ecuación:

$$TIC = \frac{\ln W_{t_2} - \ln W_{t_1}}{t_2 - t_1}$$

(Everhart y Youngs, 1989)

Donde:

- Ln = logaritmo natural
- W<sub>t<sub>1</sub></sub> = peso promedio tiempo 1
- W<sub>t<sub>2</sub></sub> = peso promedio tiempo 2
- t<sub>1</sub> = tiempo 1
- t<sub>2</sub> = tiempo 2

#### V 1.4.3. Relación peso-longitud.

El crecimiento esta ligado a la magnitud de cambio del peso y la longitud, y al mismo tiempo con la forma o figura de un organismo, dicha relación revela una curva de tipo exponencial cuya pendiente es diferente entre las diferentes especies. El valor de esta pendiente es sensible a la variabilidad del peso y particularmente de la longitud, por ello con la finalidad de determinar el tipo de crecimiento de los organismos (isométrico b=3 o alométrico b≠3) fue necesario obtener la relación peso-longitud empleando la siguiente expresión:

$$W = a(L_p)^b$$

(Weatherley y Gill, 1987).

Donde:

- W = peso total
- L<sub>p</sub> = longitud patrón
- a = Ordenada al origen
- b = Pendiente.

#### V 1.4.4. Factor de condición relativo.

Para determinar el factor de condición relativa (FCR) se debe calcular primero la relación peso-longitud para cada grupo. El FCR se obtiene de la siguiente manera:

$$K_n = W/\bar{W}$$

(Weatherley y Gill, 1987)

en donde:

$K_n$  = Factor de condición relativo.

$W$  = Peso observado.

$\hat{W}$  = Peso estimado de la relación peso-longitud.

#### V 1.4.5. Factor de conversión alimenticia.

En términos generales el factor de conversión alimenticia (FCA), es definido como la cantidad de alimento convertida en peso del pez.

Con el propósito de determinar la eficiencia con que los organismos aprovecharon las diferentes dietas que se suministraron durante el experimento, se calculó el factor de conversión alimenticia mediante la siguiente ecuación:

$$FCA = \frac{\text{Peso de alimento g / acuario}}{\text{Incremento en peso g / acuario}}$$

(Parker, 1987)

Para conocer el factor de conversión alimenticia fue necesario obtener la cantidad promedio de alimento de las diferentes dietas suministrado a los organismos y dividirla por el incremento en peso de los mismos cada cuatro días.

#### V 1.4.6. Registro de los parámetros físicos y químicos.

Cada cuatro días se registró la temperatura del agua (°C) y la concentración del oxígeno (mg/L) con un oxímetro (YSI model 57;  $\pm 1.0$  °C, 0.1 mg/L) y el pH con un potenciómetro digital (conductronic pH 10,  $\pm 0.01$ ).

#### V 1.5. Análisis estadístico.

Para determinar si existieron diferencias entre el crecimiento de los organismos con respecto a las diferentes dietas, se realizó un análisis de varianza de una factor en el diseño completamente aleatorio (ANDEVA), para los datos obtenidos de peso y longitud de cada uno de los muestreos se probaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Posterior al ANDEVA para determinar que tratamiento o tratamientos fueron diferentes se utilizó la prueba de Bonferroni (Devore y Peck, 1986). Dicho análisis se realizó en el programa Stata (versión 6).

Se empleo el análisis exploratorio de datos, mediante la técnica de diagramas de cajas múltiples con muesca propuesta por Tukey (Salgado, 1992) y se aplicó en los datos obtenidos del factor de conversión alimenticia, la tasa instantánea de crecimiento y factor de condición relativo de las diferentes dietas, para ello se utilizó el programa statgraphics (versión 5). Según Velleman y Hoaglin (1981) Las muescas en los diagramas de caja definen un intervalo de confianza alrededor de la mediana que ha sido ajustada para hacer apropiada la comparación de dos cajas. Si los intervalos de dos cajas no se traslapan, con una confianza aproximada del 95% las dos medias poblacionales son diferentes.

Se realizó un análisis de regresión para observar la relación peso-longitud de los organismos a través del tiempo, mediante el programa statgraphics (versión 5). Posteriormente se utilizó una prueba de "t" de Student (Marques, 1991) para probar si la pendiente de la relación peso-longitud era igual o diferente de tres y determinar el tipo de crecimiento de los organismos (isométricos,  $b = 3$  o alométricos,  $b \neq 3$ ).

#### **V 1.6. Análisis de costos para las dietas.**

Para obtener el costo del alimento suministrado a los organismos según las diferentes dietas, se estimó el precio por kilogramo de cada una de ellas y se calculo la cantidad de alimento suministrado a los peces al final del experimento. Posteriormente el costo final en pesos se obtuvo con base a la proporción de alimento consumida de cada una de las dietas.

## VI. RESULTADOS

En términos generales, a lo largo del período de estudio las condiciones ambientales en el sistema experimental se mantuvieron estables (anexo 4), con los siguientes valores promedios: temperatura  $29 \pm 1^\circ\text{C}$ ; oxígeno disuelto 6.0 mg/l, y un pH de 8.2, los cuales se consideran adecuados para el pez oscar (Petrovicky, 1990). Bajo estas condiciones se obtuvieron los siguientes resultados para las siguientes determinaciones.

### CRECIMIENTO EN LONGITUD

A lo largo del período de estudio, se evaluó la longitud patrón de los organismos alimentados con el alimento vivo (AV) y sus combinaciones: vivo-comercial (VICOM) y vivo-elaborado (VIELA), no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) de acuerdo con el análisis de varianza de una vía. De la misma manera, no se encontraron diferencias entre las longitudes patrones de los organismos alimentados con las dietas VICOM y VIELA. Mientras, que si se registraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre el crecimiento de los organismos alimentados con el alimento comercial (AC) con respecto al AV y sus combinaciones a partir del séptimo muestreo. En tanto que los organismos alimentados con la dieta elaborada (AE) presentaron diferencias con respecto al AV desde el segundo muestreo, y con el resto de las dietas del tercer muestreo en adelante (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Resumen del análisis de varianza de una vía para el crecimiento en longitud patrón de *Astronotus ocellatus* (pez Oscar) alimentado con diferentes dietas.**

CONTRASTE	MUESTREO								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
AV-AC							**	**	**
AV-AE		**	**	**	**	**	**	**	**
AV-VICOM									
AV-VIELA									
AC-AE			**	**	**	**	**	**	
AC-VICOM							**	**	**
AC-VIELA							**	**	**
AE-VICOM			**	**	**	**	**	**	**
AE-VIELA			**	**	**	**		**	**
VICOM-VIELA									

\*\* = Diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

AV= Alimento vivo  
AC= Alimento comercial

AE= Alimento elaborado  
VICOM= Alimento vivo+comercial

VIELA=Alimento vivo+elaborado

**Cuadro 2. Resumen del análisis de varianza de una vía para el peso de *A. ocellatus* (pez Oscar) alimentado con diferentes dietas.**

CONTRASTE	MUESTREO								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
AV-AC							**	**	**
AV-AE		**	**	**	**	**	**	**	**
AV-VICOM									
AV-VIELA									
AC-AE			**	**	**	**			
AC-VICOM								**	**
AC-VIELA							**	**	**
AE-VICOM			**	**	**	**	**	**	**
AE-VIELA			**	**	**	**	**	**	**
VICOM-VIELA									

\*\* = Diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

AV= Alimento vivo

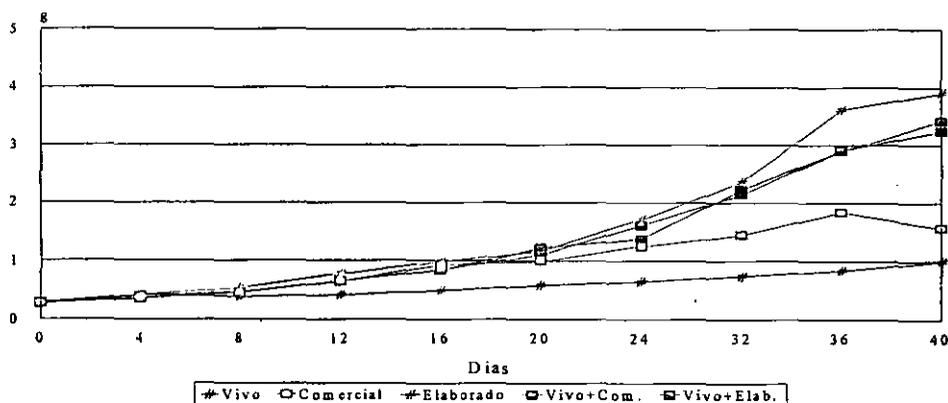
AE= Alimento elaborado

VIELA=Alimento vivo-elaborado

AC= Alimento comercial

VICOM= Alimento vivo-comercial

En la Fig. (4), se observa una similitud en las curvas de crecimiento en peso de los organismos alimentados con el AV y sus combinaciones, mientras que para los organismos alimentados con AV registraron los mayores crecimientos a partir del octavo muestreo. En el caso de los organismos alimentados con AC los valores de peso disminuyeron significativamente con respecto al AV y sus combinaciones, a partir del séptimo muestreo. Mientras que para la curva de crecimiento en peso de los organismos alimentados con AE, corresponden los valores más bajos disminuyendo significativamente a partir del tercer muestreo con respecto a los demás alimentos.



