

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE PETEN  
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE ALIMENTACIÓN  
CON INCAPARINA, Y NINFA ACUÁTICA (*Eichornia crassipes*)  
EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CARACOL (*Pomacea sp.*),  
EN CONDICIONES CONTROLADAS.

MANUEL ANTONIO OZAETA ZETINA

Guatemala, marzo del 2,002.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE PETEN  
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE ALIMENTACIÓN  
CON INCAPARINA, Y NINFA ACUÁTICA (*Eichornia crassipes*)  
EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CARACOL (*Pomacea sp.*),  
EN CONDICIONES CONTROLADAS.

TESIS

PRESENTADA AL CONSEJO REGIONAL DEL  
CENTRO UNIVERSITARIO DE PETEN  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

por

MANUEL ANTONIO OZAETA ZETINA

En el acto de investidura como  
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, marzo del 2,002.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
RECTOR MAGNÍFICO: ING. AGR. EFRAÍN MEDINA  
CONSEJO REGIONAL DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE PETÉN

PRESIDENTE Licda. Herminia del Pilar Sagastume Miranda

SECRETARIO Lic. Mario Enrique Zetina Aldana

COORDINADOR ACADÉMICO Ing. Agr. José Francisco Contreras Reinoso

REPRESENTANTES CATEDRÁTICOS Ing. Agr. Carlos Enrique Mas Escalera  
Dr. Carlos Antonio Kuylen Morales

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES P.A. Maximiliano López Torres  
Br. Enrique Maximiliano Monterroso Rosado  
Prof. José Estuardo Puga Castellanos  
Br. Luis Fernando Fion Ozaeta  
Br. Mario Rafael Vega Pérez

ASESORES M. V. MSc. Karla Anahí Monterroso Rosal  
Ing. Agr. Ramón Francisco Morales Cansino

Flores, Petén, marzo del 2,002.

Señores Miembros del Consejo Regional y Tribunal Examinador  
Centro Universitario de Petén.  
Santa Elena, Peten.

En cumplimiento a lo establecido por los Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de Ustedes, el presente trabajo de Tesis titulado:

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE ALIMENTACIÓN  
CON INCAPARINA Y NINFA ACUATICA (*Eichornia crassipes*)  
EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CARACOL (*Pomacea sp.*)  
EN CONDICIONES CONTROLADAS.

Como requisito para optar al Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Atentamente:

Manuel Antonio Ozaeta Zetina

Vo. Bo.  
Ing. Agr. Ramón Morales Cansino  
Asesor

Vo. Bo.  
M.V. Karla Monterroso Rosal  
Asesor

## ACTO QUE DEDICO

A DIOS	Por permitirme alcanzar esta meta.
A MIS PADRES	Como homenaje póstumo.
A MIS HERMANOS	Por su constante apoyo y consejos.
A MI ESPOSA E HIJOS	Por su apoyo moral y tolerancia.
A MIS ASESORES	Por su dedicación y empeño.
A	Mis Familiares.
A	Mis Catedráticos Universitarios.
A	Mis Compañeros de estudio.
A	Mis Amistades en general.

TESIS QUE DEDICO

A: LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

AL: CENTRO UNIVERSITARIO DE PETEN

AL: NOBLE PUEBLO DE PETEN

## ÍNDICE GENERAL

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. OBJETIVOS	3
4. HIPÓTESIS	4
5. MARCO TEÓRICO	5
5.1. Marco Conceptual	5
5.1.1 Crecimiento y desarrollo del caracol de agua dulce ( <i>Pomacea sp.</i> )	5
5.1.2. Importancia	5
5.1.3. Generalidades de los moluscos	6
5.1.4. Generalidades de la especie	7
5.1.4.1. Distribución	7
5.1.4.2. Taxonomía	8
5.1.4.3 Aspectos físico . químicos del agua	8
5.1.4.4. La concha	8
5.1.4.5. Aparato Respiratorio	9
5.1.4.6. Aparato Digestivo	10
5.1.4.7. El Sistema Circulatorio	10
5.1.4.8. El Sistema Nervioso	10
5.1.4.9. Nutrición	10

