

**Crecimiento en cautiverio del molusco
Pomacea patula catemacensis (Baker, 1922)
(Gastropoda: Ampullariidae) utilizando
cuatro dietas artificiales**

**T E S I S D E M A E S T R Í A
(IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS)
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
P R E S E N T A :
G A B R I E L A V Á Z Q U E Z S I L V A**

**DIRECTOR
DR. ROBERTO TEODORO PÉREZ RODRÍGUEZ**

**ASESORES
DRA. THALÍA CASTRO BARRERA
M. EN C. JORGE CASTRO MEJÍA**

Contenido

	Página
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANTECEDENTES	5
2.1. Alimentación y Cultivo	5
2.2. Taxonomía	7
2.3. Biología y ecología	8
2.4. Indicador de contaminación	9
3. MARCO TEÓRICO	10
3.1. Clasificación taxonómica	10
3.2. Distribución geográfica del género <i>Pomacea</i>	12
3.3. Reproducción	13
3.4. Hábitat	14
3.5. Alimentación	15
4. JUSTIFICACIÓN	17
5. UBICACIÓN DEL PROBLEMA (SOCIAL, ECONÓMICO, BIOLÓGICO)	18
6. PROBLEMÁTICA A RESOLVER	19
7. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	20
7.1. Objetivo General	20
7.2. Objetivos Particulares	20
7.3. Hipótesis	20
8. HÁBITAT DEL CARACOL <i>P. patula catemacensis</i>	21
8.1. Localización geográfica	21
8.2. Condiciones climáticas	21
8.3. Origen y Geomorfología	22
8.4. Vegetación acuática	22
8.5. Comunidades bentónicas	23
9. MATERIAL Y MÉTODOS	24
9.1. Colecta	24
9.2. Condiciones en el laboratorio	25

9.3.	Mediciones morfométricas	27
9.4.	Análisis estadístico del crecimiento	28
9.4.1.	Crecimiento.....	28
9.4.1.1.	<i>Longitud, ancho y peso</i>	28
9.4.1.2.	<i>Modelo de Crecimiento</i>	28
9.5.	Sobrevivencia.....	29
9.6.	Composición Química.....	29
9.6.1.	Materia seca	30
9.6.2.	Cenizas.....	30
9.6.3.	Fibra detergente neutro	30
9.6.4.	Proteína	30
9.6.5.	Lípidos totales.....	30
9.6.6.	Carbohidratos totales.....	31
9.6.7.	Energía Bruta.....	31
9.6.8.	Análisis estadístico de la composición química	31
9.7.	Factor de Condición Múltiple	31
9.8.	Factor de Conversión Alimenticia	32
9.8.1.	Análisis estadístico del FCA	32
9.9.	Eficiencia Energética Alimenticia	33
10.	RESULTADOS	34
10.1.	Crecimiento del caracol	34
10.1.1.	Longitud total	34
10.1.2.	Ancho de la concha	34
10.1.3.	Peso.....	35
10.1.4.	Peso de la concha	37
10.1.5.	Modelo de Crecimiento de von Bertalanffy	38
10.2.	Sobrevivencia.....	40
10.3.	Composición Química.....	42
10.3.1.	Composición Química del alimento.....	42
10.3.2.	Composición Química del caracol.....	43
10.4.	Factor de Condición Múltiple (KM).....	44
10.5.	Factor de Conversión Alimenticia	44
10.6.	Eficiencia Energética Alimenticia	47
11.	DISCUSIÓN	49
11.1.	Crecimiento.....	49
11.2.	Sobrevivencia.....	51
11.3.	Composición Química.....	52
11.4.	Factor de Condición Múltiple (KM).....	53
11.5.	Factor de Conversión Alimenticia (FCA)	54
11.6.	Eficiencia Energética Alimenticia	55
12.	CONCLUSIONES	56
13.	CONSIDERACIONES FINALES	58
14.	LITERATURA CITADA	60

Lista de Cuadros y Figuras

Cuadro 1. Alimentos comerciales empleados en el experimento	26
Cuadro 2. Valor promedio de la longitud total (cm) del caracol	35
Cuadro 3. Valor promedio del ancho de la concha (cm) del caracol.....	36
Cuadro 4. Valor promedio del peso (g) del caracol.....	37
Cuadro 5. Comparación del valor promedio del peso de la concha.....	38
Cuadro 6. Análisis químico proximal (A.Q.P.) de los alimentos	42
Cuadro 7. Comparación de la composición química proximal del caracol.....	43
Cuadro 8. Cantidad de alimento en el experimento.....	46
Cuadro 9. Factor de conversión alimenticia en el caracol.....	46
Cuadro 10. Eficiencia energética del caracol.....	47
Figura 1. Sitios de colecta en el Lago de Catemaco, Veracruz.....	24
Figura 2. Distribución de los diferentes tratamientos en los acuarios	26
Figura 3 Esquema de la terminología y mediciones realizadas	27
Figura 4. Curvas de crecimiento de von Bertalanffy en longitud total	39
Figura 5. Comparación del crecimiento en peso estimado	40
Figura 6. Efecto de las dietas sobre la sobrevivencia	41
Figura 7. Sobrevivencia del caracol durante el experimento.	41
Figura 8. Factor de Condición Múltiple del caracol	45

Resumen

El caracol dulceacuícola *Pomacea patula catemacensis* es un molusco endémico del Lago de Catemaco en Veracruz, conocido localmente como “tegogolo”. Este organismo es importante en la alimentación de los lugareños y como una fuente de ingresos; es consumido por el turismo como platillo típico al visitar el lago. Desde la década de los ochenta las poblaciones silvestres de tegogolo han disminuido debido a su demanda y a la falta de prácticas acuícolas que permitan su cultivo. El Lago de Catemaco presenta problemas de azolvamiento y contaminación, lo que también pone en peligro las poblaciones del caracol. Por lo anterior es necesario generar información biológica básica sobre el caracol para contribuir al desarrollo de técnicas acuícolas que promuevan su manejo y aprovechamiento racional. El objetivo de esta investigación fue comparar el efecto de cuatro dietas comerciales sobre el crecimiento, sobrevivencia y composición química del caracol en cuestión en condiciones de laboratorio. Para el experimento se colectaron 10 desoves de los márgenes del Lago de Catemaco, para ser incubados en el laboratorio. Después de la eclosión, se distribuyeron 320 individuos en 16 acuarios de 20 L acondicionados con aireación y un filtro de carbón activado. El pH fue de 8.3 ± 0.1 y la temperatura se mantuvo en los $26 \pm 0.9^\circ\text{C}$. Las dietas balanceadas empleadas en el experimento fueron alimentos para: bagre, camarón, tilapia y trucha. Se utilizaron cuatro réplicas por dieta en un diseño experimental completamente al azar. Cada quince días se tomaron los datos biométricos y los valores de sobrevivencia. Después de 195 días, los caracoles fueron deshidratados y pulverizados para determinar el contenido de proteínas, lípidos y carbohidratos. Los resultados mostraron que las dietas empleadas no tuvieron un efecto estadísticamente significativo en cuanto al crecimiento del caracol, sin embargo se observó una tendencia en los caracoles con dieta para trucha mostrando los valores más altos respecto al peso con 9.5 ± 2.51 g, longitud total de 3.2 ± 0.26 cm y ancho de la concha de 3.0 ± 0.30 cm y los más bajos con la dieta camaronina con un peso de 7.9 ± 1.12 g y longitud total de 3.0 ± 0.19 cm. La sobrevivencia fue mayor en los caracoles alimentados con la dieta para bagre 94% y fue menor con el tratamiento de tilapia 74%. El factor de condición múltiple indicó que el alimento para bagre proporcionó el valor más alto (37) en tanto que la dieta de camaronina tuvo el valor más bajo (30.9). En la composición química del caracol, las dietas tuvieron un efecto significativo en el caso de las proteínas ($P=0.004$), los moluscos alimentados con el tratamiento de trucha presentaron un contenido de 49.7% y en los caracoles silvestres fue de 45.2%. El porcentaje de grasa cruda mostró diferencias significativas ($P<0.05$) donde los organismos alimentados con la dieta para bagre tuvieron un contenido de 8.19% y con el tratamiento de trucha un mayor valor de 35.2%. El contenido de carbohidratos resultó alto en los caracoles con la dieta para bagre 39% y menor en aquellos con tratamiento para trucha (7%) presentando diferencias significativas ($P<0.05$). El mayor factor de conversión alimenticia se encontró en los moluscos con dieta para bagre (1.3:1) en los cuales la energía bruta fue de 4.39 Kcal/g. La dieta que proporcionó al caracol un crecimiento y sobrevivencia favorable además de conservar o mejorar la calidad nutritiva a un costo menor y que podría ser efectiva para su cultivo es el alimento balanceado para bagre.

Palabras clave: *Pomacea patula catemacensis*. Crecimiento. Composición química. Lago de Catemaco
Dietas experimentales.



Abstract

The freshwater snail *Pomacea patula catemacensis* is an endemic mollusk of the Catemaco Lake, Veracruz, locally known as “tegogolo”. This organism is important in the diet of local people and a source of income, as it has demand among the tourists which consume it as a typical dish when visiting the lake. From the 80’s, the natural populations of tegogolo had been decreasing gradually, because of its demand and the lack of aquaculture practices that allow its culture. Catemaco Lake presents problems of sedimentation and pollution as well, that also endanger the snail populations. Due to this fact, it is necessary to generate the basic biological information about this snail to contribute to the development of aquaculture techniques that promotes its management and rational use. Thus, the objective of the present research was to compare the effect of four commercial diets designed for other aquaculture species on growth, survival and chemical composition of the snail *Pomacea patula catemacensis* under laboratory conditions. For the experiment, 10 spawning were collected at the margins of Catemaco Lake to be incubated in the laboratory. After hatching, 320 snails were distributed in 16 aquaria of 20 L each, with aeration and an activated carbon filter. The pH was controlled at 8.3 ± 0.1 and temperature was maintained at $26 \pm 0.9^\circ\text{C}$. The balanced diets used in the experiment were based on: catfish, shrimp, tilapia and trout, respectively. Each diet had four replicates in a complete randomly experimental design. Every fifteen days, the biometric and survival data were measured. After 195 days, the snails were dehydrated and pulverized for the determination of protein, lipid and carbohydrate contents. Results showed that diets did not have an effect on the growth of the snails ($P > 0.05$); however a trend was observed for every response variable. The trout diet appeared to be the most recommendable one with an observed weight of 9.5 ± 2.51 g, a total length of 3.2 ± 0.26 cm and the shell width of 3.0 ± 0.30 cm, while the shrimp diet registered a weight of 7.9 ± 1.12 g and a total length of 3.0 ± 0.19 cm. The survival in the snails fed with the diet for catfish was of 94% and the lowest value was observed on the diet for tilapia (74%). The multiple condition factor showed that the feed for catfish gave the best value (37%) and the feed for shrimp yielded the lowest value (30.9%). The chemical composition of the snail, the diets had a significant effect for protein ($P = 0.004$), with the mollusks fed on the trout diet showing a 49.7% content, which was higher than the observed on wild ones with 45.2%. The percentage of crude lipid showed significant differences among diets ($P < 0.05$), with as the organisms fed on the catfish diet having a value of 8.19%, while the treatment with the trout diet showing the higher value (35.2%). The content of carbohydrates was higher in the snails fed on the catfish diet (39%) and lower in those fed with the trout diet (7%) ($P < 0.05$). The best feed conversion rate was observed with the catfish diet (1.3:1), in which, the net energy was 4.39 Kcal/g. The diet that yielded an advantageous growth and survival, as well maintaining or improving the nutritional quality of the product that might be effective for the culture of this resource was the catfish diet.

Keywords: *Pomacea patula catemacensis*. Growth. Chemical composition. Catemaco Lake Experimental diets.



1. Introducción

La importancia de los moluscos reside en los diferentes usos que el hombre les ha dado a través de la historia, uno de los primeros data de la prehistoria donde los caracoles representaron un recurso alimentario que aún es vigente en nuestros días (Naranjo, 2003). Se tienen datos de la antigua Roma donde los moluscos fueron una importante fuente de alimentos e incluso eran mantenidos en estanques para su posterior consumo (Vinatea, 2004).

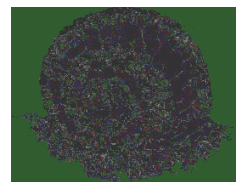
El aprovechamiento de los caracoles dulceacuícolas del género *Pomacea* como fuente de alimento en las zonas subtropicales, se remonta a la época prehispánica. En México, los moluscos dulceacuícolas, marinos y salobres constituyen parte de la dieta de las comunidades costeras con ingresos económicos bajos (Baqueiro, 1984), tal es el caso del caracol de agua dulce *Pomacea patula catemacensis* que habita en el Lago de Catemaco, Veracruz.

El Lago de Catemaco destaca por sus elevados rendimientos pesqueros que lo sitúan como uno de los más productivos a nivel nacional, sin embargo, en las últimas dos décadas la cosecha pesquera descendió a 1800 toneladas anuales y en promedio su rendimiento por hectárea sólo es superado por la presa “El Infiernillo”. Una de las especies de gran importancia en la producción pesquera de la zona es el caracol antes mencionado, lamentablemente las poblaciones de éste disminuyeron drásticamente en la década de los años 80, donde la producción que se explotaba era de 5, 000 ton y descendió a 24 ton (Carreón *et al.*, 2003).

Por otro lado, el lago presenta problemas semejantes a todos los del país, como lo es la contaminación por la falta de control en el uso de detergentes, fertilizantes y plaguicidas en el área de influencia al lago, la tala de los bosques y la consecuente pérdida del suelo, que modifica el régimen de aporte de agua y acelera el azolvamiento (Torres-Orozco, 1996).

Actualmente otro de los factores que se suma a dicha problemática, es el manejo inadecuado del nivel del agua en el lago por parte de la Hidroeléctrica de Chilapan de la Comisión Federal de Electricidad, según quejas de los pescadores del caracol. Este inadecuado manejo implica descensos excesivos en el nivel del lago, lo que causa la muerte de juveniles del caracol, que quedan expuestos a la intemperie reduciendo sus probabilidades de supervivencia (Torres-Orozco y Pérez- Rojas, 1995).

Si bien el tegogolo no es un gasterópodo de gran valor comercial en comparación con el abulón o la madre perla, es una fuente alimentaria y de ingresos económicos para los pobladores de Catemaco (Naranjo-García y García-Cubas, 1986; Naranjo, 2003). Dicha especie muestra poca vigilancia sobre su aprovechamiento racional y protección, por lo que una alternativa para preservar la especie, sin desatender su demanda en la zona, es el desarrollo de técnicas acuícolas que permitan su crianza, debido a que el caracol posee un alto potencial para ser cultivado (Amador-Del Ángel *et al.*, 2006). Uno de los aspectos más importantes es el manejo de este molusco, por lo que el objetivo de la investigación es evaluar su crecimiento utilizando dietas comerciales para peces y camarones y por otro lado, conocer la composición nutricional de éste, ya que a nivel regional esta especie podría producirse con fines de consumo humano y como una fuente alternativa de proteína animal para áreas con escasos recursos.



2. Antecedentes

2.1. Alimentación y Cultivo

Dentro de las investigaciones preeliminares del cultivo del caracol manzana se encuentra la de Lobo (1986), donde estudió a *Pomacea flagellata* en condiciones de laboratorio sobre aspectos de la biometría, composición bioquímica de la carne y reproducción del organismo, encontrando que el porcentaje de proteínas y carbohidratos es alto de 59% y 17.15% respectivamente, el porcentaje de grasas fue de 3.67%, la fibra de 0.98% y 8.83% de humedad; el autor observó que el organismo se reproduce fácilmente en cautiverio.

Por otra parte, Muñoz (1987) evaluó seis tipos de dietas en el crecimiento de *Pomacea flagellata* en Costa Rica bajo condiciones de laboratorio y para su alimentación empleó una combinación de tres microalgas *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus obliquus* y *Ankistrodesmus falcatus* y col. Este autor encontró que al proporcionarles a los caracoles la dieta de col favoreció un mayor incremento en la talla; por otro lado, las dietas mixtas con microalgas aportaron un mayor valor proteico pero crecimiento menor.

Posteriormente Cordero *et al.* (2000), reportaron uno de los pocos proyectos productivos de caracoles del género *Pomacea* en cultivos demostrativos, el cual tuvo como fin el aprovechamiento sostenible del caracol conocido en Guatemala como “churo”. La experimentación se llevó al cabo en dos parcelas y de acuerdo con los autores los campesinos de la zona mostraron gran interés por la producción, sin embargo, no mostraron datos específicos sobre ésta.

Fellerhoff (2002), estudió el crecimiento y alimentación del caracol *Pomacea lineata*, estudió por medio de isótopos estables como el carbono y nitrógeno, para determinar la preferencia alimenticia de éste. Para dicha determinación las dietas experimentales consistieron en diferentes tipos de vegetación, entre ellos el lirio acuático *Eichhornia crassipes*, *Pontederia lanceolata*, *Paspalum repens*, *Nymphaea amazonum*, *Cabomba furcata*, *Diodia kuntzei*

y *Caperonia castaneifolia*. Los resultados indicaron que los caracoles tienden a preferir ciertos recursos alimenticios, como es el caso del lirio acuático debido a que al inicio del experimento su longitud inicial fue de 0.09 cm y la final de 1.8 cm a los 49 días en comparación con la talla de 0.3 cm alcanzada con las dietas de el árbol *V. divergens* y abono de ganado.