**Fig 4. Crecimiento en el peso (g) promedio de *A. ocellatus* (pez oscar) alimentado con diferentes dietas.**

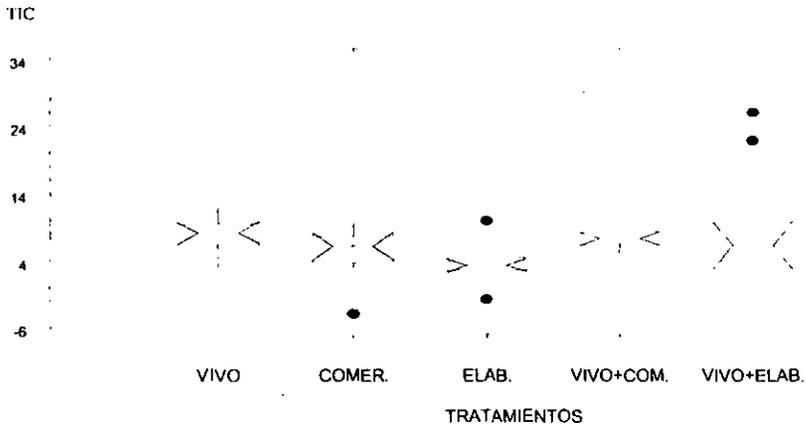
En el cuadro (3), se muestran los valores promedio de peso, biomasa y sobrevivencia de los organismos durante los 40 días de experimentación. En términos generales, el suministro de las diferentes dietas no afectó de manera considerable la sobrevivencia, registrándose el valor mínimo del 86% para el alimento comercial y el máximo del 95% para el alimento vivo+elaborado. En cuanto a la biomasa, los valores mínimos se registraron para los alimentos elaborado y comercial con un peso final del 37.41 g y de 60.99 g respectivamente, mientras que los valores máximos se registraron en los alimentos vivo+comercial y vivo+elaborado con los valores finales de 150 g y 140.6 g respectivamente.

**Cuadro (3). Valores promedio de peso (P) y sobrevivencia (S) de *A. ocellatus* alimentado con diferentes dietas:**

MUESTREO	VIVO		COMERCIAL		ELABORADO		VIVO+COM.		VIVO+ELAB.	
	P (g)	S (%)	P (g)	S (%)	P (g)	S (%)	P (g)	S (%)	P (g)	S (%)
1	0.25	100	0.26	100	0.27	100	0.28	100	0.27	100
2	0.41	100	0.34	88	0.39	93	0.39	100	0.34	100
3	0.53	100	0.46	88	0.368	93	0.46	100	0.42	100
4	0.77	100	0.63	88	0.40	93	0.65	100	0.64	100
5	0.98	100	0.93	88	0.48	93	0.84	100	0.82	97
6	1.17	100	0.99	88	0.57	93	1.0	100	1.22	97
7	1.69	97	1.23	88	0.63	93	1.59	100	1.36	97
8	2.35	97	1.43	86	0.73	93	2.13	100	2.21	97
9	3.62	97	1.85	86	0.83	93	2.9	100	2.91	97
10	3.9	91	1.56	86	0.99	93	3.42	97	3.24	95

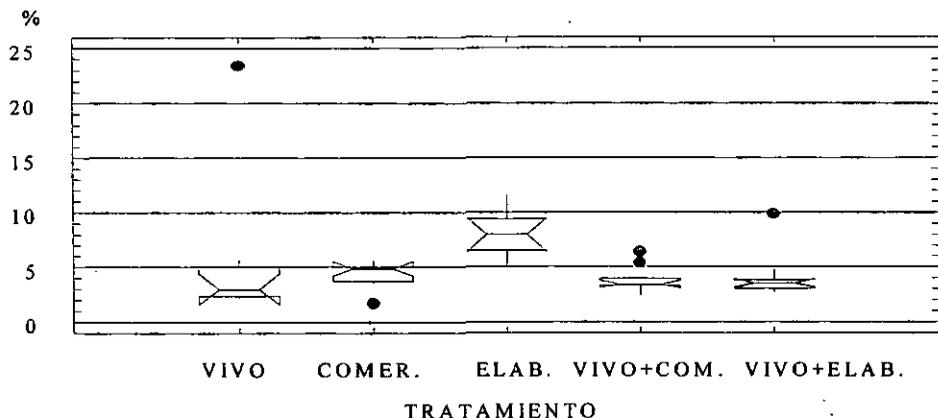
#### TASA INSTANTÁNEA DE CRECIMIENTO (TIC).

Con los datos de las tasas instantáneas de crecimiento de los peces alimentados con el AV, el AC y las combinaciones de AV, no se encontraron diferencias significativas (aprox.  $p > 0.05$ ) de acuerdo con el análisis de cajas múltiples con muesca. Mientras que si se encontraron diferencias significativas (aprox.  $p < 0.05$ ) para los organismos alimentados con el AE con respecto a los organismos alimentados con el resto de las dietas. En el diagrama de cajas múltiples, también se observa una mayor dispersión para los organismos alimentados con el AC, el AE y la combinación del VIELA, donde incluso se registraron valores extraordinarios en cada uno de ellos, de manera contraria la menor dispersión de las tasas instantáneas de crecimiento se encontraron para los organismos alimentados con AV y el VICOM (fig. 5).



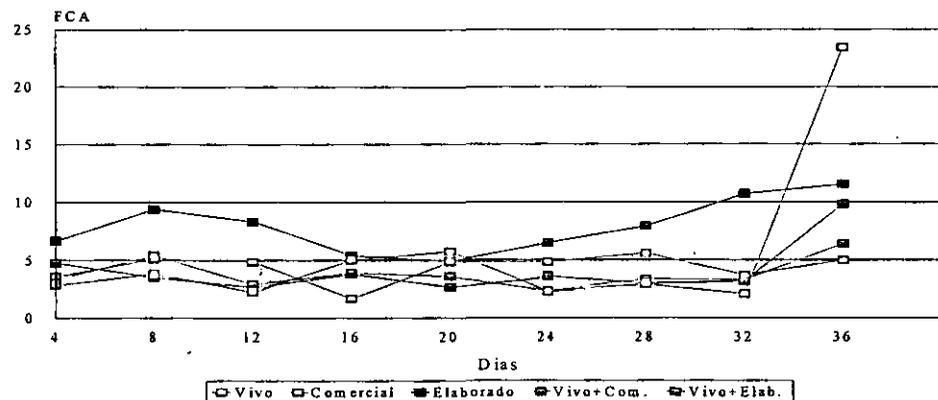
**Fig. 5 Diagrama de cajas múltiples con muesca para la tasa instantánea de crecimiento de *A. ocellatus* alimentado con diferentes dietas.**

La tasa instantánea de crecimiento (TIC) de los organismos fue fluctuante durante el experimento, siendo mayor para los organismos alimentados con el AV, el VICOM y VIELA. En el caso de los organismos alimentados con AE se registraron valores inferiores a 5 %/día. Mientras que el máximo de 26 %/día correspondió para los organismos alimentados con el VIELA en el día 32. Para los organismos alimentados con el AV se registraron valores que estuvieron dentro del intervalo de 1.8 a 12 %/día, y para los organismos alimentados con el VICOM la TIC se encontraron dentro del intervalo de 4.1 a 9.3 %/día. En tanto que la TIC de los organismos alimentados con AC se incrementó durante los primeros 16 días hasta alcanzar un valor de 9.3 %/día, reduciéndose drásticamente en el día 20 con un valor de 1.5 %/día. Destaca el hecho de que tanto para AC, como AE y VIELA se obtuvieron tasas inferiores a cero, lo que denota un decremento temporal en el peso de los organismos. También es importante señalar que a partir del día 32 hubo un decremento general de las tasas instantáneas de crecimiento de todos los organismos, con excepción de los organismos alimentados con AE (Fig. 6) y (Anexo 2).



