

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ESTUDIO DE LA BIOLOGIA DEL CARACOL DE AGUA DULCE

POMACEA COSTARICANA (MARTENS ,1899),

GASTROPODA :AMPULLARIDAE

Tesis sometida a la consideración de la Comisión  
del Programa de Estudios de Posgrado en Biología  
para optar al grado de Magister Scientiae

DORA EUGENIA ROJAS BRENES

Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio" Costa Rica

1988

## DEDICATORIA

Con mucho cariño a mis padres por su continuo estímulo en mi formación académica.

A mi esposo por su apoyo incondicional en todo momento.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer profundamente al Laboratorio de Productos Forestales (I.N.I.I.- UCR), todas las facilidades que me brindaron para llevar a cabo el trabajo de campo y análisis estadístico. En forma particular al director Ing. Jaime Sotela Montero y a la Licda. Isabel Ma. Carpio Malavassi.

Al señor Adalberto Ramirez coordinador del Centro de Diseño y Ayudas Audiovisuales (C.E.D.A.A.) de la Facultad de Ingeniería por su colaboración en diversas etapas de este trabajo, principalmente en la toma de fotografías y trabajo de campo. Al biol. Luis A. Cruz por su participación en el muestreo.

Al señor William Bussing por su gran interés mostrado a lo largo de este estudio y sus acertados consejos.

A la señora Daisy Corrales por su valiosa enseñanza en el procesamiento de muestras y análisis histológico. Deseo agradecer al Ing. José Miguel Páez por facilitarme el equipo necesario.

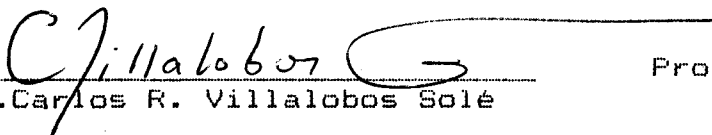
Al biol. Carlos Arias por su desinteresada dedicación en la elaboración de los dibujos.

A la Licda. Eugenie Phillips Rodríguez por su continuo estímulo y apoyo durante la elaboración de la parte final del trabajo.

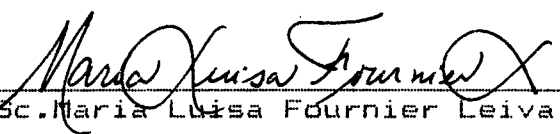
Al Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos (CITA) de la Universidad de Costa Rica por el análisis bioquímico de las muestras de carne. Así mismo deseo expresar mi sincero agradecimiento a la señora Allen Azofeifa Alvarado por su guía y continuo apoyo.

A todos mis amigos muchas gracias por su confianza.

Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Biología de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar el grado de Magister Scientiae

  
M.Sc. Carlos R. Villalobos Solé


Profesor Consejero

  
M.Sc. Maria Luisa Fournier Leiva.

Miembro del Comité Asesor

  
Dr. José A. Vargas Zamora

Director del Programa de Posgrado en Biología

  
Dr. Carlos Valerio Gutierrez.

Miembro del Comité Asesor.

  
Dr. Carlos Murillo Viquez.

Representante del Decano del Sistema de Estudios de Posgrado

  
Dora Eugenia Rojas Brenes

Sustentante

## INDICE

	página
Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Resumen .....	vi
Lista de Cuadros .....	ix
Lista de Figuras .....	xi
Lista de abreviaturas .....	xiii
Introducción .....	1
Revisión de literatura .....	6
Materiales y Métodos .....	35
Resultados .....	47
Discusión .....	84
Conclusiones .....	101
Recomendaciones .....	102
Literatura Citada .....	103
Apéndice .....	107

## RESUMEN

*Pomacea costaricana* (Gastropoda: Ampullaridae) es una especie dulceacuícola que habita zonas inundadas de poca profundidad (alrededor de un metro), distribuida desde Nicaragua hasta Panamá. Hasta el momento no existen estudios sobre ella. El objetivo de esta investigación fue estudiar su biología bajo tres situaciones diferentes: un estanque (n=8907) ubicado en la Estación Enrique Jiménez Núñez, Caffas-Guanacaste; la laguna natural de Palo Verde (n= 6525) en Bagaces-Guanacaste y, en condiciones de laboratorio (n=452) en un invernadero de la Escuela de Biología- Universidad de Costa Rica.

Para su estudio se tomó una serie de medidas biométricas (longitud y ancho de la concha, ancho de la abertura, peso total, peso fresco y seco, y peso de la concha). Además se analizó el contenido proteico de la carne deshidratada y se determinó el sexo utilizando características macro y microscópicas (frotis de gónada y estudio histológico).

Se comprobó que existe una relación importante entre la temperatura del aire y del agua que influye en la actividad locomotora y la capacidad de reproducirse. Las medidas biométricas con menor coeficiente de variación fueron la longitud y diámetro de la concha, pudiendo ser utilizadas para medir el crecimiento.

Por tamaño y forma de la concha no se pueden distinguir entre hembras y machos, aunque en organismos mayores de 30 mm de longitud pueden ser diferenciados externamente; en los machos, por la presencia de pene y coloración en la gónada, y en las hembras por el color y abultamiento de la glándula de albúmen y la gónada. En caracoles de menor tamaño es necesario hacer un estudio histológico del tejido de la gónada ya que sus órganos sexuales no se encuentran diferenciados. La proporción de hembras a machos fue de 2 a 1. El comportamiento reproductivo y de estivación es similar al descrito para otras especies del mismo género (Burky, 1974). Durante los meses de junio y octubre ocurre el mayor desove, en menor grado durante enero y agosto.

Las masas de huevos tienen una longitud promedio de 4 cm y 200 celdas o huevos, su coloración inicial es rosada y al final del período cuando los caracoles están formados es de color blanco.

En condiciones de laboratorio, el crecimiento durante los primeros siete meses fue de 0.1 mm/día, los dos meses siguientes disminuyó a 0.022 mm/día.

Comparando las condiciones físico-químicas en un sistema natural y dos controlados, se concluye que esta especie es capaz de reproducirse en cautiverio siempre y cuando la temperatura del agua sea mayor de 25 C.

Debido a su alto contenido proteico de la carne (44.9%) y su crecimiento rápido, se considera que esta especie puede ser un organismo de alto valor nutritivo con posibilidad de ser utilizado en policultivos.

## ABSTRACT

*Pomacea costaricana* (Gastropoda:Ampullaridae) is a freshwater snail that inhabits flooded shallow waters from Nicaragua through Panamá. No information exists regarding this species. Hence, the main objective of this investigation was to study its biology under three different conditions: a managed pond (n=8907) located at the Enrique Jiménez Núñez field station in Cañas-Guanacaste; a lagoon of the Palo Verde National Park (n=6525) in Bagaces-Guanacaste; and in aquariums (n=452) located in the main campus of the University of Costa Rica in San José.

The following biometric variables were determined: length and width of the shell; width of the aperture; total weight; fresh and dry weight and shell weight. Dry weight was used to determine protein content per individual. Sex ratio was established by means of macro and microscopic (histological) observations of the gonads.

Air and water temperature was determined to be important in locomotive and reproductive activity. Length and shell diameter proved to be the best indicators of growth. No sexual dimorphism in the shell was observed although males larger than 30mm were early separated by the presence of a penis and gonad coloration; females by the presence of an enlarged orange yolk gland. Sex ratio was 2 to 1. Reproductive and estivation behaviour were found to be similar to that described for other species of *Pomacea* in the literature.

In the laboratory growth during the first ten months was of approximately 0.1 mm/day. Reproduction in laboratory conditions is successful when water temperatures reach 25 C. Egg masses are pink and have a length of 4 cm with 200-300 capsules.

Due to the high protein content (44.9 %) and to its fast growth this snail is considered to be an excellent alternative for policulture activities.



## Lista de Cuadros

	pg
<b>Cuadro 1</b> Coloraciones informadas en la literatura de masas de huevos de algunas especies del género <b>Pomacea</b> .....	19
<b>Cuadro 2</b> Variables físicas y químicas medidas en el estanque de la Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste .....	48
<b>Cuadro 3</b> Análisis químico del suelo del estanque Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste.....	49
<b>Cuadro 4</b> Características biométricas de <b>Pomacea costaricana</b> Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste .....	51
<b>Cuadro 5</b> Matriz de correlación de Spearman sobre las medidas biométricas, Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste.....	52
<b>Cuadro 6</b> Número de hembras, machos inmaduros y machos maduros de cada una de las muestras Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste.....	53
<b>Cuadro 7</b> Longitud (ámbito mm) y porcentaje de hembras, machos inmaduros y maduros de cada una de las muestra. Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste.....	54
<b>Cuadro 8</b> Variaciones mensuales de la composición química de la carne deshidratada, Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste ...	68

<b>Cuadro 10</b>	Análisis químico del suelo de la laguna Palo Verde .....	71
<b>Cuadro 9</b>	VARIABLES físicas y químicas de la laguna de Palo Verde, Bagaces-Guanacaste .....	70
<b>Cuadro 11</b>	Longitud (mm) de la concha de los individuos recolectados en la laguna Palo Verde, Bagaces-Guanacaste .....	73
<b>Cuadro 12</b>	VARIABLES físicas y químicas del agua de tres acuarios, Escuela de Biología-Universidad de Costa Rica .....	78
<b>Cuadro 13</b>	Masas de huevos, mortalidad y sobrevivencia de los individuos nacidos y cultivados en el laboratorio, Escuela de Biología-UCR...	80
<b>Cuadro 14</b>	Longitud (mm) y peso (g) mensual de los individuos cultivados en el laboratorio, Escuela de Biología-UCR.....	82
<b>Apéndice</b>		
<b>Cuadro 15</b>	Lista de familias y géneros de las plantas presentes en la laguna Palo Verde, Bagaces-Guanacaste.....	107
<b>Cuadro 16</b>	Medidas biométricas mensuales (promedios) de <i>Pomacea costaricana</i> , Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste .....	108
<b>Cuadro 17</b>	Comparación de los porcentajes promedios de componentes bioquímicos en base seca de la carne de <i>Pomacea costaricana</i> y <i>P. flacellata</i> .....	109

## Lista de Figuras

		pg
<b>Figura 1</b>	Medidas biométricas de la concha de <i>Pomacea costaricana</i> .....	37
<b>Figura 2</b>	Porcentaje de hembras y machos (inmaduros y maduros) de cada una de las muestras. Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas- Guanacaste.....	56
<b>Figura 3</b>	Relación peso seco/fresco de la carne a lo largo del período de muestreo. Estación Enrique Jiménez Núñez, Bagaces-Guanacaste..	57
<b>Figura 4</b>	Micrografía de luz de una gónada masculina madura (4A 1y2). Micrografía electrónica de rastreo de la misma gónada (4B).....	59
<b>Figura 5</b>	Micrografía electrónica de rastreo de los espermatozoides con la cabeza formada .....	60
<b>Figura 6</b>	Micrografía de luz de una gónada masculina inmadura .....	62
<b>Figura 7</b>	Micrografía de luz (A) y micrografía electrónica de rastreo (B) de una gónada masculina inmadura.....	63
<b>Figura 8</b>	Micrografía de luz de una gónada femenina .	65
<b>Figura 9</b>	Micrografía electrónica de rastreo de una gónada femenina .....	66
<b>Figura 10</b>	Micrografía electrónica de rastreo de la cápsula de los huevos en la gónada femenina .....	67

<b>Figura 11</b>	Longitud (mm) mensual promedio de los individuos recolectados en la laguna Palo Verde (incluyendo para julio organismos mayores de 5mm), Bagaces- Guanacaste .....	74
<b>Figura 12</b>	Longitud (mm) promedio de los individuos provenientes de la laguna Palo Verde (incluyendo para julio organismos menores de 5mm) Cañas-Guanacaste.....	75
<b>Figura 13</b>	Curva de crecimiento en estado natural de los individuos recolectados en la laguna Palo Verde, Bagaces- Guanacaste .....	76
<b>Figura 14</b>	Longitud (mm) y peso (g) de los individuos cultivados en el laboratorio, Escuela de Biología-UCR .....	83
<b>Figura 15</b>	Ubicación de las masas de huevos en la vegetación y acuarios .....	90
 <b>Apéndice</b>		
<b>Figura 16</b>	Porcentaje de proteína presente de la carne deshidratada durante los meses de muestreo, Estación Enrique Jiménez Núñez Cañas -Guanacaste.....	110
<b>Figura 17</b>	Comparación de algunas medidas biométricas de <i>Pomacea costaricana</i> . Relación longitud-diámetro (mm) (A); peso fresco-peso seco (g) (B). Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste.....	111

## Lista de Abreviaturas

carboh = carbohidratos  
coef.var.= coeficiente de variación  
desv.est.= desviación estándar  
diam = diámetro  
diam.ab.= diámetro de la abertura  
indiv.= individuo  
long = longitud  
máx = máximo  
min = mínimo  
P. concha = peso de la concha  
P. fresco = peso fresco  
P. seco = peso seco  
P.tot. = peso total  
prom = promedio  
prot = proteínas  
T. agua = temperatura del agua  
T. amb = temperatura del ambiente

## INTRODUCCION

El caracol de agua dulce *Pomacea costaricana* (Martens,1899) pertenece a la familia Ampullaridae, Subclase Prosobranchia. Algunos autores incorrectamente lo citan como *Ampullaria* (Hyman,1967) o como *Ampullarius*, siendo este último sinónimo el correcto al igual que *Pomacea*.

Esta familia comprende únicamente organismos de agua dulce, considerados hasta la fecha como los caracoles dulceacuícolas de mayor tamaño (39-90mm), (Snyder & Snyder,1971). Están distribuidos en países tropicales y subtropicales. Ampullaridae es la única familia que posee la cavidad del manto dividida en un pulmón y una branquia (Burky et al. 1972).

El género neotropical *Pomacea* está representado por un gran número de especies (Pain,1950,1960 en Burky,1974). Habitan zonas abiertas poco profundas (alrededor de 1 metro) en pantanos, ríos, riachuelos y lagunas ocasionales cubiertas por vegetación. La mayoría de las especies se caracterizan por preferir suelos lodosos aunque algunas especies, como *P. crassa* prefieren suelos arenosos y roca (Geijskes et al.1957).

Varias especies de esta familia constituyen una fuente importante en la dieta de diversos animales como las

aves *Aramus guarauna*, *Quiscalus mexicanus*, *Eudocinus albus*, el lagarto *Alligator mississippiensis*, (Crocodylidae) la tortuga *Chelydra serpentina* (Chelydridae), algunos peces y langostinos (Kushlan,1975).

Existen varios estudios sobre la anatomía, morfología, comportamiento, fisiología respiratoria, metabolismo y excreción de estos gastrópodos. Sin embargo hay poca información sobre la ecología y crecimiento de las poblaciones naturales (Burky, 1974).

*P. costaricana* se caracteriza por tener una concha globular y sólida de color verde grisáceo con bandas angostas de color pardo o pardo-oscuro y estrias verticales en la superficie. Su longitud máxima es de 70 mm. El cuerpo es de color pardo-grisáceo, la boca es moderadamente grande y cilíndrica, el peristoma afilado con apertura simple, el interior de la concha es poco coloreado con bandas distintivas que se prolongan hasta el margen externo de la apertura (Godman & Salvin,1890).

La especie motivo del presente estudio fue informada por Pittier (1890) para Nicaragua (Lago Nicaragua),Costa Rica (Río Saveydra (sic) en Boca Culebra y Palmar, al sur del río Grande de Térraba) y para Panamá (Chiriquí), (Godman & Salvin,1890).

Este gastrópodo está en forma abundante en la laguna

natural del Refugio de Palo Verde, Provincia de Guanacaste. Vive en las raíces del lirio de agua (*Eichhornia sp*) o bien sobre las hojas de la planta acuática denominada *Nymphaea sp*. En esta laguna se ha observado la presencia de caracoles al inicio de la época seca. Sin embargo, conforme la sequía avanza se produce una mortalidad elevada debido a que la laguna se seca casi por completo. En la época lluviosa cuando el nivel del agua de la laguna sube, el número de organismos vuelve a incrementarse.

Las observaciones realizadas en el laboratorio para la especie *P. maculata* demuestran que su crecimiento es rápido por lo que podría ser empleada en acuacultura (Mayta, 1978). En este sentido, se ha pensado que la especie *P. costaricana* puede ser utilizada con fines comerciales ya que presenta algunas características que la hacen apta para su cultivo tales como: rápido crecimiento, alimentación variada de bajo costo y alta tolerancia a ambientes bajos en oxígeno.

En la actualidad esta especie forma parte de los policultivos de la Estación Enrique Jiménez Núñez ubicada en Cañas, Guanacaste, propiedad del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Sin embargo, se desconoce la información básica sobre aspectos de biometría, crecimiento, reproducción y comportamiento en cautiverio. Por ello, el objetivo del presente estudio es conocer la biología del caracol de agua dulce *P. costaricana* en



condiciones naturales y de laboratorio.

Para cumplir con este objetivo el estudio se subdividió en los siguientes temas:

1. Biometría
2. Análisis de sexos y maduración de gónadas.
3. Comportamiento in situ y caracterización del ambiente natural.
4. Reproducción en cautiverio.
5. Valor nutritivo.

Para ello, se definieron los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar, mediante cuatro muestreos diurnos en la Laguna de Palo Verde, la distribución de **Pomacea costaricana** en un área de 5000 m<sup>2</sup>, en un periodo de doce meses.
2. Evaluar las características biométricas de la especie (altura de la concha, ancho de la concha, ancho de la abertura, peso total del individuo, peso fresco y seco de la carne y peso de la concha) a lo largo de un periodo de doce meses.
3. Observar el comportamiento reproductivo de **Pomacea costaricana** en su ambiente natural y en condiciones de cautiverio.

4. Determinar el valor nutritivo de la carne de **P. costaricana** en condición seca , mediante el análisis de las características bioquímicas (proteínas, carbohidratos, lípidos, cenizas y fibra)

## REVISION DE LITERATURA

La Clase Gastrópoda es la más diversa de las clases que integran el Filo Mollusca. Se han descrito más de 35000 especies vivientes y 15000 formas fósiles (Pennak,1953). Esta Clase ha invadido gran cantidad de ambientes lo que hace que a sus miembros se les considere como los más prósperos dentro del grupo de los moluscos (Barnes,1974). Ocupan ambientes marinos, dulceacuícolas y terrestres. Los gastrópodos de agua dulce representan la cuarta parte de las especies de la clase (Barnes,1974).

Dentro de esta clase, la familia Ampullaridae se encuentra representada únicamente por caracoles de agua dulce, de distribución tropical y subtropical (Morrison, 1946).

El caracol de agua dulce llamado "caracol manzana" del género *Pomacea* (Perry,1811) pertenece a esta familia. Se encuentra en Africa tropical, India, Archipiélago Malayo y la isla Célebes. En América, se encuentra desde el sur de Georgia (E.U.A) hasta Argentina (Morrison,1946).

Este género está representado por varias especies. Barker (1929) identificó 95 especies para Wisconsin, Estados Unidos; Goodrich y van der Schalie (1944) determinaron 99 para Indiana y Winslow (1926) 142 para

Michigan (Pennak,1953).

## HABITAT

El género *Pomacea* vive en grandes ríos, riachuelos cubiertos por maleza, pantanos, canales, lagos y lagunas estancadas cubiertas por vegetación como por ejemplo *Eichhornia* spp, *Pistia* spp, *Paspalum*, *Salvinia* spp, *Typha* spp y otras (Pacheco et al.1971). Prefieren zonas abiertas con profundidades hasta de un metro, con suelo lodoso el cual por lo general tiene materia orgánica en descomposición (Geijskes et al.1971). Algunas especies habitantes de pantanos son: *P.dolioides*, la cual se encuentra en forma abundante en las planicies inundadas de Surinam, *P. glauca* que habita riachuelos y ríos, *P. crassa* se encuentra en riachuelos cubiertos de gramíneas donde son comunes suelos arenosos y rocosos; *P. granulosa* está presente en los ríos en zonas tranquilas donde la corriente es poca; *P. sinamarina* es una especie que a diferencia de la mayoría prefieren zonas con corrientes rápidas, por lo que se encuentran adheridas a troncos y rocas (Geijskes et al.1957).