Específicamente para el caracol *Pomacea* del Lago de Catemaco Veracruz, Lagunes (1997) realizó un cultivo en corrales flotantes instalados en una laguna cercana a Jalapa, dicha investigación consistió en evaluar el crecimiento y sobrevivencia bajo diferentes densidades de 0.3, 0.6 y 1 caracoles/cm². La alimentación únicamente se basó en hojas de la espinaca de agua *Ipomoea aquatica*, el experimento tuvo una duración de 60 días y como resultado no se mostraron diferencias significativas en talla y peso, el promedio de la talla y peso máximo alcanzado fue de 10.104 mm y 0.37 g respectivamente. La sobrevivencia fue menor con respecto al incremento de la densidad siendo ésta del 68%

Mendoza *et al.* (2002), realizaron un estudio con diferentes dietas artificiales en el cultivo de “caracol manzana” de la especie *Pomacea bridgesi*. Utilizaron cinco diferentes dietas con proporciones de proteína animal y vegetal variables 100/75, 75/25, 50/50, 25/75 y 0/100 correspondientemente, encontrando que las dietas formuladas con una sola fuente de proteína no proporcionaron un mayor crecimiento en los caracoles en comparación con las que estuvieron balanceadas con ambos tipos de proteínas. Las dietas que funcionaron mejor en cuanto al incremento de la concha, tasa de crecimiento y tasa de eficiencia proteica fueron aquellas en las que la proporción de proteína animal fue mayor o igual a la de proteína vegetal en un 75/25, en este caso la tasa de crecimiento específico fue de 6 y la tasa de eficiencia proteica de más de 4%, por otro lado la sobrevivencia de los caracoles en los cinco tratamientos fue del 100%

El caracol *Pomacea patula catemacensis* fue estudiado por Ruíz *et al.* (2005), quienes evaluaron el incremento de la talla del molusco alimentado con la cianobacteria *Calothrix* sp. Estos autores, compararon el crecimiento de la dieta de cianobacteria y la dieta de “pellets” para carpa. El experimento se llevó a cabo en dos tanques con recirculación en un periodo de 181 días. En el primer tanque la fertilidad fue mayor en un 67.7% con la dieta de “pellets”. Sin embargo, en el segundo tanque, se produjo la mayor cantidad de masas de huevecillos con 117 puestas procedentes de los organismos alimentados con la cianobacteria.

2.2. Taxonomía

El género *Pomacea* fue registrado por primera vez por Perry (1810) citado por Rangel (1988). Baker (1922) en Rangel (1988) describió la subespecie *Ampullaria patula catemacensis* que reside en el Lago de Catemaco, Veracruz, aunque con anterioridad Perry la describió como *Pomacea* por lo que este nombre genérico tiene prioridad.

Yam-Keb (1986), realizó en *Pomacea patula catemacensis* un análisis cariológico encontrando que su número diploide es de 26 (cromosomas).

En lo que refiere a estudios de *Pomacea flagellata* sobre la morfología, taxonomía y distribución geográfica, Rangel (1988) reconoció solamente un género de la familia Ampullariidae para México. El área de estudio comprendió la región de los Tuxtlas, encontrando a *Pomacea flagellata* de la cual describió su morfología y breves observaciones del organismo en condiciones naturales. Encontró que las hembras de esta especie son ovíparas y se reproducen durante todo el año, sus puestas ocurren principalmente en la noche. También observó que los pomáceos pueden encontrarse enterrados en el sedimento en épocas de estiaje.

La revisión taxonómica realizada por Cazzaniga (2002) sobre las especies de caracoles anteriormente descritas con respecto a los nuevos conceptos en la taxonomía del género *Pomacea*, mencionó a las dos especies presentes en México: *Pomacea flagellata* y *Pomacea patula catemacensis*, concluyendo que ambas presentan el mismo número de cromosomas y morfología.

Asimismo se cuenta con el estudio los cromosomas mitóticos de 60 especímenes de *Pomacea patula catemacensis* por medio un análisis de banda "G" y su cariotipo realizado por Diupotex (2004), donde encontró un número diploide de cromosomas 26, el número base $0x=13$ y el número fundamental $FN=52$, no encontró cromosomas sexuales. El valor del número de cromosomas reside en la compleja sistemática del género *Pomacea*.

2.3. Biología y ecología

Los caracoles manzana como también se conoce al grupo de caracoles pomáceos fue descrito en cuanto biología y ecología por Perera (1996) quién mencionó que, generalmente, son utilizados con fines de acuarismo, además realizó una revisión sobre su distribución y características particulares, proporcionando la ubicación de los diferentes géneros distribuidos en algunas partes del mundo y los distintos hábitat en donde se encuentran naturalmente.

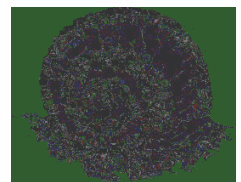
Existe una investigación sobre la biología reproductiva de *Pomacea patula catemacensis* en condiciones de laboratorio semejantes a las del medio natural el cual fue realizado por Carreón (1998); los factores que se controlaron fueron el pH, temperatura y concentración de oxígeno. Con el ensayo se detectaron cuatro etapas del desarrollo en el aparato reproductor en ambos sexos del caracol: etapa de inmadurez con una talla de 1 a 9 mm, maduración temprana 18 a 20 mm, maduración tardía 27 a 32 mm y madurez sexual total de 34 a 38 mm, asumiendo que el grado de madurez depende mas de la talla que de la edad.

Se dispone también de un estudio bioecológico sobre *Pomacea flagellata* en el Lago de Catemaco, Veracruz, llevado al cabo por Sánchez (1999), quién monitoreo los factores fisicoquímicos, condiciones del hábitat y los depredadores a los que está expuesto este organismo. Registró que los meses de mayor oviposición en condiciones naturales son los de agosto y octubre. La temperatura promedio del ambiente fue de 26.1 °C con una evaporación de 94.71%, lo cual parece indicar que estas son las condiciones que favorecen la oviposición. El tiempo promedio de maduración de las puestas fue de 13 días en condiciones de laboratorio a una temperatura ambiental media de 26.8 °C

En 2003 Carreón *et al.*, estudiaron el desarrollo morfológico e histológico del sistema reproductor de *Pomacea patula catemacensis* y determinaron la madurez gonádica en condiciones de laboratorio. Estos autores identificaron cuatro etapas en el desarrollo de los machos y hembras, el grado de madurez de los caracoles se reconoció utilizando criterios anatómicos visuales, como la glándula de la albúmina en el caso de la hembra y el órgano copulador en el macho. Durante el experimento se proporcionó un alimento gelificado elaborado con la microalga *Scenedesmus incrassulatus* y alimento para trucha, sin embargo, las tallas máximas que reportaron para machos y hembras a los seis meses de edad fue de 38 mm y 33.5 mm respectivamente.

2.4. Indicador de contaminación

Respecto a la toxicidad de hidrocarburos en sedimentos utilizando como organismo de prueba a *Pomacea patula* se tiene el trabajo de Avilés (2003). Manejó puestas de este caracol y las incubó a una temperatura de 25 °C con una humedad relativa del 80%, al respecto encontró que los organismos juveniles son buenos indicadores de la toxicidad en cuerpos de agua contaminados y en general esta especie es sensible a la exposición de petróleo crudo.



3. Marco Teórico

3.1. Clasificación taxonómica

El caracol *Pomacea patula catemacensis* se encuentra dentro del Phylum Mollusca, grupo que se caracteriza por presentar el cuerpo completamente blando y no segmentado, la masa visceral está envuelta por un manto que segrega la concha. Esta última en estado adulto es globosa y grande con marcadas bandas coloreadas en la espira (Burch y Cruz-Reyes, 1987). A continuación se describe su clasificación taxonómica (Rangel, 1988; Carreón, 1998):

Phylum	Mollusca (Cuvier, 1797)
Clase	Gastropoda (Cuvier, 1797)
Subclase	Prosobranchia (Edwards, 1848)
Orden	Mesogastropoda (Thiele, 1925)
Superfamilia	Cyclophoracea (Thiele, 1940)
Familia	Ampullariidae (Duiling, 1925)
Género	<i>Pomacea</i> (Perry, 1810)
Especie	<i>Pomacea patula</i> (Reeve, 1856)
Subespecie	<i>Pomacea patula catemacensis</i> (Baker, 1922)

La Clase Gastropoda incluye a los moluscos que generalmente presentan concha calcárea cerrada apicalmente y enrollada, presentan una cabeza distintiva, la boca es más o menos terminal y casi todos poseen un par de tentáculos que primitivamente llevaban los ojos en su base, presentan un pie que permite el movimiento, un aparato radular y glándulas digestivas muy desarrolladas (Perera y Walls, 1996).

Los moluscos de la Subclase Prosobranchia incluyen a organismos dioicos, espiralados, con opérculo calcáreo, branquias constituidas por lamelas o ctenidios. Pueden desarrollarse en ambiente marino, dulceacuícola o salobre. El aparato reproductor masculino es más sencillo que el femenino (Barnes, 1995).

En el orden Mesogastropoda la concha es generalmente cónica, usualmente presenta un canal sifonal y un opérculo no calcificado, un pene, la rádula es de tipo Taenioglossa, el ganglio pedal no se contiene en cordones. Estas partes impares representan los miembros derechos. Los miembros pretorsionales izquierdos han desaparecido salvo la parte postorsional del nefridio que se incorpora al gonoducto. La familia Cyclophoracea también llamada Architaenioglossa, está integrada por caracoles dulceacuícolas y terrestres presentan cordones pedales pero que han perdido el ctenidio, sustituyendo su funcionalidad por una alta vascularización de la pared del manto, el cual funciona como un pulmón (Hyman, 1967).

La familia Ampullariidae presenta una modificación en la cavidad paleal porque aparte de la branquia, en la parte derecha, posee una cámara que funciona como pulmón en la parte izquierda, es decir, son anfibios. Presentan un sifón como prolongación del manto, el segundo par de tentáculos largos o palpos que se proyectan a ambos lados de la cabeza los distingue de los vivipáridos que tienen una concha similar, los tentáculos cefálicos son filiformes y largos. Constituyen a los caracoles dulceacuícolas más grandes, la concha es globular o subglobosa usualmente café, negruzca y bandeada, con periostraco verdoso o café (Barnes, 1995; Perera y Walls, 1996).

El género *Pomacea* incluye especies con conchas globosas y delgadas donde la apertura es amplia y oval. El umbilicus es típicamente abierto lo que los distingue del subgénero *Limnopomus* que lo tiene reducido o ausente (imperforado). Los huevos usualmente son depositados fuera del agua, tienen una cubierta calcárea variando de color y tamaño según la especie. El sifón es largo y muy extensible, por lo cual los caracoles presentan hábitos anfibios.

Los pomáceos habitan en ríos, cascadas, lagos y canales en lagunas o charcos con vegetación abundante. Su taxonomía es muy confusa, por lo que se han reconocido entre 75 y 150 especies variables (Perera y Walls, 1996).

La especie *Pomacea patula* descrita por Reeve en 1856, presenta una concha delgada, translúcida cuya coloración varía de amarillento a verde olivo o café oscuro, de forma globosa. Se observan de 25 a 40 bandas espirales de color café oscuro con diferentes grosores. El margen columelar es de color blanquecino o naranja. El opérculo es córneo, delgado y piriforme de color café oscuro, más pequeño que la abertura opercular. El lado

externo es cóncavo enromado y marcado con líneas de crecimiento externas al núcleo submarginal, la superficie interna presenta estriaciones subespirales finas y radiales. La rádula presenta un diente central puntiagudo y angular; las cúspides laterales son más largas que en *P. flagellata* y presentan forma espatulada (Baker, 1922).

Baker (1922), definió a los caracoles del Lago de Catemaco como los organismos tipo de la subespecie *Pomacea patula catemacensis*, los cuales son considerablemente mayores en el tamaño de la concha, en comparación con *P. patula* de Reeve; la descripción original de este autor coincide con la forma clara (crema amarillenta cerca de la sutura) pero ésta se encontró en menor número en las playas de las islas rocosas del lago, la segunda (forma oscura color dorado-opaco cerca de la sutura) se encontró en cuerpos de agua más pequeños pero más profundos en el cono del cráter que conforma la parte más profunda del Lago de Catemaco y son completamente imperforados, sobre todo los juveniles.

Sin embargo, para Bequaert (1957) y Cazzaniga (2002), existe sólo una especie para México: *Pomacea flagellata* con algunas subespecies. Por otro lado, Naranjo-García y García-Cubas (1986) reconocen *P. patula catemacensis* como una subespecie.

3.2. Distribución geográfica del género *Pomacea*

La familia Ampullariidae está confinada a las áreas tropicales y subtropicales del mundo. En América el género *Pomacea* se distribuye con 17 especies vivas y una fósil a través del centro de México hasta el río de la Plata en Argentina, se le encuentra en la parte occidental e igualmente se extiende desde Florida, Georgia a las islas del Caribe en la parte oriental del continente. En África se extiende desde el Nilo en el bajo Egipto hasta el centro del continente donde es muy abundante. En la región oriental pueden encontrarse desde la India y Sri Lanka del lado este, atravesando Tailandia. Los géneros americanos son *Pomacea*, *Marisa* y *Asolene*, los africanos son *Pila*, *Lanistes*, *Saulea* y *Afropomus*, y en Asia sólo se encuentra el género *Pila* (Perera y Walls, 1996).

En México se han encontrado solamente dos especies: *Pomacea flagellata* que se distribuye desde el norte de Veracruz siguiendo la Vertiente del Golfo de México hasta la Península de Yucatán, descendiendo al Estado de Chiapas y posiblemente Oaxaca, continuando por

Centroamérica hasta el norte de Colombia (Naranjo-García y García-Cubas, 1986). La otra especie, *Pomacea patula catemacensis* restringe su distribución al Lago de Catemaco, Veracruz.

3.3. Reproducción

Los caracoles pomáceos son organismos dioicos que no presentan dimorfismo sexual ni en tamaño ni coloración. Una de las formas en las que se puede determinar el sexo de éstos moluscos es buscar el complejo peneal del macho sobre la parte superior de la abertura, arriba y a la derecha de la cabeza.

En la cópula el macho se coloca sobre la hembra a la cual se adhiere por medio del pie, enseguida exterioriza el pene por la abertura superior de la concha penetrando en el orificio genital de la hembra localizado en la misma posición, iniciando de esta manera la cópula. Durante ésta, los organismos pueden estar sumergidos o flotando en la superficie del agua, inclusive la hembra puede continuar alimentándose. El periodo de cópula varía desde unos cuantos minutos hasta tres horas. Al término de la cópula el macho retrae el pene abandonando la concha de la hembra y se precipita al fondo (Rangel, 1988).

Un comportamiento característico de esta especie es que las hembras depositan sus huevecillos fuera del agua, colocando sus desoves sobre superficies duras como troncos, ramas, rocas y frecuentemente sobre tallos y hojas del lirio acuático *Eichornia crassipes*. Para ovopositar la hembra se mantiene adherida por medio del pie que le sirve como órgano de fijación. La ovoposición inicia con la liberación constante de huevos a intervalos de un huevo cada minuto aproximadamente, pudiendo ocurrir ligeras interrupciones. Los huevecillos son aglutinados por un líquido viscoso, acumulándose hasta que forman un conglomerado; la hembra se desplaza lentamente hacia abajo dándole la forma ovalada característica, aunque también se pueden presentar diversas formas y tamaños, dependiendo de la edad de la hembra y del lugar donde ovoposite (Rangel-Ruiz *et al.*, 2003).

El diámetro de los huevos oscila entre 2.5 y 3.0 mm, las puestas recién formadas son de color rosa pálido presentando una consistencia blanda que se pierde al término de unas pocas horas (seis o siete). Después de cinco a seis días, éstos se tornan de color rosa

fuerte, y próximos a eclosionar, el color es cenizo oscuro. Estas variaciones de color son causadas por el desarrollo y pigmentación de la concha de los embriones.

La eclosión de los huevos puede ser simultánea y realizarse en pocas horas o bien tardar dos días en completar ésta. Uno de los comportamientos característicos de los pomáceos es que los organismos se conglomeran en el interior de la puesta antes de eclosionar, para posteriormente romper las paredes internas de los huevos que los separan y finalmente caer al agua por medio de un orificio en la parte inferior de la puesta (Perera y Walls, 1996).

Los organismos recién eclosionados tienen una longitud máxima de 1.5 mm. Estos tienen un color claro transparente, la concha presenta pigmentaciones en forma de puntos oscuros y al cabo de 2 días aproximadamente, esta pigmentación empieza a completarse a partir de las espiras hasta adquirir el color oscuro con bandas coloreadas características de estos organismos.

La reproducción de *Pomacea flagellata* especie se realiza durante todos los meses del año, lo cual puede observarse claramente por la presencia de puestas recientes. La ovoposición en el campo disminuye notablemente en la época de lluvias y principalmente en los meses de diciembre y enero en los cuales son muy frecuentes los nortes en el sureste de México. Sus eventos reproductivos aumentan en épocas de secas debido a que una vez que las puestas se han endurecido pueden dañarse al contacto con el agua.

3.4. Hábitat

Al igual que la mayoría de los gasterópodos, los pomáceos son un grupo de organismos gregarios y bentónicos que habitan sobre todo en los márgenes de cuerpos de agua lénticas como lagos y zonas pantanosas, entre otros. Se les localiza asociados principalmente en áreas con mucha vegetación y a cuerpos de agua no muy profundos. Su periodo de mayor actividad es durante el día (Rangel, 1988).

Los pomáceos que habitan en cuerpos de agua temporales presentan el fenómeno de estivación, lo que significa que pueden soportar el periodo de secas enterrándose en el suelo, cerrando la abertura con el opérculo y sellando sus bordes con una sustancia mucosa la cual se endurece en poco tiempo evitando de esta manera la pérdida de agua y

reduciendo al mínimo su metabolismo. Cuando se presenta el siguiente periodo de lluvias el agua actúa como estímulo para que el caracol salga de este estado y continúe con su comportamiento habitual (Rangel-Ruíz *et al.*, 2003).