**Fig. 7** Diagrama de cajas múltiples con muesca para el factor de conversión alimenticia de *A. ocellatus* alimentado con diferentes dietas.

El factor más fluctuante correspondió para los organismos alimentados con AE, con valores que van de 4.9 a 11.5 %, superiores al resto de las dietas, registrándose los valores máximos al inicio del experimento entre los días 8 y 12 mientras que al final a partir del día 28 en adelante. El valor de 1.71 % fue el más bajo para los organismos alimentados con AC en el día 16. Mientras que el máximo valor de 23.45 % correspondió para los organismos alimentados con AV en el día 36, el cual se registró como un caso extraordinario, ya que para los valores obtenidos del FCA a partir de esta dieta, fueron de 2.1 a 5.78 %. En tanto que para los organismos alimentados con el VICOM y VIELA los valores se mantuvieron en un intervalo de 2.5 a 5.5 % hasta el día 32, incrementándose considerablemente en el día 36 al igual que en el resto de las dietas (Fig. 8) (Anexo 3).



**Fig. 8** Factor de conversión alimenticia de *A. ocellatus* (pez Oscar) alimentado con diferentes dietas.

## RELACIÓN PESO-LONGITUD

En el suministro de las diferentes dietas para evaluar el crecimiento del pez oscar, se observó que en el caso de los organismos alimentados con AE tuvieron un crecimiento de tipo alométrico negativo, que significa un mayor crecimiento en longitud que en peso, ya que el valor de la pendiente empleando esta dieta fue menor de 3 ( $p > 0.05$ ) mientras que para el resto de los organismos dicho valor fue de tipo isométrico al obtener valores de pendientes no significativamente diferentes de 3 ( $p < 0.05$ ) (cuadro 4). Al obtener los modelos de la regresión en la relación peso – longitud se encontró que el coeficiente de correlación fue mayor al 90% para los valores obtenidos de los organismos alimentados con las diferentes dietas, con excepción de AE que fue de 56.8% (cuadro 5), lo que representa que la asociación entre las variables peso y longitud es baja, así mismo la variación en longitud explica muy poco la variación del peso si se observa el valor del coeficiente de determinación con un valor del 32% (Fig. 9).

**Cuadro 4. Prueba de t-student para evaluar si existen diferencias estadísticas en el tipo de crecimiento de *A. ocellatus* isométrico  $b=3$ , alométrico  $b \neq 3$ .**

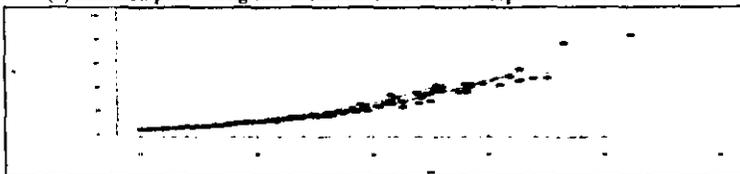
ALIMENTO	t-Student calculada ( $\alpha=0.05$ )	t-Student de tablas	Conclusión acerca de la prueba de hipótesis, $H_0: b=3$ $H_a: b \neq 3$
Vivo	1.4	1.97622	Se acepta $H_0$
Comercial	1.34	1.97622	Se acepta $H_0$
Elaborado	-6.0	1.97622	Se rechaza $H_0$
Vivo-comercial	0.4	1.97622	Se acepta $H_0$
Vivo-elaborado	0.75	1.97622	Se acepta $H_0$

**Cuadro 5. Relación peso-longitud de *A. ocellatus* alimentado con diferentes dietas.**

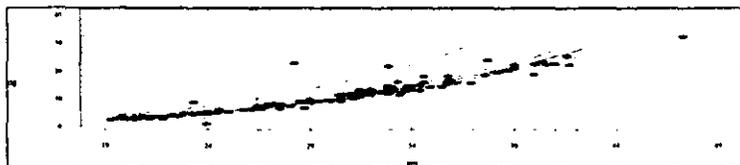
ALIMENTO	Ordenada al origen (b)	Pendiente (m)	Coefficiente de determinación ( $R^2$ )	Coefficiente de correlación (R)	Error estándar de la estimación (E)	Desviación estándar (s)
Vivo	-3.74	3.18	0.993	0.996	0.038	0.02586
Comercial	-3.8	3.22	0.883	0.94	0.1065	0.09608
Elaborado	-0.9836	1.21	0.322	0.567	0.1685	0.1447
Vivo-comercial	-3.62	3.09	0.965	0.98	0.0708	0.04822
Vivo-elaborado	-3.56	3.05	0.924	0.961	0.109	0.07168

Fig. 10. Relación peso - longitud de *Astronotus ocellatus* alimentado con diferentes dietas: (a) alimento vivo, (b) alimento comercial, (c) alimento elaborado, (d) alimento vivo - comercial, (e) alimento vivo - elaborado.

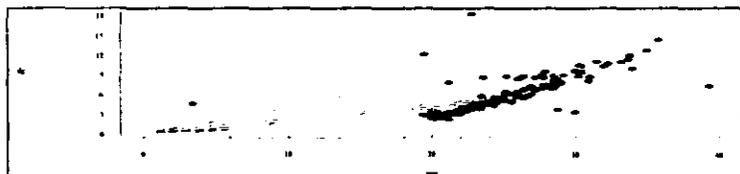
(a) Relación peso - longitud de *Astronotus ocellatus* empleando alimento vivo.



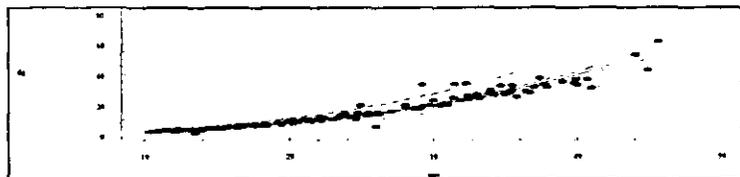
(b) Relación peso - longitud de *Astronotus ocellatus* empleando alimento comercial.



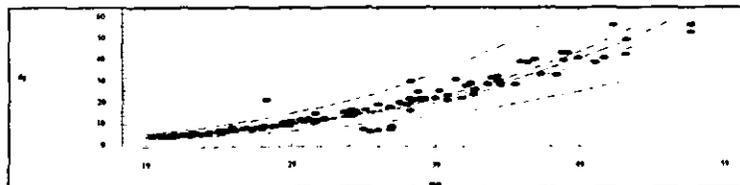
(c) Relación peso - longitud de *Astronotus ocellatus* empleando alimento elaborado.



(d) Relación peso - longitud de *Astronotus ocellatus* empleando alimento vivo - comercial.



(e) Relación peso - longitud de *Astronotus ocellatus* empleando vivo - elaborado.



## FACTOR DE CONDICIÓN RELATIVO

En general, para el factor de condición relativo de los peces alimentados con las diferentes dietas, no se encontraron diferencias significativas (aprox.  $p < 0.05$ ) según el diagrama de cajas múltiples con muesca. Presentándose únicamente una mayor dispersión del factor de condición relativo para los organismos alimentado con AE, con valores que van de 0.8 a 1.4 fig. 9.