## CONDICIONES FISICO-QUIMICAS

Los organismos de este género habitan zonas cálidas, en donde la temperatura óptima oscila entre 22-25 C, con límites inferior y superior letales de 14 y 35 C,

respectivamente. Son muy sensibles a cambios bruscos en la temperatura (Mayta,1978).

Un factor importante es la cantidad de sales disueltas en el agua, especialmente carbonato de calcio que es en sí el material esencial para la construcción de la concha. Se pueden encontrar organismos tanto en aguas suaves como duras (Pennak,1953). Debido a sus bajos contenidos de carbonatos, éstas generalmente son aguas ácidas que se encuentran a pH inferiores a 7 (Pennak,1953). Por el tipo de ambiente que frecuentan, los niveles de oxígeno pueden ser bajos, de 1-4 ppm (Pennak,1953).

#### DESCRIPCION ANATOMICA

El cuerpo de *Pomacea* es típico de un molusco gastrópodo; consiste de cabeza, pie, manto y una masa visceral. La cabeza posee simetría bilateral, está provista de tentáculos y ojos y su boca es terminal. Los miembros de la familia Ampullaridae se caracterizan por presentar una trompa de longitud variable en cuyo extremo se encuentran un par de palpos labiales. Esta trompa no puede ser invaginada (Hyman,1967).

La zona ventral del cuerpo forma un pie musculoso, y en su parte dorsal posee un opérculo calcáreo. Todo el pie y la parte anterior del cuerpo son retráctiles. El manto envuelve al cuerpo, y forma un canal (canal del sifón) el

cual alberga el sifón, este tiene como función llevar a cabo la respiración aérea. En la mayoría de los prosobranchios la parte izquierda del manto forma el sifón, el cual varía en su longitud. La masa visceral está permanentemente enrollada, contiene gran parte del sistema digestivo incluyendo un gran intestino, el corazón, nefridios y el sistema reproductor (Hyman,1967).

### **Músculos**

Además del pie, el cual está compuesto en su mayoría por tejido muscular, existen varios músculos libres importantes. El músculo de la columela, adherido a la concha internamente, es uno de ellos. Existen además series de músculos que se extienden e inclinan la zona bucal. Los músculos del sistema reproductor están directamente relacionados con la copulación y generalmente tienen la facultad de retraerse (Pennak,1953).

### **Sistema Circulatorio**

El corazón se encuentra encerrado por un saco pericárdico, y está situado en la parte inferior de la curvatura visceral, generalmente al lado izquierdo. Consiste de una aurícula (rara vez dos) y un ventrículo. El ventrículo bombea la sangre por medio de la aorta a todas las partes del cuerpo vía arterias y capilares. De éstas la sangre pasa por el tejido conectivo (hemocele) a las venas

y luego regresa a la aurícula (Hyman,1967).

La sangre de los gastrópodos contiene un complejo de hierro, parecido a la hemoglobina, llamado hemocianina que es capaz de transportar el oxígeno. Este cuando está oxidado le da un color azulado a la sangre (Pennak,1953).

### **Excreción**

El órgano renal es esponjoso, varía de tamaño y forma. Está situado cerca del corazón y la cavidad de la branquia. El ducto se abre cerca del ano. Los prosobranchios están provistos de metanefridios, los cuales llegan a la cavidad pericárdica y terminan en un nefridióporo localizado en el manto, adyacente al ano (Hyman,1967).

### **Sistema Nervioso**

La porción más grande del sistema nervioso (cerebro) está formado por nueve ganglios grandes, ocho de los cuales son pares. Estos se unen entre sí mediante comisuras y están dispuestos alrededor del esófago justo a la par de la masa bucal. A partir de estos ganglios se originan grandes grupos de "nervios"(no verdaderos) que llegan a todas partes del cuerpo. Existen gánglios pequeños adicionales que se asocian a los órganos sensoriales ( Pennak,1953).

## Sistema Respiratorio

El género *Pomacea*, como un organismo típico de la familia Ampullaridae, presenta un sistema respiratorio anfibio. Una parte de la cavidad del manto posee un ctenidio (branquia característica de los moluscos) y la otra parte de la cavidad está modificada en un saco pulmonar (Burky et al.1972). Según Andrews (1965b, citado en Burky et al.1977) es improbable que el origen de éste sea secundario ya que el desarrollo del pulmón es diferente al de los pulmonados (Ranjah,1942; citado en Burky et al.1977).

La branquia interna o ctenidio consiste de una serie de hojas angostas delgadas, que se acomodan en forma de peine. En algunas especies pueden llegar a tener hasta 100 hojuelas por ctenidio (Pennak,1953).

El comportamiento respiratorio aéreo consiste en llevar el sifón hacia la superficie y tomar el oxígeno dirigiéndolo posteriormente al pulmón. Durante este proceso se ha observado que realizan un movimiento típico sacando y metiendo la cabeza y el pie. Se cree que este comportamiento facilita el proceso de ventilación (Burky et al.1977).



Por ejemplo, *P. urceus* ventila su pulmón cada 62 minutos con aproximadamente 18 bombeos por ventilación. Los juveniles lo ventilan cada 20 minutos con 8 bombeos. Esta diferencia entre adultos y juveniles es debida a su tamaño y refleja la alta tasa del metabolismo en los más pequeños. Estos juveniles muestran una frecuencia de ventilación similar al de otras especies estudiadas en laboratorio, tales como *P. falconensis*, *P. luteostoma* y *P. paludosa* (McClary, 1964; citado en Burky et al. 1977).

Después de la ventilación, el caracol no necesariamente vuelve al mismo nivel de flotabilidad, puede permanecer sumergido o flotando por largos periodos (Burky et al. 1977). Por ejemplo, los adultos de *P. urceus* de gran tamaño, son capaces de extender su sifón por lo menos 1.5 veces la longitud de la concha. Se ha observado que un caracol de 125 mm de longitud puede fácilmente extender su sifón hasta 200 mm haciendo un mínimo de esfuerzo para que llegue a la superficie (Burky et al. 1977).

El comportamiento durante el proceso de ventilación así como las posibles funciones de la cavidad pulmonar, han sido discutidos por varios investigadores. Según Russell-Hunter, (1953a, b, 1957) (citado en Burky et al. 1977), esta cavidad les puede ayudar a sumergirse ritmicamente a lo largo de la columna de agua cuando se desprenden del sustrato. Russell-Hunter, (1953b) y Henderson, (1963), (citado en Burky et al. 1977) consideran que esta cavidad

puede tener una función de branquia física durante el proceso de compresión del oxígeno, finalmente, Jacobs (1941), Russell-Hunter (1953b) y Henderson (1963) ,citados en Burky et al.1977, ven la flotabilidad como la función más factible de este órgano.

### **Sistema de alimentación**

Como en todos los gastrópodos el canal alimenticio consiste de boca, cavidad bucal que contiene la rádula, un esófago tubular, estómago y un intestino que termina en ano (Wilbur et al.1966). La rádula está formada por un juego de una, dos o tres pequeñas mandíbulas esclerotizadas, utilizadas para cortar o morder los alimentos. Una mandíbula se encuentra en posición dorsal, las otras dos son laterales. Contiguo a la mandíbula está el tracto digestivo . La porción ventral de la zona bucal es delgada y posee cartílagos fuertes a los cuales se adhieren los músculos. Los dientes de la rádula se encuentran sujetos a la membrana radular en filas transversales cuyo número es generalmente alto, llegando en algunas especies hasta 150. El número de dientes varía mucho de una familia a otra y entre géneros , pero todos los dientes son fundamentalmente similares, cada uno con una base por donde se sujeta y una zona para cortar (Wilbur et al.1966).

El esófago es muy largo, pasa del pie hasta la masa visceral. Un par de glándulas salivales se encuentra a lo

largo del esófago, luego le sigue un estómago dilatado el cual está seguido por un intestino largo, que se ensancha al final del recto. El ano se abre en la cavidad del manto cerca del eje del manto y la concha. Posee una gran glándula digestiva, llamada hígado, que descarga hacia el estómago (Pennak, 1953).

La gran mayoría de los gastrópodos de agua dulce son herbívoros. La capa de algas que cubre las superficies sumergidas (perifiton), constituyen el alimento principal, aunque con frecuencia ingieren plantas y animales muertos (Pennak, 1953).

#### **FORMACION DE LA CONCHA**

La concha está formada por una capa orgánica externa llamada periostraco, y dos capas calcáreas subyacentes (Timmermans, 1969). Según Réaumur (1709, citado en Timmermans, 1969) la concha es secretada por el manto. Maynier de Villepoix (1892, citado en Timmermans, 1969) opina que cada capa de la concha está formada por un área especializada del epitelio externo. Boutan (1923) (citado en Timmermans, 1969) afirma que los depósitos calcáreos son formados por unas células de amebocitos especiales, las cuales pasan a través del epitelio del manto; la capa más externa secreta la conchiolina (material orgánico de la concha). Wogge, 1951 y Abolins-Krogis, 1960, 1963a (citados en Timmermans, 1969) sostienen que los amebocitos además están

involucrados en el transporte y deposición de  $\text{CaCO}_3$  de la concha. En el presente, se acepta que el epitelio que cubre el manto juega un papel importante en la formación de la concha. Esta afirmación se basa en estudios extensos de morfología e histología del manto y la concha (Timmermans, 1969).

## REPRODUCCION

### a) Sistema reproductor

Los miembros de la familia Ampullaridae son dioicos. No se da dimorfismo sexual, básicamente hembras y machos tienen las mismas medidas, aunque los machos tienen una tendencia hacia las tallas menores pero, manteniendo las proporciones en longitud esencialmente son iguales (Burky, 1974).

Los miembros del género **Pomacea**, se diferencian del resto de los prosobranchios por el origen del pene el cual se encuentra en el borde derecho del manto, en cuyo extremo se observa un dobléz que forma la envoltura del pene. El conducto del esperma se origina en el manto y termina en una pequeña papila próxima al ano cerca de la base del tentáculo derecho (Hyman, 1967).

El aparato reproductor femenino es un sistema complejo formado por ovario, oviducto, receptáculo seminal, saco copulatorio, glándula capsular y glándula de albumen. Este sistema ha sido descrito para **P. paludosa**, **P. caniculata** y **P. urceus** (Andrews, 1964, Meenaski et al. 1974, citados en Vermier, 1984). El ovario se encuentra situado en el extremo de la columela cerca de la zona visceral y está conectado con la glándula de albumen mediante el oviducto. Este pasa por el receptáculo seminal compuesto por cavidades que

almacenarán eventualmente al esperma (Hyman,1967). La cápsula copulatoria se extiende desde el saco copulatorio hasta el orificio genital cerca del ano (Vermiere,1984). En este sistema la glándula de albumen es el órgano más conspicuo debido a su gran tamaño y color amarillo brillante (Kushlan,1978).

b) Ciclo reproductivo

El ciclo reproductivo se inicia con el apareamiento y luego los individuos entran en un periodo de estivación. Posterior a ello se da la ovoposición que ocurre en la mayoría de las especies al inicio de la época lluviosa (Kushlan,1978). Durante la ovoposición cada hembra deposita las masas de huevos por encima de la línea de agua (aproximadamente a unos 3-6 cm de la superficie) sobre diferentes sustratos (Kushlan,1978).

De acuerdo con las observaciones del comportamiento reproductivo en estado natural de *P. paludosa*, (Ferry, 1973 citado en Snyder et al.1971 ), los caracoles ascienden a la vegetación emergente aproximadamente 2 o 3 horas antes de que el sol se oculte. Suben a una altura de 3 cm sobre el nivel del agua y pasados 15 minutos de inactividad comienzan a poner los huevos, con un promedio de uno cada cuatro minutos. Los huevos son puestos en filas adyacentes y el racimo se completa en su totalidad en una o dos horas. Aparentemente la característica de poner los huevos fuera

del agua es típica para la mayoría de las especies de *Pomacea* aunque es poco usual para caracoles acuáticos en general (Snyder et al. 1971). Este fenómeno se ha explicado como una adaptación adquirida en respuesta a la presión de los depredadores acuáticos (Clench, 1959, en Snyder et al. 1971). Otros autores (Boettger, 1942, en Snyder et al. 1971) opinan que la puesta de los huevos fuera del agua se debe principalmente a que el género *Pomacea* vive en aguas estancadas deficientes en oxígeno lo que podría afectar su desarrollo. Las masas de huevos son suaves en el momento que son depositadas y se adhieren fácilmente al sustrato mediante un material gelatinoso que se vuelve duro y resistente al secarse (Kushlan, 1978). El número de celdas por masa de huevos y su longitud varían entre las especies (Wilbur, 1966). Una vez concluida la puesta de los huevos, los caracoles se desprenden del sustrato y caen al agua (Perry, 1973; citado en Snyder et al. 1971). Se han realizado varios estudios sobre los colores que presentan las masas de huevos de varias especies de *Pomacea* (Cuadro 1) (Snyder et al. 1971). Los colores más comunes son: blanco, rojo, rosado, naranja, verde o azul-verdoso. Existen algunas sugerencias sobre la diferencia en la coloración. Villelo (1956, en Wilbur y Yonge, 1966), opina que la coloración depende de los hábitos alimenticios. Las especies de hábitos herbívoros y carnívoros como *P. haustum* y *P. dolioides* producen xantofilas que dan un color rojo a sus masas de huevos. Especies principalmente herbívoras como *P. sordida* y *P. discussata* producen huevos de color naranja o

CUADRO 1. Coloraciones de masas de huevos de algunas especies del género Pomacea (Prosobranchia: Ampullaridae).

Cuadro 1 Coloraciones de masas de huevos de algunas especies del género Pomacea (Prosobranchia: Ampullaridae).

Especie	Color	Localidad	Fuente
<i>Pomacea caniculata</i>	rojo	Argentina	D'Orbigny, 1846
<i>P. haustum</i>	"	"	Villela, 1956
<i>P. insularum</i>	"	Argentina y Uruguay	D'Orbigny, 1846
<i>P. megastoma</i>	"	Argentina	Scott, 1957
<i>P. lineata</i>	rosado	Brasil	Lopes, 1956
<i>P. hanleyi</i>	"	"	Ihring, 1919
<i>P. australis</i>	"	Argentina	Boyer y Rey, 1926
<i>P. flagellata</i>	"	Guatemala Costa Rica	Hinkley, 1920 Lobo, 1986
<i>P. costaricana</i>	"	Costa Rica	Rojas, 1988(*)
<i>P. dolioides</i>	anaranjado	Guianas	Snyder, 1971
<i>P. sordida</i>	anaranjado-amarillo	Brasil	Villela, 1956
<i>P. paludosa</i>	rosado-blanco	Florida	Snyder, 1971
<i>P. gossei</i>	"	Jamaica	Andrews, 1933
<i>P. fasciata</i>	"	"	"
<i>P. cuprina</i>	"	Brasil	Innes, 1936
<i>P. pyrum</i>	verde claro	Nicaragua	Tate, 1969
<i>P. glauca</i>	verde azulado	Venezuela Brazil	Snyder, 1971
<i>P. decussata</i>	verde	Brasil	Villela, 1956
<i>P. nais</i>	"	Amazonas	Pain, 1949
<i>P. scalaris</i>	agua	Amazonas	Scott, 1957
		Argentina	

(\*) descrita en el presente trabajo



verdes por la presencia de carotenos y clorofilas. Sin embargo, en un estudio llevado a cabo en condiciones de laboratorio con *P. dolioides* y *P. galuca* a las cuales se les suministró la misma dieta, las masas de huevos producidas fueron de colores normales (verde y naranja respectivamente) (Snyder et al. 1971). Estos autores consideran que la diversidad de colores encontrada en las masas de huevos de *Pomacea* puede ser una respuesta a la diversidad de los depredadores potenciales, muchos de los cuales pueden ser nocturnos y tener una mayor percepción de colores que la que tiene el hombre. La pigmentación de los huevos podría tener otra función importante además de la mencionada anteriormente. Cheesman, 1958 (citado en Snyder et al. 1971) da evidencias de que el pigmento rojo de los huevos de *P. caniculata* es en sí la sustancia principal utilizada como alimento para el embrión.

## DEPREDACION

### A) DE MASAS DE HUEVOS

Se sabe de algunos casos de depredación natural sobre las masas de huevos de **Pomacea**. Sheldon, 1971 (citado en Snyder et al. 1971) encontró dentro de una masa de huevos un milipedo enrollado. Ligas, 1971 (citados en Snyder et al. 1971), en su estudio del contenido estomacal de la rana **Rana gryllio** (Ranidae), encontró varios huevos de **Pomacea**. Snyder et al. (1971) consideran que estos huevos pudieron haber sido ingeridos en forma accidental, cuando la rana atacaba algún insecto que posaba sobre la masa.

Con el objetivo de observar la palatibilidad de los huevos del género **Pomacea** se han realizado varios estudios en el laboratorio por Snyder et al. (1971). Por ejemplo el pez **Lepomis macrochirus** (Centrarchidae) ingirió algunas masas de huevos trituradas; **L. microlophus** y **Cichlasoma biocellatum** (Cichlidae) rechazaron invariablemente las masas de huevos. El langostino **Procambarus alleni** (Astacidae) se alimentó en un principio de las masas de huevos trituradas pero luego fueron rechazadas. Se cree que en algunos casos los organismos aceptaron las masas de huevos por encontrarse en cautiverio y no tener mejores opciones. Según estos autores los huevos en los primeros estadios de desarrollo tienen un sabor desagradable. En estudios de palatibilidad en humanos se encontró que estas

masas eran insaboras durante el primer minuto, apareciendo luego un sabor amargo y desagradable.

Aparentemente muchos de los depredadores prueban sólo una vez los huevos. Se cree que alguna sustancia presente en la yema es la causante del mal sabor (Snyder et al. 1971).

## B) DE CARACOLES

Los depredadores más comunes del género *Pomacea* son: insectos acuáticos, langostinos, peces, lagartos y aves (Snyder et al. 1971).

### a) Insectos

Los miembros de por lo menos siete grupos de insectos acuáticos atacan a los caracoles (Snyder et al. 1971): los Sciomyzidae, Tabanidae, Odonata, Belostomatidae, Dytiscidae, Lampyridae e Hydrophilidae. De todos ellos, en condiciones de laboratorio sólo se han visto Belostomidae (*Belostoma* sp. "chinchas de agua"), Odonata (*Coryphaechna ingens* "libélula") y Dytiscidae (*Dytiscus marginales* "avejón") alimentándose de *Pomacea*. *Belostoma* sp ha sido el único observado en el campo (Snyder et al. 1971).

Las libélulas y escarabajos pueden ingerir gran cantidad de caracoles pequeños en cortos periodos y

posiblemente se limiten a los caracoles que se encuentren sobre la superficie. La acción de estos organismos puede ser considerada según Snyder et al. (1971) como positiva, ya que son capaces de reactivar a los caracoles pequeños que se encuentran en estado de estivación. Insectos como **Belostoma** tienen probablemente efectos negativos ya que son organismos muy eficientes en su proceso de alimentación. En general, los insectos pueden ser considerados como de influencia negativa para los caracoles adultos y de influencia diversa para los juveniles (Snyder et al. 1971).

b) Crustáceos

Una gran variedad de langostinos se alimentan de caracoles. Por ejemplo especies de **Procambarus** se alimenta de juveniles de **Pomacea**. Pueden ingerir grandes cantidades en períodos cortos. No se tiene certeza de que ataquen a los adultos (Snyder et al. 1971). Se ha observado que éstos organismos detectan a los caracoles mediante el tacto de sus patas sobre el sustrato. Se considera que tienen un efecto positivo sobre los juveniles ya que los reactivan, efecto negativo para los adultos (Snyder et al. 1971).

c) Peces

Dentro del grupo de los peces, los centrárquidos son considerados como los depredadores más fuertes de **Pomacea** jóvenes. Por lo general los caracoles son triturados por

los dientes faríngeos, luego los fragmentos de la concha son expulsados junto con gran cantidad de los fluidos del caracol. En algunas ocasiones, dependiendo del tamaño, son capaces de ingerirlos en su totalidad, como lo hacen los barbudos del género *Ictalurus* (Ictaluridae). Se ha observado que los caracoles pueden esquivarlos enterrándose en el lodo (Snyder et al.1971). Aparentemente son capaces de depredar diferentes tamaños (Snyder et al.1971).