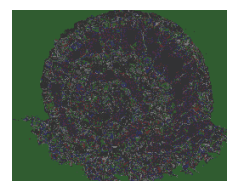
Los pomáceos de la especie *Pomacea haustum* pueden soportar periodos de estivación de hasta 14 meses con 1.4% de sobrevivencia y de 6 meses con 15.3% de sobrevivencia. Después de este periodo los caracoles recobran sus movimientos al permanecer 10 minutos en agua y pueden alimentarse en las siguientes cuatro horas, incluso pueden desovar (Milward de Andrade, 1981). Los principales depredadores de estos caracoles son el gavián caracolero (*Rostrhamus sociabilis*) y el hombre. Las puestas son depredadas principalmente por insectos como las hormigas y arañas.

3.5. Alimentación

La mayoría de los caracoles del género *Pomacea* son micrófagos aunque también existen zoófagos y macrofitófagos, estos hábitos no son mutuamente excluyentes. El hábito micrófago incluye herbivoría radular sobre macrófitas, alimento depositado y alimento de la película superficial de las rocas y otras superficies. Algunos caracoles consumen insectos, crustáceos y pequeños peces, siendo uno de los hábitos zoófagos más conocidos la depredación de los huevos de otros caracoles. Al parecer los caracoles de la especie *Pomacea canaliculata* no tienen preferencia por algún alimento respecto a su talla. (Estebenet, 1995).

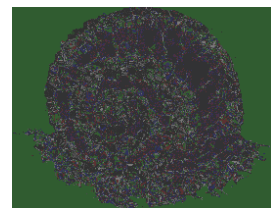
En condiciones de cautiverio estos caracoles han sido alimentados con diversos vegetales y plantas silvestres, mostrando aceptación por éstos en condiciones de laboratorio. Algunos de estos alimentos son la lechuga (Albrecht *et al.*, 1996), yuca (Bombero-Tuburan *et al.*, 1995) y col (Estoy *et al.*, 2002); así como las macrófitas *Utricularia* sp. y *Eleocharis* sp. (Sharfstein y Steinman, 2000) y otras especies de plantas acuáticas como *Zannichellia palustris*, *Myriophyllum elatinooides*, *Chara contraria*, *Potamogeton striatus*, *Rorippa nasturtium-aquaticum*, *Elodea canadensis* (Estebenet, 1995), *Ipomoea aquatica* (Asiain y Olguín, 1995), *Salvinia cucullata*, *Ludwigia adscendens* (Carlsson *et al.*, 2004), *Pontederia lanceolata*, *Eichhornia crassipes* (Lach *et al.*, 2001) *Paspalum repens*, *Vochysia divergens*, *Cassia* sp. y *Salvinia auriculata* (Fellerhoff, 2002).

Aunque *Pomacea* se considera un organismo herbívoro generalizado, también ha aceptado dietas artificiales con fuentes proteínicas de origen animal tal es el caso del alimento para rana y peces (Góngora *et al.*, 2005) y específicamente para trucha (Carreón *et al.*, 2003) y carpa (Ruíz *et al.*, 2005).



4. Justificación

Los moluscos han sido un recurso natural de gran relevancia en la historia de la humanidad por su importancia alimentaria. En particular, para México la subespecie *Pomacea patula catemacensis* conocido localmente como tegogolo es un caracol endémico del Lago de Catemaco Veracruz, pertenece a la familia Ampullaridae que está caracterizada por caracoles carnosos de concha globosa. En la localidad de Catemaco, este caracol es aprovechado en la elaboración de platillos típicos. Las poblaciones de este gasterópodo han disminuido en los últimos años por su sobrecaptura, la contaminación en el lago y actualmente por el descenso excesivo en el nivel del lago. Por tal motivo, es relevante el estudio de este caracol dulceacuícola en cuanto a su crecimiento y composición química como una aportación para su expectante cultivo, aprovechamiento sostenido y conservación.



5. Ubicación del problema **(social, económico, biológico)**

El tegogolo es una subespecie cuya distribución está restringida al Lago de Catemaco en Veracruz, México por lo que se considera como endémica. La población del molusco en el Lago de Catemaco ha disminuido drásticamente en los últimos años. En el periodo de 1980 a 1989 se explotaron 5,000 ton mientras que para el año 2001, la producción descendió a 24 ton (Carreón *et al.*, 2003).

De acuerdo con el SEGOB (2004), el molusco *P. patula catemacensis* no se encuentra dentro de la NOM-059-ECOL-2001 y es una especie sujeta a explotación pesquera. Como único manejo de esta especie en el Lago de Catemaco, se establece la veda en un periodo de marzo a junio donde la talla mínima de captura debe ser mayor a 31 mm de longitud de la concha.

El caracol de agua dulce forma parte de la alimentación típica del lugar y lamentablemente se le ha dado poco manejo para llegar a un aprovechamiento racional (Naranjo y García, 1986; Naranjo 2003). Además la información básica sobre esta especie en particular es escasa y hasta el momento no existe en el mercado una dieta específica, nutricionalmente balanceada que contribuya a establecer su cultivo (García-Ulloa *et al.*, 2007)

El impacto del azolvamiento y la contaminación en el Lago de Catemaco aunado a la sobreexplotación pesquera del caracol han propiciado el descenso de las poblaciones de tegogolo (Carreón, 1998; Cuevas, 2004). Otro factor encontrado recientemente que se suma a dicha problemática, es el manejo inadecuado del nivel del agua en el lago por parte de la Hidroeléctrica de Chilapan de la Comisión Federal de Electricidad, según quejas de los pescadores de tegogolo. Este mal manejo implica descensos excesivos en el nivel del lago, lo que causa la muerte de juveniles del caracol, ya que por su biología los desoves son depositados fuera del agua y en su posterior eclosión los neonatos tienden a caer directamente al agua para continuar con su desarrollo, debido a los bajos niveles, estos quedan expuestos a la intemperie reduciendo sus probabilidades de supervivencia (Torres-Orozco y Pérez- Rojas, 2002).

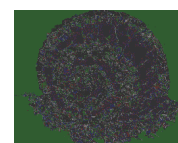
6. Problemática a resolver

El caracol de agua dulce *Pomacea patula catemacensis* es el recurso que principalmente se consume en el Lago de Catemaco, al cual se le ha dado poca importancia para su aprovechamiento o cultivos.

El tegogolo es un caracol dulceacuícola con potencial de ser cultivado por su adaptabilidad en condiciones de cautiverio. Se han realizado experimentos distintas especies del genero *Pomacea* alimentándolos con diversas dietas a base de microalgas, vegetales y algunos alimentos comerciales para peces o rana. Asimismo, en otros países se ha estudiado el valor nutritivo de algunas especies del género *Pomacea* en encontrando un alto contenido de proteínas y carbohidratos.

Uno de los factores más importantes en el cultivo de *Pomacea patula catemacensis*, es la alimentación ya que de ésta dependerá su crecimiento y composición química. Existe poca información de las dietas comerciales utilizadas para esta especie en particular y el efecto de éstas en su crecimiento y reproducción, de igual forma, no se tienen datos específicos sobre su contenido en proteínas.

De los alimentos que se encuentran en el mercado para la acuicultura se han empleado dietas formuladas para carpa y rana, en el primer caso han sido ofrecidas en conjunto con microalgas. Lo que se pretendió es este estudio fue identificar los alimentos formulados que por su composición nutricional favorecieran el crecimiento y composición química del tegogolo (*Pomacea patula catemacensis*); permitiendo aportar información básica para que en un futuro se establezca una biotecnología específica y práctica para el cultivo del molusco promoviendo así su aprovechamiento sostenido y consecuentemente su conservación.



7. Objetivos e Hipótesis

7.1. Objetivo General

- Comparar el efecto de cuatro dietas diferentes sobre el crecimiento, sobrevivencia y composición química del caracol *Pomacea patula catemacensis* (tegogolo), bajo condiciones de laboratorio.

7.2. Objetivos Particulares

- Comparar la longitud total, ancho y peso de *Pomacea patula catemacensis* alimentado con cuatro dietas comerciales para bagre, camarón, tilapia y trucha, bajo condiciones de laboratorio.
- Aplicar el modelo de von Bertalanffy al crecimiento de *Pomacea patula catemacensis* alimentado con cuatro dietas comerciales para bagre, camarón, tilapia y trucha, bajo condiciones de laboratorio.
- Determinar el porcentaje de sobrevivencia de *Pomacea patula catemacensis* alimentado con cuatro dietas comerciales para bagre, camarón, tilapia y trucha, bajo condiciones de laboratorio.
- Analizar la composición química de los alimentos comerciales para bagre, camarón, tilapia y trucha.
- Comparar la composición química de la biomasa obtenida de *Pomacea patula catemacensis* alimentado con las cuatro dietas comerciales.

7.3. Hipótesis

- Con base en el porcentaje de proteína de las dietas experimentales, es de esperar que los caracoles alimentados con piensos (pellets) para trucha presentaran una sobrevivencia alta y un mayor incremento en longitud, ancho y peso que aquellos alimentados con piensos para bagre, camarón y tilapia.

8. Hábitat del caracol *P. patula catemacensis*

8.1. Localización geográfica

Pomacea patula catemacensis habita en el Lago de Catemaco Veracruz, que está limitado por las coordenadas geográficas extremas 18° 21' y 18° 27' de Latitud Norte y entre los 95° 01' y 95° 07' de Longitud Oeste y con una altitud de 333.5 msnm. Dicho cuerpo acuático forma parte de la Cuenca del Río Papaloapan y en su margen noroccidental se asienta la ciudad del mismo nombre ubicada a 165 Km del Puerto de Veracruz (Dirzo y Miranda, 1992).

8.2. Condiciones climáticas

El clima es cálido-húmedo con lluvias en verano y otoño donde la precipitación promedio anual es de 1935.3 mm, con un mínimo de lluvias en el mes de marzo (25.6 mm) y un máximo en septiembre (445.9 mm). La temperatura promedio anual es de 24.1 °C, con un mínimo de 16.2 °C y un máximo de 34.3 °C. De noviembre a enero dominan los vientos del norte y el resto del año los del noroeste (De la Lanza y García, 2002).

En gran parte de las tierras adyacentes al Lago de Catemaco, se ha eliminado una gran porción de la vegetación natural y los terrenos se emplean como potreros para ganado vacuno o para el cultivo de árboles frutales. En el margen nororiental existen manantiales de agua carbonatadas cuyos aportes al lago son muy pequeños, toda vez que la mayor parte de su flujo se emplea en la elaboración de refrescos embotellados.

Dicho embalse es explotado con fines pesqueros, sin embargo esta actividad sólo se realiza en un 15% de la superficie total, otra porción se emplea para la acuicultura de tilapia con el sistema de jaulas flotantes, para satisfacer las necesidades de la población y para la liberación de crías producidas en las piscifactorías cercanas a Sontecomapan, además se considera a Catemaco un importante sitio turístico (Torres-Orozco y Pérez-Rojas, 1995).

8.3. Origen y Geomorfología

La propuesta más reciente que se ha encontrado sobre la formación del lago es la creación de un concavidad por una serie de derrames lávicos, esta teoría basada en las observaciones de que el lago está emplazado en un antiguo valle formado por el contacto de las emisiones de dos eventos volcánicos del terciario superior (3.4 a 1.6 millones de años a. C.), el cual fue obstruido hacia el norte, por los derrames de una nueva serie de emisiones que afectaron la región durante el Pleistoceno.

El Lago de Catemaco comprende un área de 322.2 Km², posee un relieve accidentado y está surcada por un sistema de ríos y arroyos dispuestos radialmente alrededor del lago. Este drena por el noroeste a través del Río Grande de San Andrés, que finalmente desemboca en el Río Papaloapan (Pérez-Rojas *et al.*, 1993).

Las características geomorfológicas de la ribera lacustre son propias de una provincia volcánica. El 70% del perímetro del lago presenta playas de grava o arena de escasos metros de anchura, algunas de las cuales aparecen en forma de terrazas escalonadas debido a la acción erosiva de los cambios del nivel del agua.

La distribución de los sedimentos varía en función de la profundidad: en su parte central predominan las arcillas, pero hacia las riberas la textura cambia gradualmente a limos arcillosos hasta arenas gravosas. En la fracción fina destaca una notable contribución de material biogénico, representado por frústulas de diatomeas y espículas de esponja. Los sedimentos son ricos en materia orgánica y muy pobres en carbonatos (De la Lanza y García, 2002).

8.4. Vegetación acuática

El sustrato rocoso del lago, el oleaje y las elevadas pendientes pueden influir en que gran parte de la porción de este cuerpo de agua no sea apto para el establecimiento de la vegetación acuática. La mayor parte de la vegetación se encuentra concentrada en áreas someras y de poco oleaje principalmente en el margen del lago, sobre todo en los sitios denominados Nanciyaga, Arroyo Agrio y Coyame. Dentro de la vegetación acuática la más predominante es el lirio acuático de la especie *Eichornia crassipes*, que se puede asociar con la lechuga de agua *Pistia stratioides* y con *Utricularia sp.*

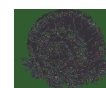
Otro tipo de vegetación común es el platanillo *Pontederia sagittata* y el ombligo de venus *Hydrocotyle verticillata*. Las plantas enraizadas de hojas flotantes tiene como representante a las ninfas de la especie *Nymphaea ampla* y las plantas enraizadas sumergidas a *Ceratophyllum demersum*. Dentro de la vegetación marginal también se encuentran árboles como el apompo o zapote de agua *Pachira galeottiana*, *Andira galeottiana* y algunas especies de *Ficus*.

8.5. Comunidades bentónicas

La mayor parte de los datos sobre la estructura de la comunidad en el Lago de Catemaco sugieren una baja diversidad. De los organismos más abundantes en el sustrato destacan los oligoquetos de los géneros *Lumbriculus* y *Tubifex*, el siguiente grupo más abundante lo conforman los moluscos de la especie *Pomacea patula catemacensis* conocido como tegogolo, coleópteros del género *Limnius* y dípteros quironómidos del género *Pentaneura*, además de dos especies de sanguijuelas.

La mayor riqueza de las especies se presenta hacia la porción sur y sureste del lago, siendo la más pobre la noreste. El área litoral es más diversa que las zonas profundas, en la primera se pueden encontrar dos especies de crustáceos, *Procambarus vazquezae* y *P. acanthophorus*, donde el primero mencionado es endémico y el segundo puede encontrarse en áreas más elevadas. Asimismo se pueden encontrar diferentes especies de cangrejos de las familias Trichodactylidae y Pseudotelphusidae (Torres-Orozco y Pérez-Rojas, 2002).

Además del tegogolo existen otros moluscos que conviven en su hábitat, tal es el caso del prosobranquio hidróbido *Amnicola guatemalensis*, sin embargo los caracoles pulmonados son más diversos y están representados por *Lymnaea attenuata*, *Aplexa spiculata* y los planórbidos *Biomphalaria havanensis*, *B. heliophila* y *B. obstructa*, además de *Drepanotrema yzabalensis* y *Fossulorbis kermatoides*. Otros moluscos presentes que también pueden ser aprovechados como alimento además del tegogolo son las almejas de la familia Unionidae de las especies *Prosonaias pliciferus*, *Pachynaias opacata* (Naranjo y Polaco, 1997) y *Corbicula fluminea*, donde ésta última es una especie introducida que puede tener un impacto nocivo en el lago al ser una especie introducida y altamente prolífica (Torres-Orozco y Pérez-Rojas, 2002).



9. Material y Métodos

9.1. Colecta

La recolección de desoves y adultos de caracol, se realizó en el Lago de Catemaco, Veracruz en el mes de agosto de 2006. Los desoves de *Pomacea patula catemacensis* (tegotolo) se tomaron manualmente de la vegetación circundante al lago (Figura 1), donde el criterio de selección fue la coloración rosa de los desoves debido a que se consideran los más recientes. Se colectaron 20 desoves destinados para los experimentos de crecimiento en el laboratorio.



Figura 1. Sitios de colecta de caracoles y desoves en el Lago de Catemaco, Veracruz.

En el momento de la recolección de los desoves se registraron las condiciones ambientales del sitio de muestreo. La humedad relativa se estimó mediante un higrómetro digital y la temperatura ambiente se midió con un termómetro digital (precisión ± 0.1 °C). Los desoves de *P. patula catemacensis* colectados se depositaron en recipientes de plástico, los cuales permanecieron dentro de un contenedor térmico para ser transportados al laboratorio y conservar la temperatura y humedad relativa más parecidas a las registradas en el momento de la colecta.

Para la evaluación de la composición química de los caracoles silvestres, se capturaron manualmente 38 individuos adultos. Estos organismos se recolectaron en las márgenes del lago de Catemaco a 2 m de profundidad mediante buceo libre. Inmediatamente, los caracoles fueron congelados en una hielera para su traslado al laboratorio y posterior análisis químico.

9.2. Condiciones en el laboratorio

Los desoves se mantuvieron sobre una malla dentro de acuarios de 40 L completamente cubiertos con plástico para conservar una humedad relativa del 75%. Asimismo la temperatura del agua se mantuvo en 27 ± 1 °C (Ramnarine, 2003) y el pH en 7.5. Posteriormente se inoculó al acuario con el 50% de agua enriquecida con microalga del género *Chlorella* con el fin de proporcionar alimento inmediato a los neonatos de caracol. Seguido a la eclosión de los caracoles, se les proporcionó una dieta de lechuga y espinaca en un periodo de 15 días.