5.1.4.10. Densidad de siembra	12
5.1.4.11. Talla comercial	12
5.1.4.12. Reproducción	13
5.1.4.13. Patología Parasitaria	15
5.1.4.14. Patología Infecciosa	16
5.1.4.15. El Caracol y la Gastronomía	17
5.2. Marco Referencial	18
5.2.1. Ubicación	18
5.2.2. Altitud	18
5.2.3. Clima	18
5.2.4. Zona de vida	18
5.2.5. Fisiografía	18
5.2.6. Infraestructura	20
5.2.7. Materiales	20
6. METODOLOGIA.	21
6.1. Variables	21
6.2. Diseño experimental	21
6.3. Modelo Estadístico	21
6.4. Análisis de información	21
6.5. Manejo del experimento	22
7. RESULTADOS	23
7.1. El Peso	23
7.2. La Longitud (talla)	26
7.3. Supervivencia	28
7.4. Calidad del agua	31
7.5. Tasa de crecimiento	34
7.6. Análisis de Regresión	38
8. COSTOS	41
9. CONCLUSIONES	42
10. RECOMENDACIONES	43
11. BIBLIOGRAFÍA	44
12. ANEXOS	46

## ÍNDICE DE CUADROS

<u>No.</u>	<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
1.	Comparación de la composición química del caracol con otros alimentos.	5
2.	Clasificación taxonómica del caracol de agua dulce ( <i>Pomacea sp.</i> )	8
3.	Efecto sobre el peso y talla de la alimentación con Incaparina y ninfa acuática en el crecimiento y desarrollo del caracol dulceacuícola ( <i>Pomacea sp.</i> ) en diferentes escalas de evaluación.	24
4.	Porcentajes de sobrevivencia registrados durante la investigación del caracol dulceacuícola ( <i>Pomacea sp.</i> )	29
5.	Parámetros de calidad del agua al inicio y al final de la investigación.	32
6.	Tasa de Crecimiento del caracol ( <i>Pomacea sp.</i> ), en base a peso y longitud en diferentes fechas.	35
7.	Coefficientes de Correlación ( $R^2$ y $R^2$ ajustada), de los modelos de Regresión	38
8.	Resultado de los modelos de longitudes de acuerdo a los días analizados por Regresión y Correlación y la Ecuación Matemática.	40
9.	Variables relacionadas de peso y días.	50
10.	Valores menores y mayores de las variables peso y longitud al final de la investigación del caracol ( <i>Pomacea sp.</i> )	
11.	Composición química de la Incaparina. Contenido en 100 g. de Incaparina.	51
12.	Análisis Bromatológico de la ninfa acuática ( <i>Eichornia crassipes</i> ).	51
13.	Interpretación de resultados de los pesos, para una distribución de bloques al azar.	52

