

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

CRECIMIENTO DEL CARACOL DE AGUA DULCE  
(*Pomacea* sp.) BAJO DIFERENTES NIVELES  
DE CARBONATO DE CALCIO EN EL AGUA

POR

PATRICIA ESPAÑA HERRERA Y REGINA SANCHEZ CASTAÑEDA

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1995

M  
24  
S(17)

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO  
POR LOS ESTATUTOS DE LA UNIVERSIDAD DE  
SAN CARLOS DE GUATEMALA  
PRESENTAMOS A CONSIDERACIÓN DE  
USTEDES EL PRESENTE TRABAJO DE SEMINARIO

CRECIMIENTO DEL CARACOL DE AGUA DULCE (Pomacea sp.)  
BAJO DIFERENTES NIVELES DE CARBONATO DE CALCIO EN EL AGUA

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE

TÉCNICO UNIVERSITARIO EN ACUICULTURA

CONSEJO REGIONAL DEL  
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA

PRESIDENTE : M. V. FRATERNO DÍAZ MONJE

CORDINADOR ACADÉMICO : Lic. MAURICIO L. MEJÍA E.

SECRETARIO : M. Sc. LUIS FRANCISCO FRANCO CABRERA

REPRESENTANTE DEL CLAUTRO DE CATEDRÁTICOS

M. V. SALOMÓN MEDINA PAZ

Lic. TEODORO EDUARDO CAAL DÁVILA

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

Br. SANTIAGO YEE M.

Br. MANUEL IXQUIAC

Br. ALEXEI GUTIERREZ

Br. SERGIO RUANO

ASESORES DE SEMINARIO

M. Sc. LUIS FRANCISCO FRANCO C.

M. Sc. LEONEL CARRILLO OVALLE

PROFESORA DE SEMINARIO

Licda. LORENA BOIX

ACTO DE GRADUACIÓN Y SEMINARIO QUE DEDICAMOS A

DIOS

AGRADECIMINETO A

NUESTROS PADRES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA

M. Sc. LUIS FRANCO

M. Sc. LEONEL CARRILLO

LIC. LORENA BOIX

## ÍNDICE GENERAL

Carátula	i
Presentación	ii
Listado Tribunal Examinador	iii
Dedicatoria	iv
Reconocimientos	v
1. Introducción	1
2. Hipótesis	2
3. Objetivos	3
4. Revisión de Literatura	4
4.1 Antecedentes	4
4.2 Generalidades de la especie	6
4.2.1 Distribución	6
4.2.2 Biología	8
4.2.3 Taxonomía	11
4.2.4 Anatomía	11
4.2.5 Fisiología Alimentaria	12
4.2.6 Hábitat	13
4.2.7 Reproducción	15
4.2.8 Concha	16
4.2.9 Aspectos físico-químicos del agua	18
4.2.10 Perspectivas	19

5. Materiales y métodos	20
5.1 Ubicación geográfica del experimento	20
5.2 Materiales y equipo	20
5.3 Tratamientos	21
5.4 Variables a medir	22
5.5 Manejo del experimento	25
5.5.1 Análisis de información y metodología	26
6. Resultados y discusión	27
7. Conclusiones	38
8. Recomendaciones	39
9. Bibliografía	40
10. Anexo	43

## RESUMEN

Acuicultura es la ciencia que contribuye a completar la escasez de alimentos en los países en desarrollo como Guatemala. También, la acuicultura ha sido dirigida especialmente al incremento de la pesca. Sin embargo, el principal interés del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, es que se diversifiquen los cultivos acuáticos, especialmente para suministrar alimentos de alta calidad y ricos en proteínas.

Una de las especies a incrementar para su cultivo, es el caracol de agua dulce Pomacea sp. Se han hecho investigaciones anteriores acerca de los aspectos nutricionales del caracol de agua dulce, pero acerca del efecto del suministro de carbonato sobre su crecimiento (referente a peso y longitud) no había ningún estudio, ni siquiera un pequeño trabajo. Por esa razón, éste es el objetivo de esta investigación.

Se evaluaron 3 tratamientos, uno sin suministro de carbonatos, y dos con el equivalente a 250 mg/lit de  $\text{CaCO}_3$  y 500 mg/lit de  $\text{CaCO}_3$ , con caracoles de agua dulce en crecimiento, bajo condiciones experimentales.

De acuerdo a los resultados, el tratamiento donde el caracol de agua dulce tenía el mayor suministro de  $\text{CaCO}_3$  - 500 mg/lit -, dicho nivel mostró los mejores resultados respecto a peso y talla, en comparación con los otros tratamientos. Aunque esos incrementos no fueron comparables con ninguna otra investigación.

La temperatura del agua fue el principal factor que redujo el aumento de longitud y peso.

En general, los resultados mostraron que el suministro de carbonatos puede aumentar el rendimiento productivo del caracol de agua dulce.

La recomendación es que al hacer alguna investigación acerca de esta especie, debe aumentarse la temperatura, ya que este fue un factor limitante en cuanto a peso y talla de los caracoles.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Centro

## ABSTRACT

Aquaculture is a science contributing to mitigate the food shortage in developing countries like Guatemala. Aquaculture has been aimed to grow fish, specially. However the interest of the Centro de Estudios del Mar y Acuicultura is to diversify the aquatic cultures, especially to supply high-protein and quality foods. One of the emerging species is the freshwater snail, Pomacea sp. Previously research was done about nutritional aspects of the freshwater snail, nonetheless nothing or little is known about the effect of carbonate supplementation on growth (weight and length), main objective of this study.

Three treatments were assessed, one treatment without carbonate supplementation and two with the equivalent to 250 mg/lit CaCO<sub>3</sub> and 500 mg/lit CaCO<sub>3</sub> on growth of freshwater snail under experimental conditions.

According to the results, the treatment where freshwater snail were supplied at 500 mg/lit of CaCO<sub>3</sub> level showed the best performances in relation to weight and length gain in comparison with the other treatments, however those gains were not comparative to other researches. Temperature was the principal factor reducing growth and length gains.

In general, the results showed that the carbonate supplementation may enhance the productive performance of the freshwater snail. Recommendation to replicate the research where temperature will not be a limiting factor is done.

1.

## INTRODUCCIÓN

La situación de seguridad alimentaria en nuestro país se plantea como una de las necesidades prioritarias para el año 2000. La acuicultura se plantea como una de las disciplinas nuevas de mayor importancia en la ampliación de nuevas fuentes de alimento, adaptando para ello tecnología reciente. Por lo anterior se plantea la utilización de la especie Pomacea sp. para generar fuentes alternativas de alimento, para en un futuro poder ofrecer a la comunidad un alimento de alto contenido protéico a bajo costo, utilizando reducidos espacios para su reproducción.

La presente investigación, corresponde al estudio de la calidad del agua, específicamente en la toma de parámetros físico-químicos.

Se plantea el estudio del nivel de crecimiento del caracol, utilizando diferentes niveles de carbonato de calcio en el agua con la finalidad de observar el nivel más adecuado a utilizar en el crecimiento óptimo de dicho caracol dulce acuícola .