Después a la eclosión, se tomaron 320 caracoles juveniles obtenidos durante los primeros 15 días al nacimiento, los cuales se distribuyeron aleatoriamente en los cuatro tratamientos en 16 acuarios de 40 L, previamente acondicionados con un termostato a una temperatura del agua de 26 ± 0.9 °C y un pH de 8.3 ± 0.1 , en densidades de 20 organismos por acuario (1 caracol / 2 L agua). Los acuarios fueron provistos de un filtro de caja con carbón activado y cada tres meses se hicieron recambios de carbón y fibra.

Semanalmente se realizó un monitoreo de la temperatura y del pH con un termómetro de cubeta de 10 a 110 °C y un potenciómetro de campo marca Corning, para garantizar que las condiciones en todos los acuarios fueran homogéneas.

Los acuarios se colocaron en dos niveles de altura en el anaquel asegurando que cada uno de ellos contuviera a los diferentes tratamientos, tanto en el lado izquierdo como en el derecho (Figura 2). Se hicieron cuatro réplicas por cada tratamiento. La duración del experimento fue de 195 días a partir de la eclosión de los neonatos (Carreón, 1998).

Considerando que el género *Pomacea* puede asimilar proteína cruda (Ramnarine, 2004) de origen animal y vegetal (Mendoza *et al.*, 2002), se utilizaron cuatro alimentos comerciales Purina ® para bagre, camarón, tilapia y trucha. Los alimentos se ofrecieron diariamente a mediodía en raciones que fueron medidas previamente, incrementándolas conforme fueron creciendo los caracoles para evitar el desperdicio excesivo y la rápida descomposición de éstos.

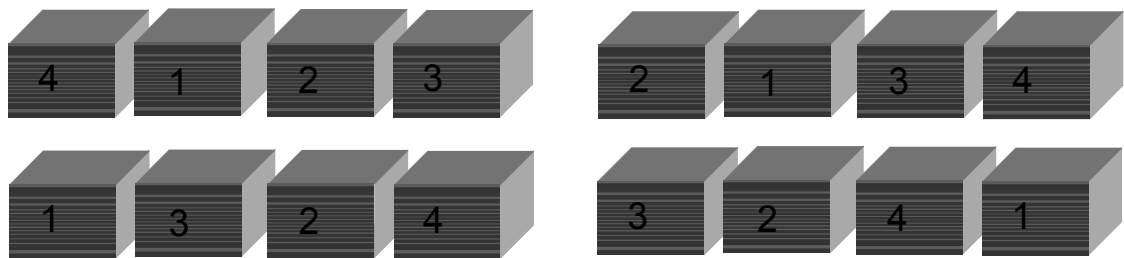


Figura 2. Distribución de los diferentes tratamientos en los acuarios (1. camaronina, 2. bagre, 3. tilapia, 4. trucha).

Los restos del alimento y excretas fueron retirados cada tercer día mediante sifoneo con recambios del 50% de agua anteriormente decolorada, temperada a 26 °C y oxigenada para mantener en buenas condiciones la calidad del agua. Las dietas empleadas aparecen en el Cuadro 1:

Cuadro 1. Alimentos comerciales empleados en el experimento para alimentar a los caracoles de prueba.

Alimento	Proteína
Bagre	28%
Camaronina	25%
Tilapia	25%
Trucha	40%

9.3. Mediciones morfométricas

El crecimiento de los organismos se midió mediante datos biométricos quincenales. El peso se estimó con una balanza analítica OHAUS con capacidad para 210 g y precisión de ± 0.0001 g. La talla fue registrada con un vernier con precisión de ± 0.5 mm, donde se hicieron dos mediciones, el ancho de la concha a partir de la última vuelta hasta el labio exterior y la longitud total (Figura 3), que comprende desde el ápice de la concha hasta el extremo basal de ésta, conforme los criterios de Burch y Cruz-Reyes (1987).

Al final del experimento los caracoles se sacrificaron por medio de congelación, posteriormente se descongelaron y extrajo en fresco la carne del molusco cortándola con un bisturí de la concha. La carne del molusco extraído y la concha se pesó por separado con el fin de conocer la biomasa adquirida en cada uno de los tratamientos en un periodo de seis meses y medio.

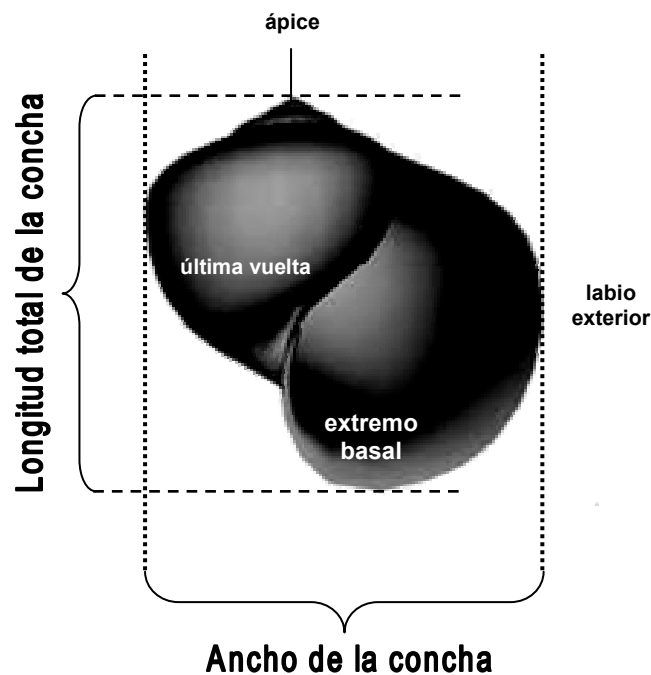


Figura 3 Esquema de la terminología y mediciones realizadas en la concha del molusco

9.4. Análisis estadístico del crecimiento

Las variables de respuesta como la talla y peso se midieron quincenalmente. Previa comprobación de la normalidad de éstos, se aplicó un análisis de la varianza de una sola vía (Zar, 1999) para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$). La base de datos se realizó en Excel, 2003 y los datos se procesaron en el paquete estadístico SYSTAT 10.2.

9.4.1. Crecimiento

9.4.1.1. Longitud, ancho y peso

Para estimar el crecimiento del caracol en los tratamientos de dietas para bagre, camarón, tilapia y trucha se emplearon los datos de las muestras obtenidos de las mediciones en cada uno de éstos, donde las variables dependientes fueron la longitud total, ancho y peso de los caracoles en cada acuario y la variable independiente la edad de los caracoles en días.

Posteriormente, para la comparación de las variables de respuesta se utilizó un análisis de la varianza (ANDEVA) unidireccional a un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$), considerando el acuario como la unidad experimental en un Diseño Completamente al Azar, donde las variables dependientes son la longitud total, ancho y peso y la variable independiente es la dieta. Se aplicó un análisis de comparación de medias múltiples por la técnica de Tukey en los casos donde existieron diferencias significativas entre los tratamientos (Zar, 1999).

9.4.1.2. Modelo de Crecimiento

Para la evaluación del crecimiento de los caracoles en los 195 días de duración del experimento se utilizó el Modelo de Crecimiento de von Bertalanffy (Rafail, 1973; Ricker, 1975), con la finalidad de estimar la longitud máxima teórica que alcanzó el caracol. Los datos promedio de longitud total y peso de los caracoles por tratamiento, registrados quincenalmente, se consideraron para el cálculo. La ecuación empleada es la siguiente:

$$L(t) = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

Donde:

$$L_{\infty} = \frac{a}{(1 - b)}$$

$$k = (b * -1)$$

$$t_0 = \frac{a}{b}$$

Donde:

L_t = longitud del organismo

L_{∞} = longitud máxima que pueden alcanzar los organismos

K = velocidad o tasa de crecimiento

t = edad

t_0 = tiempo inicial en que el organismo tiene una longitud cero

a = ordenada al origen

b = pendiente

9.5. Sobrevivencia

La sobrevivencia de *Pomacea patula catemacensis* se registró por conteos quincenales en los acuarios sobre el número de organismos vivos, posteriormente se reportó el porcentaje final de sobrevivencia en el experimento. La formula utilizada fue la siguiente:

$$\% \text{ Sobrevivencia} = (\text{No. inicial de organismos} - \text{No. final de organismos vivos}) * 100$$

9.6. Composición química

La composición química de *P. patula catemacensis* y de los alimentos fueron evaluados con los análisis respectivos, los cuales se realizaron en el Laboratorio de Ensayos Metabólicos, Laboratorio de Bromatología de la Universidad Autónoma Metropolitana y Laboratorio de Nutrición del programa de Ganadería del Colegio de Posgraduados, Montecillo.

En los caracoles de prueba y silvestres se analizó el contenido de materia seca, cenizas, proteína cruda, lípidos, carbohidratos y energía. Además de los análisis anteriores, en los alimentos empleados se evaluó el contenido de fibra detergente neutro y fósforo con la técnica de Harris y Popat (1954). Las técnicas empleadas se describen a continuación:

9.6.1. Materia seca

A los caracoles ya descongelados se les retiró la concha, para pesar la biomasa en fresco, posteriormente la materia seca se determinó por diferencia mediante la desecación del organismo en un horno Thermolyne Over Series 9000 a una temperatura de 60 °C (A.O.A.C., 1990).

9.6.2. Cenizas

Las cenizas se determinarían por calcinación en una mufla a una temperatura de 550 °C para evaluar el posible contenido de minerales (A.O.A.C., 1990).

9.6.3. Fibra detergente neutro

La determinación de la fibra detergente neutro se realizó por la técnica de Van Soest (1991) que se basa en la digestión alcalina de la muestra. Estas sustancias que quedan como parte de carbohidratos incluyen compuestos como la hemicelulosa, celulosa y lignina.

9.6.4. Proteína

Las muestras de *P. patula catemacensis* ya secas se pulverizaron en un molino tipo Willey con malla de 1 mm. El contenido total de nitrógeno se determinó por el método de combustión de Dumas (Eberhard, 1991) utilizando un determinador de Nitrógeno LECO FP28.

9.6.5. Lípidos totales

Para la extracción de lípidos totales se empleó la Técnica de Soxhlet (A.O.A.C., 1990) Los solventes se utilizaron en una cantidad de 20 ml durante cuatro horas para la extracción. Terminada la extracción se registró el peso de cada muestra para el cálculo del porcentaje de lípidos.

9.6.6. Carbohidratos totales

La estimación del porcentaje de carbohidratos se realizó mediante diferenciación con la fórmula:

$$\text{CH}_2\text{O} = 100 - \text{P C} - \text{G C} - \text{C}$$

Donde:

PC= proteína cruda

GC= grasa cruda

C= cenizas

9.6.7. Energía Bruta

La energía bruta se determinó por medio de una Bomba Calorimétrica Adiabatic Parr a 30 atmósferas de oxígeno (Church y Pond, 1987). El análisis se aplicó en cada una de las muestras tanto en los alimentos como en los caracoles de los tratamientos y repeticiones.

9.6.8. Análisis estadístico de la composición química

Los resultados de los análisis químicos se procesaron en el programa SYSTAT 10.2 y se aplicó un análisis de la varianza (ANDEVA) a un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$), para determinar la existencia de diferencias significativas en la composición química de los caracoles con diferentes dietas. Las variables independientes fueron los contenidos como proteína, lípidos, carbohidratos, cenizas y materia seca y la variable independiente la dieta. Posteriormente, se aplicó una Prueba de Tukey para identificar diferencias entre tratamientos.

9.7. Factor de Condición Múltiple

Para conocer la condición del caracol, expresado en el grado de bienestar y equilibrio de las proporciones de éste sobre el tiempo, se determinó el Factor de Condición Múltiple (KM) (Ricker, 1975) que, aunque es comúnmente empleado en el crecimiento de los peces, bien puede aplicarse en el caracol por las variables tan similares que se toman en cuenta para dicho factor.

Para la determinación se emplearon las variables de la longitud total (LT), ancho de la concha (AC) y peso (P) con estos datos se efectuó una regresión múltiple (Ricker, 1975; Rodríguez-Gutiérrez y Marañón-Herrera, 1993).

$$KM = (W / L^b * A^c) * 100$$

Donde:

KM= factor de condición múltiple

A= ancho de la concha

W = peso del caracol

^c = coeficiente de regresión del ancho de

L = longitud total

la concha

^b = coeficiente de regresión de la longitud

9.8. Factor de Conversión Alimenticia

El Factor de Conversión Alimenticia (FCA) del caracol en las diferentes dietas se calculó con el fin de conocer la capacidad del molusco para convertir el alimento ingerido en biomasa utilizando la siguiente fórmula:

$$FCA = (Pienso / N) / \Delta P$$

Donde:

FCA= factor de conversión alimenticia

Pienso= cantidad de alimento proporcionado (g)

N= número de caracoles

ΔP = ganancia de peso

9.8.1. Análisis estadístico del FCA

Posteriormente a los resultados obtenidos se les aplicó un análisis de la varianza (ANDEVA) de una sola vía, con un nivel de confianza del 95%, en donde la variable dependiente es el FCA y la independiente la dieta.

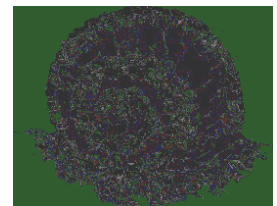
9.9. Eficiencia Energética Alimenticia

La eficiencia energética alimenticia (EEA) del caracol se determinó para identificar la capacidad de éste, en convertir el alimento en energía e incorporarlo en su organismo, expresado en Kilocalorías por gramo. La fórmula empleada fue la siguiente:

$$EEA = (\text{total kcal caracol} / \text{total kcal alimento}) * 100$$

Donde:

EEA= eficiencia energética alimenticia expresada en porcentaje



10. Resultados

10.1. Crecimiento del caracol

Con el fin de comparar el efecto de las dietas en el crecimiento del caracol de agua dulce *Pomacea patula catemacensis* se registró el promedio y desviación estándar de la longitud total, ancho de la concha y peso del caracol en cada una de las 14 edades consideradas durante el experimento (195 días).

10.1.1. Longitud total

En cuanto a la longitud total de la concha, en las cuatro dietas experimentales, los valores promedio y su desviación estándar se presentan en el cuadro 2. Los organismos que presentaron la mayor longitud de la concha fueron los alimentados con la dieta para trucha, alcanzando una talla máxima de 3.2 ± 0.26 cm, mientras que la menor talla se encontró en los individuos alimentados con las dietas de camaronina y tilapia con valores de 3.0 ± 0.19 cm y 3.0 ± 0.37 cm respectivamente. Al realizar el ANDEVA, se encontraron diferencias significativas entre las dietas ($P=0.23$) solamente en el día 30 del experimento. La técnica de Tukey señaló que las diferencias se presentaron en los tratamientos de bagre y trucha.

10.1.2. Ancho de la concha

El crecimiento del caracol con respecto a los valores del ancho de la concha mostró un comportamiento similar a la longitud total del caracol. Los caracoles que alcanzaron un ancho de la concha final mayor fueron los alimentados con piensos para trucha con un valor de 3.0 ± 0.30 cm, por el contrario la dieta para tilapia aportó a los caracoles un menor ancho de la concha con 2.7 ± 0.36 cm (Cuadro 3). El ANDEVA presentó diferencias significativas ($P=0.047$) únicamente en el día 105 del experimento y de acuerdo a la comparación de medias múltiples de Tukey éstas diferencias se encontraron entre los caracoles alimentados con camaronina y tilapia.

Cuadro 2. Valor promedio de la longitud total (cm) y desviación estándar del caracol *Pomacea patula catemacensis* alimentado con diferentes dietas

Edad (días)	Dietas utilizadas en el experimento				ANDEVA P
	Bagre	Camaronina	Tilapia	Trucha	
0	0.4 D.E. ± 0.05	0.4 ± 0.05	0.4 ± 0.05	0.4 ± 0.05	
15	0.8 D.E. ± 0.03	0.8 ± 0.02	0.8 ± 0.08	0.8 ± 0.03	0.089
30	1.1 ^a D.E. ± 0.10	1.2 ± 0.03	1.2 ± 0.08	1.3 ^a ± 0.05	0.023
45	1.5 D.E. ± 0.04	1.5 ± 0.08	1.6 ± 0.08	1.6 ± 0.01	0.075
60	1.8 D.E. ± 0.07	1.8 ± 0.09	1.9 ± 0.03	1.8 ± 0.05	0.134
75	1.9 D.E. ± 0.14	1.9 ± 0.06	2.0 ± 0.08	1.9 ± 0.02	0.403
90	2.1 D.E. ± 0.16	2.1 ± 0.12	2.2 ± 0.05	2.2 ± 0.10	0.111
105	2.2 D.E. ± 0.20	2.1 ± 0.11	2.3 ± 0.15	2.2 ± 0.23	0.152
120	2.3 D.E. ± 0.15	2.3 ± 0.11	2.4 ± 0.19	2.4 ± 0.17	0.920
135	2.6 D.E. ± 0.13	2.4 ± 0.08	2.6 ± 0.22	2.5 ± 0.07	0.154
150	2.7 D.E. ± 0.15	2.7 ± 0.12	2.7 ± 0.23	2.8 ± 0.15	0.723
165	2.9 D.E. ± 0.20	2.7 ± 0.13	2.7 ± 0.37	2.8 ± 0.13	0.288
180	2.9 D.E. ± 0.36	2.9 ± 0.14	2.8 ± 0.33	3.0 ± 0.23	0.287
195	3.1 D.E. ± 0.26	3.0 ± 0.19	3.0 ± 0.37	3.2 ± 0.26	0.189

Valores con superíndice presentan diferencias significativas (P<0.05)

10.1.3. Peso

El promedio del peso total de los caracoles y su desviación estándar se muestran en el cuadro 4. Los individuos de *Pomacea patula catemacensis* que registraron un mayor peso a los 195 días del experimento, se encontraron en el tratamiento con dieta de trucha mostrando un valor de 9.5 ± 2.51 g, por el contrario el menor peso promedio de los moluscos

fue de 7.9 ± 1.12 g con la dieta de camaronina. Al aplicar el análisis de la varianza se encontraron diferencias significativas ($P=0.038$) en el día 45 del ensayo. La prueba de Tukey indicó que las medias de los tratamientos de camaronina y trucha fueron diferentes.