#### d) Anfibios

Una rana, *Rana pipiens* (Ranidae) y varias salamandras, son los únicos anfibios que se conocen como depredadores ocasionales de los caracoles. Prefieren caracoles pequeños para ingerirlos completos (Snyder et al.1971).

#### e) Reptiles

Una gran variedad de tortugas atacan a los caracoles. El tamaño del caracol varía en proporción directa al de la tortuga. La tortuga es quizá el depredador más importante en cuanto a reacción de alarma provocada en la población de caracoles (Snyder et al.1971),

Se sabe que parte de la dieta de los lagartos está constituida por caracoles y crustáceos, los cuales son triturados e ingeridos prácticamente en su totalidad (Snyder et al.1971).

f) Aves

Existen tres clases de aves depredadoras importantes para el género Pomacea: la "garza" *Aramus guarauna* (Aramidae), el "gavilán del Everglades" *Rostrhamus guarauna* (Accipitridae) y el "zanate" *Quiscalus mexicanus* (Icteridae) (Snyder et al.1971).

En un estudio realizado en la Laguna de Palo Verde, Bagaces-Guanacaste, se observó como depredadores activos del género Pomacea, a la garza morena (*Aramus guarauna*) y el gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*) (Collet,1977). La garza morena a diferencia del gavilán, se mete al agua y tocando el fondo con las patas localiza a los caracoles y luego los toma con el pico, llevándolos posteriormente a un lugar de menor profundidad. Martilla el opérculo con su pico y extrae la carne. El pico hace una hendidura típica en el eje de la columela y, frecuentemente, hace otro hueco en la zona dorsal de la concha, opuesta a la entrada (Collet,1977). El gavilán busca los caracoles durante el vuelo, inclusive es capaz de cubrir zonas profundas a las que no llega la garza. Toma los caracoles que se encuentran cerca de la superficie y los carga a una zona donde puedan situarse sobre una percha. Extrae la carne con su pico de un solo golpe fuerte y rápido, generalmente no deja ninguna marca en la concha ni opérculo (Snyder et al.1971). Las conchas vacías son

acumuladas en las zonas donde se alimentan. Se puede determinar cuál especie es la depredadora de un determinado cúmulo de conchas por la característica de las perforaciones (Collet,1977). Se consideran a los gavilanes y zanates como especies de influencia negativa en las poblaciones de caracoles ya que controlan una mayor área y atacan a caracoles de todos los tamaños, mientras que la garza presenta un comportamiento opuesto a estos (Snyder et al.1971).

#### g) Mamíferos

No se ha observado a ningún mamífero alimentarse de *Pomacea*, pero se han encontrado conchas dañadas. Algunos posibles depredadores serían: el "mapachín" (*Procyon lotor*)(Procyonidae), la "rata de agua" (*Oryzomys palustris*) (Muridae) y la nutria (*Lutra canadensis*) (Mustelidae) (Snyder et al.1971).

#### h) Hombre

Se sabe que ha constituido parte de la dieta para los indios de Sur América y probablemente para los de Florida. Lo utilizaban como un complejo restaurativo antes de los rituales (Snyder et al.1971).

## ESTIVACION

En las regiones en donde la estación seca y lluviosa influyen en la formación de zonas acuáticas estacionales, las poblaciones de caracoles presentes resisten los periodos de desecación mediante el proceso de estivación (Coles, 1968). Este proceso es muy común en caracoles pulmonados (Duval, 1930; Fisher, 1931; Arvanitaki y Cardot, 1932; Wells, 1944; Vorwohl, 1961; citados en Little, 1968).

Dentro de la familia Ampullaridae los géneros *Pila* en India y *Pomacea* en Centro y Sur América, tienen un periodo de estivación normal de seis meses (Little, 1968). Durante este periodo su metabolismo se reduce a una quinta parte de la actividad normal (Burky et al. 1972).

Los gastrópodos en general usan el glicógeno como sustancia de reserva en cantidades que dependen de la estación, utilizándolo para alimentación o para reproducción (von Brand, 1931, Meenakshi, 1956; Emerson, 1965; Goddard y Martin, 1966; citados en Cedeño-León, 1984). La sobrevivencia durante el proceso de estivación para los caracoles del género *Pomacea* está influenciada principalmente por el estado del hepatopáncreas. En este órgano, al igual que en el pie y gónadas en los machos, la cantidad de glicógeno aumenta antes del periodo de estivación. En las hembras, la cantidad de galactógeno



presente en la glándula de albumen, incrementa en la etapa previa a la estivación (Cedeño-León,1984). Esta glándula tiene un tamaño considerable durante dicha etapa, y se reduce después de la ovoposición. El galactógeno es el carbohidrato de reserva para la reproducción (Goddard y Martin,1966; citado en Cedeño-León,1984).

Varios autores han informado la presencia de glucosa como único azúcar en la sangre de *P. urceus*. El nivel de glucosa en los caracoles en estado de estivación es ligeramente más alto que en el estado activo (Cedeño-León, 1984).

Durante la época de estivación se da una condición anaeróbica. Esto se debe a que, después de las lluvias cuando el suelo aún está húmedo el intercambio gaseoso se reduce y el oxígeno del suelo comienza a desaparecer. Dado que los caracoles están enterrados cerca de la superficie esta condición anaeróbica puede ser de algunas horas. Es posible que estos caracoles utilicen su respiración pulmonar mediante el uso del sifón cuando acaban de enterrarse en el lodo y el nivel del agua es casi igual al del suelo (Burky et al.1972). La cantidad de oxígeno que los organismos como *P.urceus* consumen en el periodo de estivación se encuentra en el ámbito de 0.439 a 1.05 ml/oxígeno/hora, mientras que el consumo en caracoles activos es de 4.58 a 5.67 ml/oxígeno/hora (Burky et al. 1972).

Cuando los caracoles se entierran generalmente la apertura de la concha se sitúa hacia abajo, quedando una pequeña parte de la zona dorsal de la concha expuesta a la superficie, este comportamiento no parece ser una condición de adaptación. Durante este tiempo, debido a la coloración oscura de la concha ésta absorbe la radiación solar, el calor producido se transfiere al aire y tejidos del cuerpo. Aparentemente parte del calor interno fluye hacia el aire que rodea al cuerpo y aquel escapa con la evaporación de la tierra (Burky et al.1972).

Se sabe que muchos caracoles del desierto poseen colores claros en sus conchas (Morton,1958; Russell-Hunter,1964; Pumeroy,1968; Yom-Tov,1971a; Schmidt-Nielsen et al.1971; citados en Burky et al.1972) y son capaces de reflejar la radiación solar.

La exposición prolongada al sol de la concha de *P.urceus* parece tener el objetivo de producir grietas en el suelo conforme éste se va secando. Estas grietas indudablemente ayudan a la evaporación del agua del área donde se encuentra la concha. También esta coloración de la concha tiene función críptica ya que se confunde con el suelo, evadiendo a los depredadores como las aves (Burky et al.1972).

Durante el periodo de estivación los caracoles quedan

aprisionados en el barro. En un muestreo realizado por Burky et al. (1972), se observó que por lo general los caracoles se sitúan por parejas, estivando a pocos centímetros unos de otros.

Algunas hembras depositan las masas de huevos fuera del opérculo quedando adheridos a la concha. Cuando quedan pequeñas charcas estas masas pueden eclosionar (enero-febrero) y los juveniles entran en estado de estivación hasta el periodo en que caen nuevamente las lluvias (Burky et al. 1972).

La sobrevivencia de los caracoles luego de este periodo de desecación, se evidencia cuando el nivel del agua aumenta y aparecen las masas de huevos sobre la vegetación. Muchos adultos mueren al final de la época seca (Cedeño-León, 1984). La regulación en la reproducción y el ambiente donde se entierran al inicio de la época seca es un punto crítico para el éxito reproductivo. Este éxito es el resultado de la explotación eficiente y utilización adecuada de los recursos energéticos con que cuentan (Burky, 1974). Aparentemente, el aumento en los niveles de la población está muy relacionada con la permanencia del agua en la zona. Zonas que experimentan descensos en el nivel del agua durante la época seca presentan caracoles con una longitud promedio mayor, mientras que en las zonas siempre inundadas se observan caracoles de menor tamaño y hay indicios de un mayor reclutamiento.

Según Kushlan, 1975 en condiciones naturales, los caracoles de mayor tamaño tienen mayor probabilidad de sobrevivir.

## ACUACULTURA

Existen pocos estudios sobre el crecimiento y producción de biomasa de las poblaciones naturales de los caracoles de agua dulce (Burky,1974). Para poblaciones naturales muchos de los estudios realizados se basan en las medidas biométricas de la concha (Cleland,1954; De Witt, 1955, Geldiay,1956; Duncan,1959; Russell-Hunter,1953,1961a, b; Berrier,1965,1966; citados en Burky,1974). De todas las medidas aplicadas a la concha, la longitud se puede considerar como la más representativa para evaluar su crecimiento (Burky,1974). La mayoría de los estudio realizados, ha demostrado que especies del género *Pomacea* presentan su mayor crecimiento durante el primer año de vida (Pacheco et al.1971).

Burky (1974) en su estudio sobre la tasa de crecimiento de *P. urceus*, demostró que esta especie es capaz de crecer en condiciones de laboratorio un promedio de 0,51mm por día, a una temperatura de 25 °C y alimentándose únicamente con lechuga. Al año se obtuvieron organismos de 85 a 130 mm de longitud.

Mayta (1978) cultivó la especie *P. maculata*, oriunda de la Amazonia y determinó que la temperatura óptima para su crecimiento es de 22-26°C. La incubación de los huevos duró de 13 a 39 días a temperaturas de 22 y 20°C respectivamente, favoreciendo la eclosión temperaturas

altas. Son capaces de desovar diez veces a lo largo del verano (en época lluviosa) , con un promedio de 110 huevos por masa. El cultivo se inició con organismos de 2,9 mm de longitud y un peso de 0,15 g ; al año de vida recolectó caracoles de 50 mm de longitud con un peso total de 20 g. Esta especie se considera apta para ser introducida dentro en los cultivos de acuacultura.

Lobo (1986) en su estudio sobre aspectos biométricos de la especie *P. flagellata* la recomienda como un posible integrante de policultivos. Esta especie alcanza a los ocho meses una longitud de 30-35 mm la cual es considerada como una talla comercial óptima. Su carne presenta un porcentaje de carbohidratos y proteínas elevado por lo que tiene un alto valor nutritivo.

Para introducir especies del género *Pomacea* en policultivos, se debe tomar en cuenta sus hábitos alimenticios. Según, Geijskes (1957) no se recomienda introducir estos caracoles en cultivos donde se siembra arroz. Cuando aparecen los primeros brotes de las plántulas, causan grandes daños a éstas o las destruyen totalmente.

Los organismos utilizados en acuacultura deben presentar ciertas características específicas como la capacidad de reproducirse y sobrevivir en cautiverio (Bardach et al.1972).

Aparentemente los caracoles de este género tienen muchas características que los hacen posibles candidatos de cultivos acuícolas para ser introducidos dentro de la acuicultura. Algunas de ellas son: toleran ambientes con bajos contenidos de oxígeno; presentan un ámbito de alimentos amplio (Wilbur et al.1966); su reproducción y porcentaje de reclutamiento es alto (Kushlan,1974), y su crecimiento es rápido. (Burky,1974; Mayta, 1978).

## MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se realizó en tres zonas con características diferentes: La Estación Enrique Jiménez Núñez en Cañas, Guanacaste (95 -msnm-) ; en la Laguna de Palo Verde en la Reserva Biológica Dr. Rafael Lucas Rodríguez -Guanacaste (10 -msnm-) y en un invernadero de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica, situada en San Pedro, Montes de Oca -San José (1200 -msnm-).

### ESTACION ENRIQUE JIMENEZ NUNEZ

#### a) Biometría

Se recolectaron ejemplares de *Pomacea costaricana* de un estanque de tierra, donde forman parte de un policultivo con tilapia.

Se tomó una muestra mensual de cien individuos durante un período de 12 meses, entre abril-85 y abril-86. Las muestras se colocaron en bolsas plásticas que contenían agua del estanque y se trasladaron al laboratorio de la Escuela de Biología, donde se realizaron las medidas.

La muestra se colectó en forma manual recorriendo para ello todo el estanque y recolectando todos aquellos individuos presentes hasta completar el número mencionado.



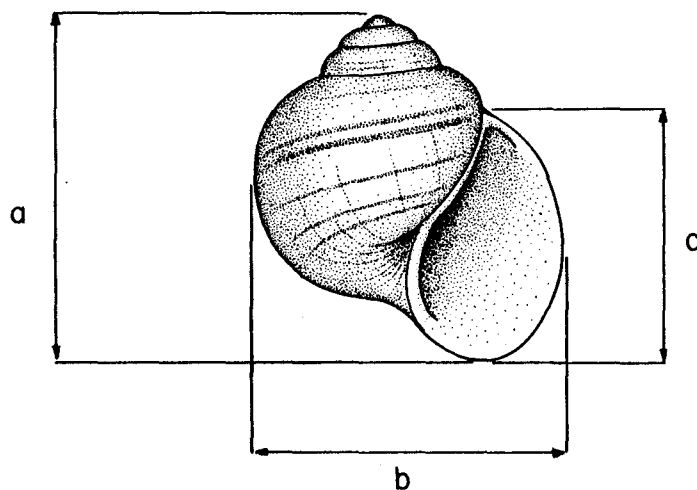
En el laboratorio para cada uno de los organismos se tomaron las siguientes medidas biométricas (Figura 1):

- a. altura de la concha
- b. ancho de la concha
- c. ancho de la abertura
- d. peso total del individuo
- e. peso de la carne fresca
- f. peso de la concha
- g. peso seco de la carne

Las mediciones de altura de la concha, ancho de la concha y ancho de la abertura se tomaron haciendo uso de un calibrador "Mitutoyo" de  $\pm 0,05$  mm de precisión.

Para cuantificar el peso total del individuo (peso de la concha y de la carne) se utilizó una balanza granataria de 0.1 g de precisión. El peso de la carne se obtuvo luego de quebrar la concha y remover el opérculo. Por diferencia entre el peso total y el peso de la carne fresca se calculó el peso de la concha. El peso seco de la carne se obtuvo deshidratando la carne sobre un papel de filtro en una estufa "Treas" a una temperatura de 75 °C durante un período de 48 horas; posteriormente cada ejemplar se pesó en una balanza analítica Sartorius de 0,0001 g de precisión.

Se realizaron los siguientes cálculos estadísticos básicos para cada variable : máximo, mínimo, media, error



a= altura  
b= ancho  
c= diámetro de la abertura

FIG. 1. Medidas biométricas de la concha del caracol de agua dulce Pomacea costaricana.

estandar de la media, desviación estandar, coeficiente de variación, variancia e intervalos de confianza para la media.

Para analizar las posibles diferencias entre cada variable a lo largo de los meses se efectuó un análisis de variancia paramétrico de una vía y una no-paramétrica (Kruskal-Wallis), (Steel y Torrie,1980).

El grado de asociación entre los parámetros estudiados se analizó con la ayuda de una matriz de correlación de Sperman, (Steel y Torrie,1980).

#### b)Análisis de sexos

Para determinar el sexo de cada uno de los individuos se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

#### Características macroscópicas

1. Presencia del pene en los machos (corresponde a una estructura circular, fibrosa-muscular localizada en el borde del manto,cerca de la base del tentáculo derecho, recubierto por un doblés del manto (Hyman,1967).

2. Coloración de la gónada

Características microscópicas

1. Se realizó un frotis en cada una de las gónadas, el cual fue observado al microscopio de luz (40 X ) para confirmar el sexo.

2. Para verificar si en este grupo la coloración de la gónada estaba relacionada con el sexo y el estadio de maduración se hizo un estudio histológico en 12 gónadas ( 3 anaranjadas-amarillas, 3 gris con manchas amarillas, 3 café y 3 gris), mediante el método de obtención de secciones a partir de inclusiones en parafina y tinción de hematoxilina y eosina descrita por Sheehan y Hrapchak,(1973).

La diferenciación celular del material genético de ambos sexos, se examinó al microscopio electrónico en una muestra de ocho gónadas. Se seleccionaron dos de cada color (gris, gris con manchas amarillas, anaranjada-amarilla y café). Para ello, se utilizaron los procedimientos de rutina en la observación de muestras al microscopio de rastreo, mediante la fijación primaria aldehídica y postfijación en osmio. La tinción conductiva se efectuó con ácido tánico, el secado se llevó a punto crítico y se recubrió con oro en colector Iónico IB-3 Hitachi (Hayat,1986). La observación se realizó en un microscopio electrónico de rastreo modelo S-570 Hitachi. Se tomó fotografías utilizando una película Kodak VF-120.

c) Análisis bioquímico de la carne

Este análisis se efectuó en los laboratorios del Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos (CITA) de la Universidad de Costa Rica. Se utilizó la muestra mensual deshidratada y triturada con el fin de estimar el contenido de proteínas, grasas, cenizas y carbohidratos. Para dichos análisis se usó el Método Macrokjeldahl, el cual determina en principio la cantidad de nitrógeno presente en la muestra (Horwitz, 1980). El valor del nitrógeno se multiplica por 6.25 para estimar la cantidad de proteínas. La grasa se determina por extracción de éter etílico, las cenizas por combustión del material orgánico presente y los carbohidratos se calculan por diferencia.

d) Análisis físico-químicos de los estanques

Dentro de los factores físico-químicos analizados se encuentran: temperatura (superficial y del fondo), para la cual se utilizó un termómetro calibrado hasta los 50°C. La medición del pH y la cantidad de oxígeno disuelto se realizó en el mismo sitio, utilizando un medidor digital (Digi-Sense LCD) y un medidor de oxígeno (YSI Modelo 51B), respectivamente.

En cada visita al campo se tomaron dos muestras de

agua (una de la superficie y otra del fondo) para el análisis de carbonato de calcio en el laboratorio (según el método de Perry, 1974). Las muestras se recolectaron mediante una bomba manual que, por diferencia de presión extrae el agua a la profundidad deseada (Welch, 1948). Los análisis se realizaron el día siguiente de recolectado el material empleando para ello el método de Ellis y Westfall (1948).

Se tomó una muestra de suelo y se colocó en una bolsa plástica. Se trasladó al laboratorio para el análisis químico mediante los procedimientos descritos por el método de Díaz-Romeu y Hunter (1978).

#### LAGUNA PALO VERDE

Dentro de las zonas en que se ha informado de la presencia de *Pomacea costaricana*, la Laguna Palo Verde presenta características que la convierten en el área ideal para su estudio en un ambiente natural. Esta laguna además de estar en un sitio protegido, es visitada por diversa fauna, incluyendo gran cantidad de aves, como *Aramus guarauna* "Garza" y *Rostrhamus sacrabilis* "Gavilán caracolero" que se alimentan exclusivamente de moluscos de agua dulce, ésta última específicamente del género *Pomacea* (Collett, 1977).

El área de Palo Verde está sujeta a inundaciones

durante la estación lluviosa debido al poco drenaje que tiene la llanura y los desbordamientos de los ríos Tempisque y Bebedero. Se forma un mosaico de lagunas, caños, esteros y pantanos (Boza et al. 1980), las que se caracterizan por el surgimiento de gran cantidad de plantas acuáticas (ver apéndice Cuadro 17).

Se efectuaron cinco giras a la Laguna Palo Verde de la Reserva Biológica Dr. Rafael Lucas Rodríguez (lat 10 20' 30" norte (N) y long 85 20' 30" oeste (W), Bagaces, provincia de Guanacaste), la cual tiene una área total de 9466 Ha.

Esta investigación se efectuó en los meses de noviembre-85, febrero, abril y julio-86 los cuales están comprendidos entre la estación lluviosa (julio y noviembre) y la estación seca (febrero y abril) típicos de la zona.

#### Area de estudio

La escogencia del sitio donde se realizó este proyecto fue motivada por la presencia de las diferentes plantas acuáticas que se encuentran creciendo en la laguna, y procurando incluir diferentes profundidades (Perry, 1974). Se muestreó una zona de aproximadamente 5000 m<sup>2</sup>. Dicha zona al igual que toda la laguna es inundada durante la época lluviosa principalmente por el río Tempisque. Además, durante la época seca queda completamente desprovista de

agua.