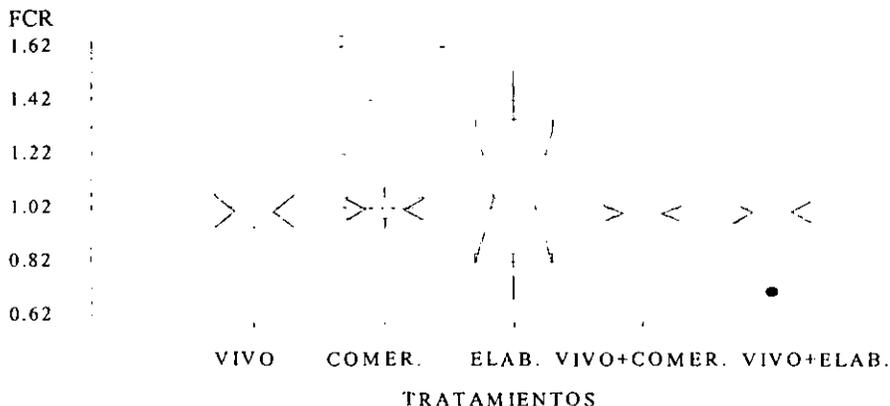


Fig. 10. Diagrama de cajas múltiples con muesca para el factor de condición relativo de *A. ocellatus* alimentado con diferentes dietas.

Para el factor de condición de los peces, se observó que los promedios son aproximados a uno en todas las dietas, sin embargo, para los organismos alimentados con AE se presentó una mayor dispersión relativa obteniendo un coeficiente de variación (CV) con un valor de 26.45 %, presentando mínimos de 0.67 y máximos de 1.53 (Cuadro. 6).

Cuadro 6. Factor de condición relativo para *A. ocellatus* empleando diferentes dietas.

MUESTREO	VIVO	COMERCIAL	ELABORADO	VIVO+COM	VIVO+ELAB
1	0.95	0.98	0.67	1.0	0.97
2	1.0	0.93	0.91	0.99	0.97
3	0.98	0.98	0.78	0.94	0.71
4	1.04	1.05	0.85	1.0	1.05
5	1.07	1.06	1.53	1.05	1.0
6	1.01	1.02	1.04	0.99	1.05
7	0.95	0.94	1.08	1.0	1.01
8	1.07	1.11	1.3	1.12	1.1
9	1.07	1.12	1.35	1.11	1.11
10	0.91	1.01	1.52	0.9	0.94
Promedio	1.00	1.02	1.103	1.01	0.99
Desviación standar	0.05	0.06	0.29	0.06	0.10
Coefficiente de variación	5.41	6.07	26.48	6.40	10.86

## ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

Para conocer los porcentajes de proteína cruda, lípidos, carbohidratos y fibra de las diferentes dietas, se realizó un análisis químico proximal, cuyo resultado muestra que para el alimento vivo el porcentaje de proteína fue cercano al 9%, las combinaciones mostraron valores menores al 17%, el elaborado de aproximadamente 25 % y el comercial de 41%. En tanto que para los lípidos, carbohidratos y fibra el mayor porcentaje correspondió al alimento elaborado, seguido del comercial, las combinaciones y finalmente el vivo (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Análisis químico proximal para los diferentes tipos de alimentos empleados en el crecimiento de *A. ocellatus*.**

ALIMENTO	HUMEDAD	PROTEINA	LÍPIDOS	CARBOHIDRATOS	FIBRA
Vivo	84.24	8.63	2.8	3.12	0.37
Comercial	4.1	41.17	5.62	35.2	2.86
Elaborado	6.49	24.73	14.77	38.77	5.46
Vivo-comercial	64.2	16.77	3.51	11.14	0.99
Vivo-elaborado	64.8	12.66	5.79	12.03	1.64

## COSTOS DE ALIMENTACION.

El menor costo por alimento fue para el AE, sin embargo mediante el empleo de esta dieta el crecimiento del pez oscar registró valores bajos para la longitud y el peso, así como el factor de conversión alimenticia elevado, por lo que no se obtuvieron peces con la talla comercial deseada. En el caso del AV y AC, tanto el costo unitario como los valores de la relación costo/no. de peces de talla comercial fueron los más altos y particularmente con el empleo del AC. Mientras que con el alimento VIELA y VICOM se registraron los menores costos con respecto a esta relación, siendo para el VICOM donde se obtuvo un mayor número de peces comerciales y aun menor costo con respecto a las demás dietas..

## VII. DISCUSION DE RESULTADOS

### VII.1. CRECIMIENTO

Para los organismos alimentados con AV, VICOM y VIELA, se registraron los crecimientos más altos comparativamente con las demás dietas tanto en longitud como en peso (Figs. 3 y 4), no encontrando diferencias significativas entre sus valores medios ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 1 y 2), de donde se infiere que estos tres alimentos cubrieron los requerimientos nutricionales de *Astronotus ocellatus* en esta fase de desarrollo. Asimismo, la ración alimenticia para todas las dietas fue alta (25%) de la biomasa del peso promedio de los peces por día si se compara con las raciones de alimento usadas en el cultivo de muchas especies de peces para consumo humano con valores que van del 1 al 5% (Laird y Needham, 1988) y (Hepper 1993), lo que hace suponer que hubo un excedente de alimento podría estar compensando las limitaciones nutricionales de los alimentos elaborado o comercial o bien que se presentó un adecuado complemento en los porcentajes de proteínas, lípidos y carbohidratos al combinar estas dietas. Además en las dietas combinadas se dio una mayor proporción de alimento vivo (75%), con respecto al elaborado o comercial (25%), es decir en una relación 3:1, lo que implica que una mayor proporción de alimento vivo mejoró la calidad nutricional de estas dietas, ya que por los hábitos alimenticios del pez oscar consume y asimila más eficientemente este tipo de alimento.

Con base en estos resultados es importante señalar que el alimento vivo tuvo un efecto positivo en el crecimiento de los peces, a pesar de que su contenido de proteína fue del 8.6% (Cuadro 7), el cual está por debajo del intervalo del 24-57% reportado para más de 30 especies de peces y camarones (Tacon, 1989) o del 35-50% para la mayoría de los peces de acuerdo con Hepper (1993), lo que hace suponer que esta proteína fue altamente digerible y asimilable para la especie, ya que con un porcentaje bajo se logró un crecimiento mayor con las dietas que contenían alimento vivo. De manera contraria a lo esperado, se obtuvo un crecimiento bajo en longitud y peso de los organismos alimentados con AE y AC cuyo porcentaje proteico fue de 24 y 41% respectivamente (Cuadro 7). Esto se puede explicar en términos de la calidad de la proteína contenida en el AC, la cual no fue óptima para la especie durante los últimos tres muestreos, dado que este producto se ofrece como alimento general para ciclidos sin especificar una etapa de desarrollo, además de que durante el proceso de almacenamiento de estos alimentos se producen alteraciones debidas a reacciones químicas (oxidación, procesos lentos de desnaturalización de proteínas) provocando que la calidad nutritiva del alimento disminuya (Espinosa et al. 1999). Asimismo como política de cualquier marca comercial de alimentos para peces de ornato se busca cubrir los requerimientos nutricionales básicos de los organismos, sin que se logre el mejor crecimiento de la especie, lo que asegura de alguna manera un mayor consumo del producto. Con respecto AE el factor que pudo haber determinado un aprovechamiento del alimento deficiente fue el alto contenido de fibra (5.5%), que le confirió a éste una consistencia dura y compacta, que además de no ser aceptado para su adecuado consumo por los organismos, primer paso dentro de la acuicultura intensiva según Wootton (1991), influyó probablemente en una baja digestibilidad del alimento. Finalmente, la deficiencia en la utilización del AE por los peces se reflejó en su bajo crecimiento en longitud y peso de los organismos, los cuales presentaron diferencias significativas desde los primeros muestreos con respecto a las otras dietas de acuerdo con el análisis de varianza de una vía ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 1 y 2).

En el caso de los peces a los que se les suministró el AC presentaron diferencias significativas tanto en peso como en longitud con respecto al AV y sus combinaciones a

partir del séptimo muestreo, lo que implica que estas dietas pueden usarse indistintamente en las primeras fases de desarrollo en el cultivo de *A. Ocellatus*, sin embargo hubo una reducción importante del crecimiento en peso y longitud con el empleo del AC en los tres últimos muestreos. Por lo que se infiere que este alimento en ese momento no aporta la energía necesaria para canalizarla en el crecimiento, cubriendo únicamente el aporte energético para el mantenimiento metabólico de los organismos (Jobling, 1994).