Cuadro 3. Valor promedio del ancho de la concha (cm) y desviación estándar del caracol *Pomacea patula catemacensis* alimentado con diferentes dietas.

Tiempo (días)	Dietas utilizadas en el experimento				ANDEVA P
	Bagre	Camaronina	Tilapia	Trucha	
0	0.4 D.E. ± 0.04	0.4 ± 0.04	0.4 ± 0.04	0.4 ± 0.04	
15	0.8 D.E. ± 0.03	0.8 ± 0.02	0.8 ± 0.08	0.8 ± 0.03	0.176
30	1.1 D.E. ± 0.09	1.1 ± 0.06	1.1 ± 0.08	1.1 ± 0.03	0.115
45	1.3 D.E. ± 0.03	1.3 ± 0.06	1.4 ± 0.08	1.4 ± 0.02	0.052
60	1.6 D.E. ± 0.07	1.6 ± 0.09	1.7 ± 0.09	1.6 ± 0.06	0.152
75	1.7 D.E. ± 0.09	1.7 ± 0.04	1.7 ± 0.08	1.7 ± 0.06	0.776
90	1.9 D.E. ± 0.12	1.9 ± 0.11	1.9 ± 0.04	2.0 ± 0.08	0.107
105	2.0 D.E. ± 0.17	1.9 ^a ± 0.10	2.1 ^a ± 0.15	2.0 ± 0.21	0.047
120	2.1 D.E. ± 0.11	2.1 ± 0.10	2.2 ± 0.19	2.1 ± 0.15	0.944
135	2.40 D.E. ± 0.13	2.22 ± 0.09	2.38 ± 0.21	2.29 ± 0.06	0.169
150	2.50 D.E. ± 0.13	2.44 ± 0.12	2.63 ± 0.17	2.58 ± 0.17	0.453
165	2.64 D.E. ± 0.16	2.49 ± 0.12	2.57 ± 0.30	2.62 ± 0.11	0.454
180	2.7 D.E. ± 0.35	2.6 ± 0.12	2.6 ± 0.33	2.8 ± 0.21	0.243
195	2.9 D.E. ± 0.23	2.8 ± 0.25	2.7 ± 0.36	3.0 ± 0.30	0.252

Valores con superíndice presentan diferencias significativas ($P<0.05$)

Cuadro 4. Valor promedio del peso (g) y desviación estándar del caracol *Pomacea patula catemacensis* alimentado con diferentes dietas.

Tiempo (días)	Dietas utilizadas en el experimento				ANDEVA P	
	Bagre	Camaronina	Tilapia	Trucha		
0	D.E. ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01		
15	D.E. ± 0.10	0.2 ± 0.008	0.2 0.03	0.2 0.03	0.483	
30	D.E. ± 0.09	0.4 ± 0.06	0.4 ± 0.06	0.5 ± 0.06	0.126	
45	D.E. ± 0.11	0.9 ± 0.09	0.9 ^a ± 0.09	1.0 ± 0.14	1.1 ^a ± 0.13	0.038
60	D.E. ± 0.27	1.3 ± 0.27	1.2 ± 0.12	1.5 ± 0.14	1.4 ± 0.25	0.178
75	D.E. ± 0.38	1.9 ± 0.38	1.8 ± 0.18	2.0 ± 0.20	2.0 ± 0.10	0.397
90	D.E. ± 0.65	2.4 ± 0.65	2.5 ± 0.31	2.7 ± 0.18	2.8 ± 0.42	0.152
105	D.E. ± 0.75	2.9 ± 0.75	2.6 ± 0.40	3.3 ± 0.60	3.1 ± 0.92	0.055
120	D.E. ± 0.64	3.7 ± 0.64	3.6 ± 0.39	3.8 ± 0.70	3.9 ± 0.72	0.804
135	D.E. ± 0.52	5.0 ± 0.52	4.2 ± 0.60	5.2 ± 0.88	4.6 ± 0.63	0.164
150	D.E. ± 0.69	6.0 ± 0.69	5.6 ± 0.89	6.4 ± 0.90	5.9 ± 0.54	0.889
165	D.E. ± 1.00	6.9 ± 1.00	6.4 ± 1.71	6.0 ± 1.93	6.8 ± 0.87	0.533
180	D.E. ± 2.35	7.7 ± 2.35	7.0 ± 0.98	6.8 ± 1.98	8.3 ± 1.80	0.201
195	D.E. ± 2.15	8.7 ± 2.15	7.9 1.13	8.1 2.63	9.5 2.51	0.197

Valores con superíndice presentan diferencias significativas ($P < 0.05$)

10.1.4. Peso de la concha

El peso de la concha se determinó con el fin de identificar la posible existencia de diferencias en los caracoles silvestres y en cautiverio por la divergencia en los parámetros fisicoquímicos prevalientes en el agua de ambos ambientes. Las conchas vacías de los caracoles silvestres y del experimento se pesaron y midieron, con lo cual se encontró que las conchas

de los caracoles que se alimentaron con piensos para tilapia y trucha fueron ligeramente más pesadas con valores de 1.4 ± 0.46 g y 1.4 ± 0.51 g para cada uno, en comparación con los caracoles silvestres y los tratamientos de bagre y camaronina donde se registró un valor menor de 1.3 g (Cuadro 5). De acuerdo al análisis de la varianza, el peso de las conchas entre los caracoles de laboratorio y silvestres no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$).

Cuadro 5. Comparación del valor promedio del peso de la concha, longitud total y ancho del caracol, con su desviación estándar en individuos de *Pomacea patula catemacensis* alimentados con cuatro dietas y el obtenido en forma silvestre

Tratamiento		Peso de la concha (g)	Longitud total (cm)	Ancho de la concha (cm)
Bagre	D.E.	1.3 ± 0.50	3.1 ± 0.26	2.9 ± 0.23
Camaronina	D.E.	1.3 ± 0.46	3.0 ± 0.19	2.8 ± 0.25
Tilapia	D.E.	1.4 ± 0.46	3.0 ± 0.37	2.7 ± 0.36
Trucha	D.E.	1.4 ± 0.51	3.2 ± 0.26	3.0 ± 0.30
Silvestre	D.E.	1.3 ± 0.25	3.0 ± 0.22	2.7 ± 0.23

10.1.5. Modelo de Crecimiento de von Bertalanffy

Los modelos de crecimiento de von Bertalanffy en los caracoles de la especie *Pomacea patula catemacensis* mostraron coeficientes de determinación de 99% en los tratamientos con bagre y tilapia mientras que en las dietas camaronina y trucha fueron de 98%, lo que explica que el crecimiento del caracol se ajustó adecuadamente a este modelo.

En la figura 4 se muestran las curvas de crecimiento de los caracoles alimentados con las cuatro dietas, las cuales se modelaron tomando los valores promedio de la longitud total estimada del caracol en el modelo hasta un periodo de 195. En este caso teórico, la mayor longitud alcanzada de los organismos en los cuatro tratamientos se registró con el alimento

para trucha (3.8 cm) mientras que la menor se encontró en las dietas de camaronina y tilapia con valores equivalentes de 2.93 cm. Por otro lado, la longitud máxima que podría alcanzar *P. patula catemacensis* en un tiempo determinado fue mayor en los caracoles con la dieta para bagre L_{∞} 3.9 cm y la menor en aquellos alimentados con piensos para tilapia (L_{∞} 3.4 cm).

El crecimiento de *P. patula catemacensis* en cuanto al peso estimado en el modelo mostró un coeficiente de determinación de 99% en las cuatro dietas. El mayor peso estimado que alcanzó el caracol se generó con la dieta para trucha con 8.19 g (Figura 5) mientras que en los individuos con la dieta de camaronina fue de 7.0 g. Con respecto al valor de peso máximo que hipotéticamente podría alcanzar el caracol se encontró en la dieta de bagre con P_{∞} 15.7 g y el menor con la dieta para tilapia con P_{∞} 11.1 g. El crecimiento en los caracoles con los cuatro tratamientos mostró un comportamiento alométrico.

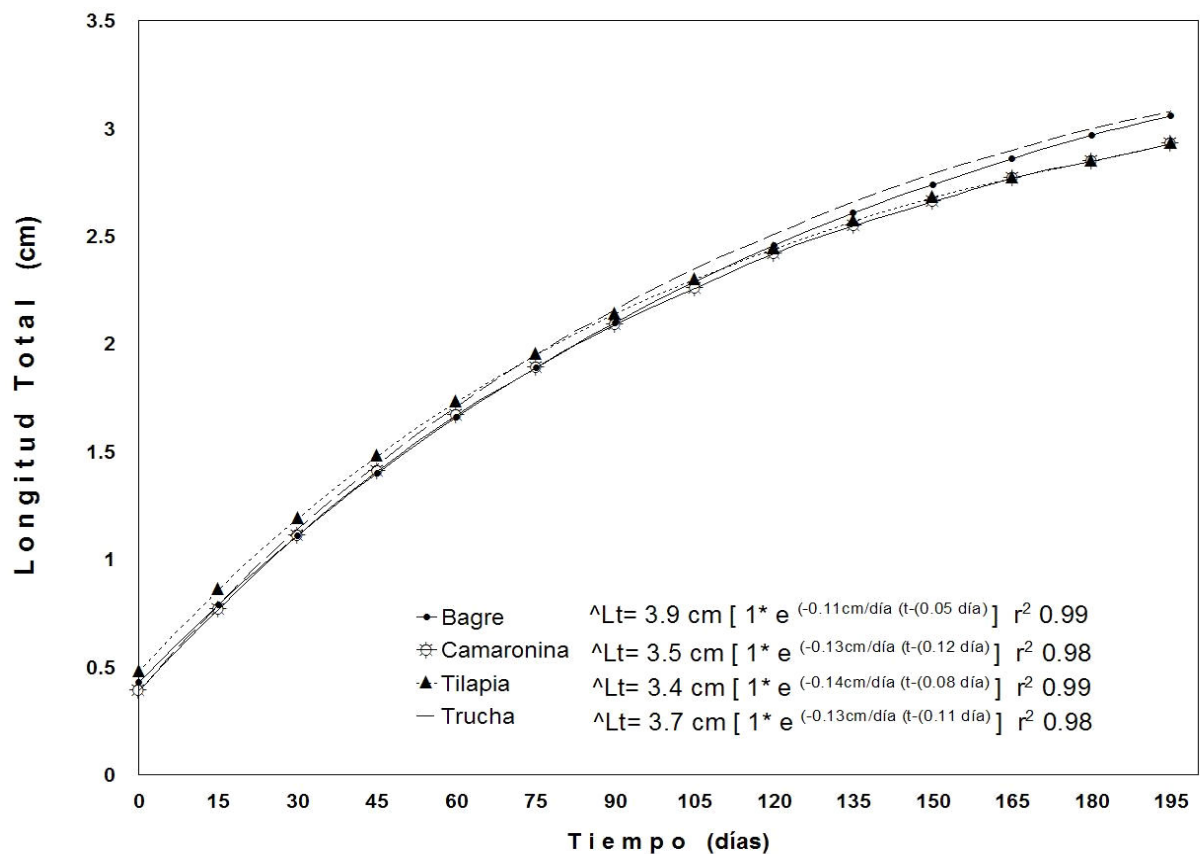


Figura 4. Comparación de las curvas de crecimiento de von Bertalanffy en la longitud total estimada de *Pomacea patula catemacensis* con los tratamientos administrados y su ecuación donde se muestra L_{∞} .

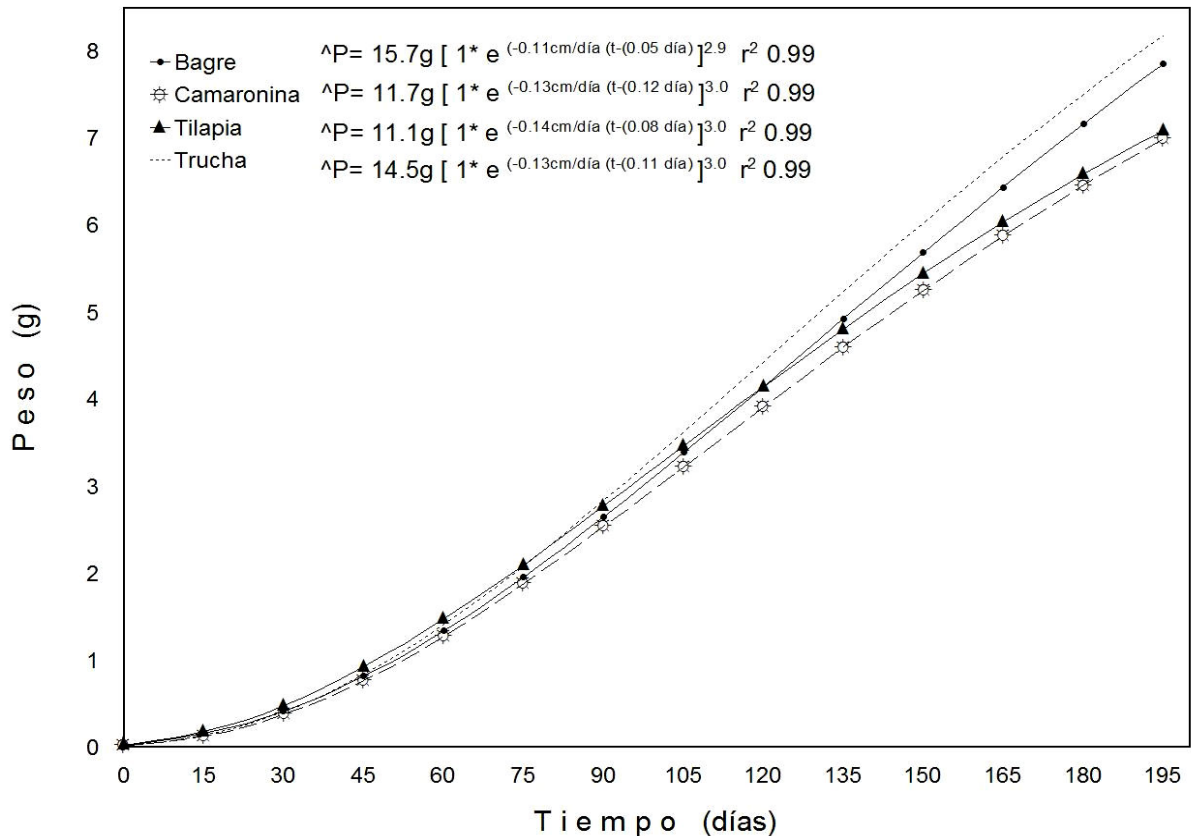


Figura 5. Comparación del crecimiento en peso estimado de *Pomacea patula catemacensis* en los tratamientos administrados y ecuaciones con los valores máximos que podría alcanzar (P_{∞}).

10.2. Supervivencia

La supervivencia de los caracoles en el experimento fue mayor con el tratamiento de alimento para bagre con un valor de 94%, sucesivamente en las dietas de camaronina con 86%, trucha 81% y el menor número de caracoles se presentó en la dieta para tilapia con 74% (Figura 6).

Por otro lado, la supervivencia osciló de diferente manera en los caracoles alimentados con dietas diferentes. En el caso de la dieta para bagre, ésta se mostró más estable a lo largo del experimento, presentando la mayor mortandad en los últimos días (Figura 7). Por el contrario, los caracoles alimentados con la dieta para trucha mostraron una supervivencia baja a partir de los primeros 45 días de crecimiento. La dieta que presentó un mayor descenso en la supervivencia en los 60 días del experimento fue la de tilapia.

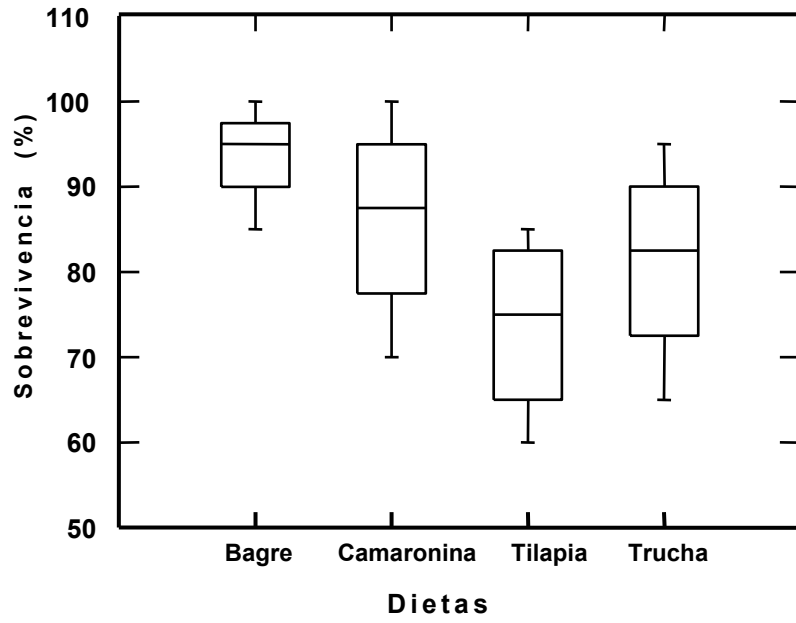


Figura 6. Efecto de las dietas sobre la sobrevivencia de *Pomacea patula catemacensis*.