El muestreo se efectuó en forma manual según Bourne et al.(1980); durante la época lluviosa se recolectó al azar todos los individuos presentes en el área total, adheridos a los diferentes tipos de vegetación, flotando o en el fondo de la laguna (Burky,1974). En la época seca se escogió un cuadrante al azar dentro de cada zona de vegetación, cubierta por *Eichhornia*, *Typha*, u otros. Cada cuadrante comprendió un área total de 25 m<sup>2</sup>. Dentro del mismo se escogió en forma aleatoria cinco puntos y, con un cuadrante de madera de 50cm x 50 cm se procedió a excavar la zona hasta una profundidad de 40 cm en busca de caracoles en estado de estivación. Estos se recolectaron y se trasladaron al laboratorio.

Para cada uno de los ejemplares (incluyendo los recolectados en la estación lluviosa y seca) se procedió a medir la longitud de la concha (Burky,1974).

A partir de los datos de frecuencias de tallas se calcularon los parámetros de crecimiento por la fórmula de Von Bertalanffy, mediante el uso del programa ELEFAN I (Pauly y David,1981). Este calcula los parámetros de crecimiento (excepto  $t_0$ : edad teórica al inicio de la vida) trazando curvas imaginarias que une las modas de las distribuciones de frecuencia de tallas.



En cada gira se observó varias características como: distribución de los organismos, interacción presa-depredador y se anotó la época en que aparecieron las primeras masas de huevos así como su ubicación en la vegetación (Perry,1974).

La metodología e instrumentos empleados para los análisis físico-químicos fueron los mismos que se utilizaron en los estudios realizados en los estanques de la Estación Enrique Jiménez Núñez.

Durante el mes de abril no se tomó ninguna medida del agua ya que la laguna se encontró seca.

#### **ESTUDIO EN EL LABORATORIO**

En un invernadero de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica se colocaron 3 acuarios de 76 X 30 X 30 cm con 50 caracoles cada uno provenientes de la Laguna Palo Verde. En cada acuario se instaló con aereación y control de temperatura durante todo el periodo de estudio (Burky et al.1977).

Se efectuó cambios de agua cada 15 días dependiendo de la cantidad de algas presentes y mortalidad de los individuos. Se agregó carbonato de calcio para obtener una concentración constante de 130 mg Ca/l, ésto con el propósito de mantener la misma alcalinidad que la de la

laguna.

Se hicieron observaciones durante un período de año y medio (noviembre-85 a junio-87) sobre el comportamiento reproductivo y alimenticio en condiciones de cautiverio.

Con el propósito de observar la ovoposición y la preferencia por diferentes sustratos se utilizó los siguientes materiales: estacas de madera de "Fruta dorada" (*Virola koschny*), "bambú" (*Chusquea* sp), las paredes del acuario (vidrio) y el "lirio de agua dulce" (*Eichhornia*).

Una vez efectuada la ovoposición se contó las masas de huevos, se midió su longitud y se contó el número de huevos por masa (Maytal, 1978; Perry, 1974). Así mismo se midió el tiempo de eclosión y, con el propósito de saber el número de caracoles producidos por cada masa de huevos, se construyó unas cajas (10 X 10 X 10 cm) de bordes metálicos con paredes de tela nylon, que se colocaron dentro del agua debajo de cada una de las masas de huevos. Una vez eclosionadas las masas se procedió a contar el número total de individuos y se separó en individuos vivos e individuos muertos. Los caracoles vivos se midieron, pesaron, y se colocaron en frascos de vidrio de un galón dentro de un acuario con un termostato.

Durante un año, en forma mensual, se midió y pesó el

primer grupo de caracoles nacidos en el laboratorio.

Su alimentación fue a base de lechuga (**Lactuca sativa**) agregando diariamente una lechuga de tamaño mediano (ésto cuando el total de organismos era mayor de 30 sino, aproximadamente cada 3 días), se utilizó las hojas tiernas para los recién nacidos y juveniles (Mayta;1978).

## RESULTADOS

### Estación Enrique Jiménez Nuñez

#### Aspectos físicos y químicos del agua del estanque

Las variables físicas y químicas medidas se muestran en el Cuadro 2. La temperatura superficial del agua durante el periodo de muestreo llegó a su máximo en los meses de enero y febrero (28°C). La temperatura del agua del fondo se mantuvo siempre por encima de los 25 °C, alcanzando su máximo en el mes de enero (27°C). El pH fue básico y se mantuvo en el ámbito 7,4 a 8,3. La cantidad de oxígeno presente en el agua fue para todos los muestreos superior a los 4 mg/l; su máximo se obtuvo durante el mes de octubre con 5.2 mg/l.

La cantidad de calcio disuelto en el agua presentó su menor valor (80 mgCa/l) en el mes de febrero y su máximo (130 mgCa/l) en enero.

#### Análisis químico del suelo

El Cuadro 3 muestra el análisis químico realizado para el suelo del estanque. Pertenece al orden Vertisol, del tipo Usterts y Udertc. El alto contenido en calcio y fósforo (27,5 meq/100 ml y 46,6 ug/ml) son típicos de

CUADRO. 2. Variables físicas y químicas medidas en el estanque de la Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Iguanacaste.

Mes	Temperatura (°C)			pH	Oxígeno mg/l	Calcio mgCa/l	Precip cm 3
	Ambiente	Sup	Fondo				
Abr	29	27,5	26,0	7,7	4,5	90	2,0
May	28,6	27,0	26,0	7,8	4,0	100	311,5
Jun	27,8	27,0	26,0	7,0	4,6	110	210,6
Jul	27,0	27,0	26,0	7,8	5,0	95	33,5
Ag	27,0	26,5	25,0	7,6	5,1	100	116,2
Set	27,0	26,0	25,0	7,5	5,0	100	130,5
Oct	26,8	25,5	24,0	7,4	5,2	90	288,4
Nov	26,4	27,0	26,0	7,8	4,8	110	51,9
Dic	26,4	26,0	25,0	8,0	4,9	120	0,0
En	26,6	28,0	27,0	7,9	4,0	130	0,0
Feb	27,0	28,0	26,0	7,5	4,9	80	ND*
Mar	27,4	27,5	26,0	7,8	5,0	100	1,4
Abr	29,6	27,0	26,0	8,0	5,0	95	2,0
$\bar{X}$	27,4	26,9	25,6	7,6	4,7	101	114,8

\*= no hay datos

CUADRO 3. Análisis químico del suelo del estanque, Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste.

Caract	unidad	valor
pH agua	-	6,0
K	meq/100ml	0,60
Ca	"	27,5
Mg	"	15,1
Acidez	-	0,3
P	ug/ml	46,6
Zn	"	13,1
Cu	"	22,7
Fe	"	10,26

## Biometría

En el Cuadro 4 se presenta el promedio de las medidas de los caracoles estudiados. De acuerdo con el análisis de variancia de Kruskal-Wallis, los valores obtenidos en las medidas mensuales no presentan diferencias significativas, Sin embargo, son significativas las diferencias entre los grupos de cada meses ( $p < 0,001$ ).

La mayor longitud medida fue de 50 mm y la menor de 15 mm.

Los valores menores obtenidos en el coeficiente de variación, corresponden con las medidas de longitud, diámetro de la concha y diámetro de la abertura (18,22, 15,62 y 14,42 respectivamente) siendo estos los parámetros de menor fluctuación.

El Cuadro 5 presenta los valores de correlación de todas las variables medidas, los resultados son significativos a  $p < 0,001$ . El mayor valor encontrado corresponde a las medidas de longitud-diámetro con 0,98.

El Cuadro 6 presenta el número de individuos encontrados según sexo para cada una de las muestras estudiadas. Exceptuando el mes de junio, la mayoría de los organismos fueron hembras.

El cuadro 7 resume las longitudes de la concha y el porcentaje de sexos (hembras, machos inmaduros y maduros)

CUADRO 4. Características biométricas de Pomacea costaricana.  
Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste.  
1985-86 (n=8907).

Caract	máximo	mínimo	promedio	desv.est	coef.var
Longitud (mm)	50	15	32,5	5,92	18,22
Diametro (mm)	49,9	13,3	30,6	4,78	15,62
Diam.Ab. (mm)	40,1	10	24,9	3,59	14,42
P.Total (g)	31,2	0,1	9,91	4,58	46,22
P.Fresco (g)	19,5	0,2	4,69	2,11	44,99
P.Concha (g)	17,2	0,2	5,21	2,55	48,94
P.Seco (g)	3,66	0,02	0,73	0,29	39,73

Desv.est. =desviación estándar (definido como:  $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n}}$  )

Coef.var.=coeficiente de variación (definido como :  $\frac{s}{\bar{X}} \times 100$ )



CUADRO 5. Matriz de correlación de Spearman correspondiente a las variables longitud, diámetro, peso total, peso fresco y peso de la concha en Pomacea costaricana. Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste.

	Long	Diam	P.Tot	P.Fresco	P.Seco	P.Concha
Long	—	0,98	0,93	0,92	0,61	0,87
Diam		—	0,93	0,93	0,63	0,87
P.Tot			—	0,95	0,60	0,95
P.Fresco				—	0,65	0,85
P.Seco					—	0,50
P.concha						—

p < 0,001

CUADRO 6. Número de hembras, machos inmaduros y machos maduros de cada una de las muestras recolectadas, Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guancaste.

Mes	Total indv.	Hembras	Machos inma	Machos mad
Abr	94	52	34	8
May	85	41	24	20
Jun	81	18	11	52
Jul	81	41	31	9
Ag	57	36	14	7
Set	90	42	38	10
Oct	80	43	32	5
Nov	53	30	9	14
Dic	50	34	11	5
En	45	29	6	10
Feb	64	40	19	5
Mar	100	49	39	12
Abr	89	43	33	13

CUADRO 7. Longitud (ámbito mm) de la concha y porcentaje de hembras, machos inmaduros y maduros de cada una de las muestras. Estación Enrique Jiménez Núñez.

Meses	n	Hembras		Machos inmaduros		Machos maduros	
		Ambito (mm)	%	Ambito (mm)	%	Ambito (mm)	%
Abr	94	22,22 41,23	55	16,05 44,05	36	24,31 44,05	9
May	85	22,21 35,11	49	22,25 30,06	28	23,51 34,12	23
Jun	81	33,31 46,32	23	29,29 45,20	13	31,15 47,21	64
Jul	81	27,23 49,35	51	19,42 34,45	38	34,36 46,14	11
Ag	57	35,55 50,12	64	34,41 44,35	24	36,15 49,35	12
Set	90	20,34 51,19	47	22,24 49,31	42	35,61 50,13	11
Oct	80	26,10 46,16	53	26,16 44,46	40	24,41 44,42	7
Nov	53	16,11 39,35	58	33,37 39,98	16	19,43 42,15	26
Dic	50	17,25 30,91	68	26,07 40,05	22	15,02 37,28	10
En	45	26,12 40,02	65	21,06 43,33	13	25,02 44,41	22
Feb	64	24,45 37,24	63	27,21 39,35	29	30,21 35,06	8
Mar	100	20,25 39,35	49	20,21 40,18	39	30,72 41,32	12
Abr	89	21,17 34,45	49	17,28 39,42	37	21,91 39,44	14

de cada una de las muestras estudiadas. De los trece meses estudiados solo el mes de junio presentó un 64 % de machos maduros del total de la muestra (Figura 2). La menor longitud medida fue de 15,02 mm y la máxima de 50,1 mm.

El porcentaje de machos inmaduros varió durante los meses de muestreo. La menor longitud medida fue de 16,05 mm y la máxima de 45,2 mm. El porcentaje de hembras encontradas para cada muestra fue en su mayoría superior al 50% del total (Figura 2). La menor longitud medida fue de 16.11 mm y la máxima de 50,1 mm.

La Figura 3 muestra la relación (peso seco/fresco) de la carne a lo largo del muestreo. El ámbito se mantuvo entre 0,06 y 0,21. Aparecen cuatro descensos diferentes: enero, junio, agosto y octubre. Es bien conocido para otras especies de moluscos (Broom,1983) que existe una disminución de la relación peso seco/fresco de la carne durante los periodos de desove, y un incremento en los periodos de máxima madurez. Al comparar esta relación con los porcentajes de machos maduros (Fig.7) notamos que los valores altos coinciden con los picos de máxima madurez y es probable que durante los meses de junio y octubre ocurra el mayor desove.

La Figura 4a muestra una fotografía al microscopio de luz de la gónada de un macho maduro (sección en parafina H/E). Las Figuras 4b y 5 muestran la misma gónada bajo el

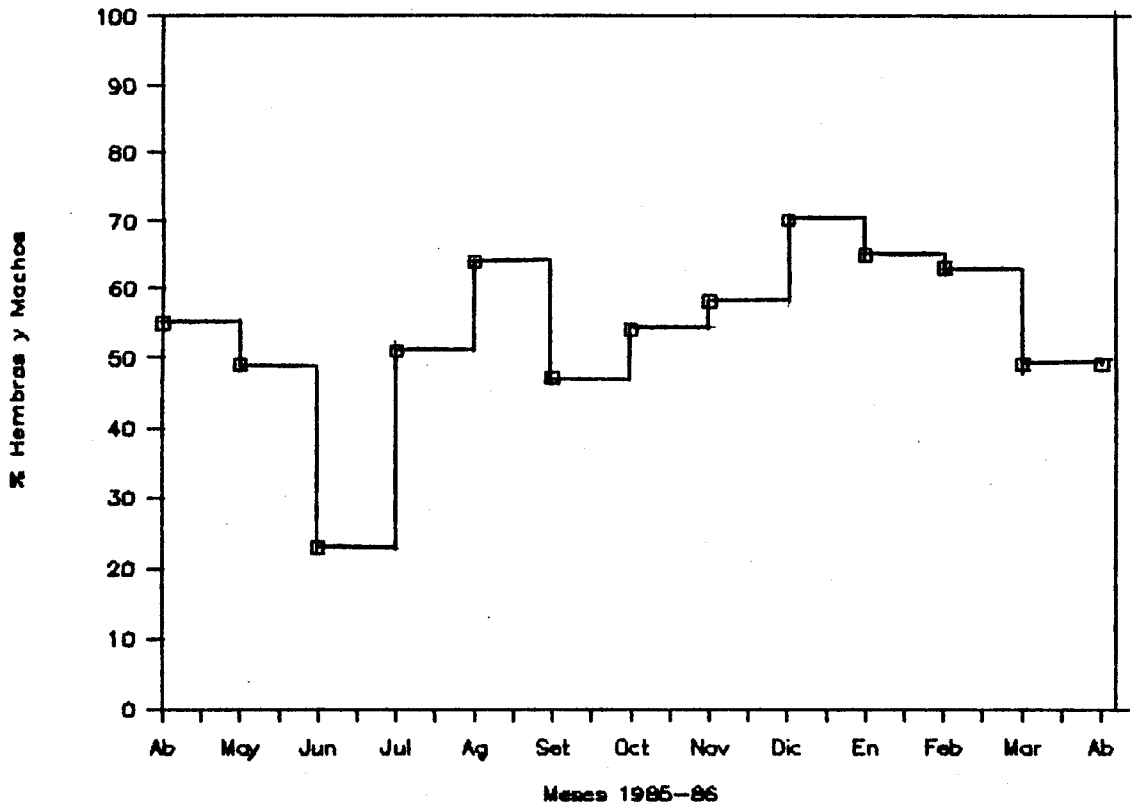


FIG. 2. Porcentaje de hembras y machos de cada una de las muestras mensuales. Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste, 1985-86.

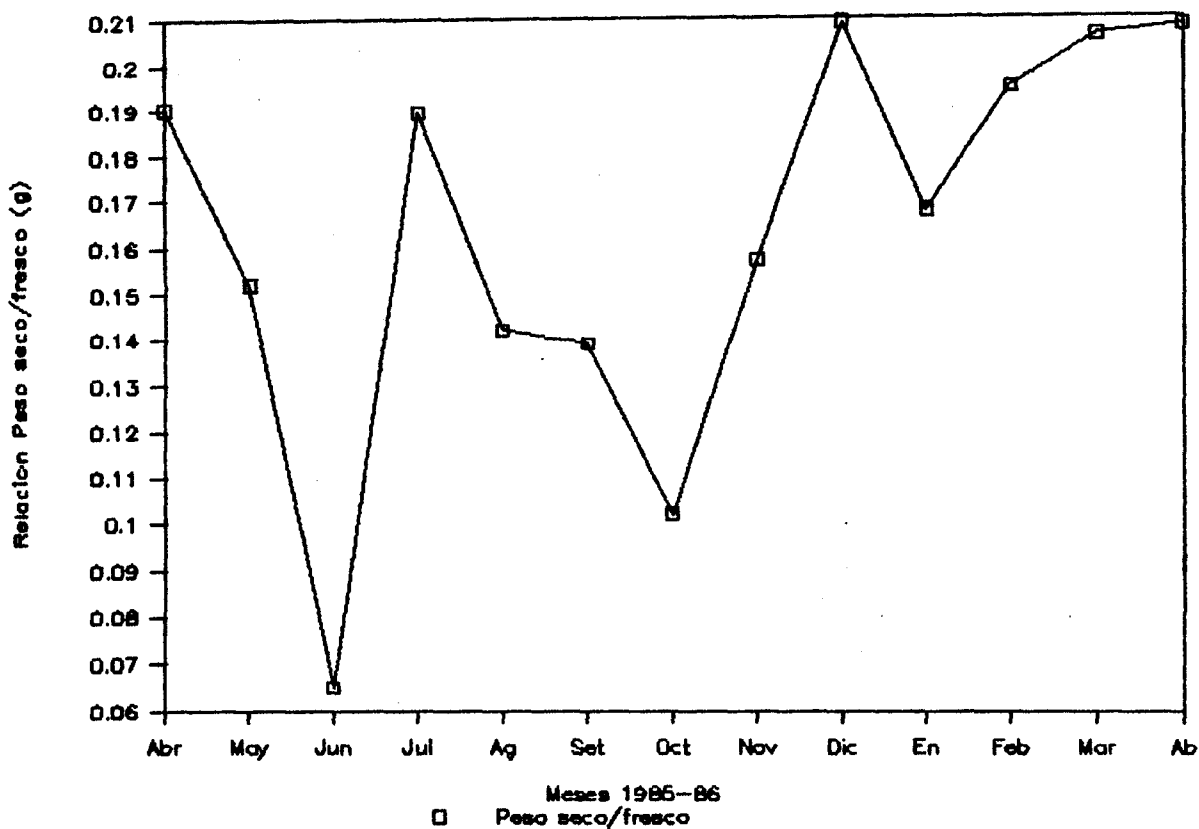
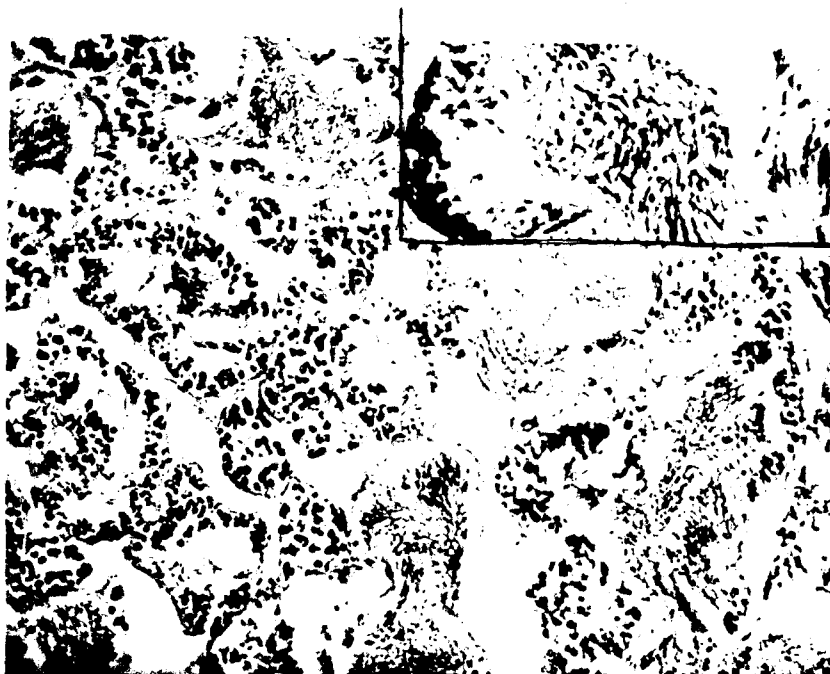


FIG. 3. Relacion peso seco-peso fresco de la carne a lo largo del período de muestreo. Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste.