A pesar de que entre los organismos alimentados con AV y las combinaciones no existieron diferencias significativas como se mencionó anteriormente, la mortalidad fue contrastante entre ellos, así para el AV se registró del 9%, para su combinación con alimento elaborado del 4.5% y con el comercial del 2.2%. Asimismo, la mortalidad con el alimento comercial fue del 14%, mientras que con el alimento elaborado del 7%. (Cuadro 3). De donde se deduce un efecto sinérgico positivo en el crecimiento y la sobrevivencia de la población de peces cuando se alimentaron con la combinación de alimentos, al cubrir de manera más satisfactoria las necesidades nutricionales de estos organismos para las fases de desarrollo de cría a juvenil, lo que coincide con lo reportado por (Hepher, 1993). Basándose en estos resultados, se confirma que con el suministro de alimento vivo en la dieta de los organismos favorece a un óptimo crecimiento, tal y como lo han reportado Hernández y Soriano (1992), los cuales evaluaron el crecimiento en peso de *Carassius auratus* mediante el empleo de una dieta de alimento vivo *Daphnia pulex*, y alimentos comerciales. Habiéndose registrado pesos promedio finales de 1.4 g y 1.5 para los alimentos comerciales, y para *Daphnia* de 3g. En tanto que el porcentaje de peso ganado fue de 600, 552 y 1264 % respectivamente. Basándose en estos resultados dichos autores concluyen que el alimento vivo es altamente recomendable para la alimentación de las crías y para la elección de lotes de peces con fines de selección de reproductores. Así mismo Degani (1993) realizó un análisis del efecto en el crecimiento del ciclido *Pterophyllum scalare* (pez angel) al emplear diferentes composiciones de dietas, al término del experimento no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento de los organismos entre las dietas que contenían el 37%, 41% y 47% de proteínas. Sin embargo, con la adición de alimento vivo, *Artemia sp.* se incrementó significativamente la velocidad de crecimiento especialmente en las dietas con un alto contenido proteico.

## VII.2. TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO

Las tasas instantáneas de crecimiento para los organismos alimentados con AV, AC y las combinaciones no mostraron diferencias significativas (aprox.  $p < 0.05$ ) de acuerdo con el análisis de cajas múltiples con muesca. Sin embargo, con el suministro de la dieta VICOM, se obtuvieron tasas instantáneas de crecimiento con valores altos y menos dispersos, lo que indica una constancia en los incrementos del peso de los organismos a través del tiempo (Fig. 5), siendo esta dieta efectiva para el crecimiento de *A. ocellatus* como resultado del efecto aditivo en el porcentaje de nutrimentos (cuadro 7), que conllevó a un mejor balance dietético para la población en cultivo. A diferencia de los organismos alimentados con el resto de las dietas, donde hubo una mayor variación en la TIC e incluso se observaron casos extraordinarios hacia valores menores a cero tanto en AC y AE, que implicó un decremento del peso para ciertos momentos del experimento, mostrando de manera puntual el bajo aprovechamiento por parte de los organismos, al ser alimentados con estas dietas para su crecimiento, al respecto Hofer, (1985) mencionan que a pesar de que los alimentos comerciales son aceptados por la mayoría de los peces, producen bajas tasas de crecimiento y alta mortalidad cuando son suministrados como única fuente de alimento en las fases de cría y juvenil. De forma opuesta tanto para el AE y VIELA se registraron casos extraordinarios altos, que se interpretan como incrementos súbitos del porcentaje del peso del cuerpo por día

de los peces (Fig. 5). La amplia variabilidad de la TIC en estas dietas indicó que durante ciertos momentos estas cumplieron únicamente con la función de mantenimiento metabólico y para proveer de la energía suficiente para el funcionamiento corporal de los organismos y en otros momentos favorecieron el crecimiento, tal como lo proponen Priede y Secombes (1988).

Las medianas de las tasas instantáneas de crecimiento para los peces alimentados con las diferentes dietas fluctuaron entre un mínimo de 3.5%/día para el AE y un máximo de 8%/día para el AV. Estas se consideran altas y corresponden a las fases de cría y juvenil del desarrollo de los peces, en donde su crecimiento, con respecto al peso corporal, es muy rápido hasta que los organismos alcanzan la madurez y la tasa de crecimiento decrece registrando posiblemente un máximo peso de acuerdo con lo citado por Priede y Secombes (*op cit.*).

Las tasas instantáneas de crecimiento de los peces se redujeron considerablemente para todas las dietas en el último muestreo (Fig.5), lo que se puede atribuir a un cambio en los requerimientos nutricionales de la especie, o bien al proceso de asimetría en tallas debido a la variabilidad genética y al estado fisiológico de los peces dentro de una misma población como lo citan (Hepher,1993), en donde ciertos individuos aprovechan mas eficientemente el alimento lo que favorece una competencia intraespecífica (Begon et al, 1990), siendo necesaria una selección por tallas como se recomienda para los cultivos acuáticos intensivos (Bardach, 1986).

### VII.3. FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA

En cuanto al factor de conversión alimenticia (FCA) los valores con menor variabilidad a través del experimento fueron para los peces alimentados con VICOM y VIELA, siendo los mejor aprovechados por los organismos al requerir una menor cantidad de alimento para ganar un mayor incremento en peso, con excepción del último muestreo, donde después de un mes de crecimiento de los peces los factores de conversión alimenticia se dispararon drásticamente entre 6.4 y 9.8 (Fig. 8), y más aún para el AV el cuál fue de 23.4, lo que se tradujo en una pérdida de peso de las diferentes poblaciones, de donde se infiere que para este momento ninguna de estas dietas cubrió las necesidades nutricionales de los organismos, siendo posiblemente necesario utilizar otro tipo de alimento con mayor cantidad de proteína o incrementar la proporción del alimento elaborado o comercial en el caso de las dietas combinadas para aumentar el porcentaje de este nutriente, el cual fue bajo a pesar de la mezcla (Cuadro 7). Los peces alimentados con AE registraron los mayores FCA, encontrándose diferencias significativas (aprox.  $p < 0.05$ ) con el resto de las dietas (Fig. 7). Esto respondió a que el alimento además de no ser consumido por su dureza, su digestibilidad y asimilación posiblemente fueron bajas, debido al efecto de la alta concentración de celulosa en esta dieta, la cual en sí es difícil de digerir y suele envolver y proteger contra las enzimas digestivas a otros nutrientes más digeribles, como proteínas y carbohidratos tal como menciona Hepher (1993).

La mayoría de los valores de FCA para los peces alimentados con AV y VICOM fueron menores de 3.5 (Fig. 7, Anexo 3), quedando dentro de los óptimos registrados para la tilapia de 2.5 a 3.5 de acuerdo con Beveridge (1987) y Shepher y Bromage (1990), aunque no se han reportado un FCA para *A. ocellatus* se esperaría que fueran cercanos a los registrado para peces de la misma familia. Para las demás dietas el FCA estuvo casi siempre por arriba de 3.5 (Anexo 3).

#### VII.4. RELACION PESO – LONGITUD

De acuerdo con la relación peso-longitud, se definió que para los organismos alimentados con las diferentes dietas su crecimiento fue tipo isométrico al obtener un valor de la pendiente igual a tres, lo que significa que los peces mantuvieron una proporcionalidad entre el crecimiento en peso y longitud (Granado, 1996), con excepción de los organismos alimentados con AE los cuales presentaron un crecimiento de tipo alométrico negativo ya que el valor de la pendiente obtenida en la regresión lineal fue menor de tres (cuadro 3), presentándose un mayor crecimiento en longitud que en peso de acuerdo con lo propuesto por Pauly (1984), además con el empleo de esta última dieta no hubo un buen ajuste del modelo de regresión peso-longitud, presentando un  $R^2=32\%$ , al tener peces un bajo crecimiento en peso a lo largo de todo el experimento.

#### VIII.6. FACTOR DE CONDICION RELATIVO

El factor de condición relativo (FCR) obtenido para los organismos alimentados con las diferentes dietas fue cercano a uno, con coeficientes de variación menores al 11%. Con excepción del AE que presentó amplia fluctuación con valores que van de 0.29 a 1.52 (Cuadro 6), con un coeficiente de variación elevado 26.48%. Lo que significa que la condición de los peces fue buena con la mayoría de las dietas empleadas y mala para aquellos en la que se utilizó AE, de acuerdo con la interpretación de este índice (Everhart y Youngs, 1989).