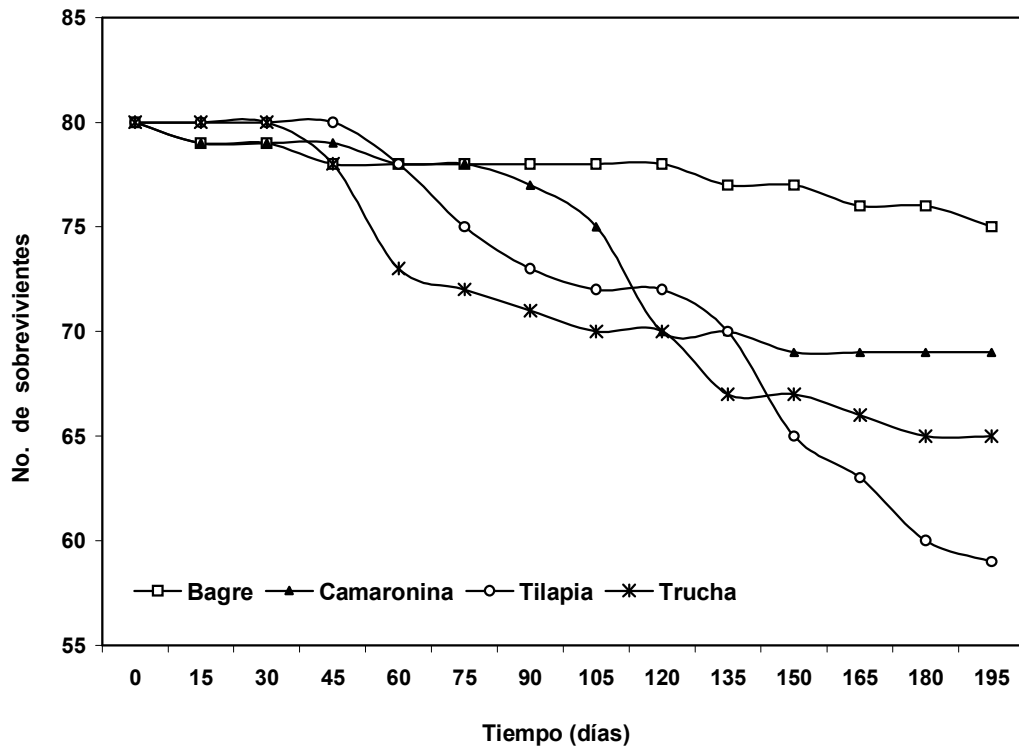


Figura 7. Sobrevivencia de *Pomacea patula catemacensis* en los diferentes tratamientos durante el experimento.

10.3. Composición química

10.3.1. Composición química del alimento

El análisis químico proximal de los alimentos utilizados se presenta en el cuadro 6, el cual proviene del análisis de garantía que se encuentra en el envase se en el experimento, igualmente se muestra el contenido nutrimental de las dietas realizado en laboratorio. De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis, se observa que los porcentajes de proteína son similares en ambos análisis, sin embargo difieren en el contenido de grasa y en algunos casos como en el alimento para bagre y trucha, la etiqueta del envase solo mostró el contenido de proteína.

Cuadro 6. Análisis químico proximal (A.Q.P.) de los alimentos comerciales utilizados en la alimentación del caracol *Pomacea patula catemacensis*.

Contenido (%)	Alimentos							
	Bagre		Camaronina		Tilapia		Trucha	
	ETQ	LAB	ETQ	LAB	ETQ	LAB	ETQ	LAB
Materia seca	ND	91.7	88.0	91.2	88.0	91.3	ND	91.1
Cenizas	ND	8.5	11.30	6.7	11.0	9.1	ND	8.9
Proteína cruda	28.0	31.0	25.0	27.8	25.0	28.7	40.0	42.0
Grasa cruda	ND	9.1	6.0	11.8	5.0	1.7	ND	2.5
Carbohidratos	ND	24	ND	31.9	ND	34.3	ND	16.9
FDN	ND	27.3	6.0	21.8	5.0	26.2	ND	29.7
Fósforo	ND	0.9	0.9	1.0	0.80	1.0	ND	1.1

ETQ Análisis químico proximal mostrado en la etiqueta de envasado

LAB Análisis químico proximal realizado en laboratorio

ND Parámetro no disponible en la etiqueta del envase

10.3.2. Composición química del caracol

De acuerdo con el ANDEVA los cuatro alimentos utilizados no ejercieron un efecto significativo ($P < 0.05$) en la composición química de *Pomacea patula catemacensis* en cuanto a su contenido de materia seca y cenizas. Con respecto al contenido de proteína, los caracoles con dieta para trucha presentaron los valores más altos con $49.7 \pm 3.3\%$ mientras que los más bajos se encontraron en la dieta de camaronina con $41.1 \pm 3.3\%$, estos contenidos fueron parecidos al encontrado en caracoles silvestres $45.2 \pm 15.7\%$ y en algunos casos superado (Cuadro 7). Por otro lado, al realizar el análisis de la varianza, se apreciaron diferencias significativas ($P = 0.004$) en los caracoles, la Prueba de Tukey mostró que se presentaron entre los alimentos para trucha y camaronina.

El contenido de grasa cruda fue mayor en los caracoles con dieta para trucha mostrando un valor de $35.2 \pm 3.3\%$ y fue menor con el tratamiento para bagre $8.19 \pm 2.1\%$, sin embargo es importante resaltar que dichos porcentajes fueron más altos que los registrados en caracoles silvestres ($2.6 \pm 0.81\%$). Conforme al ANDEVA el contenido de grasa en el caracol mostró diferencias significativas ($P = 0.022$) y la Prueba de Tukey señaló que estas se encontraron entre las dieta para bagre y trucha.

Cuadro 7. Comparación de la composición química proximal del caracol *Pomacea patula catemacensis* silvestre y los alimentados con las dietas experimentales

Contenido (%)	Caracol cultivado en laboratorio				Caracol silvestre
	Bagre	Camaronina	Tilapia	Trucha	
Materia seca	19.5 ± 2.0	21.7 ± 1.8	19.0 ± 3.7	20.5 ± 3.3	24.7 ± 10.9
Cenizas	8.1 ± 0.6	6.1 ± 1.8	9.0 ± 2.3	8.1 ± 0.4	13.0 ± 3.30
Proteína cruda	46.9 ± 16	$41.1^a \pm 3.7$	47.7 ± 6.4	$49.7^a \pm 3.3$	45.2 ± 15.7
Grasa cruda	$8.19^a \pm 2.1$	13.8 ± 1.8	17.2 ± 3.7	$35.2^a \pm 3.3$	2.6 ± 0.81
Carbohidratos	38.5 ± 1.7	$39.0^a \pm 3.1$	26.0 ± 3.4	$7.0^a \pm 3.1$	41.8 ± 0.74

Probabilidad de error Tipo I

Medias con superíndice son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

En cuanto al contenido de carbohidratos en el caracol pudo apreciarse un mayor porcentaje en el tratamiento de camaronina en un $39 \pm 3.1\%$, en tanto que el menor se encontró en la dieta para trucha con $7.0 \pm 7.0\%$, es importante resaltar que el contenido de carbohidratos en los caracoles silvestres fue el más alto ($41.8 \pm 0.74\%$). Asimismo el ANDEVA presentó diferencias significativas ($P=0.009$), mientras que la comparación de medias múltiples de Tukey mostró que se localizaron entre las dietas de camaronina y trucha.

10.4. Factor de Condición Múltiple (KM)

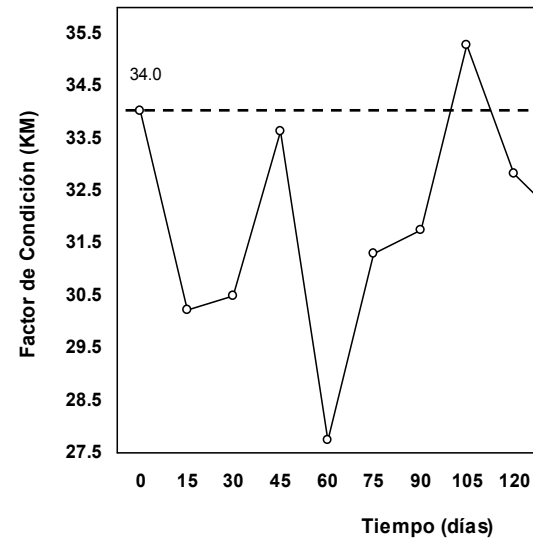
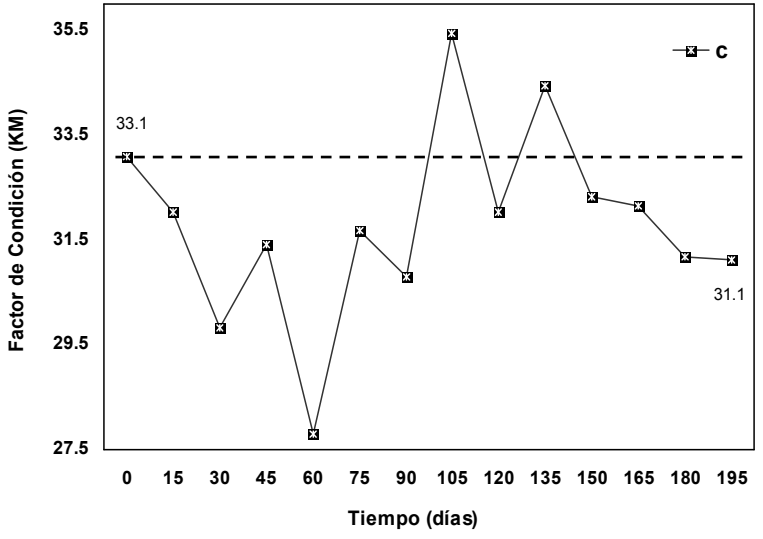
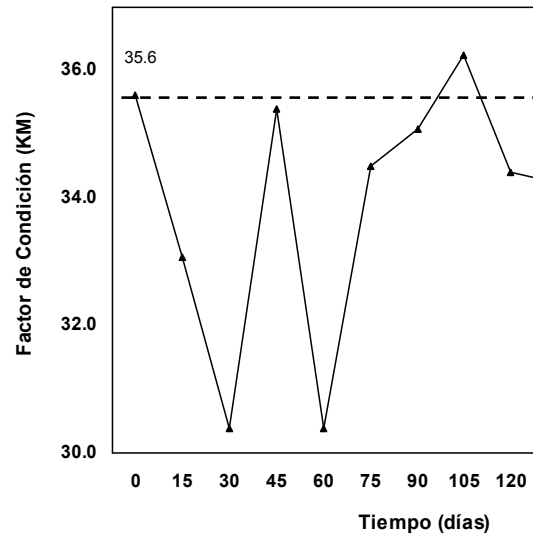
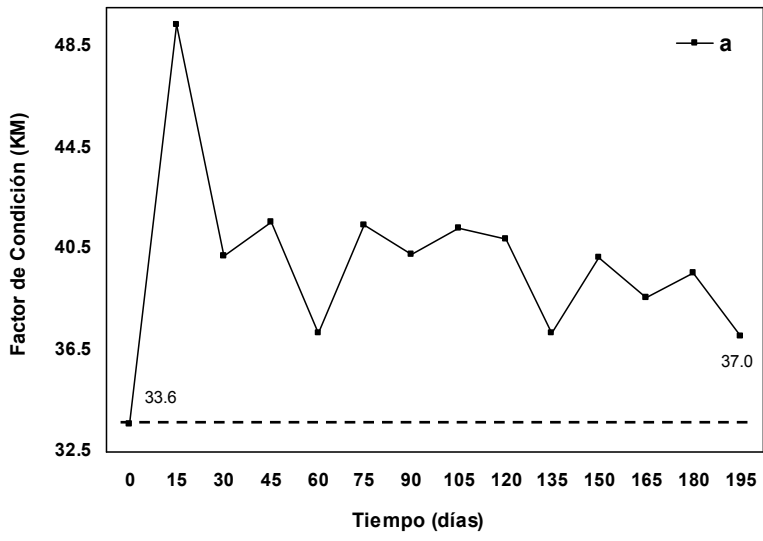
El factor de condición múltiple se estimó considerando las variables de longitud total, ancho de la concha y peso del caracol. De acuerdo a dicho factor la dieta para bagre conservó y mejoró el bienestar físico de *Pomacea patula catemacensis*, ya que su KM inicial fue de 33.6 y el final de 37.0. Por el contrario, los caracoles alimentados con la dieta de camaronina presentaron los valores más bajos del KM (KM inicial 35.6 – KM final 30.9) y las demás dietas para trucha y tilapia mantuvieron por debajo la condición de los caracoles respecto a su relación de talla y peso (Figura 8). En general, el factor de condición de los caracoles fluctuó considerablemente durante el experimento en los cuatro tratamientos.

10.5. Factor de Conversión Alimenticia

Durante el experimento se les proporcionó a los caracoles diferentes cantidades de alimento, dependiendo del consumo y los restos que dejaran en los acuarios, las cantidades y periodo de alimentación se presentan en el cuadro 8. La cantidad de alimento que se suministró a los caracoles por acuario fue de 225.5 g en un periodo de 195 días, el peso total del alimento proporcionado por tratamiento fue de 902 g.

Los valores del Factor de Conversión Alimenticia del caracol, en general fueron similares, de acuerdo al ANDEVA no mostraron diferencias significativas ($P>0.05$). Sin embargo, es importante resaltar que el caracol presentó un mejor crecimiento en peso, utilizando menor cantidad de alimento con la dieta para bagre (1.3:1), mientras que la dieta menos eficiente fue la de tilapia con un valor de 1.9 g alimento/1 g caracol (Cuadro 9).

Figura 8. Factor de Condición Múltiple del caracol *Pomacea patula catemacensis* alimentado con cu balanceadas. a) bagre, b) camarónina, c) tilapia, d) trucha. La línea punteada indica el inicio de condición y como se comporta éste al término del experimento.



Cuadro 8. Cantidad de alimento proporcionado en el experimento del caracol *Pomacea patula catemacensis*.

Cantidad de alimento suministrado por día (g)	Número de días que se suministró el alimento	Cantidad total de alimento suministrado por acuario* (g)	Cantidad total de alimento suministrado por tratamiento** (g)
0.1	20	2.0	8
0.3	15	4.5	18
0.6	15	9.0	36
0.9	20	18.0	72
1.2	50	60.0	240
1.5	35	52.5	210
1.8	15	27.0	108
2.1	25	52.5	210
Total	195	225.5	902

* Densidad por acuario: 20 caracoles

** Tratamiento: 4 repeticiones

Cuadro 9. Comparación del factor de conversión alimenticia en los caracoles con cuatro dietas bajo condiciones de laboratorio.

Parámetros	Tratamientos			
	Bagre	Camaronina	Tilapia	Trucha
Factor de Conversión Alimenticia (g alimento/g caracol)	1.3 : 1	1.8 : 1	1.9 : 1	1.5 : 1
Cantidad total de alimento suministrado (g)	902	902	902	902
Costo total alimento/tratamiento (\$)	4.29	4.98	4.44	6.57
Biomasa final/concha (g)	318.2	300.9	256.2	304.4
Biomasa final (g)	219.0	207.9	170.7	211.5
Número de organismos	75	69	59	65

Con respecto a los costos del alimento, la dieta para trucha es la más alta, por el contrario el alimento balanceado para bagre es el de menor precio. En cuanto a la biomasa final del caracol completo y desconchado la dieta para bagre generó los valores más altos de 318.2 g y 2.19 g respectivamente, mientras que el alimento para tilapia mostró los datos más bajos de caracol completo con 256.2 g y desconchado de 170.7 g, sin embargo no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$).

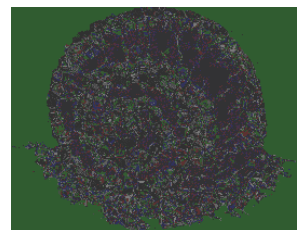
10.6. Eficiencia Energética Alimenticia

El efecto de las dietas sobre la eficiencia energética de *Pomacea patula catemacensis* se determinó con la cantidad de energía bruta de los alimentos y caracoles. El valor más alto de energía bruta en los alimentos se encontró en la dieta para trucha con 4.42 ± 1.80 Kcal/g y el menor en los piensos para tilapia con 4.15 ± 1.36 kcal/g como se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10. Efecto de las dietas sobre la eficiencia energética del caracol *Pomacea patula catemacensis*.

Parámetros	Tratamientos				
	Bagre	Camaronina	Tilapia	Trucha	Silvestre
Energía Bruta del alimento (Kcal/g)	4.21 ± 0.57	4.32 ± 1.04	4.15 ± 1.36	4.42 ± 1.80	----
Energía Bruta del caracol (kcal/g)	4.39 ± 0.20	4.57 ± 0.24	4.26 ± 0.27	4.37 ± 0.22	4.43 ± 0.04
Eficiencia global del caracol %	5.16	5.18	4.12	4.91	----
Energía almacenada en el caracol Kcal/g)	0.217	0.223	0.171	0.217	----

Por otro lado el contenido de energía bruta en los caracoles fue mayor con la dieta de camaronina con 4.57 ± 0.24 kcal/g, el cual superó al valor encontrado en los caracoles silvestres de 4.43 ± 0.04 kcal/g. los caracoles que mostraron una cantidad menor de energía se encontraron en el tratamiento para tilapia 4.26 ± 0.27 kcal/g. Sin embargo, el análisis de la varianza mostró que el efecto de las dietas no fue significativo ($P=0.36$) en los valores de la energía bruta del caracol. Coincidiendo con el registro más alto de energía bruta en el caracol, el tratamiento de camaronina presentó un mayor porcentaje en la eficiencia energética de 5.18%, del cual en un gramo de caracol se almacenaron 0.223 Kcal. Es importante señalar que la cantidad de energía bruta en los caracoles en condiciones experimentales, no difiere considerablemente de los valores encontrados en caracoles silvestres.