La realización de la presente investigación, cumplirá con los Fines de Investigación de la Univesidad de San Carlos de Guatemala -USAC- en general, así como de los propósitos del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA- en particular.

## 2. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Existen diferencias en el comportamiento productivo  
(crecimiento en base a peso o longitud) en el caracol de agua  
dulce Pomacea sp. bajo diferentes niveles de carbonato de calcio  
en el agua

### **3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Lograr la determinación de la asociación entre el nivel de carbonato de calcio en el crecimiento del caracol de agua dulce (Pomacea sp.)

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Medir el crecimiento de caracol de agua dulce (Pomacea sp.), bajo diferentes niveles de carbonato de calcio.
- Evaluar la calidad del agua bajo los diferentes tratamientos.

#### 4. REVISIÓN DE LITERATURA

##### 4.1. ANTECEDENTES

A pesar de que algunos esfuerzos han sido dedicados a investigar los requerimientos acuiculturales, estos han sido, en su mayoría, enfocados a aspectos nutricionales, densidades de siembra y formas de cultivo. Poco es conocido en relación al efecto de la calidad del agua en el desarrollo del caracol y el impacto en el tiempo de cultivo necesario para obtener individuos con tamaños requeridos para el mercado.

Algunos investigadores han reportado el efecto de las sales cálcicas en la formación de la concha del caracol de agua dulce, sin embargo estos trabajos han reportado sólo sugerencias.

En Guatemala existen investigaciones realizadas sobre el caracol de agua dulce Pomacea sp. como el Cultivo de Caracoles de agua dulce realizado por CARE-DIGESEPE y CUERPO DE PAZ, realizado en 1987. Cultivo de Caracol de agua dulce ejecutado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, específicamente por la Dirección General de Recursos Pesqueros y Acuicultura, en el año de 1986. La tesis para optar al grado de Licenciatura en Biología con especialidad en Zoología sobre el estudio de algunos aspectos de la biología del molusco Pomacea flagellata. (SAY). (Prosobranchia anpullariidae),

realizado por la Universidad de Costa Rica, en el año 1989, por la Facultad de Ciencias, Escuela de Biología; y la tesis del uso de fuentes de alimento en engorde de caracol (Pomacea) de agua dulce en el municipio de Amatitlán, de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el año 1990.

En cuanto a su cultivo, se ha determinado que en sistemas de monocultivo se pueden sembrar de 10 a 20 especímenes por metro cuadrado, en sistemas de policultivo se pueden sembrar de 1 a 10 caracoles por metro cuadrado, con un peso promedio de 1.5 a 2 g. en sistemas de policultivo con tilapia y almeja gigante, lográndose que en períodos de 80 a 90 días, alcancen pesos de 20 a 25 g. promedio. Se utilizan estanques de 1 metro promedio de profundidad, se fertilizan con gallinaza en dosis de 100 a 200 kg. diarios.

Es posible alcanzar mejores rendimientos utilizando hojas verdes como lechuga, repollo, forraje, así como adicionando una alimentación que aporte calcio. (DIGESEPE-CARE 1990).

Desde el punto de vista económico y productivo, se ha sabido que los moluscos debido a los costos de producción, no son muy elevados en comparación con la ganancia que se puede obtener de ellos, los moluscos más utilizados en la Acuicultura son bivalvos como almejas, ostras y mejillones; y los gasterópodos como los caracoles de agua dulce. Su cultivo se realiza

directamente sobre el sustrato, o bien en instalaciones levantadas sobre el cultivo o sumergidas.

Específicamente en el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, no se han realizado estudios sobre el caracol dulceacuícola, Pomacea sp., aunque existen investigaciones docente-estudiantiles sobre esta especie, en la Estación Experimental de Monterrico, Taxisco, Santa Rosa. Sin embargo existe gran potencial hídrico en Guatemala como recurso para cultivo de especies dulceacuícolas. (Ver Fig. 1).

## 4.2. GENERALIDADES DE LA ESPECIE

### 4.2.1. DISTRIBUCIÓN

Pomacea se presenta con una distribución geográfica tropical y sub-tropical. Está localizado en África tropical, India, Archipiélago Malayo, y la isla Célebes. En América se encuentra desde Georgia y Florida y el este de México hasta Argentina. (**Morrison 1946**).

En cuanto a su distribución en Guatemala se encuentran distribuidos en el lago de Amatitlán, laguna El Pino en Santa Rosa, y actualmente en estanques de cultivo en la Estación Experimental de Monterrico de la USAC.

Figura No.1

Distribución de las principales fuentes de agua dulce.

República de Guatemala



Fuente: The Software Toolworks World Atlas Versión 3.2

#### 4.2.2. BIOLOGÍA

El caracol dulceacuícola Pomacea sp. consta de una concha formada en su mayoría de carbonatos, y dentro de ésta guarda su cuerpo, es decir, la gran masa visceral que contiene la mayor parte del aparato digestivo, corazón, órganos excretores y reproductores, las branquias y el ano situados en posición anterior. (David 1980).

Según literatura de algunos autores como Money, David y Croft, los caracoles tienen un cuerpo macizo en el cual se distinguen 4 partes principales, la primera es la cabeza, en la cual se encuentran los ojos y tentáculos, la boca que está armada por dientes quitinosos y curvos, situados encima de una base cartilaginosa, el saco visceral y el manto que forma la cuarta región del cuerpo, es un repliegue de la epidermis, que se desarrolla a partir de la parte posterior y se dobla por encima del cuerpo envolviendo a la masa visceral. (David 1980).

Las partes de la concha son: ápice, espira, sutura, líneas de crecimiento, boca, peristoma, ombligo y última vuelta. Internamente se compone de sifón inhalante, ojo, pie, probólide, boca y tentáculo. (Porras 1988).

La función de la concha es de protección ante el ataque de otros animales, golpes, calor, frío, viento y luz. Ante estos estímulos, el caracol se retrae con su

concha y se complementa la protección mediante la existencia de un opérculo que tapa la boca. La boca está formada de labios y posee una lengua recubierta por una lámina llamada rádula, que en sus movimientos funciona como un rallador, raspador, lima, cepillo y cortadora, que le permite alimentarse de vegetales. Tiene una cabeza poco desarrollada. Varios pares de branquias se alojan en la cavidad del manto. Las branquias bipectinadas constan de filamentos planos que se prolongan a cada lado de un eje central, cada filamento ostenta cilios laterales que generan la corriente ventilatoria, y un cilio frontal para eliminar las partículas atoradas en las branquias. (Barnes 1992).

Los caracoles tienen simetría bilateral. Una serie de pares de músculos retractores permiten que la cabeza y el pie del animal sean retraídos y tire hacia abajo de su concha en forma de escudo, por el músculo de la columnela, de modo que la pone en contacto con el sustrato en que vive. Se origina en el pie y tiene una inserción en esa estructura. Cada músculo retractor está unido a la superficie interna de la concha y se encuentra insertado en ambos lados del pie. Cada branquia llamada ctenidio consta de un eje aplanado que asoma de la pared anterior de la cavidad del manto y contiene vasos sanguíneos, músculos y nervios. Un pie plano adaptado para reptar y una concha dorsal en forma de escudo.