#### VIII.7. ANALISIS PROXIMAL

Los alimentos elaborado y comercial tuvieron un porcentaje de proteína del 25 y 40% respectivamente de acuerdo con el análisis proximal en base húmeda, mientras para las demás dietas fue menor del 18% (cuadro 7). Según Bernabé (1980) en general los peces requieren de un 25 al 60% de proteína. Esto se atribuye a sus hábitos alimenticios y al uso preferencial de este elemento sobre los carbohidratos como fuente de energía (Hepher, 1993). Asimismo, para algunas especies de peces de la familia Ciclidae se ha reportado de un 35 a 50% de proteínas para cubrir sus necesidades nutricionales (Halver, 1989), de donde se deduce que aunque el AC tuvo un porcentaje de proteína dentro de los óptimos, ésta no pudo ser digerida o asimilada eficientemente por los peces, lo que refleja probablemente una baja calidad nutricional de éste elemento o a la reducida capacidad del organismo en la edad de cría-juvenil para desdoblarse la proteína contenida en el alimento. O bien, debido a que una parte de los alimentos comerciales pierden su valor nutritivo al suministrarse en el agua. Por otra parte, a pesar de que los alimentos comerciales son aceptados por la mayoría de los peces producen bajas tasas de crecimiento y alta mortalidad cuando son suministrados como única fuente de alimento en la fase de cría y juvenil tal como lo reporta Hofcr (1985), y como se registró a través del experimento.

Para el caso del AE el porcentaje de proteína estuvo dentro del rango inferior reportado para el requerimiento general de los peces y por debajo del citado para la familia cichlidae, de donde se infiere que este pudo ser limitante para el crecimiento y desarrollo de los peces en cultivo. Asimismo, un excedente de fibra en esta dieta produjo una menor asimilación del alimento e incrementó la producción de heces tal como lo reporta Dorado (1996).

Finalmente, para el AV y sus combinaciones VICOM y VIELA, a pesar de que el porcentaje de proteína fue bajo se obtuvieron los mejores crecimientos de los peces, lo que se puede atribuir a una cierta compensación al proporcionar una mayor ración por día (25 % del promedio en peso), además de que con el AV hubo una mayor digestibilidad y una eficiente asimilación. Adicionalmente el efecto aditivo de proteínas, lípidos y carbohidratos en los alimentos combinados, se tradujo en un mejor desarrollo de los peces lo que se reflejó en los valores registrados de la tasa instantánea de crecimiento, factor de conversión alimenticia y de condición relativo de los peces a lo largo del periodo de estudio.

#### **VIII.8. COSTOS DE ALIMENTACION**

Al terminó del experimento los costos para el AV y el AC fueron los más altos de \$33.5 y \$34 respectivamente, mientras que para el AE fue el más bajo con un precio de \$12.5 y finalmente para las combinaciones el precio se mantuvo por debajo de AV y el AC (Cuadro 8). Con base en estos resultados se infiere que el costo esta relacionado con respecto al consumo y la asimilación del alimento. Es decir que si el aprovechamiento del alimento es alto, hay un mayor crecimiento con una menor cantidad del mismo a través del tiempo, lo que se traduce en un menor costo, como es el caso para la combinaciones de alimentos. En el caso del AE el costo al final del experimento fue el más bajo debido a que este al no ser asimilado por los organismos no incrementaron su peso por lo que la cantidad suministrada siempre fue reducida y con ello el costo. Sin embargo, con el empleo de este alimento no se registraron valores de talla comercial, dado la deficiente asimilación de este por los organismos, lo que se traduce en un crecimiento lento que repercute directamente con la rentabilidad del cultivo. Mientras que para AV y el AC se registraron los costos unitarios por talla comercial más elevados, con precios de \$0.87 y de \$3.28 respectivamente, a diferencia de que con el AC se obtiene un número menor de peces con talla comercial. En el caso de VICOM y VIELA el costo se mantuvo por debajo (\$0.7113 y \$0.754) (cuadro 8) del AV y el AC ya que en las combinaciones el aprovechamiento del alimento fue más alto y según los valores medios registrados al final del experimento (anexo 1) se obtuvo un mayor número de peces comerciales. La relación costo/no. de peces comerciales nos permite reafirma que la mejor dieta fue el VICOM por que se obtiene un mayor número de peces comerciales a un bajo costo.

#### **VIII.9. PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS**

De acuerdo con Petrovicky (1990) el intervalo de temperatura de crecimiento para *Astronotus ocellatus* es de 25° a 32° C, registrándose a lo largo del experimento valores entre 29° y 30° C pudiéndose considerar adecuadas para la especie en esta etapa de desarrollo. Las concentraciones de oxígeno fueron de, equivalentes al 100% de saturación o ligeramente superior a esta, debido a la constante aireación en los acuarios, no siendo limitante para la población el cultivo. El pH fue ligeramente alcalino a través del periodo de estudio (Anexo 4), siendo el óptimo para el desarrollo de las poblaciones de pez Oscar.

## VIII. CONCLUSIONES

- El mayor crecimiento, se presentó con el AV, VIELA y VICOM a lo largo del periodo de estudio, sin existir diferencias significativas entre ellos ( $p < 0.05$ ), por lo que se infiere que estos tres alimentos cubrieron con los requerimientos nutricionales en esta fase de desarrollo.
- El menor crecimiento de *A. ocellatus* se presentó con el empleo de AE, debido a que los organismos no consumían este tipo de alimento, a causa de su alto contenido de fibra, su dureza y tamaño de partícula, por lo que resulta ser inadecuado en esta etapa de desarrollo.
- Se registró una baja mortandad con la combinación de alimentos, por lo que se deduce que con estos alimentos se consigue un efecto sinérgico positivo tanto en crecimiento como en sobrevivencia en el cultivo de *A. ocellatus*.
- En el AC, AE y AV se registraron los valores más altos de mortandad, especialmente en los último muestreo, debido a que estos no cubren los requerimientos nutricionales en esa etapa de desarrollo.
- La tasa instantánea de crecimiento (TIC) con valores altos y menos dispersos que se obtuvieron con la dieta VICOM, indica que este alimento favoreció óptimamente el crecimiento de *A. ocellatus*, debido al efecto complementario de nutrimentos que conllevó a un mejor balance dietético en su alimentación.
- Los valores de la TIC más dispersos se registraron para el AC, AE y VIELA, sugiere que estas dietas satisfacen únicamente con la función de mantenimiento metabólico.
- La reducción en los valores de la TIC presentados al final del experimento, se atribuye a un cambio en los requerimientos nutricionales de la especie y a la diferencia en tallas, producto de la variabilidad genética y estado fisiológico de la población.
- De acuerdo con la relación peso-longitud todas las dietas tuvieron un crecimiento isométrico ( $b=3$ ), con excepción del alimento elaborado que mostró un crecimiento alométrico negativo ( $b=1.21$ ), en donde se dio un mayor crecimiento en longitud que en peso.
- Los valores del factor de conversión alimenticia más bajos y menos dispersos se registraron en los organismos alimentados con AV y sus combinaciones, lo que sugirió un mejor aprovechamiento y asimilación de estas dietas.
- La condición de los organismos fue aceptable para la mayoría de las dietas, como se reflejó con el factor de condición relativo cuyos valores tendieron a 1, con excepción del AE el cual tuvo un factor de condición ampliamente fluctuante.
- La combinación de alimentos favorece a un mayor crecimiento, a pesar del bajo contenido de proteínas, debido a una alta digestibilidad de los organismos por el alimento vivo, a los hábitos alimenticios de la especie, al efecto compensatorio de una elevada ración alimenticia y al complemento de nutrimentos en las dietas.
- El empleo de alimentos artificiales, como única fuente de alimento en las fases de cría y juvenil de *A. ocellatus* son inapropiados, ya que con ellos se incrementa la mortandad, se

producen bajas tasas de crecimiento y elevados valores en el factor de conversión alimenticia.

- La combinación VICOM, resultó ser la mejor dieta en el cultivo de *A. ocellatus* para esta edad ya que se obtuvieron tasas instantáneas de crecimiento elevadas, factor de conversión alimenticia bajo, y un crecimiento de tipo isométrico. Además, de que el costo fue uno de los más bajos lo largo del experimento

- El bajo consumo y asimilación de los organismos por la dieta AE condujo a un deficiente crecimiento, por lo tanto la cantidad de alimento suministrada fue reducida y con ello el costo, del mismo.