- FIG. 4A (1) Micrografía de luz (sección en parafina (H/E). Magnificación original 100 X. Gónada color amarilla-anaranjada. Vista panorámica de gónada madura. Algunos de los túbulos seminíferos presentan gran cantidad de espermatozoides en su lumen. Otros túbulos presentan una imagen similar a los estadios intermedios.
- (2) Microscopio de luz (sección parafina (H/E)). Misma gónada vista bajo 40 X.

FIG. 4B Micrografía electrónica de rastreo. Magnificación original 2000 X. Gónada madura, gran cantidad de espermatozoides en su mayoría con la cabeza y flagelo bien formados, otros en proceso de formación.



(1)

(2)

FIG. 4A



FIG. 4B





FIG. 5 Micrografía electrónica de rastreo. Magnificación original 6000 X. Acercamiento de los espermatozoides presentes en una gónada madura. Obsérvese la textura porosa de las cabezas y la forma de las mismas dependiendo de su estadio de desarrollo. Un espermatozoide maduro tiene forma alargada.

microscopio electrónico de rastreo con una magnificación de 2000 X y 6000 X respectivamente. Obsérvese la gran cantidad de espermatozoides totalmente desarrollados.

Las Figuras 6 y 7a muestran fotografías al microscopio de luz de la gónada de un macho inmaduro (sección en parafina H/E) en dos estadios de desarrollo (temprano y avanzado).

La Figura 7b muestra la misma gónada en estadio intermedio vista bajo el microscopio electrónico de rastreo. Obsérvese la aparición de espermatozoides en proceso de desarrollo.

La Figura 8 muestra la gónada femenina bajo microscopía de luz (sección en parafina H/E).

Las Figuras 9 y 10 muestran una sección de la gónada femenina vista bajo el microscopio de rastreo donde aparecen las masas de huevos.

#### Análisis bioquímico de la carne seca

El Cuadro 8, presenta los resultados del análisis bioquímico de la muestra mensual de carne. La mayor concentración de sustancias analizadas corresponden a las proteínas con un valor promedio de 44,9% en los meses de junio, julio y setiembre aparecen los valores más altos



FIG. 6 Micrografía de luz (sección parafina (H/E)). Magnificación original 45 X. Gónada color gris con pequeñas manchas amarillas. Vista panorámica de túbulos seminíferos de una gónada en estadio temprano. Obsérvese el lumen rodeado de epitelio estratificado constituido por: células espermatozógenas (1), Tejido intersticial (2) y celular con pigmento (3).

FIG. 7A Micrografía de luz (sección en parafina (H/E)). Magnificación original 20 X. Gónada color gris con manchas amarillas. Túbulo seminífero en estadio intermedio. Obsérvese: espermatogonias (1), células de Sertoli (2) y células pigmentadas (3).

FIG. 7B Micrografía electrónica de rastreo. Magnificación original 500 X. Obsérvese la presencia de gran cantidad de espermatozoides en proceso de formación (cabeza redonda).



FIG. 7A

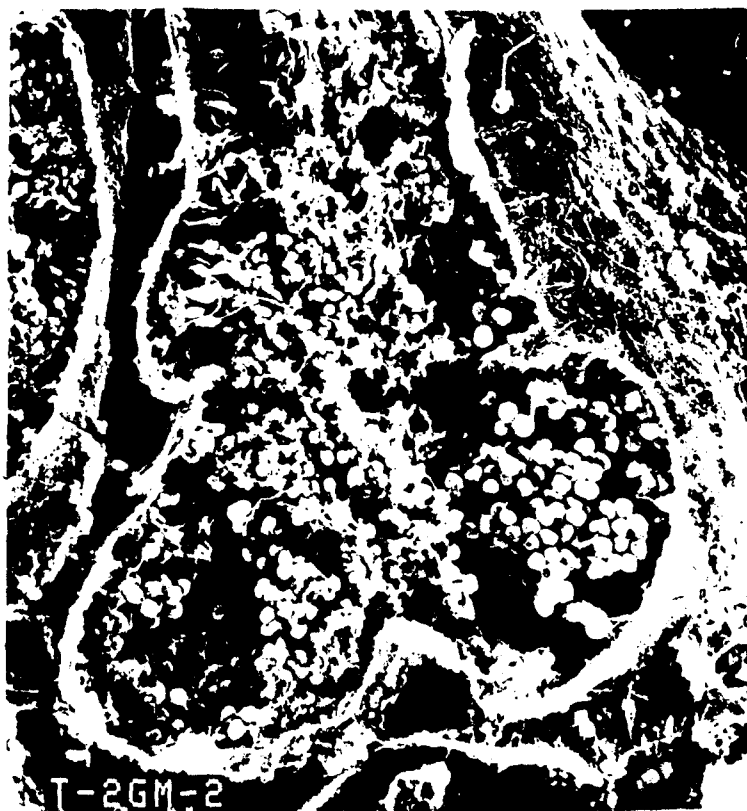


FIG. 7B

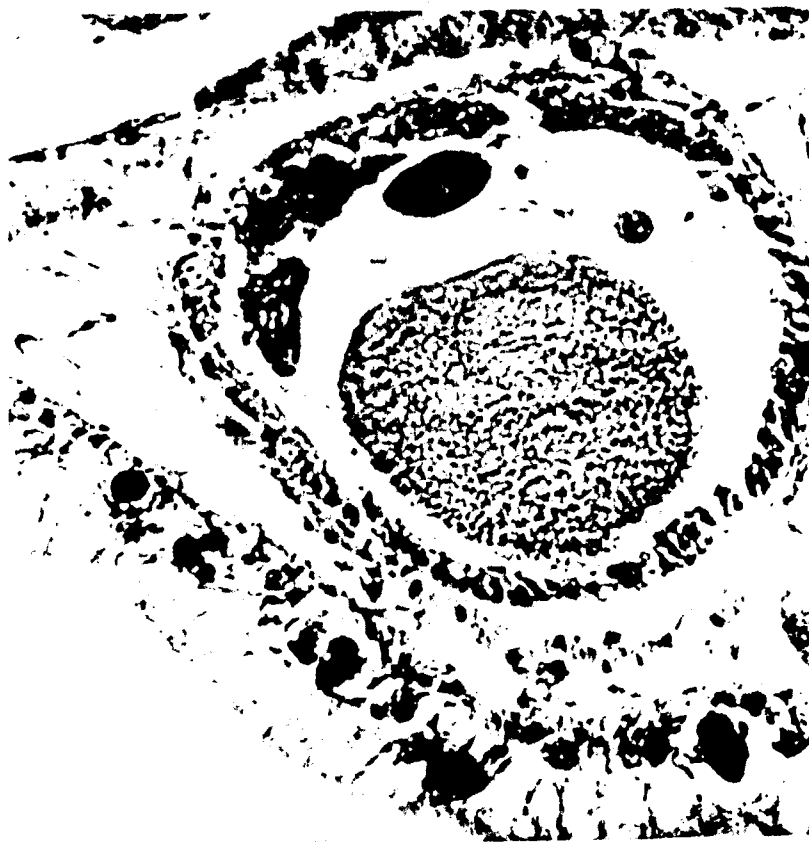


FIG. 8 Micrografía de luz ( sección parafina (H/E)).  
Magnificación original 40 X. Gónada color  
gris. Obsérvese la estructura central corres-  
pondiente al folículo De Graaf, rodeada por  
estroma ovárico, en el borde inferior se loca-  
lizan acúmulos de pigmento.



FIG. 9 Micrografía electrónica de rastreo. Magnificación original 2000 X. Gónada madura color café. Se observan grupos de huevos contenidos en una matriz septada de la glándula encapsulada, descrita por Hyman, 1967).

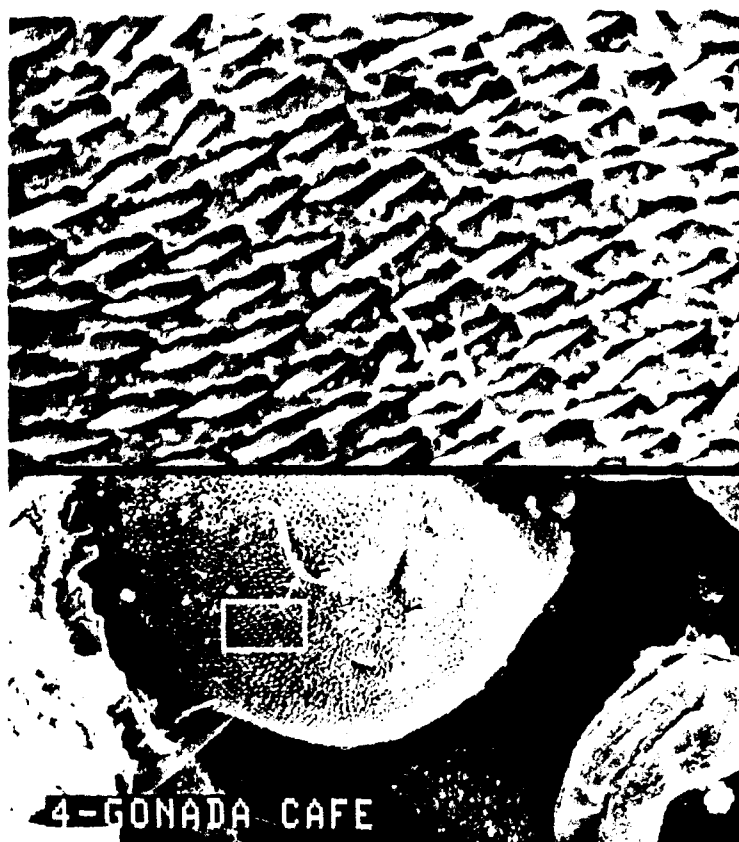


FIG.10 Micrografía electrónica de rastreo.  
Magnificación original 10000 X. Gónada  
color café. Mayor aumento de la panorá-  
mica anterior, donde se puede observar  
en detalle la cáscara de los huevos.  
Ver detalle espicular.



CUADRO 8. Variaciones mensuales de la composición química de la carne deshidratada de Pomacea costaricana, Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas, Guanacaste.

Mes	n	%Prot	%Grasa	%Ceniza	%Fibra	%Carboh	%Agua
Abr.	94	39,3	5,7	13,8	0,6	15,6	8,1
May	85	44,3	2,8	13,1	1,0	16,6	9,2
Jun.	81	53,3	3,1	16,1	1,2	28,2	10,1
Jul.	81	54,1	3,6	20,6	1,5	17,5	8,2
Ag	57	47,4	1,8	24,5	1,5	16,7	9,5
Set	90	54,1	2,6	18,9	1,5	13,6	8,4
Oct	80	47,0	2,3	16,9	1,2	17,8	7,2
Nov	53	45,4	3,0	15,6	0,9	22,1	8,1
Dic	50	40,6	2,5	14,2	1,0	17,2	8,8
En	45	47,7	2,5	16,6	0,8	17,1	9,7
Feb	64	38,8	5,0	16,6	1,1	13,2	7,6
Mar	100	39,4	3,3	15,2	1,1	11,5	7,8
Abr	89	33,5	2,7	15,6	0,9	11,8	8,7
$\bar{X}$	-	44,9	3,14	16,74	1,1	16,83	8,5

(ver apéndice Figura 16).

## LAGUNA PALO VERDE

### Aspectos físicos y químicos del agua

Las variables físicas y químicas se muestran en el Cuadro 9. La temperatura superficial del agua siempre se mantuvo por encima de los 28 °C, llegando a su máximo en el mes de febrero con 29C. La temperatura del fondo se mantuvo con el siguiente ámbito 25-27 °C. El pH se encontró siempre por encima de los 6,5 llegando a su máximo 7,3 durante el mes de julio.

La cantidad de oxígeno presente siempre fue inferior a los 2 mg/l, siendo la mínima de 1,5 mg/l durante el mes de noviembre.

La cantidad de calcio disuelto en el agua se mantuvo entre 110-160 mg Ca/l.

### Análisis químico del suelo

El Cuadro 10 muestra el análisis químico realizado para el suelo de la laguna. Pertenece al igual que el estanque al orden Vertisol, dicho tipo de suelo es típico de la región.

CUADRO 9. Variables físicas y químicas medidas en la laguna Palo Verde, Bagaces-Guanacaste, 1985-86.

Mes	Temperatura (°C)			pH	Oxígeno mg/l	Calcio mgCa/l	Precip cm <sup>3</sup>
	Ambiente	Sup	Fondo				
Nov	32	28	26	6,5	1,6	150	51,9
Feb	30	29	27	7,0	1,8	110	ND*
Abr	33	-	-	-	-	-	2,0
Jul	31,5	28,5	25	7,3	2,0	130	33,5
Nov	25	25,5	26	6,6	1,5	160	32,9

\*= no hay datos

CUADRO 10. Análisis químico del suelo de la Laguna Palo Verde, Bagaces-Guanacaste, 1985-86.

Caract	unidad	valor
pH agua	-	6,7
K	meq/100ml	1,0
Ca	"	46,1
Mg	"	31,3
Acidez	-	0,2
P	ug/ml	26,1
Zn	"	7,3
Cu	"	14,6
Fe	"	21,7

## BIOMETRIA

El Cuadro 11 presenta los valores de las mediciones de la longitud de la concha.

La menor longitud medida fue de 3,2 mm y la máxima de 63,3 mm. Las diferencias para cada muestreo resultan significativas según la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Durante el mes de julio la muestra recolectada se analizó fraccionada. La Figura 11 incluye para este mes sólo los organismos mayores de 5mm y, la Figura 12 representa a toda la muestra recolectada.

La Figura 13 muestra la curva de crecimiento en estado natural. Esta fue calculada por medio de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy:

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

donde:  $L_{\infty}$  = talla máxima  
 $K$  = constante de crecimiento  
 $t_0$  = talla al nacer  
 $e$  = -2,718281828

Para el análisis de los datos se utilizó AMULPES I (Campos y Bornemiza, 1985) que se basa en el método de Pauly y David (1981). Este analiza las modas de las frecuencias de tallas en muestreos de poblaciones naturales. Se obtuvo

CUADRO 11. Longitud (mm) de la concha de Pomacea costaricana,  
provenientes de la laguna Palo Verde, Bagaces-  
Guanacaste.

Mes	n	min (mm)	max (mm)	prom (mm)	d.est.
Nov	319	20,40	54,30	35,31	5,63
Feb	48	18,60	45,10	33,68	5,67
Ab	420	10,0	63,30	39,52	6,44
Jul	119	5,0	61,20	19,52	15,12
Jul (*)	5119	2,0	61,20	5,0	16,83
Nov	500	9,0	53,80	32,90	7,67

(\*)Total, incluye organismos menores de 5 mm de longitud

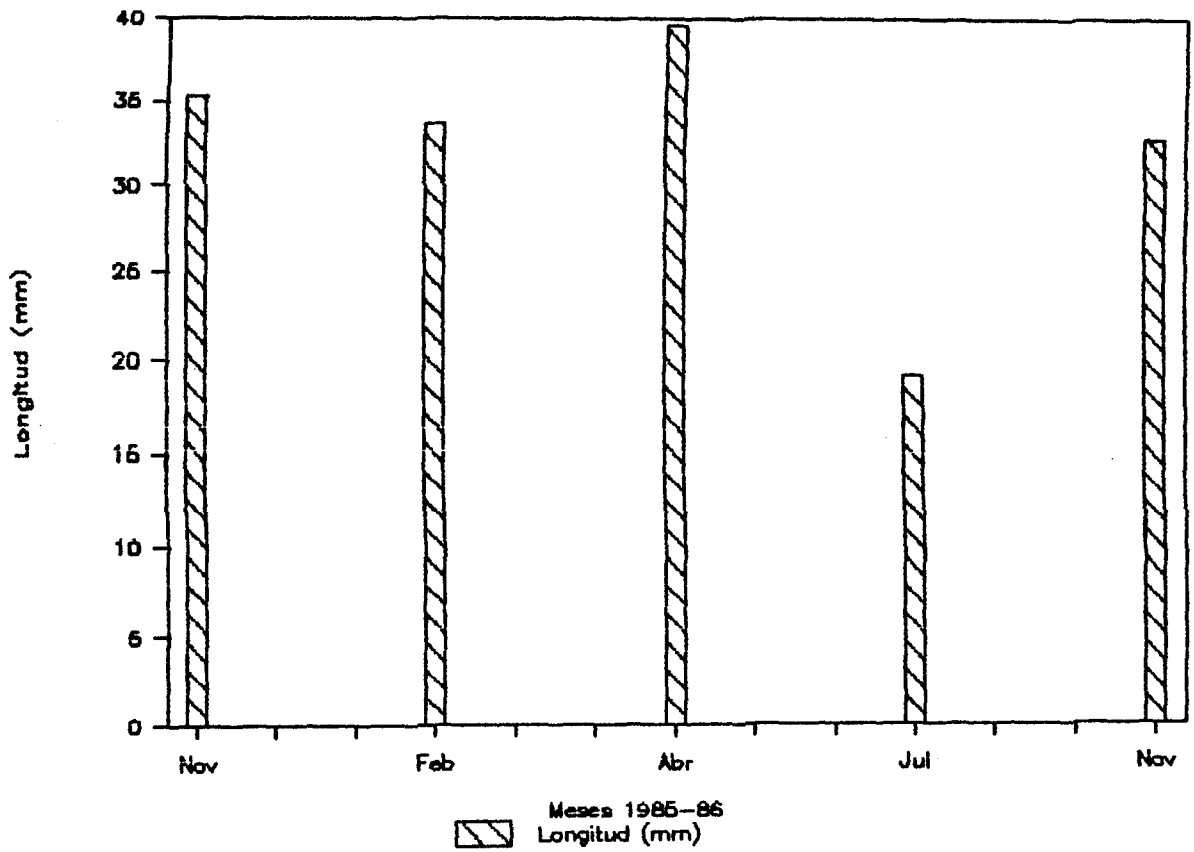
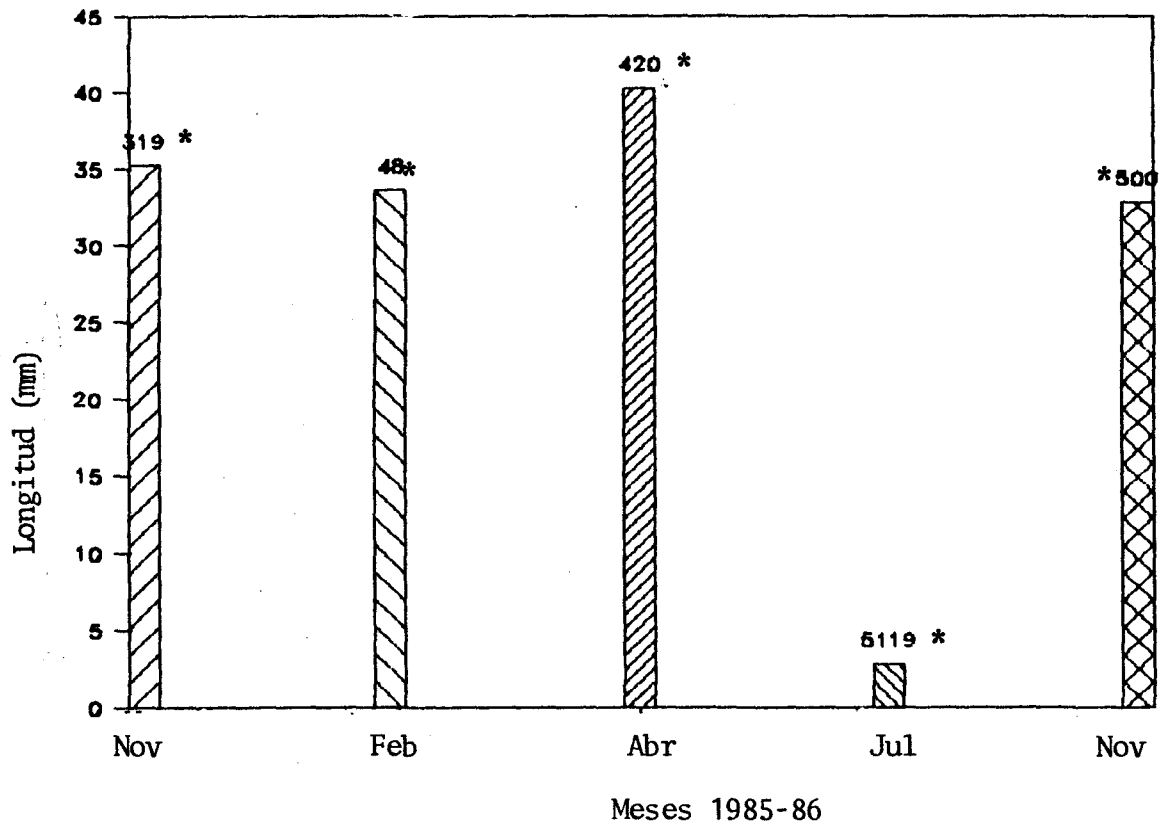


FIG. 11 Longitud (mm) mensual de *Pomacea costaricana* (el mes de julio incluye solo organismos mayores de 5mm). Laguna Palo Verde, Bagaces-Guanacaste.