El estómago primitivo, esta adaptado para procesar partículas de alimento, sobre todo algas raspadas por la rádula en las superficies duras. El caracol Pomacea sp. , exhibe virtualmente todo tipo de hábitos alimenticios. Su digestión es extracelular y se realiza en el estómago, los divertículos son sitios de absorción y digestión intracelular (si existe tal digestión). ( **Barnes 1992** ).

El caracol reposa por un pie que es una masa muscular larga y espesa, la mayor parte de los gasterópodos se desplazan por medio de oleadas de contracción muscular que corren a lo largo de la amplia superficie ventral del pie, que normalmente es en forma de suela reptante y plana. ( **David 1980; Barnes 1992** ).

El opérculo es concéntrico en casi todas las especies de América. La cabeza también tiene simetría bilateral; un par de proyecciones cortas o palpos labiales, un par de tentáculos, un par de ojos y en el lado izquierdo un sifón semejante a un tubo que dirige el agua hacia la branquia. ( **Lobo 1986** ).

La excreción y el balance hídrico de los gastrópodos dulceacuícolas mantienen una concentración sanguínea de sales más bien baja, y sus nefridios excretan una orina hiposmótica por reabsorción de sales. Las especies dulceacuícolas expulsan grandes cantidades de agua a través de los nefridios. ( **Villee 1988** ).

#### 4.2.3. **TAXONOMÍA** - Según Barnes (1992) - .

Phillum Mollusca.

Clase Gastrópoda.

Subclase Prosobranchia.

Orden Mesogastrópoda.

Super Familia Viviparacea.

Familia Ampullariidae.

Existen formas marinas, dulceacuícolas y terrestres, en las cuales la cavidad del manto y los órganos internos se localizan en posición anterior. Suelen presentar concha y opérculo. (**Lobo 1986**).

#### 4.2.4. **ANATOMÍA**

El Pomacea sp. posee una región cefálica definida, en pie ventral amplio y plano, masa visceral asimétrica, concha univalva enrollada en espiral sobre el eje columnela secretada por el manto, forma cónica; una abertura ocluída por el opérculo cuando el animal se refugia.

Posee uno de dos pares de tentáculos sensores con los ojos situados en su base, la concha y el manto que forman las branquias en especies acuáticas. (Villeg 1987).

Según el autor R. Barnes, presentan un sistema respiratorio anfibio. Una parte de la cavidad del manto posee un tenidio (branquia de los moluscos) y un saco pulmonar. (1992).

Su locomoción es de movimientos lentos, por eso, son presa fácil para los pescadores, el molusco tiene movimientos retractores, para que el animal avance en sustratos blandos. (Knopf 1994).

#### 4.2.5. FISIOLÓGÍA ALIMENTARIA

Pomacea sp. es herbívoro, consume partes tiernas de plantas vasculares acuáticas y terrestres, materia vegetal en putrefacción y hongos.

El Pomacea sp. es esencialmente vegetariano y busca plantas jóvenes, con poca fibra, tales como hojas de lechuga, repollo y algas que se forman en las paredes de estanques. También acepta alimentos concentrados en polvo. (alimento artificial). (Porras 1988).

En muchas de las especies hervíboras, el esófago o la porción anterior del estómago se modifica para formar un buche y una molleja, esta última puede contener granos de arena como sucede en muchos caracoles dulceacuícolas. (**Barnes 1992**).

#### 4.2.6. HÁBITAT

El hábitat de los caracoles de agua dulce, son muy variados, y cada especie a menudo está asociada con un ambiente diferente, algunos prefieren estanques en los bosques, tierras bajas lodosas, aguas estancadas, lagos grandes o corrientes suaves de agua. (**Berg 1994**).

Los caracoles dulceacuícolas estivan cuando se secan las lagunas e invernan cuando las aguas se congelan. La estivación puede durar varios meses y se sabe de caracoles que han estivado por años. (**Boss 1974**).

La estivación es una adaptación especial a las condiciones adversas durante la época seca, que implica una regulación del metabolismo energético. (**Lobo 1986**).

Por lo común, la reactivación es resultado de cambios en la temperatura, incremento de la humedad o por vibración, como la que producen las gotas de lluvia al golpear la concha. También la manipulación puede reactivarlos.

Habitán en cualquier espejo de agua, en cualquier clima, más que todo tropical caluroso. (**Barnes 1993**).

Se les encuentra también en charcas, ríos, lagos, zonas pantanosas y arrozales inundados con agua a profundidad variable. Sin embargo cuando el pantano o siénaga comienza a secarse, utilizan el barro como refugio temporal.

Comparten espacio con cualquier especie acuático que habite en los mismos lugares acostumbrados por ellos, como pueden ser algunos de sus depredadores como pescados, ranas y sapos, pájaros, mapaches y pizotes. Debido a la cadena trófica, incluso el hombre es un depredador en potencia de esta especie, para el comercio y fuente de alimentación. (**Lobo 1986**).

Los lugares de extracción más comunes de este organismo en Guatemala, es en igual cantidad en el lago de Amatitlán y en la laguna El Pino entre otros, para mercado interno, consumo humano y al mismo tiempo como recurso económico.

#### 4.2.7. REPRODUCCIÓN

Es dioico, con un par de gónadas, las cuales producen los óvulos y los espermatozoos en la masa visceral adyacente al celoma. La maduración de los gametos ocurre en la cavidad celómica mediante la fecundación mutua o recíproca, donde se da la copulación. Los mecanifridios funcionan como gonoductos. (**Barnes 1992**).

Los óvulos fecundados se acumulan en el ovispermiducto donde cada uno es rodeado de albúmina y cubierto por una concha o capa calcárea. Los huevos así formados, serán puestos entre los 10 a 20 días siguientes al acoplamiento.

El caracol deposita la puesta fuera del agua (unos 6 a 9 cm sobre el nivel máximo) en superficies un poco ásperas y que posean un cierto grado de calor y humedad. El caracol, una vez salido del huevo caerá al agua para continuar el ciclo biológico (250-500 huevos por fresa) y presenta puestas durante todo el año, pero las más abundantes se presentan en el período del verano. (**Duran et. al. 1988**).

El caracol empieza a ovipositar al llegar a 4-5 meses de edad, según la alimentación. A partir de este tiempo pone de 3-4 veces al unos 150 a 500 huevos dependiendo de variables como el tamaño y el calor .

El caracol siempre oviposita fuera del agua en unas estacas sobrepuestas a una distancia de 20cms. sobre el nivel del agua, si se cultiva en estanques, en su medio natural, busca alguna superficie fuera del agua.

El tiempo de la incubación varía entre 15 y 20 días, dependiendo de la temperatura y la exposición al sol. Temperaturas más altas y bajo el sol hacen que nazcan más rápido que a temperaturas bajas.

Cuando el caracol adulto oviposita, los huevos tienen primero un color rosado pálido, luego cambian a un rosado más fuerte. Cuando se tornan en un color negruzco, ya están en proceso de eclosionar. Hay un líquido adentro del grupo de huevos que facilita la eclosión de la cápsula ovígera o membrana ovular. Los caracoles pequeños caen con este líquido dentro del agua, nacen con todo y concha, se alimentan de plancton microscópico. (Care-DIGESEPE 1990).