11. Discusión

11.1. Crecimiento

El efecto de las dietas sobre el crecimiento de *Pomacea patula catemacensis* al final del experimento no fue estadísticamente significativo. Sin embargo, numéricamente la dieta para bagre permitió que los organismos obtuvieran un mayor crecimiento en talla y peso. Los valores de crecimiento obtenidos fueron similares a los reportados por Carreón-Palau *et al.* (2003), debido que en un periodo de seis meses obtuvieron machos de *P. patula catemacensis* con una talla promedio de 38 ± 3.56 mm y hembras de 33.5 ± 3.92 mm, mientras que en este experimento la talla promedio de dicha especie fue de 3.0 a 3.2 cm en un periodo de 6.5 meses, aunque estos datos son muy cercanos, es necesario resaltar las dietas utilizadas en cada investigación. Carreón-Palau *et al.* (2003), administraron una dieta mixta de 40% de microalga gelificada *Scenedesmus incrassulatus* y 60% de piensos para trucha al 40% de proteína. Sin embargo de las dietas suministradas en este trabajo, tres contenían menor porcentaje de proteína (bagre 28% y camarón y tilapia 25%) y aunque se prolongó quince días más el ensayo, los resultados son muy parecidos, percibiendo que para fines de cultivo de este molusco habría un ahorro en los costos del alimento.

En cuanto al crecimiento en peso de este gasterópodo, autores como Asiain y Olguín (1995) sugieren que con una dieta herbívora de espinaca de agua (*Ipomoea aquatica*), se puede obtener un peso promedio en *P. patula* de 1.37 ± 0.18 g en un periodo de 133 días en densidades de 22 organismos/1 L. Sin embargo con los cuatro alimentos balanceados utilizados en el presente estudio, se alcanzó un mayor crecimiento en peso del caracol (4.2 a 5.2 g), en un periodo de 135 días con una densidad de 1 caracol/2 L, lo que representa que el peso entre 26 y 33% mejor.

Por otro lado, el contenido de proteína en las dietas desempeña un papel muy importante en cuanto al crecimiento del caracol como lo señala Ramnarine (2004) que al formular 6 dietas para juveniles de *P. urceus* con diferentes porcentajes de proteína, encontró que la más eficiente está entre el 20 y 30%. La información generada por este autor coincide con los resultados obtenidos del presente estudio donde el mejor crecimiento de *P. patula catemacensis* se alcanzó con la dieta para bagre con 28% de proteína.

Aunque mucho se ha discutido sobre los hábitos alimenticios de varias especies del género *Pomacea* como la herbivoría micro y macrofitófaga principalmente e inclusive la polifagia, no se descarta la posibilidad de que los “caracoles manzana” puedan aceptar satisfactoriamente otro tipo de dietas, (Estebenet, 1995; Asiain y Olguín, 1995; Lach *et al.*, 2000; Estebenet y Martín, 2002; Fellerhoff, 2002) como en los ensayos realizados por Fellerhoff (2002), donde además de vegetales se ofreció a *Pomacea lineata* dietas tales como materia orgánica y abono proveniente de ganado; en otras investigaciones sobre este mismo género se suministraron alimentos balanceados para peces (Mendoza *et al.*, 2002; Carreón *et al.*, 2003; Ruíz-Ramírez *et al.*, 2005; García-Ulloa *et al.*, 2007) o alimentos para ranas (Góngora *et al.*, 2005).

En particular, los alimentos balanceados ofrecidos durante el experimento con *P. patula catemacensis* no limitaron su crecimiento y fueron aceptados favorablemente de acuerdo a los datos morfométricos obtenidos, independientemente de los hábitos alimenticios de herbivoría tan debatidos; como en las pruebas efectuadas en el género *Pomacea* por Lagunes (1997) que mostró valores promedio de talla y peso finales de 10.104 mm y 0.372 g respectivamente, en un periodo de 60 días con una dieta basada en hojas de espinaca de agua *Ipomoea aquatica* en condiciones seminaturales, en contraste en el experimento con *P. patula catemacensis* se alcanzó una talla promedio de 1.81 ± 0.03 cm y un peso de 1.40 ± 0.09 g en el mismo periodo de 60 días con alimentos balanceados para peces y crustáceos. Esto indica que el comportamiento de todo organismo ante el alimento es muy complejo ya que no solamente se debe tomar en cuenta la calidad del alimento sino la respuesta del animal ante los estímulos ya sean olfativos, visuales, táctiles o auditivos, en este caso el aparato bucal o rádula le confiere al caracol la oportunidad de raspar cualquier superficie de vegetación macrófita, pero también se observó en este experimento que dicha estructura le sirvió para desmenuzar y asimilar los “pellets” que se le proporcionaron y que previamente se ablandaron en el agua del acuario, lo que confirma que los caracoles pueden crecer adecuadamente con dietas comerciales balanceadas.

Con respecto al peso obtenido de las conchas en individuos de *P. patula catemacensis* durante el experimento con dietas se registró un valor promedio de 1.35 g en caracoles con una longitud total promedio de 3.07 cm y un peso total de 3.1 g que en comparación con los resultados de Lobo (1986) son similares, ya que para *Pomacea flagellata* en condiciones silvestres reporta un peso promedio de la concha de 6.10 g en individuos con un peso total

de 9.80 g y talla de 34.05 mm. Por otra parte Rojas (1988) encontró valores similares en *Pomacea costaricana* con peso de la concha promedio de 5.21 g en caracoles silvestres con talla y peso de 32.5 mm y 30.6 g respectivamente. Los caracoles silvestres de *P. patula* no mostraron diferencias significativas en el peso de la concha que fue de 1.3 g en comparación con los organismos en cautiverio, y se podría deducir que las dietas están aportando los nutrientes necesarios para la formación de la concha. Las diferencias en cuanto al peso de la concha entre las tres especies de caracol, antes mencionadas se unen a las variaciones en el color, tamaño y morfología presentes en las distintas especies de este género.

El modelo de crecimiento de von Bertalanffy se emplea comúnmente en peces, sin embargo, al aplicarlo en *Pomacea patula catemacensis* mostró un ajuste mayor al 90% ($r^2=0.98$). Los valores de L_∞ del caracol en los tratamientos fue inferior a la reportada en *P. costaricana* por Rojas (1988), donde ésta fue de L_∞ 6.75 cm alcanzada teóricamente en un tiempo de 8 meses con una $r^2=0.57$. De acuerdo con el modelo podría decirse que la dieta que hipotéticamente le aportaría un mayor crecimiento al caracol serían las de bagre y trucha, lo que concuerda con los valores antes mencionados. En el caso del peso del caracol *P. patula*, Ruíz *et al.* (2005) registraron valores más altos a los observados en el experimento con alimentos balanceados, los cuales estuvieron entre 16.26 g y 15.03 g con alimento para carpa y cianobacterias del género *Calothrix* sp. Dicho peso fue alcanzado por caracoles adultos en un periodo de 181 días, mientras que el mayor peso estimado en el experimento se encontró en la dieta para bagre con 15.7 g en 195 días, con lo cual el crecimiento fue más lento relativamente. Por su parte, Asiain y Olgúin (1995) obtuvieron pesos más bajos en la misma especie de caracol con valores de 1.33 g, en un periodo de 133 días con dieta de *Ipomoea aquatica*.

11.2. Supervivencia

Para fines de cultivo es imprescindible identificar la dieta que favorezca una mejor supervivencia, en el caso de *Pomacea patula catemacensis* el alimento balanceado para trucha aportó el 94% de supervivencia durante 195 días, que comparado con los valores reportados para *Pomacea* sp. por Lagunes (1997) fue superior (76.34 y 68%); sin embargo no sólo puede adjudicarse una alta supervivencia al tipo de alimentación, ya que Asiain y Olgúin (1995) lograron mantener el número de organismos vivos de *Pomacea patula* en un

93% con la misma dieta de *Ipomoea aquatica* (espinaca de agua) también empleada por Lagunes (1997). Por otro lado, Mendoza *et al.* (2002) registraron una sobrevivencia en *P. bridgesi* del 100% manejando dietas artificiales con diferentes niveles de proteína de origen vegetal y animal, lo que indica que la sobrevivencia también podría estar ligada a la resistencia y estabilidad de la dieta en el medio del caracol.

En el experimento con *P. patula catemacensis* pudo apreciarse que los alimentos para bagre y camarón se conservaron mejor que los de tilapia y trucha principalmente, además de que la turbidez en el agua fue menor, sin embargo no puede conferirse al manejo en los acuarios o a la temperatura debido a que todos los tratamientos recibieron los mismos recambios de agua y monitoreo o ajuste en la temperatura. Estos cambios de la sobrevivencia en los caracoles pueden tener una mejor explicación en los requerimientos nutricios y en la especificidad de los alimentos suministrados, que concuerda con lo descrito por National Research Council (1977), que las dietas elaboradas para crustáceos poseen una mayor cantidad de celulosa y más tiempo de permanencia que las convencionalmente diseñadas para peces, lo que mejora las condiciones en el agua. En sentido contrario, el alimento para trucha ocasionó una mayor turbidez por el tipo de ambiente y especie para la que fue diseñado, es decir, para temperaturas no mayores a 15 °C.

11.3. Composición Química

Las dietas utilizadas en el experimento tuvieron un efecto significativo en la composición química del caracol *P. patula catemacensis* en lo que refiere a la proteína cruda, grasa y carbohidratos. Parte de esta diferencia puede tener su origen en el tipo de alimento, debido a que éstas no están balanceadas específicamente para el caracol. Sin embargo, los porcentajes de proteína cruda de los caracoles en el ensayo (41.1 a 49.7%) son parecidos a los reportados en individuos silvestres (45.2%) y semejantes a los logrados en caracoles de la especie *Pomacea costaricana* con un valor de 44.9% (Rojas, 1988). Por otro lado, los caracoles silvestres como *Pomacea flagellata* (Lobo, 1986) y *Pomacea canaliculata* (Bombero-Turburan *et al.*, 1995) son más ricos en proteína cruda que *P. patula*, ya que estos contienen el 59 y 54% respectivamente. La cantidad de proteína presente en el caracol no está relacionada con el nivel proteico proveniente de las dietas debido a que ésta se situó entre el 25%, 28% y 40%, indicando que independientemente del contenido proteínico en el

alimento, el caracol tiene cierto límite para la utilización de proteínas, esto concuerda con lo mencionado por Ramnarine (2004) debido a que un intervalo de 20 y 30% es suficiente para el crecimiento del caracol.

De acuerdo a los resultados sobre el contenido de grasas, el caracol las asimiló en distintas proporciones dependiendo de la dieta generando diferencias significativas; en estado silvestre el porcentaje fue de 2.2%, mientras que en cautiverio alimentado con “pellets” para trucha y bagre se incrementó comparativamente a 35.2% y 8.19%, contrastando con los valores de Lobo (1986), Rojas (1988) y Bombeo-Turburan *et al.* (1995) que fueron de 3.67%, 3.14% y 1.4% respectivamente, en este caso *P. patula* almacenó más energía en forma de grasa con las dietas experimentales que la que podría reservar en estado natural. Asimismo, este comportamiento pudo deberse a que las dietas diseñadas para trucha poseen una gran cantidad de proteína y grasa de origen animal proveniente de carne e hígado de pescado (National Research Council, 1977).

En cuanto al contenido de carbohidratos, *P. patula catemacensis* mostró diferencias significativas que van desde el 7 hasta el 38.5% en caracoles de experimentación, mientras que dicho contenido fue superior en los silvestres con 41.8%, en contraste con 17.5% en *P. flagellata* (Lobo, 1986) y 16.83% para *P. costaricana* (Rojas, 1988) provenientes del medio natural y con una alimentación herbívora propia de individuos silvestres. Por el contrario, el contenido más pobre de carbohidratos de los caracoles en cautiverio lo proporcionó el alimento para trucha.

11.4. Factor de Condición Múltiple (KM)

En principio, el factor de condición múltiple fue diseñado para establecer relaciones de talla y peso en el crecimiento de los peces, por lo que seguramente no hay referencias de éste análisis en caracoles. Sin embargo en el presente estudio, el factor de condición se aplicó a *P. patula catemacensis* encontrando diferentes relaciones de longitud, ancho de la concha y peso en los individuos con las diferentes dietas, donde el alimento para bagre mejoró la condición del caracol de 33.6 a 37, indicando que la dieta cubrió los requerimientos nutricios de éste conservando un equilibrio entre la talla y el peso. En algunos periodos el factor de condición del caracol con tratamiento de bagre fluctuó considerablemente, esto

probablemente se debió al uso de energía a partir de las reservas, primero en forma de grasas y en caso extremo en músculo (Alvarado, 1998; Egea *et al.*, 2002), sin embargo al final de la experimentación los caracoles lograron superar el KM inicial. Un comportamiento similar sucedió en el factor de condición de los caracoles alimentados con dietas para camarón, tilapia y trucha, sin embargo, no lograron superar el KM inicial al final del experimento; lo que denotó que en términos del KM, estas últimas dietas no satisficieron completamente las necesidades nutritivas de los caracoles. Por otro lado, Egea *et al.* (2002) mencionan que un valor bajo del KM puede estar relacionado con niveles de adelgazamiento o por el contrario con sobrepeso del individuo.

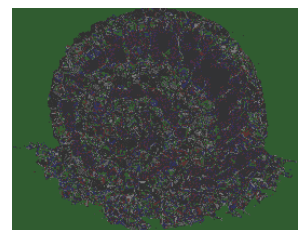
11.5. Factor de Conversión Alimenticia (FCA)

El mejor factor de conversión alimenticia del caracol se desempeñó con la dieta para bagre 1.3:1 que comparado con los resultados descritos por Egea *et al.* (2002) para el pez *Diplodus puntazzo* (sargo picudo) (1.34) son similares, mientras el FCA de la trucha fue menor al de *Pomacea patula catemacensis* ya que Alvarado (1998) encontró un valor de 1.51. Los datos del FCA reportados en los caracoles del experimento concuerdan con lo definido por Ramnarine (2004), debido a que los mejores valores para conversión de biomasa en *P. urceus*, se encuentran en dietas con 15 y 20% de proteína con un FCA de 1.46 y 1.77 respectivamente. Por su parte, Mendoza *et al.* (2002) encontraron la mayor tasa de conversión del alimento para *P. bridgesi* en dietas formuladas en proporciones de 75% de proteína animal y 25% de proteína vegetal. Dichos valores demuestran que los caracoles del género *Pomacea* no pueden asimilar fuertes contenidos de proteína tanto de origen animal como vegetal. Por otro lado, la calidad y origen de la proteína puede variar entre las diferentes dietas empleadas para el experimento, donde el contenido de celulosa cumple un papel fundamental de acuerdo con Mendoza *et al.* (2002), debido a que éste ingrediente al ser una fibra, acelera el paso del alimento en el tracto intestinal disminuyendo la capacidad de absorción y aprovechamiento de los nutrientes, lo cual, además de verse reflejado en el crecimiento o sobrevivencia puede reducir la biomasa.

11.6. Eficiencia Energética Alimenticia

La energía bruta del caracol no tuvo diferencias significativas, sin embargo la dieta para camarón y bagre le aportaron mayor energía con 4.57 y 4.39 Kcal/g respectivamente. Estos valores no distaron mucho a los encontrados en individuos silvestres 4.43 Kcal/g. Por el contrario, en *P. flagellata* se registró un contenido energético de 3.56 cal/100g (Lobo, 1986) reflejando que indistintamente de la especie de caracol *Pomacea* que se trate, la carne de éstos es rica en proteínas y energía. La cantidad energía almacenada que permaneció en *P. patula* expresada en Kcal/g es de considerable importancia, debido a que es el producto neto resultante de los gastos energéticos por las funciones vitales como digestión, excreción, respiración, síntesis de tejidos durante el crecimiento del organismo y para su formación de la concha, así como el gasto energético en la movilidad para la obtención del alimento en el acuario. Además del metabolismo, las dietas utilizadas en términos energéticos le proporcionaron al caracol reservas de energía en los tejidos, donde la eficiencia global fue muy similar en las dietas para bagre y camarón, mientras que la menor se encontró en el alimento para tilapia.

Por otro lado, los diferentes niveles de proteína y el tipo de dieta no ejercieron un efecto significativo en el contenido de energía; que de acuerdo con Ramnarine (2004) los caracoles tienen un límite en la digestión de las proteínas y aunque éstas se ofrezcan en altas concentraciones predomina una incapacidad para seguirlas incorporándolas al organismo. Por su parte, Mendoza *et al.* (2002) mencionan que existe una ligera tendencia de digestibilidad de *P. bridgesi* hacia las fuentes proteicas de origen vegetal debido al mayor contenido de aminoácidos libres presentes; sin embargo, no encontraron diferencias significativas.



12. Conclusiones

- Las dietas balanceadas para bagre, camarón, tilapia y trucha ejercieron un efecto similar en el crecimiento de *P. patula catemacensis* en cuanto a talla y peso. Sin embargo, para fines de acuicultura, es importante considerar que el alimento para bagre ofreció un crecimiento satisfactorio a un costo menor.

- Las dietas que aportaron una mayor sobrevivencia en los caracoles fueron bagre y camarón, además conservaron mejor la transparencia en el agua sin un deterioro en el acuario, lo que para cuestiones prácticas de cultivo podría ser útil.

- Los recambios de agua constantes y limpieza de residuos de alimento en los acuarios son fundamentales en la salud de los organismos y la calidad del agua, debido a que por la temperatura algunos de los alimentos tienden a descomponerse con mayor rapidez y pueden presentarse problemas en los organismos, tales como la presencia de hongos o baja movilidad aún en las horas más activas.

- El contenido de proteína cruda en los caracoles de experimentación en general, fue mayor a los encontrados en caracoles silvestres, siendo el mayor de 49%.