\*=número de individuos

FIG. 12 Longitud (mm) promedio mensual de Pomacea costaricana (el mes de julio incluye toda la muestra recolectada). Laguna Palo Verde, Bagaces-Guanacaste.



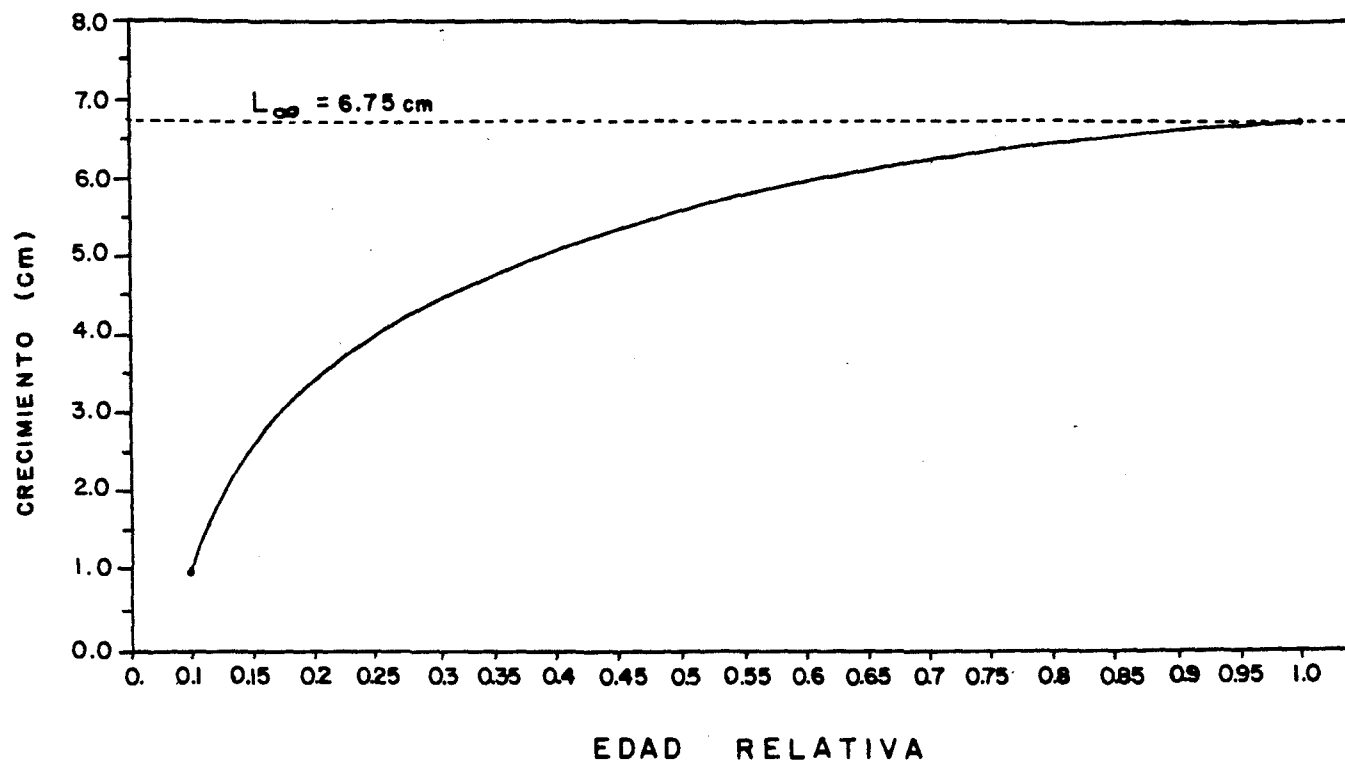


FIG. 13 Gráfica que muestra la curva de crecimiento en estado natural, calculada según los parámetros de crecimiento, a partir del análisis de frecuencias de tallas modales en los muestreos (utilizando los programas ELEFAN)

$L_t = 6,75 (1 - e^{-3,5 (t-t_0)})$  edad máxima (o edad esperada=1,15)=14 meses.  
 Escuela de Biología-Universidad de Costa Rica.

los siguientes valores para  $K=3,5$ ;  $L =6,75$  y  $r=0,568$  (indicador del grado de ajuste a la muestra con los resultados), vida aproximada en años= $1,15568$  (14 meses de vida). Se estima que aproximadamente a los ocho meses los individuos pueden medir  $6,04$  cm de longitud.

## REPRODUCCION

En la laguna, durante el mes de julio se midió el tamaño de la masa y contó el número de celdas en un total de 51 masas de huevos dispersas en la vegetación del área de estudio. La menor longitud medida fue de  $1,5$  cm y la máxima de  $5,2$  cm. El número de celdas varió de 49 a 350. El grado de correlación encontrado entre la longitud y el número de celdas por masa fue de  $0,6608$ .

## CONDICIONES EN EL LABORATORIO

### Factores físicos y químicos del invernadero y acuarios

El Cuadro 12 muestra la variación de los factores físicos y químicos del invernadero y acuarios utilizados. En el estudio hasta donde fue posible se trató de mantener constante las condiciones de la temperatura del agua, pH, oxígeno y calcio disuelto. La temperatura del agua se mantuvo entre  $27,5-29^{\circ}\text{C}$ . El pH se encontró dentro de  $6,5-7,0$ . La cantidad de oxígeno presente estuvo por encima de  $3,8$  siendo su máximo de  $6,8$  mg/l. El calcio disuelto se

CUADRO 12. Variables físicas y químicas (promedio) del agua de tres acuarios (1,2,3). Escuela de Biología-Universidad de Costa Rica.

Mes	T. amb °C	T. agua °C			pH			Oxígeno (mg/l)			Calcio (mg Ca/l)		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Nov.	19,5	27,5	28	27,5	7,0	6,5	6,8	6,0	6,2	6,0	130	130	130
Dic.	19,1	28	27,5	28	6,7	6,8	6,7	4,0	4,1	3,8	124	120	123
En.	18,3	29	28	29	6,8	7,0	6,7	6,0	6,2	6,1	120	122	120
Feb.	19,2	28	28	29	6,8	6,7	6,8	5,2	5,2	5,1	130	130	131
Mar.	18,3	27	28	28	6,8	6,8	6,7	4,1	4,0	4,2	124	124	120
Abr.	20,3	28	29	28	6,9	7,0	7,0	5,2	5,0	5,4	121	120	120
Mayo	20,3	27	29	28,5	6,8	6,9	7,0	6,0	6,0	6,0	130	130	130
Jun.	19,8	28	28	27,5	6,8	7,0	7,0	6,2	6,2	6,2	125	125	120
Jul.	19,3	27,5	28	28	6,9	7,0	6,8	6,8	6,8	6,7	120	120	120
Ag.	19,0	28	27,5	28	6,8	7,0	7,0	4,0	4,1	4,0	124	124	124
Set.	20,0	28	28	28	6,8	6,7	6,9	6,5	6,4	6,4	130	130	130
Oct.	19,8	29	27,5	28	6,8	6,8	6,7	4,2	4,0	4,0	124	124	124
Nov.	19,7	28,5	28	28	7,0	6,7	6,8	3,8	3,5	3,8	130	130	130
Dic.	19,1	28	28	28	6,8	6,7	6,8	5,2	5,0	5,1	125	125	125
En.	19,2	28	27,5	27,5	6,7	6,7	6,8	4,8	4,8	4,0	120	120	120
Feb.	21,8	27,5	28	28	6,7	6,8	7,0	6,2	6,1	6,0	130	130	130
Mar.	21,3	28	28	28	6,7	6,8	6,7	4,6	4,0	4,1	124	124	124
Abr.	20,5	27,5	27,5	27,5	6,8	6,8	6,8	4,2	4,2	4,0	130	130	130
Mayo	21,1	28	28	28	6,7	6,9	7,0	5,2	5,1	5,0	124	120	120
Jun.	21,5	28	28	27,5	6,8	6,9	7,0	4,2	4,0	4,0	130	130	130
$\bar{x}$	20,0	27,8	27,9	27,9	6,7	6,7	6,8	5,0	4,9	4,9	125	125	124

mantuvo dentro del ámbito 120-130 mg Ca/l.

### Reproducción en cautiverio

El Cuadro 13 presenta el número de masas de huevos, mortalidad y sobrevivencia de los caracoles nacidos en los acuarios durante cada mes. La ovoposición se llevó a cabo sobre las paredes del acuario y hojas de *Eichhornia*, no respondieron para los otros sustratos utilizados.

Un 34 % del total de las masas poseían caracoles en desarrollo, el resto de las celdas se encontraban vacías. Los porcentajes de individuos (vivos o muertos) por masa de huevos encontrados para cada mes fueron los siguientes: 19,3% (abril); 26,29% (mayo); 47,68% (junio); 38,93% (agosto) y 37,55 en noviembre.

La mortalidad promedio encontrada para cada mes fue disminuyendo a lo largo del estudio, de 88,52% en abril, 68,16% en mayo, 37,5% en junio, 5% en agosto y 3,6% en noviembre.

La longitud promedio de la concha de los caracoles al nacer fue de 2,3 mm.

El tiempo de eclosión siempre fue superior a los 10 días (en promedio de 14,7 días). Para los meses donde se obtuvo una mayor sobrevivencia no sobrepasó los 19 días. Generalmente después de este lapso de tiempo los individuos

CUADRO 13. Reproducción de Pomacea costaricana en condiciones de laboratorio. Aparición de masas de huevos, mortalidad y sobrevivencia. Escuela de Biología-Universidad de Costa Rica.

Mes	Masa (#)	Long (cm)	Celdas (#)	Indiv (#)	Muertos	Vivos	Long(x) (mm)	Peso(x) (g)	Ecllosion días
Abril	1	2,8	87	12	8	4	2,0	0,02	19
	2	2,5	93	19	19	0	2,0	0,01	-
	3	1,6	88	0	0	0	-	-	-
	4	3,4	169	41	41	0	1,6	0,01	-
	5	3,0	187	66	62	4	3,0	0,03	19
	6	3,7	192	0	0	0	-	-	-
Mayo	1	3,5	180	82	1	81	2,0	0,03	18
	2	3,5	195	63	45	18	2,0	0,03	13
	3	4,3	120	11	11	0	2,5	0,01	-
	4	5,0	99	18	18	0	2,0	0,01	-
Junio	1	3,8	105	24	18	6	2,0	0,02	17
	2	2,5	120	87	0	87	3,0	0,04	11
	3	1,5	45	0	0	0	-	-	-
Agosto	1	3,4	170	60	6	54	2,5	0,03	12
	2	4,0	195	83	20	63	3,0	0,04	13
Noviembre	1	3,8	192	70	0	70	2,5	0,04	15
	2	3,7	176	68	5	63	2,0	0,04	10
	Y	4,0	142	50.2	21.1	50	2,3	0,02	14.7

aparecían muertos.

El Cuadro 14 muestra los promedios de longitud (mm) y peso (g) medidos mensualmente para cada grupo de caracoles nacidos en el laboratorio. Los organismos, en promedio crecen por mes 2.9 mm. Entre el octavo y noveno mes se registró un mayor crecimiento de 6.2 mm por mes. A partir del onceavo mes el crecimiento disminuye (.1; 0,3 y 2 mm); estos meses registraron los valores más bajos de longitud medidos a lo largo del estudio (Figura 14).

El aumento de peso por mes fue de 1,3 g promedio por individuo. Al igual que su crecimiento, durante el octavo y noveno mes se incrementó su peso (3 g por mes). Durante los últimos tres meses (abril, mayo y junio) los organismos aumentaron pocos gramos, en relación con lo esperado mensualmente, siendo de 0,04 g (abril) y 1,53 g en mayo. En esta etapa de crecimiento, el peso de la concha y el agua que queda atrapada entre la concha y el cuerpo juegan un papel importante en relación con el peso total, ya que, aproximadamente de un 40-50% del peso total corresponden con la suma del peso de la concha más el peso del agua.

CUADRO 14. Longitud (mm) y peso (g) de Pomacea costaricana en condiciones de laboratorio, Escuela de Biología - Universidad de Costa Rica.

Mes	Long (mm)	Peso (g)	(n)
May	2,0	0,029	444
Jun	6,0	0,050	210
Jul	9,0	0,199	100
Ag	12,4	0,627	48
Set	15,6	0,992	30
Oct	18,0	1,754	15
Nov	21,0	2,999	10
Dic	24,0	4,000	10
En	30,0	6,900	10
Feb	33,0	8,390	8
Mar	36,7	11,50	6
Abr	37,7	14,06	6
May	38,0	14,10	6
Jun	40,0	15,63	5

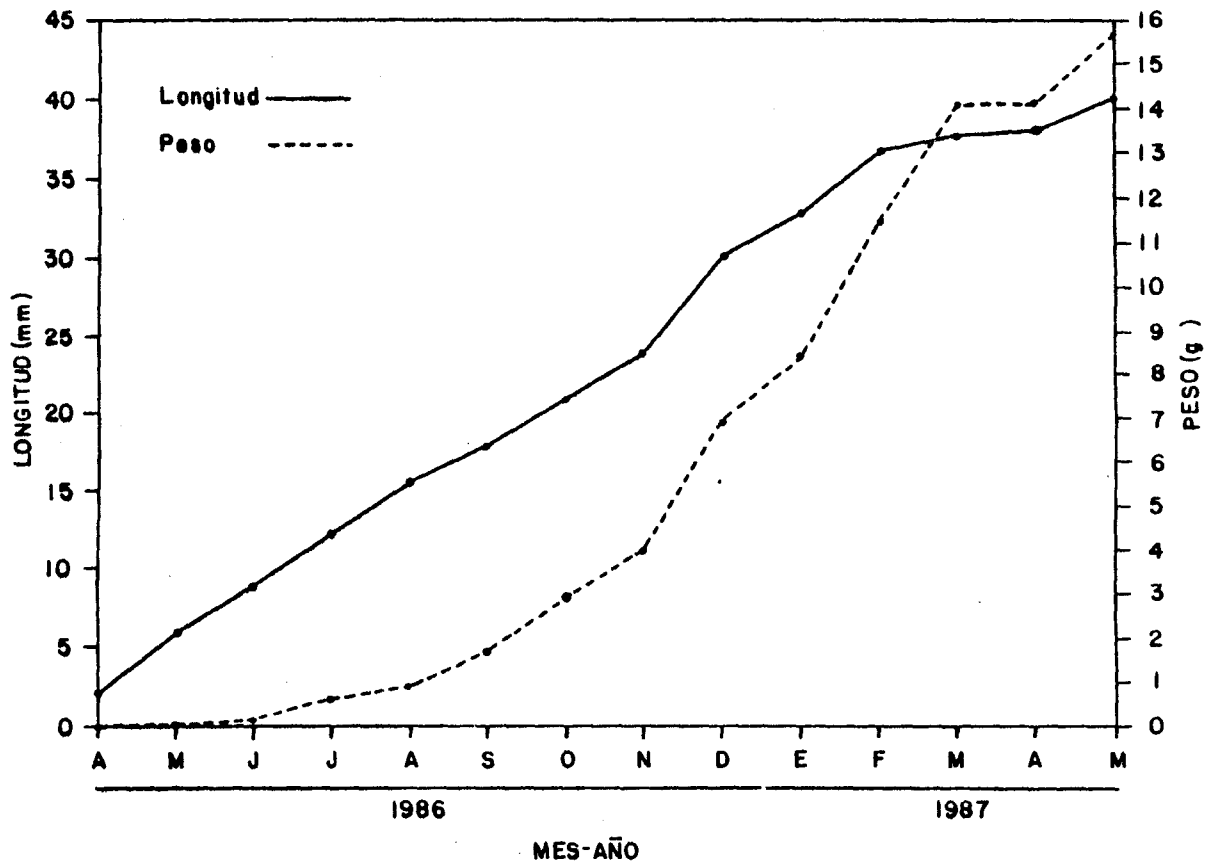


FIG. 14 Longitud (mm) y peso (g) de Pomacea costaricana nacidos y cultivados en el laboratorio. Escuela de Biología-Universidad de Costa Rica.



## DISCUSION

### FACTORES FISICOS Y QUIMICOS

La temperatura del agua superficial en las tres zonas estudiadas, estanque, laguna y acuarios, se encontró siempre por encima de los 25°C. Esta es una temperatura cercana al ámbito óptimo informado para el género *Pomacea* (Mayta, 1978).

Tanto en el estanque como en la laguna, los organismos se situaron en las zonas más calientes, (capa superficial). En el estanque se localizan principalmente en las paredes del monje (estructura de cemento que tiene como función principal el desague del estanque) y en menor grado sobre plantas o rocas. En la laguna se ubican preferentemente en las raíces del loto *Eichhornia*, debajo de las hojas de *Nymphaea* y flotando durante las horas de la mañana. Este comportamiento de flotabilidad se ha observado en otras especies y se atribuye principalmente a la tensión del oxígeno la cual es más baja en horas de la mañana. Esto los obliga a utilizar la respiración aérea (Burky et al. 1977).

Los individuos de *Pomacea costaricana* son muy sensibles a la vibración y movimientos cercanos a ellos. Estos disturbios provocan que los organismos adopten un

mecanismo de defensa retrayéndose y dejándose caer hacia el fondo. Este comportamiento ha sido también descrito en *P. urceus* (Burky et al. 1977) y *P. flagellata* (Lobo, 1986). En el laboratorio se observó que una vez que los organismos caen al fondo permanecen inactivos por largos periodos.

En los acuarios donde la temperatura del agua se mantuvo constante, los organismos prefirieron situarse en su mayoría en las raíces de *Eichhornia*. Se observó una mayor actividad locomotora en los acuarios que en el estanque y laguna a lo largo del día. Posiblemente esto se debió a la temperatura cálida constante.

En condiciones de laboratorio, se observó que a temperaturas bajas (14-16 °C), la movilidad de estos organismos fue casi nula, restringiéndose a las horas cuando la temperatura aumentaba. Estas condiciones se mantuvieron por seis meses durante los cuales no hubo actividad reproductiva y la mortalidad en este periodo fue de un 90%. Para otras especies como por ejemplo *P. maculata* la temperatura letal informada corresponde a los 14 °C (Mayta, 1978).

En los acuarios, al aumentar la temperatura a los 28 °C se observó un incremento notorio en la movilidad y, después de un mes, bajo estas condiciones, se observó actividad reproductiva. Aparentemente para *P. costaricana* la temperatura es uno de los factores más importante para la

reproducción y su comportamiento en general (al menos en condiciones de laboratorio).