#### 4.2.8. CONCHA

La concha es de forma globulosa y espiral, en un tubo cónico calcáreo, enrollado en espiral alrededor de un eje; las vueltas más antiguas, forman la cima del cono llamado ápice, y estas se unen las unas con las otras en forma de surco llamado sutura.

La concha está formada por volutas tubulares, contenedora de la masa visceral del organismo. A partir del ápice, que presenta las volutas más viejas y pequeñas, las siguientes están dispuestas en torno al eje central, llamado columela; la última y más voluminosa, llamada voluta del cuerpo, termina en el orificio o abertura, por la cual asoman la cabeza y el pie. La parte externa de la concha es llamada periostraco, formada por una sustancia cornea llamada conquiolina, el resto de la concha es de origen calcáreo y se denomina ostraco. (Needman 1978).

Las volutas situadas encima del cuerpo constituyen la espiral. Su concha es espiralizada en torno a las agujas del reloj, es decir, dextrógiras (derechas), el orificio del Pomacea sp. desemboca a la derecha de la columela (mientras se sostiene la concha con la espiral hacia arriba y el orificio dirigido hacia el observador). Típicamente la concha consta de 4 capas. Las capas internas de la concha están formadas por carbonato de calcio.

La capa calcárea más externa suele ser prismática, es decir, el mineral se deposita en ella en forma de cristales verticales, cada uno envuelto por una delgada matriz proteínica. Las capas calcáreas internas por lo regular son dos, pero pueden ser más y se depositan como laminillas, o lamelas, encima de una delgada matriz orgánica.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

El carbonato de calcio puede contener capas de calcita y aragonita. El material orgánico constituye aproximadamente el 33 % del peso seco de la concha.

El color de la concha es el resultado de la presencia de pigmentos en el periostraco o en las capas calcáreas. Esa concha es formada por el más externo de los pliegues situados en el borde del manto.

El crecimiento no es continuo y los intervalos se manifiestan en forma de líneas de crecimiento.

El pie ostenta un disco córneo, llamado opérculo, en su superficie posterior dorsal, dicho opérculo llena con perfección el orificio externo o entrada de la concha, por consiguiente, funciona como puerta o tapa protectora. (**Barnes 1992**).

#### 4.2.9. ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA

Las especies de Pomacea, habitan en zonas cálidas con una temperatura óptima de 22 a 25 grados centígrados, un pH entre 6 y 9, y el nivel de oxígeno disuelto de 1 a 4 ppm, la cantidad de carbonato de calcio disuelto en el agua, debe estar entre 80 a 100 mg/lit par una buena formación de la concha. (**Rojas 1988**).

La alcalinidad (total de bases tritables) como fuente de carbonatos provee la propiedad del agua de neutralizar ácidos. Sin embargo en el cultivo de moluscos, el nivel de alcalinidad puede afectar directamente el desarrollo individual de los organismos debido a los altos requerimientos de sales cálcicas empleadas en la formación de la concha. En estudios similares con caracol de agua dulce, sugerencias han sido hechas en relación a niveles de alcalinidad necesarios para soportar un óptimo cultivo de los caracoles. No obstante no existe nada conclusivo al respecto. (Rojas 1988).

#### 4.2.10. PERSPECTIVAS

Actualmente la especie Pomacea ofrece muy buenas perspectivas para su cultivo a nivel comercial. Posee características que favorecen un cultivo intensivo, como son: su gran capacidad para reproducirse, resistencia al manipuleo, poca exigencia en calidad del agua, facilidad de alimentación, alta calidad de carne, soportan altas densidades de carga, además de poder colocar al producto, buen precio en el mercado. (Bardach 1982). (Miranda 1994).

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

Para la realización de esta investigación se han tomado en cuenta los siguientes aspectos:

### **5.1. Ubicación geográfica del experimento**

La ejecución del presente experimento se realizó en una galera abierta en la ciudad capital con entrada parcial de luz natural sobre los tinacos del experimento, y con una temperatura ambiente promedio de 17 grados centígrados.

### **5.2. Materiales y equipo**

Se utilizaron los siguientes materiales y equipo de laboratorio:

#### **Materiales**

- semilla de caracol Pomacea sp.
- 9 tinacos de 500 lt cada uno.
- cal hidratada.
- tierra.
- agua.

- cedazo de 1/8.

### **Equipo**

- reactivos.
- peachímetro.
- oxigenómetro.
- baldes plásticos.
- pie de rey. (vernier).
- lumpen pequeño. (colador).
- balanza electrónica.

### **5.3. Tratamientos**

Se evaluaron 3 tratamientos, colocados en 9 tinacos de 500 litros, fabricados con fibra de vidrio.

**Tratamiento 1** = Se aplicaron 500 mg de carbonato de calcio/ Lt.

**Tratamiento 2** = Se aplicaron 250 mg de carbonato de calcio/ Lt.

**Tratamiento 3** = Equivalente a 125 mg de carbonato de calcio. No se le aplicó ninguna cantidad de carbonato de calcio. (Testigo).

Se aplicaron estos niveles de carbonato de calcio para variar la cantidad del mismo que contiene el agua en su medio natural (arriba de 70mg/lit normalmente) y ubicar la cantidad que dé mejores resultados de acuerdo a la afirmación de Rojas (1988).

#### **5.4. Variables a medir**

Para ejecutar el presente trabajo se han llevado a cabo mediciones cada 15 días de las siguientes variables:

##### **- Talla**

Cada 15 días, a partir de la eclosión del caracol dulceacuícola Pomacea sp., dos semanas después se realizó un muestreo de 10 caracoles al azar, los cuales se midieron con un vernier para determinar la talla en cms. Luego se obtuvo un valor promedio para cada unidad experimental. (Ver boleta de anexo).

##### **- Peso**

Cada 15 días a partir de la eclosión del caracol dulceacuícola Pomacea sp., se realizó un muestreo de 10 caracoles al azar, los cuales se

pesaron en una balanza electrónica, obteniéndose el peso promedio en gramos por cada unidad experimental.

#### **- Porcentaje de sobrevivencia**

Se sembraron 25 caracoles por unidad experimental y luego de 15 días de la siembra, se tomaron lecturas de la sobrevivencia, expresando la lectura como porcentaje del total sembrado. (Ver boleta de anexo).

El lugar donde permanecieron los tinacos con las huevas hasta que eclosionaron, se conservó en completa sombra para no secarlas en su primera fase de vida, lo que provocaría la no eclosión.

Las huevas se recolectaron en la laguna El Pino, ubicada en el departamento de Santa Rosa.

A las variables planteadas se les aplicó un diseño completamente al azar, utilizando 3 tratamientos y 3 réplicas con 25 caracoles por unidad experimental. El modelo de dicho diseño es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + f_i + E_{ij}$$

### 5.5. Manejo del experimento

Se realizó la primera fase sobre recolección de huevas de caracol, con un cedazo de 1/8 y baldes plásticos para que al caer se alimentaran de productividad primaria por la tierra de base que se les proporcionó. Esta primera fase fue de maduración, con una duración de 15 días.

La segunda fase trató únicamente de crecimiento, la cual duró desde que se sacaron del balde después de los 15 días, hasta que se trasladaron a su tinaco correspondiente de 500 lt., donde permanecieron hasta que cumplieron 4 meses.