- Las concentraciones de carbohidratos fueron altas con las dietas de bagre y camarón, sin embargo no superaron el contenido en caracoles silvestres.

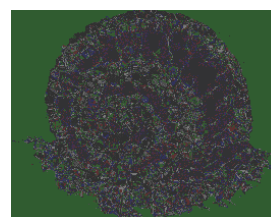
- El contenido de grasa cruda entre los tratamientos fue menor en los caracoles con la dieta para bagre y mayor con respecto a los encontrados en individuos silvestres.

- La dieta que ofreció a los caracoles un mejor factor de condición fue la de bagre, la proporción entre la talla y el peso guardó un equilibrio, lo que indicó un mayor bienestar en los organismos.

- El mejor factor de conversión alimenticia se encontró en caracoles alimentados con la dieta para bagre. En términos de acuicultura este puede ofrecer un mejor rendimiento y productividad debido a que el caracol lo pudo asimilar fácilmente.

- La eficiencia energética global del caracol no mostró diferencias significativas con respecto a la dieta, pero existió una ligera tendencia en los alimentos para camarón y bagre. El mayor contenido de energía almacenada en el molusco fue de 0.223 Kcal/g con la dieta para camarón.

- *Pomacea patula catemacensis*, es un organismo con alto potencial para ser considerado en la acuicultura por poseer atractivas características nutricias, flexibilidad al aceptar dietas experimentales y adaptación al mantenerse en crecimiento en condiciones de cautiverio



13. Consideraciones finales

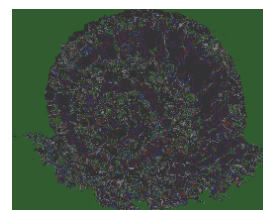
El cultivo del caracol *Pomacea patula catemacensis* para fines comerciales, aún no está establecido en México ya que se extrae directamente del lago de Catemaco, por lo cual es importante impulsar estudios que lleven a un aprovechamiento sostenible, óptimo y consecuentemente ayudar a mejorar el nivel de vida de los pescadores. La investigación que en este trabajo se presenta aporta datos relevantes para su cultivo como son en resumen que: los alimentos balanceados para bagre y trucha aportaron ligeramente un mayor crecimiento en talla y peso de los organismos, sin embargo, los costos entre una dieta y otra son extremos y para cuestiones de cultivo pueden tener un impacto económico fuerte.

En relación con la sobrevivencia, las dietas de bagre y camaronina conservaron mejor el número inicial de caracoles. Si bien la dieta para bagre no ofreció el mismo crecimiento para *P. patula catemacensis* que la dieta para trucha, si mantuvo un alto porcentaje de sobrevivencia además de ser un alimento balanceado menos costoso en comparación con el de trucha y camarón, lo que es importante a considerar en términos de costo-beneficio en acuicultura.

Respecto al efecto de las dietas en la composición química del caracol, éstas ejercieron diferencias en el contenido de proteínas, carbohidratos y lípidos, donde nuevamente la dieta para bagre aporta un mayor porcentaje de proteína en el caracol, comparada a la encontrada en los silvestres, además de poseer poca grasa y altos carbohidratos; en comparación con el alimento para trucha que enriquece en el caracol el contenido de lípidos, dichos valores pueden ser considerados también para conocer la calidad nutritiva final en caracoles cultivados con fines comerciales. Por lo cual es necesario:

- Valorar los requerimientos nutritivos de *Pomacea patula catemacensis* para formular un alimento balanceado específico. Igualmente es indispensable estimar las necesidades de calcio en la dieta del caracol para mejorar su crecimiento y/o reproducción debido a la formación de la concha.

- Con el fin de cultivar caracoles masivamente y evitar su sobreexplotación es necesario comenzar a criar organismos en estanques probando diferentes dietas balanceadas, sencillas, de bajo costo y prácticas.



14. Literatura Citada

- Albrecht**, E. A., Carreño, N. B. y Castro-Vázquez A. 1996. A quantitative study of copulation and spawning in the South American apple-snail, *Pomacea canaliculata* (Prosobranchia: Ampullariidae). *The Veliger* 39(2):142-147.
- Alvarado**, H. 1998. Efecto de diferentes concentraciones de calcio sobre el desarrollo de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en condiciones de cultivo. *Zootecnia Tropical* 16(1): 99-111.
- Amador-Del Ángel**, L., Mugartegui-Esquiliano, J., Chin-Caña, F., Arcos-Pérez, A., Cabrera-Rodríguez., P. 2006. Características del desove del caracol de agua dulce *Pomacea flagellata livescens* (Reeve, 1986) en ambiente controlado. Comunicación Científica-CIVA. IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura 916-921 p. [Disponible el 08/03/07 en URL:<http://www.civa2006.org>].
- A.O.A.C.** 1990. *Official methods of analysis*. 15th Ed. Association of Official Agricultural Chemists, Washington D.C. 1298 p.
- Asiain**, A. y Olguín, C. 1995. Evaluation of water spinach (*Ipomoea aquatica*) as feed for apple snail (*Pomacea patula*). pp. 51-52 En: *Book of Abstracts. World Aquaculture '95 Conference*. 1-4 February 1995, San Diego, California, USA.
- Avilés**, O. V. 2003. Evaluación de *Pomacea patula* (Mollusca) como organismo de prueba para la determinación de la toxicidad en sedimentos contaminados por hidrocarburos. Tesis de Licenciatura en Biología. Instituto Politécnico Nacional. México. 50 p.
- Baker**, H. B. 1922. The Mollusca collected by the University the Michigan. Walker Expedition in the Southern Veracruz, México. I. *Ocassional papers of the Museum of Zoology* 106, 17-61 p.

- Baqueiro**, C. E. 1984. *Programa Nacional de almeja y caracol, Primera reunión de Malacología y Conquiliología, La Paz Baja California*. Área interdisciplinaria de Ciencias del mar. Universidad de Baja California Sur. 97 p.
- Barnes**, D. R. 1995. *Invertebrate Zoology*. Saunders Company, U. S. A. 570 p.
- Bequaert**, J. C. 1957. Land and freshwater mollusks of the Selva Lacandona Chiapas, México. *Bulletin Museum Comparative Zoology*, Harvard University. 116: 204-227.
- Bombeo-Tuburan**, I., Fukumoto, S. y Rodríguez, E. M. 1995. Use of the golden apple snail, cassava, and maize as feeds for the tiger shrimp, *Penaeus monodon*, in ponds. *Aquaculture* 131(1): 91-100.
- Burch**, B. J. y Cruz-Reyes, A. 1987. *Clave genérica para la identificación de gastrópodos de agua dulce*. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. México. 46 p.
- Carlsson**, N., Kestrup, A., Martensson M. y Nyström, P. 2004. Lethal and non-lethal effects of multiple indigenous predators on the invasive golden apple snail (*Pomacea canaliculata*). *Freshwater Biology* 49(10): 1269-1279.
- Carreón**, P. L. 1998. Desarrollo del aparato reproductor del caracol *Pomacea patula catemacensis* (Baker 1922) (Mesogastropoda: Ampulariidae). Tesis de Licenciatura en Biología. Instituto Politécnico Nacional. México. 64 p.
- Carreón**, P. L., Uria, G. E., Espinosa, C. F y Martínez, J. F. 2003. Desarrollo morfológico e histológico del sistema reproductor de *Pomacea patula catemacensis* (Baker 1922) (Mollusca, Caenogastropoda: Ampulariidae). *Revista Chilena de Historia Natural* 16(4):665-680.
- Cazzaniga**, N. J. 2002. Workshop: "Biology of Ampullariidae". Minireview. Old species and new concepts in the taxonomy of *Pomacea* (Gastropoda: Ampullariidae). *Biocell* 26(1): 71-81.

- Church**, D. C. y Pond, W. G. 1987. *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales*. Ed. Limusa. México. 438 p.
- Cordero**, P. P., Córdoba, M. R. y Solano, C. F. 2000. *En Defensa del Manglar*. Experiencias del proyecto "Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Asociados a los Manglares del Pacífico de Guatemala". Gobierno de Noruega-Unión Mundial para la Naturaleza-Unión Europea-Unión Nacional de Bosques de Guatemala. 29 p.
- Cuevas**, M. A. 2004. Identificación de bacterias en muestras de moluscos y peces, en febrero (2002), del Lago de Catemaco, Veracruz. Informe de Servicio de Social. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. 87 p.
- De la Lanza**, E. G. y García, C. J (Comp). 2002. *Lagos y Presas de México*. Ed. AGT. México, D. F. 680 p.
- Dirzo**, R. y Miranda, A. 1992. El límite boreal de la selva tropical húmeda en el continente Americano: contracción de la vegetación y solución de una controversia. *Interciencia* 16: 240-247.
- Diupotex**, Ch. M., 2004. Karyotipe and "G" Band Analysis of *Pomacea patula catemacensis* (Baker, 1922) from Catemaco Lagoon, Veracruz, México. *Contributed Session IV Freshwater Mollusks. American Malacological Society, Sanibel*. pp. 23.
- Eberhard**, K. 1991. Nitrogen and protein concentration in foodstuffs and animal feeds-fully automatic determination using Dumas method. *Biotechnology Forum Europe*. 25-29 pp.
- Egea**, N., Rueda, F., Martínez, J., García, B. 2002. Efecto de la realimentación tras un periodo de ayuno sobre el crecimiento del sargo picudo *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777). *Boletín. Instituto Español de Oceanografía* 18(1-4): 357-362.
- Estebenet**, A. L. 1995. Food and feeding in *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). *The Veliger* 38(4): 277-283.

- Estebenet**, A. L. y **Martín**, P. R. 2002. Workshop: "Biology of Ampullariidae". Minireview. *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae): Life-history Traits and their Plasticity. *Biocell* 26(1): 83-89.
- Estoy**, G. F. Jr., **Yusa**, Y., **Wada**, T., **Sakurai**, H. y **Tsuchida**, K. 2002. Size and age at first copulation and spawning of the apple snail, *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). *Applied Entomology Zoology* 37(1): 199-205.
- Fellerhoff**, C. 2002. Feeding and growth of apple snail *Pomacea lineata* in the pantanal wetland, Brazil- A stable isotope approach. *Isotopes Environmental Health Studies* 38(4): 227-243.
- García-Ulloa**, M., **Ramnarine**, I., **Gallo-García**, M., **Ponce-Palafox**, J., **Góngora-Gómez**, A. 2007. Spawning and hatching of the edible snail *Pomacea patula* (Baker 1922) (Gastropoda: Ampullariidae) in the laboratory. *World Aquaculture Magazine* 38(3): 50-52.
- Góngora**, A., **Rodríguez**, G., **Domínguez**, A., **Muñoz**, N. y **García-Ulloa**, M. 2005. Cultivo del caracol manzana *Pomacea bridgesi* (Reeve, 1856), en Guasave, Sinaloa. *Congreso de Malacología*. [Disponible el 04/05/06 en URL:<http://www.ibiologia.unam.mx/barra/congresos/pdf/malacologia/gongora2.pdf>].
- Harris**, W. D. y **Popat** P. 1954. Determination of the phosphorus content of lipids. *American Oil Chemical Society Journal* 31:124
- Hyman**, L. H. 1967. *The invertebrates*: Volume VI. Mollusca I. McGraw Hill. Nueva York. 792 p.
- Lach**, L., **Britton**, K. D., **Rundell**, J. R. y **Cowie**, H. R. 2001. Food preference and reproductive plasticity in an invasive freshwater snail. *Biological Invasions* 2(4):279-288.
- Lagunes**, C. B. A. 1997. Aprovechamiento de los cuerpos de aguas tropicales para la crianza intensiva del caracol dulceacuícola *Pomacea* sp. (Mollusca, Gastrópoda) en corrales flotantes, para su integración en programas acuícolas. Tesis de Ingeniería en Acuicultura. Instituto Tecnológico del Mar. Veracruz, México. 71 p.

- Lobo, V. X.** 1986. Estudio de algunos aspectos de la biología del molusco *Pomacea flagellata* (Say) (Prosobranchia: Ampullariidae). Tesis de Licenciatura en Biología con énfasis en Zoología. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 54 p.
- Mendoza, R.,** Aguilera, C., Hernández, M., Montemayor, J. y Cruz, E. 2002. Elaboración de dietas artificiales para el cultivo de caracol manzana (*Pomacea bridgesi*). *Revista AquaTIC* 16. *Revista AquaTIC* no. 16, Abril 2002. [Disponible el 02/05/2006 en URL:<http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=h&c=142>].
- Milward de Andrade, R.** 1981. Resistência a dessêcação de *Pomacea haustum* (Reeve, 1856) capturadas no Lago da Pampulha belo horizonte, Mg (Brasil) (Mollusca: Pilidae). *Revista Brasileira do Biologia* 41(1): 215-221.
- Muñoz, R. J.** 1987. Utilización de seis dietas para el cultivo de *Pomacea flagellata* (Say) (Gastropoda: Ampullariidae), en condiciones de laboratorio. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 42 p.
- Naranjo-García, E. y** García-Cubas, A. 1986. Algunas consideraciones sobre el género *Pomacea* (Gastropoda: Pilidae) en México y Centroamérica. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, 56(1985). Ser. Zool. (2):* 603-605.
- Naranjo-García, E. y** Polaco, J. O. 1997. Moluscos Continentales. En: González-Soriano, E., Dirzo, R. y Vogt, R. C. (Comp). *Historia Natural de los Tuxtlas*. UNAM-CONABIO. México. pp. 425-431.
- Naranjo, G. E.** 2003. Moluscos continentales de México: Dulceacuícolas. *Revista de Biología Tropical* 5(3):495-505.
- National Research Council.** 1977. *Nutrient Requirements of Warm water Fishes. Nutrient Requirements of Domestic Animals*. National Academy of Sciences. Washington, D. C. 78 p.
- Perera, G. y** Walls, J. G. 1996. *Apple snails in the aquarium*. T.F.H. Publications. USA. 121 p.

- Pérez-Rojas**, A., Torres-Orozco, B. y Márquez-García, A. Z. 1993. Geomorfología y batimetría del Lago de Catemaco, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México* 19(2): 17-22.
- Rafail**, S. Z. 1973. A simple and precise method a von Bertalanffy Growth Curve. *Marine Biology* 19: 354-358.
- Ramnarine**, I. W. 2003. Induction of spawning and artificial incubation of eggs in the edible snail *Pomacea urceus* (Muller). *Aquaculture* 215:163-166.
- Ramnarine**, I. W. 2004. Quantitative protein requirements of the edible snail *Pomacea urceus* (Muller). *Journal of the World Aquaculture Society* 35(2): 253-256.
- Rangel**, R. L. J. 1988. Estudio morfológico de *Pomacea flagellata* Say, 1827 (Gastropoda: Ampullaridae) y algunas consideraciones sobre su taxonomía y distribución geográfica en México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Ser. Zool.* 58(1):21-34.
- Rangel-Ruíz**, L. J., Gamboa, A. J. y Medina. R. U. 2003. *Pomacea flagellata* (Say, 1827) Un gigante desconocido en México. *Kuxulkab' Revista de Divulgación de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco* 9(7): 5-9.
- Ricker**, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations department of environmental fisheries and marine services. *Bulletin fisheries board of Canada* 191: 203-204.
- Rodríguez-Gutiérrez**, M. y Marañón-Herrera, S. 1993. Relación del factor de condición múltiple con la reproducción de machos en la carpa *Cyprinus carpio*. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 20(1): 105-113.
- Rojas**, B. D. 1988. Estudio de de la biología del caracol de agua dulce *Pomacea costaricana* (Martens, 1899) Gastropoda: Ampullariidae. Tesis de Posgrado Magister Scientiae. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 54 p.

- Ruíz, R. R., Espinosa, C. F. y Martínez, J. F.** 2005. Growth and reproduction of *Pomacea patula catemacensis*, Baker, 1922 (Gastropoda: Ampullariidae) when fed *Calothrix* sp. (Cyanobacteria). *Journal of the World Aquaculture Society* 36(1): 83-95.
- Sánchez, M. R.** 1999. Estudio bioecológico de *Pomacea flagellata* (Say, 1827): notas sobre etología y depredadores en dos localidades (Isla Agaltepec y Bajos de Mimeahua) en el Lago de Catemaco, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Veracruzana. Veracruz, México. 42 p.
- Secretaría de Gobernación** SEGOB. 2004. Diario Oficial de la Federación. NOM-059-ECOL-2001.
- Sharfstein, B. y Steinman, D. A.** 2000. Growth and survival of the Florida apple snail (*Pomacea paludosa*) fed 3 naturally occurring macrophyte assemblages. *Journal of the North American Benthological Society* 20(1): 84-95.
- Torres-Orozco, R. y Pérez-Rojas.** 1995. El Lago de Catemaco. En: de la Lanza y García (eds), *Lagos y Presas de México*. Centro de Ecología y Desarrollo. México, D.F. pp. 155-175.
- Torres-Orozco, R.** 1996. El Lago de Catemaco. Campo virgen para estudios ecológicos. *La Jornada Ecológica* año 4, 46. México, D.F.
- Torres-Orozco, R. y Pérez-Rojas.** 2002. El Lago de Catemaco. En: de la Lanza y García (eds), *Lagos y Presas de México*. Centro de Ecología y Desarrollo. México, D.F. pp. 212-251.
- Van Soest, P. J. Robertson, J. B. y Lewis, B. A.** 1991. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. *Journal Dairy Science* 74(10): 3583-3597.
- Vinatea, A. L.** 2004. Fundamentos de acuicultura. Ed. UFSC. Florianópolis, Brasil. 348 p.

Yam-Keb, E. 1986. Análisis cariológico de la especie *Pomacea patula catemacensis* (Baker, 1922). Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 29 p.

Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4th Ed. Prentice Hall, New Jersey. 663 p.