Otras variables como el pH y el oxígeno se encontraron dentro de los ámbitos tolerables para éste género (Pennak, 1953). En los acuarios la temperatura fue mayor que en el estanque y la laguna, aún así, los caracoles no presentaron problemas por falta de oxígeno, a pesar de que en general los gastrópodos aumentan el consumo de oxígeno conforme aumenta la temperatura (20-30 C) (Freiburg et al. 1977). Para compensar cualquier deficiencia de oxígeno en el medio, estos caracoles pueden adoptar la forma respiratoria aérea mediante el uso del sifón, el cual es dirigido a la superficie creando un tubo de aire hacia el pulmón.

La cantidad de calcio que se encontró en cada una de las zonas se mantuvo entre 80 y 160 mgCa/l. A pesar de que estos niveles se consideran no limitantes (Perry, 1974), algunos caracoles de las tres zonas (estanque, laguna y acuarios) presentaron daños en la concha, aunque en mayor grado los del acuario. Mayta (1978) informa daños similares en sus caracoles de acuarios expuestos a concentraciones altas en relación a los niveles encontrados en su ambiente natural. Esta autora infiere que estos daños son ocasionados por la falta de calcio. Sin embargo no ofrece explicaciones a dicha contradicción. Una posible explicación a ello se relaciona en forma directa al

comportamiento del calcio en una masa de agua pequeña (acuuario), donde posiblemente este precipita y, los caracoles no son capaces de incorporarlo para la formación de su concha.

## BIOMETRIA

La longitud de la concha en *P. costaricana* en el estanque varía significativamente ( $p < 0,001$ ) entre meses, tanto en condiciones controladas como naturales. Es probable que para el estanque, el recolector tuviera preferencia por algún tamaño más manipulable, disminuyendo así la variancia real de la muestra.

En otras especies de *Pomacea* (Burky, 1974) es común encontrar épocas reproductivas donde se produce el mayor desove. En los muestreos mensuales se encontró organismos de las diferentes tallas variando su densidad dependiendo de la época en que se recolectaron (seca o lluviosa). Estas épocas se relacionan con la actividad reproductora. Bajo las condiciones de cultivo en estanque, *P. costaricana* desova cuatro veces al año, dos de las cuales (junio y octubre) son las que incluyen el mayor número de individuos y, en menor grado se da en enero y agosto.

## REPRODUCCION

Laguna Palo Verde

Se observó que estos organismos en estado natural se aparean a finales de la época lluviosa (octubre y noviembre). La población en este periodo está formada por organismos grandes, con tamaños superiores a los 30 mm y en su mayoría maduros. Burky (1974) observó esta misma tendencia para *P. urceus*.

A partir de diciembre, cuando el nivel del agua de la laguna comienza a descender, se observa una marcada disminución en la población. En el mes de febrero se encontró la menor abundancia en la muestra. Para la época de sequía en la laguna, a finales de marzo y hasta comienzos de mayo, es cuando los caracoles entran en el proceso de estivación, para así poder soportar las altas temperaturas y desecación de los meses posteriores.

En el mes de abril, los caracoles se encontraron enterrados a una profundidad promedio de 30 cm, siempre debajo de parches de *Eichhornia* donde la tierra aún se encuentra húmeda y la temperatura promedio es de 23 °C. Todos los individuos hallados, se encontraron orientados con el opérculo hacia abajo, característica observada en otros estudios del mismo género (Little, 1968). Dentro de los cuadrantes estudiados se obtuvo un promedio de dos individuos vivos (en estivación) por 60 muertos (sobre la superficie) de los cuales la mitad aparentemente murieron por depredación, mientras que el otro 50% quedan atrapados en el lodo deshidratándose. Este tipo de suelo al secarse

se endurece y agrieta, impidiéndoles a los caracoles alguna posibilidad de escape o movimiento.

Después de las primeras lluvias (finales de junio) el nivel del agua aumenta lentamente en la laguna pero, no es hasta julio cuando se empiezan a observar gran cantidad de masas de huevos. Estas masas son colocadas en la vegetación utilizando principalmente los tallos de *Typha* y las hojas de *Eichhornia* (Figura 15) . Durante este mes, la población de la laguna está formada principalmente por caracoles recién nacidos y juveniles. De 5119 caracoles recolectados, 5000 eran menores de 5 mm, lo cual equivale a un 80% de la muestra. Se pudo observar que para los meses de diciembre y enero aparecen masas de huevos esporádicas; posiblemente las lluvias ocasionales y altas temperaturas sean factores que estimulen la puesta de masas de huevos fuera de temporada (Perry,1974). Algunas de estas masas, según Mayta (1978) no son fértiles. En este estudio observamos en la laguna y en el estanque masas de huevos de menor tamaño y deformes las cuales resultaron ser infértiles. Una posible explicación se deba a que los espermatozoides que se utilizaron para la fecundación no estuvieran totalmente maduros (cópula con machos inmaduros) o que durante el periodo de estivación hayan sufrido algún trastorno que los imposibilitara a fecundar las masas de huevos en forma exitosa.

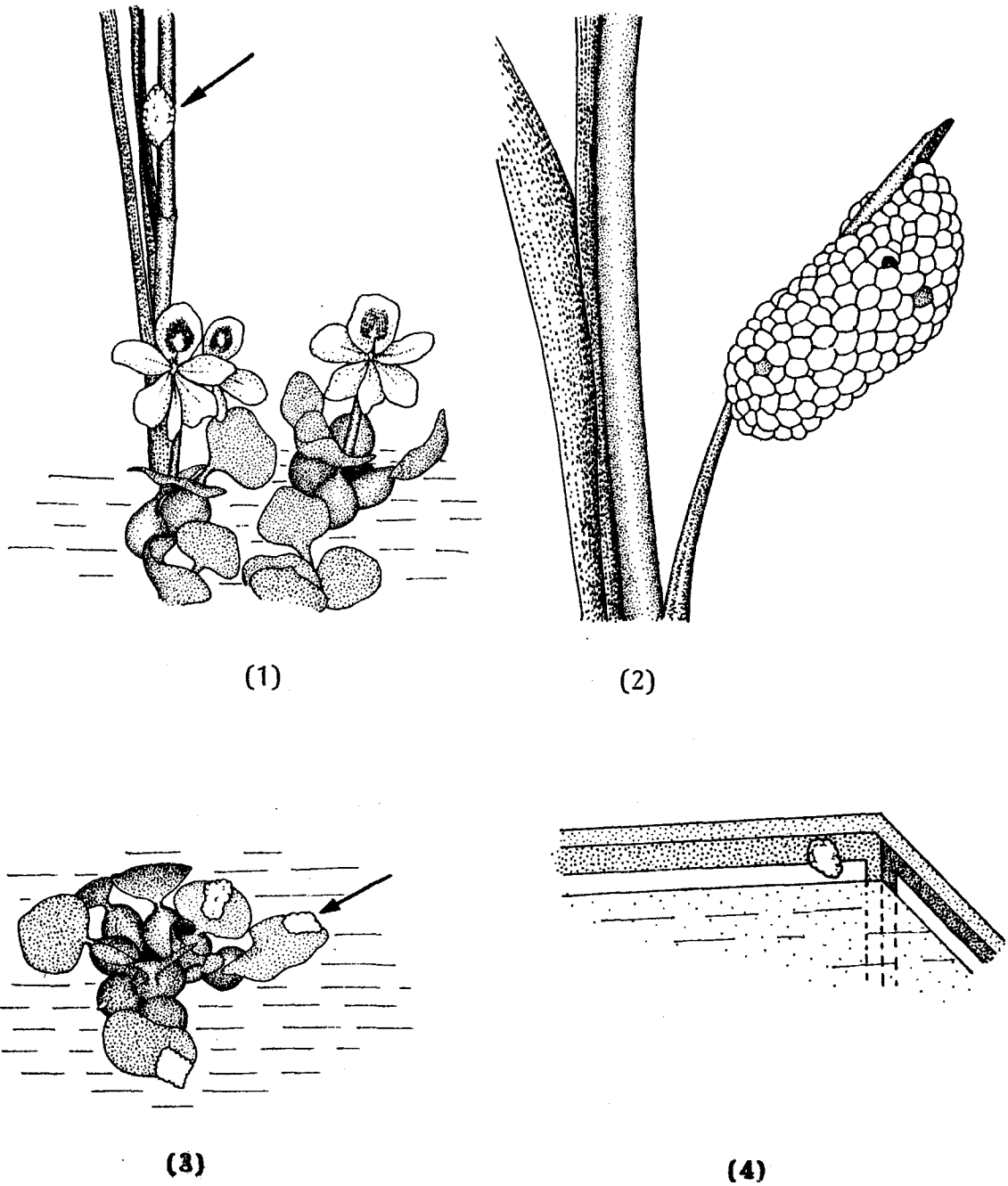


FIG.15. Ubicación de las masas de huevos sobre la vegetación y en el laboratorio. Typha (1 y 2), Eichhornia (3) y sobre las paredes del acuario (4).

### **Estación Enrique Jiménez Núñez**

En el estanque, la reproducción se da a lo largo de todo el año, posiblemente esto se debe a que el sistema se encuentra regulado y ,no se dan cambios drásticos en la temperatura ni en la presencia de agua. El pico reproductivo se da en el mes de julio cuando se registró la segunda longitud más alta del estudio (39,40 mm) (ver apéndice Cuadro 16).

### **Laboratorio**

La reproducción en el laboratorio se inició cuando la temperatura del agua fue de 28 C. Las primeras masas de huevos aparecieron en abril cuando la temperatura ambiental fue de 20.3 C ; aparentemente ambas temperaturas juegan un papel importante para la determinación de la puesta de huevos.

De un total de siete masas de huevos puestas, tres eclosionaron con individuos vivos, dos fueron infértiles y dos tuvieron todos sus individuos muertos. Conforme fueron avanzando los meses de reproducción, se obtuvieron más individuos vivos por masa de huevos y de mayor tamaño. En los últimos dos meses no aparecieron masas infértiles y el número de individuos por masa fue superior a los 50.

En las masas de huevos no todas las celdas están



ocupadas por caracoles, aparentemente muchas de ellas sirven solamente para alimentar a los embriones vecinos. Se considera que del total de las celdas de cada una de las masas un 30 a 40% son utilizadas para el desarrollo de los caracoles. Se observó que las celdas o huevos de la periferia son de menor tamaño y nunca eclosionan, dicha observación también se menciona en el estudio realizado por Mayta (1978). Talvez estas celdas funcionen como sostén de la masa.

En el momento de la eclosión no todos los caracoles tienen el mismo tamaño, generalmente los más pequeños mueren casi inmediatamente. Además, muchos quedan aprisionados dentro de la misma cáscara y mueren deshidratados. Una vez en el agua, se observa un comportamiento particular ya que se agrupan en las raíces de *Eichhornia* o en las hojas tiernas de la lechuga, las cuales se encuentran sumergidas y en proceso de descomposición. Pocos organismos pequeños se encuentran adheridos a las paredes del acuario.

La mayor mortalidad ocurre entre los 2 y 12 mm de longitud, su máximo (50%) ocurre durante los primeros dos meses de vida (2 a 6 mm de longitud). Muchos de los caracoles de 2 mm de longitud mueren en el momento de la salida de la masa de huevos, principalmente los de las capas internas que quedan atrapados en la misma cáscara, muriendo deshidratados.

El mayor crecimiento se da durante los primeros diez meses (Figura 14). Aparentemente al décimo mes comienza a disminuir el crecimiento.

La talla alcanzada por los organismos entre los 10 y 14 meses de edad (4cm) corresponde con la talla calculada para los organismos en condiciones naturales cerca de los cuatro meses. Además, la talla máxima calculada para condiciones naturales (6,75 cm) es un poco mayor que la talla máxima de los organismos muestreados (6,3 cm). Esta diferencia es difícil de explicar. Las condiciones ocasionadas por hacinamiento en el laboratorio, desechos de nitratos en el agua, calidad del agua y dieta mixta, podrían haber causado una reducción en el crecimiento de los organismos.

En condiciones de cultivo solo seis organismos sobrevivieron hasta los 14 meses de edad. Esta edad es justamente la "edad esperada" calculada por el programa ELEFAN para los muestreos de la laguna Palo Verde. Esto no significa que los caracoles no puedan alcanzar tallas mayores pero, las condiciones de sequía en la laguna puede ser un factor que limite la longevidad de los organismos. El valor calculado para la constante K es el valor típico para especies pequeñas y de rápido crecimiento (Pauly,1981). Lo que podría indicarnos una tasa de explotación mayor (la tasa de reclutamiento probablemente

es alta).

Debido a la falta de estudios en *P. costaricana* muchos de los resultados se comparan con los obtenidos por otros autores con diferentes especies de *Pomacea*. Burky (1974) encontró que *P. urceus* presenta el mayor crecimiento durante las primeras semanas de vida y aumenta 0.51 mm por día. En el presente estudio, en condiciones de laboratorio, *Pomacea costaricana* crece en promedio 0,1 mm ( $s=0,065$ , coef.var. 0,9%) por día hasta el décimo mes y ,a partir de este momento disminuye a 0,02 mm por día. Estas diferencias pueden estar afectadas por: 1.determinación genética 2. tipo de alimentación y 3. competencia intraespecifica por espacio (densidad) y 4. calidad del agua.

#### DESOLVE

Las masas de huevos en las tres zonas fueron puestas en horas de la noche. No fue posible indentificar el organismo ni el número de masas puestas por cada individuo. En el laboratorio se observó que los caracoles salían del agua únicamente para desovar buscando una superficie libre de agua.

Las masas tienen forma de racimo y poseen varias capas, una sobre otra. El número de huevos varía de 45-195, su longitud va de 16 a 50 mm. Otra especie como *P. urceus* pone sus masas de huevos en hileras una continua a la otra,

miden de 6,7 a 15,5 mm con un número de celdas que van de 50 a 200 (Burky,1972).

El racimo de huevos de *P. costaricana* en un inicio es rosado y su textura es suave, luego, su cáscara se endurece y la coloración cambia conforme se desarrollan los caracoles hasta adquirir un color grisáceo, indicando el desarrollo completo de los caracoles.

#### DIFERENCIACION DE SEXOS

En esta especie no se pueden diferenciar los sexos por forma o longitud de la concha. Los organismos deben ser sacrificados para así poder determinar externamente el sexo y aún así, ésto sólo es posible en aquellos caracoles totalmente maduros o en aquellos mayores de 30 mm de longitud.

En los machos, además de la presencia del pene, la coloración de la gónada nos indica el estado de maduración en que se encuentra. Aquellos totalmente maduros presentan una gónada abultada color amarilla o anaranjada. Los inmaduros presentan una gónada gris con pequeñas manchas amarillas, el grado de su desarrollo se puede saber únicamente efectuando cortes de la gónada.

Las hembras presentan la glándula de albumen (color naranja) y la gónada es de color gris o café. Aparentemente

las hembras maduras tienen su glándula de albumen coloreada y la gónada abultada. No es posible determinar con seguridad en cuál etapa de desarrollo se encuentra, aunque, es de esperar que hembras mayores de los 30 mm de longitud estén maduras, lo cual se ha podido comprobar con cortes de gónada y observación de los tejidos.

En ejemplares (hembras y machos) menores de 30 mm de longitud, es muy difícil determinar su sexo. La única forma es mediante el análisis histológico de la gónada.

En doce de trece muestras analizadas, la proporción de hembras a machos fue de 2 a 1. Esta estrategia es común en otras especies animales donde cada macho fertiliza a varias hembras (Odum, 1972).

#### COMPORTAMIENTO EN EL LABORATORIO

Con el propósito de observar su comportamiento alimentario, inicialmente se llevó a cabo un estudio del contenido estomacal de los individuos recolectados de la laguna Palo Verde. Gran variedad de algas forman parte de la dieta: filamentosas verdes y azul-verdosas, algas no filamentosas (*Scenedesmus*, *Clostridium*, *Chlorella*) diatómeas, parnesios y fragmentos de las raíces del lirio de agua *Eichhornia*. Para efectos experimentales se probó con dos tipos de alimento, repollo y lechuga; esta última tuvo una mayor aceptación por lo que fue utilizada para el

resto del estudio.

La alimentación en los acuarios se dio con la misma intensidad durante el día y la noche. Los organismos en general tuvieron una mayor movilidad durante la noche. Además de las hojas de lechuga, los adultos ingieren hojas tiernas de *Eichhornia* y la raíz. Es importante notar que los caracoles recién nacidos se concentran durante sus primeras semanas en las hojas tiernas de las lechuga y raíces de *Eichhornia*.

#### ANALISIS BIOQUIMICO DE LA CARNE

El componente principal de la carne de *Pomacea costaricana* lo constituyen las proteínas (45%) seguido por los carbohidratos (16,83 %), ceniza (16,74 %), fibra (1,1 %) y humedad con 8,5%. Según la tabla de composición de alimentos para uso en América Latina (1961) los moluscos no presentan contenido de fibra en su carne, por tal motivo el porcentaje que aparece para fibra podría estar constituido por pequeñas partículas de papel filtro que quedan adheridas a la carne después del proceso de deshidratación.

La cantidad de proteínas encontrada para los organismos recolectados en los meses de junio, julio y setiembre fue superior al 50 % . Durante estos meses es cuando se encuentra en la población una mayor cantidad de adultos maduros (hembras y machos). El mes de junio

presenta el máximo contenido proteico coincidiendo con el mayor porcentaje (64 %) de machos maduros.

Los porcentajes promedios de proteínas obtenidos para *Pomacea costaricana* son muy similares a los informados por Lobo (1986) en su estudio sobre *Pomacea flagellata* (ver apéndice Cuadro 17). Según la autora, 100 g de carne seca contiene un promedio de 3.56 calorías. De acuerdo con lo establecido por la O.M.S., la cantidad de calorías diarias necesarias para el buen funcionamiento de una persona joven y sana es de 3.070 Kcal/día; *P. flagellata* aporta 1.77 Kcal en 100 g de carne fresca, convirtiéndola en un organismo de alto valor nutritivo. Debido a la similitud en los resultados obtenidos para las dos especies, es de esperar que *P. costaricana* tenga un valor nutritivo igualmente alto.

La carne en base húmeda de *P. costaricana* y *P. flagellata* presentan un porcentaje de agua alto, de 83 (ver apéndice Figura 17b) y 86 % respectivamente. Estos datos concuerdan con los resultados obtenidos para otros gastrópodos. Vinogradov (1953, citado en Hyman, 1967) indica para los prosobranchios un contenido de agua de 72,4 a 88,06 %.

## DEPREDACION

La mayor depredación sobre los caracoles tanto en el estanque como en la laguna se da por las aves *Rostrhamus sociabilis* y *Aramus guarauna*. Durante el mes de abril, cuando la laguna está seca, se encuentra gran cantidad de montículos de conchas vacías, las cuales aparentemente han sido depredadas por dichas aves. Se recolectaron en total 391 conchas, de las cuales 298 estaban enteras aparentemente depredadas por *Rostrhamus*, y 93 presentaban perforación (depredadas por *Aramus*). Según el estudio de Collett (1977) la mayor depredación de *Pomacea* ocurre por la acción de *Aramus*. La diferencia de los resultados entre los dos estudios podría deberse a que el área de muestreo en la presente investigación se limitó a 5000 m<sup>2</sup>, mientras que, Collett (1977) abarcó toda la laguna, además como se mencionó, se ha observado que en algunos casos estas dos aves trasladan los caracoles a otra zona para ingerirlos por lo tanto, no necesariamente el sitio donde se localizan las conchas pertenecen a esa zona de la laguna. Según este autor, la población del gavilán (*Rostrhamus*) se ve afectada cuando la densidad de caracoles grandes es baja. *Aramus* puede ingerir caracoles más pequeños incluso de otros géneros, siendo menos afectados por los cambios en la densidad de *Pomacea*. En la laguna también se observaron posibles depredadores como culebras (*Boa constrictor*), caimanes y peces como olominas y sardinas (familias Poeciliidae y Characidae).



En ninguna de las tres zonas de estudio se observó depredación total sobre las masas de huevos, esto coincide con observaciones de otros autores quienes lo atribuyen al mal sabor de las masas.