Se usaron 9 tinacos de 500 lt, a los cuales se les incorporó agua. A los tres días se les suministró cal y se disolvió en el agua. Posteriormente se procedió a ponerles una capa de tierra de 10 cm.

No hubo recambios de agua, debido a que fue un sistema cerrado. Sólo se repuso agua por pérdida de evaporación.

Se trabajó en campo abierto, donde se tomaron parámetros como pH, oxígeno, temperatura, alcalinidad y dureza.

Se hicieron muestreos de peso y crecimiento cada 15 días.

Se alimentó con lechuga, debido a que en anteriores investigaciones, como la del autor Isidro Miranda, quien trabajó en el uso de fuentes de alimento en engorde del caracol Pomacea sp., da mejores resultados, por la aceptabilidad del caracol, factibilidad para obtenerla y por sus requerimientos nutricionales. Las hojas de lechuga se les suministró cada dos días en cada tinaco, en pedazos pequeños. La cantidad fue de una lechuga cada tiempo de alimentación. La lechuga que no se consumía al momento de la nueva ración, se les retiraba del agua, para evitarles contaminación.

#### 5.5.1. Análisis de información y metodología

a).- Se realizó un análisis de ANDEVA, utilizando un 1 % de la significancia, para las variables planteadas: talla en centímetros, peso en gramos, y porcentaje de sobrevivencia. Se presentaron diferencias significativas, se procedió a realizar una prueba múltiple de media TUKEY, utilizando un 1 % de significancia, lo cual permitió conocer cuál tratamiento presentó los resultados más adecuados en cada variable medida.

b).- Para facilitar la interpretación de la información, se elaboraron cuadros y gráficas que permitieron condensar la información generada.

Tabla No.1: Resumen parámetros físico-químicos observados en el crecimiento del caracol de agua dulce (Pomacea sp.) por tratamiento evaluado.

Tratamiento	Variable	Muestrios									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\bar{X}$ (7,8,9)	Temperatura	15.9	16.5	16.93	20.36	20.3	20.33	19.66	19.0	19.66	19.0
	Oxígeno	7.26	6.83	6.96	7.23	7.66	7.6	4.0	3.33	4.0	3.33
	pH	6.73	6.93	7.1	7.04	6.9	-	7.86	8.63	7.86	8.63
	Dureza	127.3	126.6	124.0	91.66	114.66	112.0	93.33	80.0	93.33	80.0
250 mg/lt CaCO <sub>3</sub> $\bar{X}$ (4,5,6)	Temperatura	16.63	16.73	16.53	20.0	20.63	20.26	19.33	19.33	19.33	19.33
	Oxígeno	6.66	7.16	7.1	7.06	7.26	7.66	4.66	5.66	4.66	5.66
	pH	6.63	7.2	6.76	6.93	6.9	-	7.21	8.2	7.21	8.2
	Dureza	124	101.33	123.33	83.33	64.0	64.0	52.66	53.33	52.66	53.33
500 mg/lt CaCO <sub>3</sub> $\bar{X}$ (1,2,3)	Temperatura	16.06	16.23	17.16	20.3	20.56	20.6	19.0	21.0	19.0	21.0
	Oxígeno	7.53	7.36	7.3	7.23	5.93	7.23	3.66	4.0	3.66	4.0
	pH	7.09	7.23	7.05	7.31	7.43	-	6.93	7.8	6.93	7.8
	Dureza	114.3	7.72	116.33	74.66	53.33	56.0	50.66	53.33	50.66	52.33

\* Valores promedios por réplicas, muestreos cada 15 días.

En relación al comportamiento productivo del caracol, los datos son resumidos en la tabla No. 2. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas en el transcurso del inicio hasta los 75 días de experimentación en relación a la variable peso, sin embargo éste sí detectó diferencias altamente significativas durante los muestreos a los 105 y 120 días. Los caracoles en el tratamiento recibiendo los 500mg/lit de carbonato de calcio a los 105 y 120 días mostraron pesos superiores a aquellos en los otros dos tratamientos. Aunque se detectaron diferencias aritméticas en peso de los caracoles en los tratamientos testigo y el de 250 mg/lit de carbonato de calcio, estos no fueron estadísticamente significativos.

Tabla No. 2 : Respuesta de crecimiento en peso de caracol de agua dulce *Pomacea sp.* bajo diferentes niveles de carbonato de calcio

Variable	Tratamiento		
	Testigo	250 ppm CaCO <sub>3</sub>	500 ppm CaCO <sub>3</sub>
Peso inicial (gr)	0.020	0.020	0.020
Peso a los 15 días (gr)	0.5796 <b>a</b>	0.5412 <b>a</b>	0.5833 <b>a</b>
Peso a los 30 días (gr)	0.74 <b>a</b>	0.7633 <b>a</b>	0.5267 <b>a</b>
Peso a los 45 días (gr)	1.041 <b>a</b>	0.9683 <b>a</b>	0.9618 <b>a</b>
Peso a los 60 días (gr)	1.08 <b>a</b>	1.17 <b>a</b>	1.18 <b>a</b>
Peso a los 75 días (gr)	0.7550 <b>a</b>	0.9575 <b>a</b>	1.095 <b>a</b>
Peso a los 105 días (gr)	1.099 <b>b</b>	1.58 <b>b</b>	2.33 <b>a</b>
Peso a los 120 días (gr)	1.99 <b>b</b>	2.06 <b>b</b>	2.99 <b>a</b>

Valores en cada hilera con la misma letra no son diferentes estadísticamente ( $p > 0.05$ ).

Contrariamente a lo observado a peso, el análisis de varianza detectó diferencias significativas en relación a talla donde el tratamiento con 500 mg/lit de carbonato de calcio, los caracoles presentaron mayor talla (100.66 mm) en relación a los otros dos tratamientos. Los datos son resumidos en la tabla No. 3. Al final del período experimental, el tratamiento con 500 mg/lit presentó la mayor talla individual, con diferencia de 27 y 39 mm frente a los tratamientos con 250 mg/lit y testigo, respectivamente