- Los mayores costos presentados al final del experimento fueron para el AV y AC, en tanto que la combinación de alimentos se obtuvieron los costos más bajos, ya que en estos el aprovechamiento del alimento para el crecimiento fue el más eficiente.

## IX. RECOMENDACIONES

- a. Censo de los organismos experimentales a un mayor tiempo, para realizar un análisis estadístico más completo.
- b. Bajar la cantidad de fibra y aumentar el porcentaje de proteínas del AE y emplearla en combinación con alimento vivo.
- c. Adicionar un atrayente al AE, conferirle una consistencia suave, procurar que el tamaño del alimento sea el adecuado a la talla del pez y asegurar el consumo por el organismo.
- d. Realizar un diseño experimental para evaluar el crecimiento de *A. ocellatus* empleando el alimento VICOM y VIELA en una proporción del 50% de alimento vivo y 50% de alimento artificial, para hacer comparaciones.
- e. Evaluar el crecimiento de *A. ocellatus* empleando alimento VICOM Y VIELA, pero con raciones alimenticias del 15%, 20%, 25%, 30%, con la finalidad de obtener una ración en el que el crecimiento sea el óptimo.

## IX. LITERATURA CITADA

- Almeida V. y Ducan W. 2000. "Scaling Effects on Hypoxia Tolerance in the Amazon Fish *Astronotus ocellatus* (Perciformes: Cichlidae): Contribution of Tissue Enzyme Levels ". Biological Abstracts 125b (2): 219-226.
- Bardach E, J. 1986. "Acuicultura: Crianza y Cultivo de Organismos Marinos y de Agua Dulce A.G.T. editor, México 742 pp.
- Beeching, SC. 1995. "Colour Pattern and Inhibition of Aggression in the Cichlid Fish *Astronotus ocellatus*" Journal of Fish Biology, vol. 45, no. 1. 50-58 pp.
- Begon M., Harper L.J., Townsend R.C. 1990 "Ecología, Individuos, Poblaciones y Comunidades" Ed. Omega, Barcelona España, 352 pp.
- Bernabé G. 1980 "Bases Ecológicas de la Acuicultura" Ed. Arcribia, España, 519 pp.
- Beveridge, M. C. M. 1987. "Cage Aquaculture. Fishing News Books" Blackwell Scientific, Oxford, 351 pp.
- Blanco O. A. 1999. "*Astronotus ocellatus* " Guía de Especies de Acuarios Tropicales, Acuagua. Mascota-mania.com/acuariofilia/pces/index.htm.
- Church D.C., Pond W. G., Pond K. R. 1995. Basic Animal Nutrition and Feeding. Edition Fourth, Jhon Wiley and Sons, USA 615 pp.
- Cubillas H. L. 1996. "Cichlidae: Reproducción y Mecanismos de Conservación". Acuagua, Revista Especializada en Acuariofilia, 13: 18-21.
- Camponuevo 2000. "Peces de Ornato, Alternativa para las Agroempresas". www . camponuevo.com información/ home-articulos. htm.
- Cowey 1975 citado en: Tacon A. 1989, "Nutrición y Alimentación de Peces y Camarones Cultivados", Manual de Capacitación Vol. 1 FAO/ITALIA, 287 pp.
- Crespo S. M. 1994. "Desarrollo Científico y Tecnológico para el Cultivo de Peces de Ornato", SEPESCA/CIQRO: Chetumal, Quintana Roo. México. 29 pp.
- Degani G. 1993. "Crecimiento y Composición Corpórea de Juveniles de *Pterophyllum scalare*", Acuacult-Fish-Manage. Vol. 24, no. 6 725-730 pp.
- Devore J. y Peck R. 1986. "Statistics, The Exploration and Analysis of Date, West Publishing Company., 699 pp.
- Dorado L. A. 1996 "Fundamentos de Nutrición y Alimentación en Acuicultura" Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Bogotá, 347 pp.

Espinosa E., Josa A., Mitjana O. 1999. "Zooplancton de Uso en Acuariofilia, La Daphnia", Acuario Practico, No. 19 56-61 pp.

Everhart H. W. y Youngs 1989. "Principles of Fishery y Science", Second edition, Comstock Publishing Associates Cornell University Press. U.S.A. 350 pp.

FAO. 1999. "Animales Marinos de Ornato", Departamento de Pesca de la FAO, International Center For Living Aquatic Resources Managemen (ICLARM). Webmaster @ FAO. Org © FAO.

Favré H. 1994. "El Acuario", Editorial Daimon, Barcelona, 387 pp.

Fury J.R. y Morello, 1994. " The Contributions of an Exotic Fish the Oscar to the Sports Fishery of the Everglades Water Conservation Area". Proc Annu. Conf. Southeast. Assoc. Fish and Wildl, 48:447-481.

García V.; González N.; Maya E.; Marañón S. 2000. "Efecto del Esteroide 19-Nortriendona en el Crecimiento de *Carassius auratus* Linnaeus, 1758, (PISCES: Cyprinidae). Resúmenes: VII Congreso Nacional de Ictiología, Sociedad Ictiologica Mexicana. México, 339-340 pp.

Gracyalny, 1996, citado en: Griffioen L. 2000, "*Astronotus ocellatus*". The University of Michigan, Bio 108 pp.

Granado I. C. 1996 "Ecología de Peces, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, 352 pp.

Grier, H. 1981. " Cement Glands and the Post Hatching Development of the Oscar *Astronotus ocellatus*", Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts, vol. 4, no. 2, 26-32 pp.

Griffioen L. 2000, "*Astronotus ocellatus*". The University of Michigan, Bio 108 pp.

Halver 1972 citado en: Santamaria M. A. y Velazquez E.M., (1985). "Cultivo Intensivo de la Carpa de Israel (*Cyprinus carpio v.specularis*), con Tres Tipos de Alimentos Balanceados Comerciales, Tesis. UNAM Zaragoza, Mexico 93 pp.

Halver, J. 1989. "Nutrition Fish". 2a ed. Academic, Press. Inc United States of America, 796 pp.

Hegedus N. 1988. "Traditional and New Concepts in Protein evaluation of Fees: a Rewiew. pp 1-15 Acta Veterinaria Hungarica 37.

Hepher B. 1991. "Cultivo de Peces Comerciables", Ed Limusa, México, 316 pp.

Hepher B. 1993. "Nutrición de Peces Comerciales en Estanque". Limusa, México, 403 pp.

Hernández y Soriano 1992. "El Cultivo de los Peces de Ornato", Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, vol. IV. 103-106 pp.

Higuera M. 1987. "Nutrición en Acuicultura II, Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura, Madrid, 318 pp.

Hofer R. 1985. "Effects of Artificial Diets on the Digestive Processes of Fish Larve", In: Nutrition and Feeding in fish, 213-216 pp.

Jobling M. 1994. "Fish Bioenergetics", Edit Chapman Hall 293 pp.

Kullander 1986 citado en: Gainesville FL, 2001. "Nonindigenous Fishes – *Astronotus ocellatus*", U.S. Geological Survey, Fishes/accounts/cichlida/ocell.

Luna J. y Figueroa J. T. (1999). "Reproducción y Crecimiento en Cautiverio de *Cichlasoma istlanum*", Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Vol. 15, No. 28 pp .

Luna F. J. Y P. Hernández, 1997. "Alimento Vivo en el Acuarismo". Acuagüía, Revista Especializada en Acuariofilia, 21: 46-50.

Marques de Cantú M.J. 1991. "Probabilidad y Estadística", McGraww-Hill, México, 657 pp.

McCann, J. A., Arkin, L. N, and Williams, J. D. 1996. Nonindigenous Acuatc and Selected Terrestrial Species of Florida. Published on the internet by the University of Florida Gainesville, FL. [http// aquat. Ifes. Ufl. edo/mcfishing. Htm](http://aquat.ifes.ufl.edu/mcfishing.Htm).

Mendes A., Hilton N. 1979, " Preliminary note on the Culture of Fingerlings of *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1829), Using 3 Different Diets in the Pisciculture Station "Valdemar C. De Franca" (Maramguape, Ceara, Brazil).