## CONCLUSIONES

1. La temperatura del agua fue el factor físico más importante en la determinación del comportamiento locomotor y reproductor de *Pomacea costaricana*.
2. En condiciones de estanque, los organismos desovan dos veces al año (junio y octubre).
3. Para la diferenciación de organismos jóvenes, que no presenten órganos sexuales formados, es necesario realizar histología de sus gónadas.
4. El porcentaje de hembras en relación a los machos inmaduros y maduros es significativamente ( $p < 0,001$ ) mayor en poblaciones naturales.
5. Aproximadamente el 34% del total de celdas en la masa de huevos es utilizado para el desarrollo de los caracoles.
6. En condiciones de laboratorio, los caracoles crecen hasta el noveno mes, aproximadamente 3 mm de longitud y 1,3 g, luego su crecimiento tiende a estabilizarse.
7. Debido a las características biométricas y de comportamiento, este organismo es apto para ser utilizado en policultivos.
8. El alto contenido proteico (44,9 %) cataloga a este molusco como un organismo de alto valor nutritivo.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio detallado del comportamiento del calcio en un sistema donde la masa de agua es pequeña, para evitar daños en la concha.
2. Para estimar con exactitud el peso de la concha y de la carne, se debe introducir el organismo en agua caliente, y no estimar el peso de la concha por diferencia, ya que esto introduce errores considerables.
3. En el proceso de deshidratación de la carne, se debe utilizar un recipiente de papel de aluminio con el fin de evitar que la muestra sea contaminada.
4. Para estudiar la población de un estanque se sugiere también hacer uso de una red de mano capaz de recolectar individuos pequeños (menores de 5 mm).
5. Para el cultivo de estos organismos se recomienda hacer uso de pilas de concreto durante el desove y primeras etapas de crecimiento. En el proceso de engorde se pueden utilizar jaulas de plástico o fibra de vidrio con fondo de cedazo si se trata de un policultivo. En caso de ser un monocultivo, el uso de pilas de concreto con una siembra alta (30 por m<sup>2</sup>) y proporcionando suficiente alimento, los resultados en su cosecha final se espera sean exitosos.
6. Para obtener una mayor producción de estos caracoles en policultivos se recomienda la utilización de otros moluscos (ejemplo: almejas) y, no introducir al sistema patos o peces (omnívoros o carnívoros).

## LITERATURA CITADA

- Amabile Zagavaglia Dos Santos, C. & E. Garcia Mendes. 1981. Oxygen consumption of the amphibious snail Pomacea lineata; influence of weight, sex and environments. *Comp. Biochem. Physiol.*, 69A:595-598.
- Biolley, P. 1897. Moluscos terrestres y fluviales de la Meseta Central de Costa Rica. Museo Nacional de Costa Rica.
- Boage, D.A. & P.S.M. Pearlstone. 1979. On the life of Limnaea stagnalis (Pulmonata:Gastropoda) in Southwestern Alberta. *Can. J. Zool.*, 57:353-362.
- Bourne, G.R. & J.A. Berlin. 1980. Predicting Pomacea dolioides (Reeve) (Prosobranchia: Ampullaridae). Weight from linear Measurements of their shells. *The Veliger*, 24(4): 367-370.
- Boza, M. & R. Mendoza. 1980. Parques Nacionales de Costa Rica INCAFO, S.A., Costa Rica. 310 pp.
- Broom, M.J. 1983. Gonad development and spawning in Anadara granosa (L). (Bivalvia: Arcidae). *Aquaculture*, 30:211-219.
- Burky, A.J., J. Pacheco, & E. Pereyra. 1972. Temperature, water and respiratory regimens of an amphibious snail, Pomacea urceus (Muller), from the Venezuelan Savannah. *Biol. Bull.*, 143 (3):304-316.
- Burky, A.J. 1972. Organic content of eggs and juveniles of an amphibious snail, Pomacea urceus (Muller), from the Venezuelan Savannah and their ecological significance. *Moll. Sem., Ann Arbor.*, 6:59.
- Burky, A.J. 1974. Growth and biomass production of an amphibious snail, Pomacea urceus (Muller), from the Venezuela Savannah. *Proc. malac. Soc. Lond.*, 41:127-141.
- Burky, K.A. & A. Burky. 1977. Buoyancy changes as related to respiratory behaviour in an amphibious snail, Pomacea urceus (Muller), from Venezuela. *The Nautilus*, 91(3):97-104.
- Campos, J.A. & A. Bornemiza. 1985. Análisis múltiple con Pesquerías (AMULPES I). *Rev. Biol. Trop. Universidad de Costa Rica* (mimeo).
- Cedeño-León, A. 1984. Carbohydrate Reserves during aestivation of Pomacea urceus (Muller) (Gastropoda, Prosobranchia). *Comp. Biochem. Physiol.*, 78 (3):553-557.

- Coles, G.C. 1968. The termination of aestivation in the large fresh water snail Pila ovata (Ampullaridae)-I. Comp. Biochem. Physiol., 25:517-522.
- Collet, S.F. 1977. Sizes of snails eaten by Snail Kites and Limpkins in a Costa Rican marsh. The Auk. 94:365-367.
- Díaz-Romeu, R & A. Hunter. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigaciones en invernadero. CATIE, Turrialba, Costa Rica:9-11, 15-27.
- Dillon, R.T. 1984. What shall I measure on my snails? Allozyme data and multivariate analysis used to reduce the non-genetic component of morphological variance in Goniobasis proxima. Malacologia, 25(2):503-511.
- Filho, J.F. 1965. Sobre o número de posturas do Arúa Pomacea haustum (Reeve) (Mollusca, Mesogastropoda). Boletim Soc. Leer. Agron., 6:43-47.
- Font, P.Q. 1977. Diccionario de Botánica. Editorial Labor, S.A. Barcelona, España. 1244 pp.
- Freiburg, M.W. & D.H. Hazelwood. 1977. Oxygen consumption of two amphibious snails: Pomacea paludosa and Marisa cornuarietis (Prosobranchia: Ampullaridae). Malacologia, 16(2):541-548.
- Geijskes, D.G. & T. Pain. 1957. Suriname freshwater snails of the genus Pomacea. Studies on the fauna of Suriname and other Guyanas: N 3., 1(3):41-48.
- Guedes, L.M., A.M. Fiori & C.O. Da C. Diefenbach. 1981. Biomass Estimation from weight and linear parameters in the apple snail, Ampullaria caniculata (Gastropoda: Prosobranchia). Comp. Biochem. Physiol., 68A:285-288.
- Hayat, M.A. 1986. Basic Techniques for Transmission Electron Microscopy Academic Press, INC. Orlando, Florida. 411
- Keen, M. 1971. Sea shells of Tropical West America. Marine Mollusks from Baja California to Perú. Stanford Univ. Press, Stanford, California, USA.
- Kushlan, J.A. 1975. Population changes of the apple snail, Pomacea paludosa in the Southern Everglades. The Nautilus, 89(1):21-23.
- Kushlan, J.A. 1978. Predation on apple snail eggs (Pomacea) The Nautilus, 92(1):57-58.

- Lawrence, G.H.M. 1951. **Taxonomy of Vascular Plants**. MacMillan Pub. Co. Inc. New York. 823 pp.
- Ludorff, W. & V. Meyer. 1973. **El pescado y los productos de la pesca**. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Little, C. 1968. **Aestivation and ionic regulation in two species of Pomacea (Gastropoda: Prosobranchia)**. J. Exp. Mar. Ecol. 48(3): 569-585.
- McKillop, W.B. & A.D. Harrison. 1980. **Hydrobiological studies of Eastern Lesser Antillean Islands. V. St. Freshwater, habitats, water chemistry and distribution of freshwater molluscs**. Arch. Hydrobiol./Suppl. 57(3): 251-290.
- Morrison, J.F.E. 1946. **The nonmarine mollusks of San Jose Island, with notes on those of Pedro González Island, Pearl Island, Panamá**. Smith. Misc. Coll., 106(6): 6-9.
- Odum, E. 1971. **Ecología**. Nueva Editorial Interamericana INCLARM, México. 639 pp.
- Pacheco, J., O. Travieso & R.E. Miranda. 1971. **Contribución al estudio de la biología de Pomacea urceus (Mollusca, Gastropoda)**. Acta Cient. Venez., 22(suppl 1): 58.
- Pauly, D. 1982. **Studying single-species dynamics in a tropical multispecies contrast**. In: Pauly, D. and G.I. Murphy (eds). **Theory and management of tropical fisheries**. INCLARM Conference Proceeding 9, 360 pp.
- Perry, M.C. 1974. **Ecological studies of the apple snail at Lake Woodruff national wild life Refuge**. Biol. Sc., 36(1): 22-30.
- Pennak, R.W. 1953. **Fresh-water Invertebrates of the United States**. The Ronald Press Company, USA., 667-693.
- Rhodin, J.A. 1977. **Histology. A Text and Atlas**. Editorial Oxford Univ. Press, London. 580 pp.
- Russell, W., V. Meyer. 1970. **Productividad Acuática**. Editorial Acribia, Zaragoza, 280 pp.
- Sheehan, D. y B. Hrapchak. 1973. **Theory and practice of histotechnology**. C.V. Mosby, USA: 30-40.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1980. **Principles and procedures of statistics. A Biometrical Approach II Edition** McGraw-Hill Book C.O. 633pp.
- Snyder, N.F.R. & H.A. Snyder. 1971. **Defenses of the Florida Apple snail Pomacea paludosa**. Behaviour, 40 (3/4): 175-215.

- Timmermans, L.P. 1969. **Studies on shell formation in Molluscs.** Neth. Jour. of Zool., 19(4):417-523.
- Upatham, E.S. & R.F. Sturrock 1973. **Field investigation of the effect of other aquatic animals on the infection of Biomphalaria glabata by Schistosoma mansoni miracida.** The J. Parasit., 59(3):448-453.
- Vermeire, P.E. & G.W. Hirsch .1984. **Structure of the female reproductive tract of the Apple snail. II Scanning electron microscopy.** Tissue and Cell., 16(1):107-114.
- Welch, P. 1948. **Limnological Methods.** Blakiston Company, Philadelphia. pp.381
- Wetzel, R.G. 1983. **Limnology.** College Publishing, USA:7,223, 225.
- Wilbur, K.M. y C.M. Yonge. 1966. **Physiology of Molluska. Vol II** Academic Press INC London, Ltd: 150-200.

## APENDICE



CUADRO 15. Lista de familias y géneros de las plantas presentes en la Laguna Palo Verde. Bagaces-Guanacaste.

Familia	Género y especie
Cyperaceae	<i>Oxicarium cubense</i>
Leguminosae	<i>Mimosa sp</i>
Lentibulariaceae	<i>Utricularia</i>
Marantaceae	<i>Thalia sp</i>
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea odorata</i>
Polypodiaceae	<i>Ceratopteris sp</i>
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>
Typhaceae	<i>Typha latifolia</i>

CUADRO 16. Medidas biométricas mensuales de Pomacea costaricana, Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste.

Meses	n	Long (mm)	Desv. est.	Diam (mm)	Desv. est.	D.Abert (mm)	Desv. est.	P.Tot (g)	Desv. est.	P.Fresco (g)	Desv. est.	P.Concha (g)	Desv. est.	P.Seco (g)	Desv. est.
Abr	94	30,85	6,44	29,86	6,42	23,48	4,75	9,20	6,18	4,47	2,70	4,41	2,53	0,85	0,63
May	85	27,51	3,51	25,37	3,26	21,39	2,62	5,35	1,92	2,43	0,89	3,01	1,12	0,37	0,18
Jun	81	38,78	4,85	35,45	4,77	29,45	3,31	15,1	5,23	6,26	2,29	8,83	3,57	60,40	0,44
Jul	81	39,40	5,39	36,78	5,60	29,04	4,18	17,3	5,45	6,81	2,69	10,12	3,72	1,29	0,61
Ag	55	41,96	3,52	40,41	3,82	30,94	2,75	17,7	5,34	9,35	2,47	8,50	3,69	1,33	0,68
Set	90	34,61	7,94	32,33	7,91	27,08	6,15	10,6	6,49	5,39	3,30	5,29	3,53	60,70	0,60
Oct	80	36,16	5,55	34,32	5,81	29,00	5,04	13,9	5,53	6,76	2,68	7,17	3,17	60,60	0,32
Nov	51	29,32	6,74	27,22	7,29	22,18	5,21	7,28	5,86	3,36	2,79	3,91	3,15	0,53	0,52
Dic	50	28,07	5,32	26,04	5,36	21,02	4,07	5,37	3,18	2,63	1,62	2,75	1,68	0,55	0,37
En	43	20,31	6,41	26,41	6,14	21,48	4,69	6,28	4,54	2,97	2,10	3,28	2,43	0,50	0,50
Feb	60	31,97	4,08	29,81	4,18	23,55	2,79	8,08	2,99	4,20	1,46	3,95	1,74	0,82	0,35
Mar	100	30,15	4,94	28,27	4,93	23,45	3,47	7,12	3,33	3,39	1,86	3,77	1,71	0,70	0,45
Abr	100	28,50	4,13	26,55	4,01	22,11	2,93	5,40	2,50	2,83	1,47	2,69	1,45	0,59	0,35

CUADRO 17. Comparación de los porcentajes promedios de los componentes bioquímicos en base seca de la carne de Pomacea costaricana y P. flagellata.

Componente	P. costaricana (%)	P. flagellata (%)
Proteína	44,99	59,00
Carbohidratos	16,83	17,15
Grasa	3,140	3,670
Ceniza	16,74	10,37
Fibra	1,100	0,980
Humedad	8,500	8,830

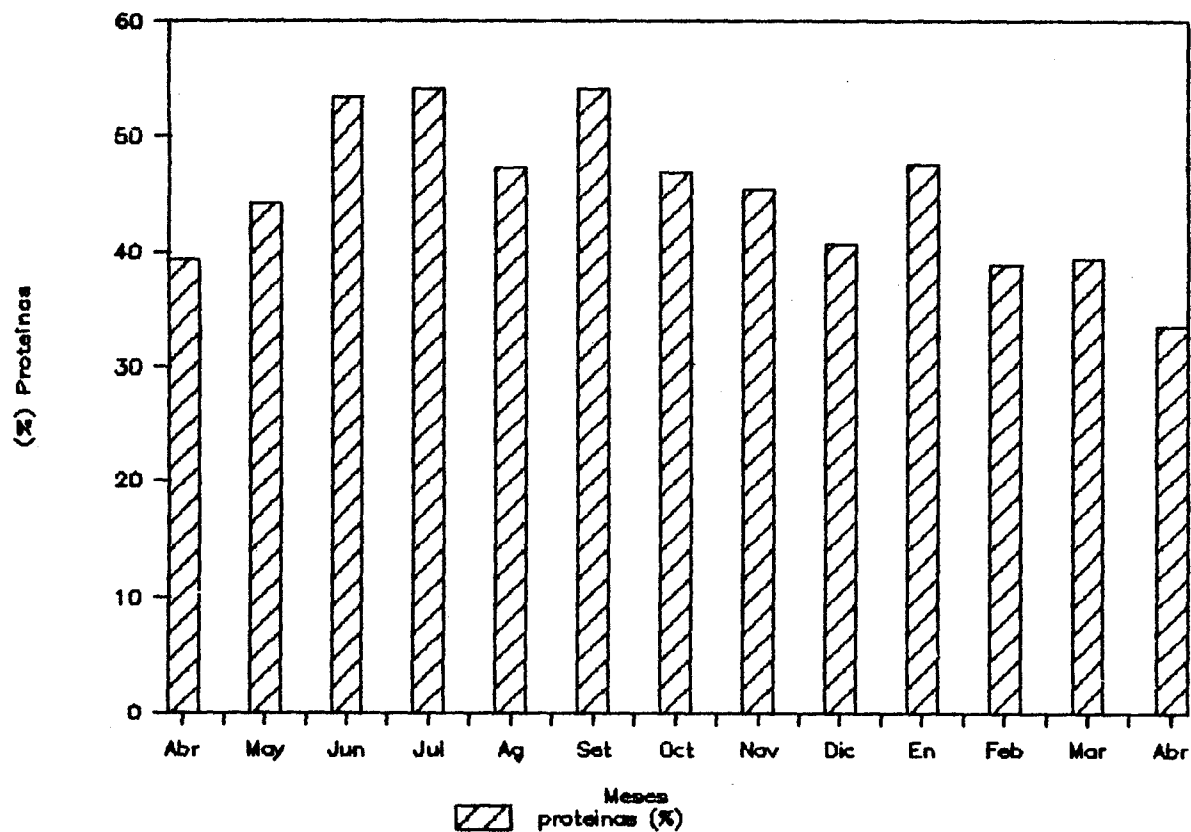
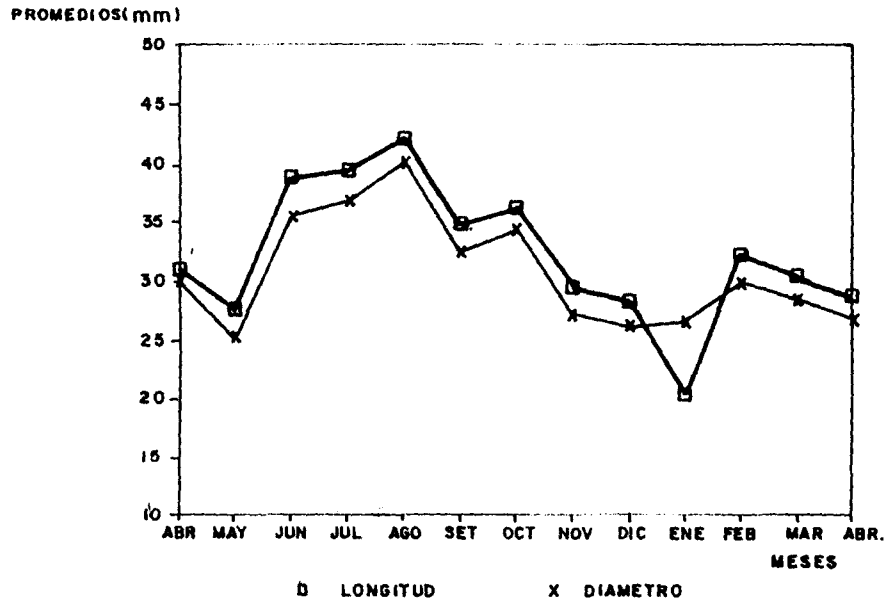
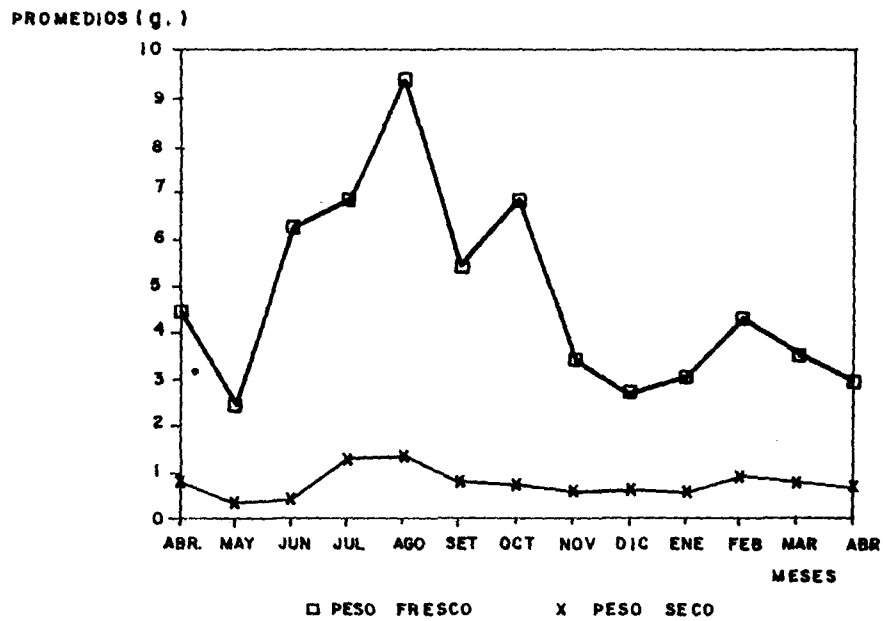


FIG. 16 Porcentaje de proteína presente en la carne deshidratada para cada una de las muestras. Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste.



(A)



(B)

FIG. 17 Comparación de algunas medidas biométricas de Pomacea costaricana. Relación longitud-diámetro (mm) (A); peso fresco-peso seco (g) (B). Estación Enrique Jiménez Núñez, Cañas-Guanacaste.