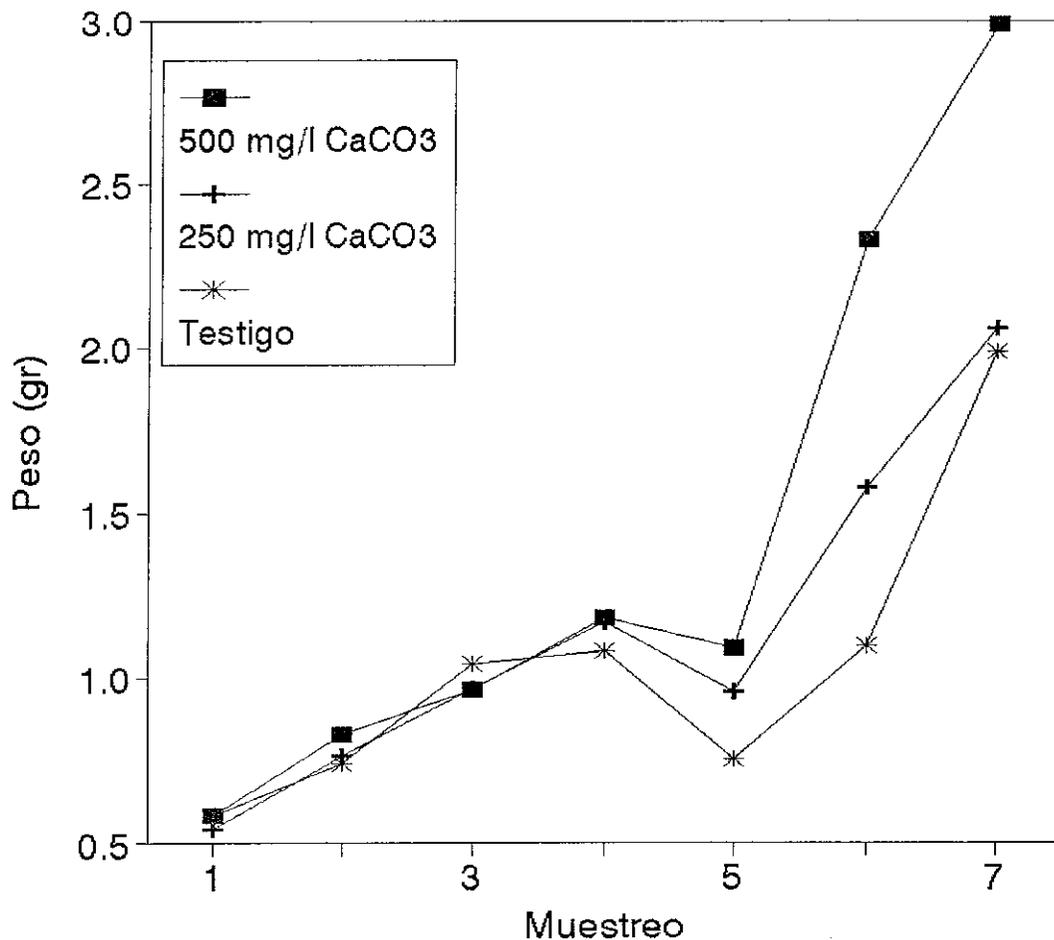
Tabla No. 3: Respuesta de crecimiento en tallas de caracol de agua dulce Pomacea sp. bajo diferentes niveles de carbonato de calcio.

Variable	Tratamiento		
	Testigo	250 ppm CaCO <sub>3</sub>	500 ppm CaCO <sub>3</sub>
Talla inicial (mm)	0.266	0.33	0.296
Talla a los 15 días (mm)	26.60 <b>a</b>	33.0 <b>a</b>	29.66 <b>a</b>
Talla a los 30 días (mm)	37.00 <b>a</b>	38.60 <b>a</b>	41.66 <b>a</b>
Talla a los 45 días (mm)	73.33 <b>b</b>	84.33 <b>ab</b>	100.66 <b>a</b>
Talla a los 60 días (mm)	76.00 <b>b</b>	89.00 <b>ab</b>	112.33 <b>a</b>
Talla a los 75 días (mm)	120.00 <b>a</b>	131.00 <b>a</b>	136.00 <b>a</b>
Talla a los 90 días (mm)	127.00 <b>b</b>	130.00 <b>b</b>	137.00 <b>a</b>
Talla a los 105 días (mm)	129.30 <b>b</b>	135.00 <b>ab</b>	138.66 <b>a</b>
Talla a los 120 días (mm)	148.00 <b>b</b>	160.00 <b>b</b>	187.85 <b>a</b>

Valores en cada hilera con la misma letra no son diferentes estadísticamente ( $p > 0.05$ )

En relación al comportamiento productivo, las tasas de crecimiento en peso y talla observados en el presente estudio fueron inferiores a los reportados por otros autores. Rojas (1988) reportó crecimientos entre 0.10 y 0.51 mm/día. Sin embargo el parámetro temperatura influyó negativamente en el desarrollo de los caracoles independientemente a los tratamientos. La temperatura para el óptimo crecimiento del caracol debe estar en un rango entre 18 y 33 °C, temperaturas observadas hasta el final del experimento. La gráfica No. 1 muestra la tendencia del crecimiento en peso de los caracoles bajo los diferentes tratamientos. Claramente a partir del 5to. muestreo se observó un incremento exponencial del peso de los caracoles en los diferentes tratamientos, siendo el tratamiento de 500 mg/l que mostró una curva de crecimiento más acentuada. La baja de peso observada entre el muestreo No. 4 y No.5 en los diferentes tratamientos puede deberse debido a efectos de muestreo o bien a fenómeno de ibernación el caracol por efectos de la baja temperatura.

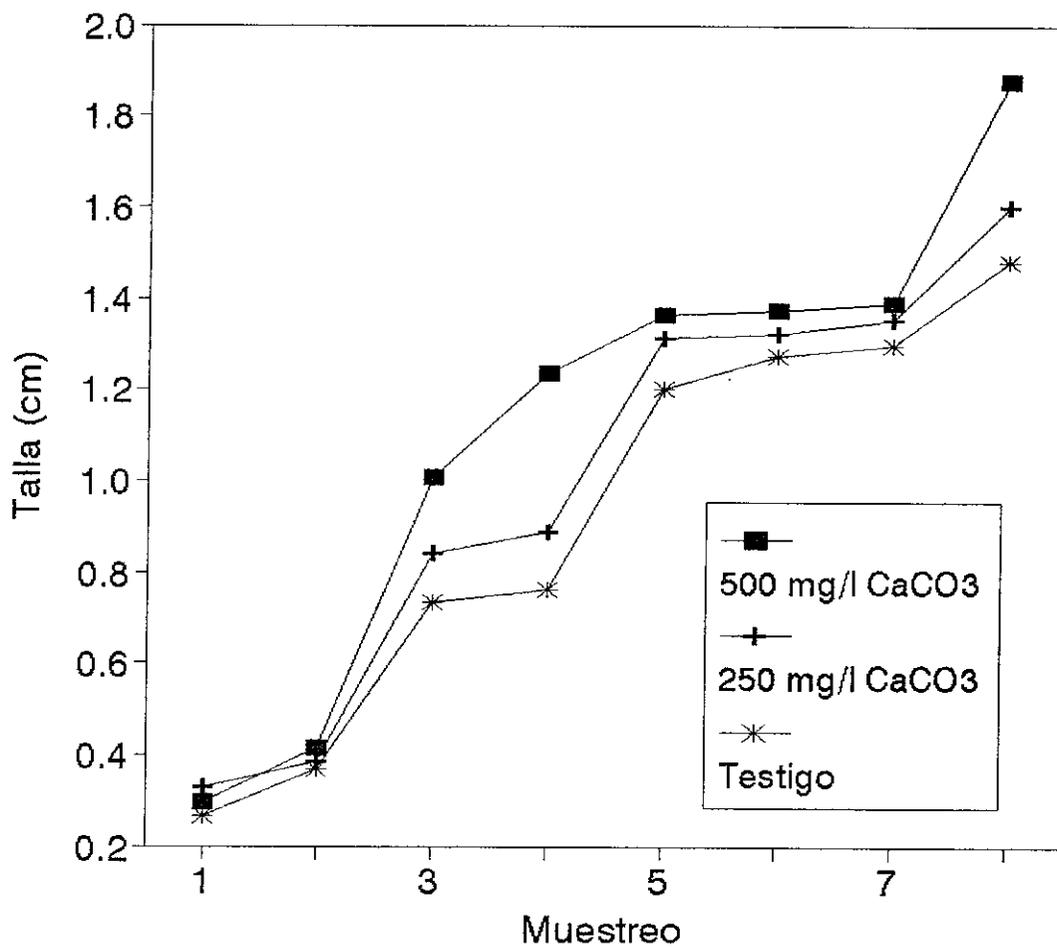
Grafica No. 1: Respuesta en peso de caracol de agua dulce, *Pomacea* spp.