Olvera N. M. A., 1994. "Utilización de Proteínas Vegetales en la Alimentación de Crías de Tilapia, *Oreochromis mossambicus*, *O. Niloticus* y *Tilapia rendalli*.. Tesis, Maestría, CINVESTAV-Mérida, Yucatán, 198 pp.

O'MarraShana K., McCormick C. 1999. " Information on Brainstem areas, in the oscar, *Astronotu ocellatus*". Biological Abstracts, 129 (1-2) 7-19.

Page I. M. And Burr R. M. 1991. "A field Guide to Freshwater Fishes North America North of Mexico". Peterson Field Guide Series, Houghton Mifflin and Company Boston 432 pp.

Parker C. N. 1987, "Feed Conversion: Controversy or Convention? ". The Progressive Fish-Culturist, 49: 3, 163.

Pauly D. 1984. "Fish Population Dynamics in Tropical Waters: A Manual for Use with Programable Calculators. 1ª. Dición, ICLARIM, Manila, Phillipiness, 267 pp..

Priede I. G. And Secombes C. J. 1988. "Salmon and Trout Farming". 2ª. Edición, John Wiley Sons, 189 pp.

Petrovicky I. 1990, "La Gran Enciclopedia de los Peces de Acuario". Ed. Susaeta, Madrid, 500 pp.

Salgado H. S. U. 1992. "El análisis Exploratorio de Datos", E.N.E.P. Zaragoza, U.N.A.M., MARC, 243 pp.

Shafland and Pestrak 1983, citados en: Windstor A., 1998. "Species Summary for *Astronotus ocellatus* (Agassiz 1831)". Windsor. Aguirre @ usm. Edu.

Shepherd J. And Bromage N. 1990. "Intensive Fish Farming". Blackwell Science 399 pp.

Shi-Yen Shiau and Chun-Yang Peng. 1993. Protein-Sparing Effect by Carbohydrates in Diet for Tilapia, *Oreochromis niloticus*, *O. Aureus*, Aquaculture, Department of Aquatic Biosciences, Tokyo, 117: 327-334.

Soltani, M; Mirzargar, SS; Abrahamzadeh, HA. 1988. "Occurrence of a Motile Aeromonas Septicaemia in the Imported Ornamental Fish, Oscar *Astronotus ocellatus*: Isolation, Characterization and Pathogenicity" Journal of the Faculty of Veterinary y Medicine, University of Tehran, vol. 53 no. 1.2, 63-65 pp.

Steffens 1987, citado en Rodriguez V.A., Quintanar N. A. y Cruz G. A. 2000. "Crecimiento Individual en Guppy y Molly por Efecto de un Complemento Vitaminico, VII Congreso de Nacional de Ictiología, 149-150 pp.

Sterbe, 1983; Page y Bur, 1991 citados en: Windstor A., 1998. "Species Summary for *Astronotus ocellatus* (Agassiz 1831)". Windsor. Aguirre @ usm. Edu.

Tacon G. J. A. 1989. "Nutrición y Alimentación de Peces y Camarones Cultivados Manual de Capacitación". FAO-Italia, 387 pp.

Velleman, P. y Hoaglin, D. C. 1981. Application, Basics and Computing of Exploratory Data Analysis". Duxbury Press, North Sitate, Massachusetts, 255 pp.

Watanabe T., Kiron V. 1994, "Prospects in Larval Fish Dietetics", Aquacultura, Department of Aquatic Biosciences, Tokyo, 24: 223-251.

Weatherley A. and Gill H.S. 1987. "The Biology of Fish, Growth", Academi press Limited, 1a edición, 443 pp.

West J. L., Bailey J. R. Almeida V. 1999. "Activity Leves of Enzymes of Energy Metabolismo in Heart and Red Muscle are Higher in North-temperate-zone than in Amazonian Teleosts. Canadian-Journal-of-Zoology; 77(5): 690-696.

Winemiller, KO. 1990. " Caudal Eyespots as Deterrents Against Fin Predation in the Neotropical Cichlid *Astronotus ocellatus* . Aquatic Sciences and Fisheries, no. 3., 665-673 pp.

## ANEXOS

**Anexo 1. Valores promedio de longitud total (cm) de *Astronotus ocellatus* alimentado con diferentes dietas.**

MUESTREO	VIVO longitud (cm)	COMERCIAL longitud (cm)	ELABORADO longitud (cm)	VIVO+COMER. Longitud (cm)	VIVO+ELAB. Longitud (cm)
1	2.04	2.05	2.04	2.07	2.05
2	2.33	2.26	2.18	2.3	2.21
3	2.54	2.42	2.29	2.45	2.41
4	2.79	2.63	2.31	2.73	2.65
5	2.99	2.95	2.3	2.88	2.92
6	3.1	3.0	2.6	3.19	3.19
7	3.69	3.33	2.7	3.6	3.44
8	3.9	3.31	2.68	3.83	3.83
9	4.49	3.64	2.86	4.23	4.18
10	4.82	3.55	3.09	4.8	4.62

**Anexo 2. Valores de la tasa instantánea de crecimiento (TIC) de *Astronotus ocellatus* alimentado con diferentes dietas.**

MUESTREO	VIVO TIC (%/día)	COMERCIAL TIC (%/día)	ELABORADO TIC (%/día)	VIVO-COMER. TIC (%/día)	VIVO-ELAB. TIC (%/día)
1	1.237	6.71	9.83	8.28	25.95
2	6.89	7.56	-1.95	4.13	6.28
3	8.87	8.26	2.57	8.64	9.19
4	6.28	9.34	4.46	6.41	6.11
5	1.86	1.56	4.22	6.74	9.63
6	9.34	5.63	2.46	9.37	2.90
7	8.09	3.74	3.29	7.27	-2.90
8	10.80	6.13	3.21	7.60	21.73
9	1.86	-4.13	-4.41	4.12	2.69

**Anexo 3. Ganancia en peso promedio (GP) y Factor de conversión alimenticia (FCA), con relación a la cantidad de alimento suministrado (AS).**

MUESTREO	VIVO			COMERCIAL			ELABORADO			VIVO+COMER.			VIVO+ELAB		
	AS (g/pez/día)	GP (g/pez/día)	FCA	AS (g/pez/día)	GP (g/pez/día)	FCA	AS (g/pez/día)	FCA	GP (g/pez/día)	AS (g/pez/día)	GP (g/pez/día)	FCA	AS (g/pez/día)	GP (g/pez/día)	FCA
1	0.40	0.14	2.8	0.36	0.1	3.6	0.40	6.6	0.06	0.40	0.12	3.3	0.4	0.08	4.7
2	0.48	0.12	3.8	0.47	0.09	5.1	0.38	9.3	0.03	0.45	0.08	5.4	0.37	0.1	3.5
3	0.59	0.26	2.2	0.49	0.10	4.8	0.34	8.3	0.04	0.51	0.17	2.9	0.51	0.19	2.6
4	0.934	0.18	5.0	0.64	0.37	1.7	0.39	5.4	0.07	0.73	0.18	3.9	0.75	0.19	3.8
5	1.06	0.18	5.7	1.10	0.22	4.8	0.47	4.9	0.09	0.92	0.25	3.6	0.93	0.34	2.6
6	1.24	0.52	2.3	1.02	0.21	4.8	0.61	6.5	0.09	1.2	0.5	2.4	1.35	0.37	3.6
7	1.93	0.85	2.9	1.34	0.23	5.6	0.70	7.9	0.08	1.84	0.54	3.4	1.74	0.57	3.0
8	2.67	1.27	2.1	1.57	0.43	3.7	0.79	10.	0.07	2.36	0.71	3.32	2.41	0.76	3.1
9	4.29	0.182	23.4	1.466	0.29	5	0.92	11.	0.07	3.1	0.49	6.41	3.35	0.34	9.8

**Anexo 4. Promedios de temperatura (T°C), oxígeno (mg/l), pH, en el sistema de acuarios a lo largo del experimento.**

TRATAMIENTO	TEMPERATURA (T°C)	OXIGENO (mg/l)	pH
Vivo	30	6.0	8.3
Comercial	29	6.0	8.2
Elaborado	30	6.0	8.2
Vivo+comercial	29	6.0	8.2
Vivo+elaborado	30	6.0	8.3
Promedio total	29	6.0	8.2
Desviación estándar	0.022	6.0	0.0489
Coefficiente de variación	0.00075	0	0.00596