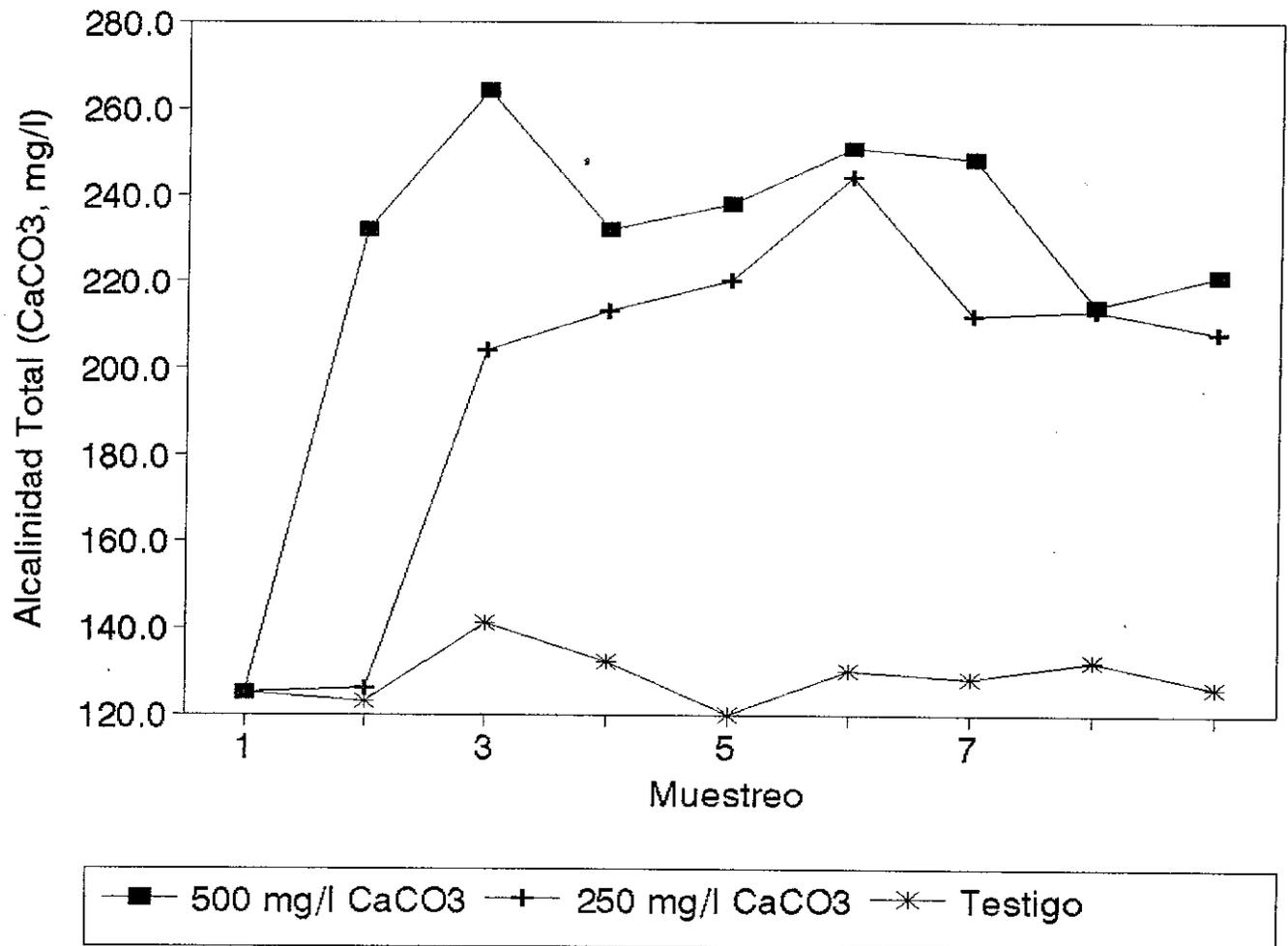
Similarmente al peso, un incremento en talla fue observado a partir del muestreo No. 5 en adelante, especialmente debido al incremento de la temperatura ambiental. (Ver gráfica No. 2)

Algo interesante de notar es el comportamiento de los caracoles entre el tratamiento No.1 y No. 2 y su respuesta a los contenidos de alcalinidad en el agua. (Ver gráficas No. 2 y No. 3). Notoriamente la cantidad de carbonatos adicionados al agua no estuvieron disponibles en los primeros quince días, según lo observado, lo que conduce a inferir que el incremento en talla (Tabla No.2, y gráfica No.2) estuvo directamente relacionado con alcalinidad total del agua sin los carbonatos adicionados. Los resultados concuerdan con algunas observaciones hechas previamente por otros autores. Por ejemplo, Rojas (1988) reporta que el caracol de agua dulce requiere niveles de alcalinidad entre 80 y 120 mg/lit, caso observado en el tratamiento testigo de este estudio. Sin embargo, este estudio muestra que el crecimiento del caracol se ve afectado por la cantidad de sales presentes en el agua, especialmente carbonatos, a partir del 5to. muestreo.

Grafica No. 2: Respuesta en talla en caracoles de agua dulce, *Pomacea* spp.



Grafica No.3: Comportamiento de la Alcalinidad Total en el experimento.



Los valores tabulados para Alcalinidad Total, en los diferentes tratamientos evaluados se pueden observar en la Tabla No. 4 y gráfica No. 3. En el inicio del experimento se observó solamente en el tratamiento conteniendo 500 mg/lit de carbonato de calcio, un incremento de la alcalinidad, inmediato a la aplicación y los primeros días experimentales. Situación que no fue observada en los otros tratamientos. Aunque niveles superiores a los observados en alcalinidad total en base a carbonatos fueron suplidos con los tratamientos experimentales, no se detectaron concentraciones mayores a 270 mg/lit, probablemente debido a que los carbonatos suplidos artificialmente no entraron inmediatamente a la dinámica de los tinacos en experimentación. Sin embargo claramente se ve la utilización de los mismos a partir del muestreo 5, a los 75 días de experimentación, donde al aumentar el peso y talla de los caracoles se inicia un proceso de remoción de carbonatos, disminuyendo la alcalinidad total y la dureza total. A partir del 2do. muestreo se pudo observar que los carbonatos suplidos entraron dentro de la dinámica buffer del sistema. Esta aseveración se hace en virtud a los alti-bajos observados en relación a la alcalinidad y regulación de pH.

Los datos también muestran que para suplir de carbonatos al cultivo de caracol, estos deben suministrarse con un período de anticipación de 15 días a la siembra, para asegurarse que los mismos sean parte del sistema al momento requerido por los caracoles.

Tabla No. 4 : Dinámica de la alcalinidad total (CaCO<sub>3</sub> mg/lit) en los diferentes tratamientos evaluados en el crecimiento del caracol de agua dulce *Pomacea sp.*

Tratamiento	Muestras								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Testigo	125	123	141	132	120	130	128	132	126
250 mg/lit	125	126	204	213	220	244	212	213	208
500 mg/lit	125	232	264	232	238	251	248	214	221

Valores promedios de tres réplicas por tratamiento .

La Tabla No. 5 resume los datos de sobrevivencia y su análisis estadístico para caracoles bajo diferentes niveles de alcalinidad. Notoriamente se observa el efecto de la alcalinidad en la variable sobrevivencia. El tratamiento testigo mostró una sobrevivencia del 44%, inferior a 70.66 y 90.66 para los tratamientos con adición de carbonatos. Empíricamente se conoce que existe un efecto del encalado sobre la productividad de hortalizas, especialmente durante períodos de heladas. Ningún reporte previo ha sido reportado para acuicultura, sin embargo, los resultados obtenidos en el presente estudio permiten determinar que al incrementarse la cantidad de sales en el agua el caracol tiende a sobrevivir bajo condiciones extremas, especialmente a bajas de temperatura. Al momento del muestreo, durante horas de la noche o temprano en la mañana fue más fácil encontrar caracoles en la superficie en los tratamientos recibiendo carbonatos suplidos.

Tabla No. 5: Análisis de varianza para porcentaje de sobrevivencia en caracoles con diferentes niveles de carbonato de calcio

	Tratamiento		
	Testigo	250 mg/lit	500 mg/lit
Porcentaje de sobrevivencia	44 <b>b</b> (± 20)	70.66 <b>ab</b> (± 8.326)	90.66 <b>a</b> (± 12.85)

Letras diferentes son estadísticamente distintas a  $p=0.01$

Números entre paréntesis se refiere a S.D.

Aún cuando no fue evaluado estadísticamente la variable consumo de alimento, se observó una mayor cantidad de alimento consumido en los tratamientos suplidos con carbonatos cuando se comparó a los caracoles con el tratamiento testigo.

7.

## CONCLUSIONES

1. Se detectó diferencias significativas en el comportamiento productivo del caracol en base a peso y longitud en relación a los tratamientos evaluados, por lo que la hipótesis de investigación se acepta.
2. El tratamineto que recibió 500 mg/lit de  $\text{CaCO}_3$  presentó los mejores resultados para las variables peso y talla comparado a los otros tratamientos evaluados.
3. Aún cuando matemáticamente es posible calcular la cantidad de carbonatos para modificar la alcalinidad total del agua, los resultados obtenidos en este estudio, permiten inferir que se requiere de tiempo para que los carbonatos suplidos sean incorporados al sistema.
4. Se detectó diferencias significativas en relación a la variable sobrevivencia bajo los diferentes tratamientos evaluados. Notoriamente, el tratamiento recibiendo la mayor cantidad de carbonatos, presentó el mayor porcentaje de sobrevivencia, probablemente exista una relación entre alcalinidad total y tolerancia del caracol a bajas temperaturas, objeto de otro estudio.
5. Temperatura fue el principal parámetro que afectó el crecimiento de los caracoles en el presente estudio.

8.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios similares en lugares donde la temperatura ambiental no deprima el crecimiento de los caracoles. (Temperaturas entre 18 y 33°C).
2. Extrapolando los resultados de este estudio, es posible obtener mayores rendimientos en el cultivo de caracol de agua dulce *Pomacea* sp. , si se supe de una cantidad de carbonatos previo a la siembra, especialmente 15 días antes.
3. Evaluar otros niveles de inclusión de carbonatos, pero asociados a otras sales que se conocen influye en el crecimiento de la concha en los caracoles.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- BARDACH, R. 1992. Acuicultura: Crianza de organismos marinos y de agua dulce. 4 ed. México, AGT. p. 63-78.
- BARNES, R. 1992. Zoología de los invertebrados. 5 ed. México, Interamericana. p. 369-509.
- BAUTISTA, C. 1989. Moluscos: Tecnología de cultivos. España, Panamericana. p. 212-116.
- BERG, G. 1994. Caracoles y babosas de importancia cuarentenaria, agrícola y médica para América Latina y El Caribe: Caracoles de agua dulce. El Salvador, Iberoamericana. p. 81-112.
- CROFT, J. 1980. El mar y sus habitantes. 2 ed. España, Bruguera. p.55.
- DAVID, G. 1980. Vida marina: Gasterópodos. 2 ed. España, Tabanera. p. 102- 111.
- DIGESEPE/CUERPO DE PAZ. (s.f.) El proyecto de piscicultura familiar: El cultivo de caracoles de agua dulce. Guatemala. 1-8 p. (folleto mimeografiado).
- KNOFF, A. 1994. National audubon society field guide to North American seashore creatures. E.E.U.U., Chanticleer Press. p. 394-438.
- LOBO, X. 1986. Estudio de algunos aspectos de la biología del molusco Pomacea flagellata, Prosobranchia ampullariidae. Costa Rica, Universidad de Costa Rica. p. 6-13.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA , GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN/DIGESEPE/ DITEPESCA. (s.f.) El caracol. Guatemala. p. 2-6. (folleto mimeografiado).
- MIRANDA, I. 1994. Uso de fuentes de alimento en engorde de caracol (Pomacea sp.) de agua dulce en el municipio de Amatitlán. Guatemala. p. 5-8.

MONEY, S. 1980. El mundo de los animales. 2 ed. España, Bruguera.  
p. 31-37.

NEEDHMAN, J. et. al. 1978. Moluscos: Guía para el estudio de los seres vivos  
de las aguas dulces. España, Reverté. p. 62-80.

PORRAS, A. et. al. 1988. Cultivo del caracol de agua dulce (Pomacea  
flagellata). Guatemala. p. 7-10.

ROJAS, D. 1988. Estudio de la biología del caracol de agua dulce Pomacea  
costaricana. Costa Rica, Universidad de Costa Rica. p. 10-21.

VILLEE, C. 1988. Biología general: Moluscos.



ANEXO

UNIVERSIDAD DE LA AMÉRICA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
BIBLIOTECA CENTRAL

Boleta utilizada en la toma de parámetros físico-químicos y muestreos de peso y talla durante el experimento.

T	pH	Dureza (ppm)	Alcalinidad (ppm)	Oxígeno (mg/lt)	Temperatura (°C)	Peso prom. (gr)	Talla prom. (cm)
T <sub>1</sub>							
T <sub>2</sub>							
T <sub>3</sub>							
T <sub>4</sub>							
T <sub>5</sub>							
T <sub>6</sub>							
T <sub>7</sub>							
T <sub>8</sub>							
T <sub>9</sub>							

T = TINACO

1-9 = NÚMERO DE CADA TINACO

\* Boleta individual para muestreos cada 15 días