14. Análisis de varianza de los pesos en bloques al azar.	52
15. Resultado de la prueba de Tukey de los pesos en bloques al azar.	53
16. Presentación de medias de la prueba de Tukey de los pesos en bloques al azar.	53
17. Interpretación de resultados de longitudes, para una distribución de Bloques al azar.	54
18. Análisis de varianza de longitudes en bloques al azar.	54
19. Resultado de la prueba de Tukey de las longitudes en bloques al azar.	55
20. Presentación de medias de Tukey de longitudes en bloques al azar.	55
21. Datos finales de sobrevivencia, en la investigación del caracol ( <i>Pomacea sp.</i> )	56
22. Croquis de bloques, repeticiones y niveles de agua utilizados durante la investigación del caracol dulceacuícola <i>Pomacea sp.</i>	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<u>No.</u>	<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
1.	Elementos básicos de la concha del caracol de agua dulce ( <i>Pomacea sp.</i> )	9
2.	Estructuras bucales del caracol de agua dulce ( <i>Pomacea sp.</i> ).	11
3.	Dimensiones de una concha de caracol de agua dulce ( <i>Pomacea sp.</i> ).	13
4.	Esquema del aparato genital del caracol de agua dulce ( <i>Pomacea sp.</i> ).	14
5.	Vista dorsal de <i>Riccardoella limacum</i> .	15
6.	Vista aérea de Nemátodo	16
7.	Mapa de ubicación geográfica en la investigación.	19
8.	Efecto de tres niveles de alimentación con Incaparina y Ninfa acuática, del caracol dulceacuícola ( <i>Pomacea sp.</i> )	25
9.	Efecto de tres niveles de alimentación con Incaparina y ninfa acuática, en el caracol ( <i>Pomacea sp.</i> ).	27
10.	Porcentaje de sobrevivencia durante la investigación del caracol ( <i>Pomacea sp.</i> ).	30
11.	Tasa de crecimiento en base a peso del caracol ( <i>Pomacea sp.</i> ).	36
12.	Tasa de crecimiento en base a longitud del caracol ( <i>Pomacea sp.</i> ).	37
13.	Mapa de Climatología	47
14.	Mapa de zonas de vida	48
15.	Mapa de Espacios Fisiográficos	49
16.	Ubicación del área de la investigación del caracol dulceacuícola ( <i>Pomacea sp.</i> ).	58

17. Medidas biométricas de la concha del caracol de agua de agua dulce ( <i>Pomacea sp.</i> )	59
18. Polinomial cúbica de longitud.	60
19. Polinomial cúbica de peso.	61

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE ALIMENTACIÓN  
CON INCAPARINA Y NINFA ACUÁTICA (*Eichornia crassipes*) EN EL  
CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CARACOL (*Pomacea sp.*)  
EN CONDICIONES CONTROLADAS

RESUMEN

El caracol (*Pomacea sp.*) es un organismo existente en el lago Petén Itzá, del cual se tiene muy poca información en el medio y no se ha explotado comercialmente, pudiendo ser una opción económica para los habitantes de las orillas del lago.

La presente investigación generó información acerca de los caracoles de agua dulce, para su conocimiento y posible explotación familiar como consumo, o para comercializarlos en el mercado local o departamental.

Este trabajo se desarrolló en Ciudad Flores, Petén, con caracoles de agua dulce en crecimiento, utilizándose agua del servicio municipal, un sustrato de tierra negra y recipientes de plástico de 60 litros de capacidad, en condiciones controladas; evaluándose la respuesta de tres niveles de alimentación con Incaparina y un testigo sin aplicación de Incaparina, alimentado en forma natural con ninfa acuática (*Eichornia crassipes*).

El experimento fue realizado en base a un diseño de bloques al azar utilizando 5 repeticiones; cada repetición con 4 unidades experimentales y 5 organismos por cada una, sumando un total de 100 caracoles de agua dulce.

El análisis estadístico reveló que los tres niveles de alimentación con Incaparina: (2.5 g., 5.00 g., 7.5 g.), son similares para el desarrollo del caracol *Pomacea sp.*

El testigo presentó mejor rendimiento en peso, talla y sobrevivencia, siguiéndole los niveles de Incaparina de 5.0 g., 2.50 g. y el de 7.50 g. respectivamente.

La recomendación para mejorar y agilizar el crecimiento y desarrollo del caracol de agua dulce en condiciones controladas, es utilizar la Incaparina de 5.0 g. más la ninfa acuática *ad libitum* y el sustrato de tierra negra.

EVALUATION OF THE EFFECT OF THREE LEVELS OF FEEDING  
WITH INCAPARINA AND AQUATIC NYMPH (*Eichornia crassipes*) IN THE  
GROUTH AND DEVELOPMENT OF THE SNAIL (*Pomacea sp.*)  
IN CONTROLLED CONDITIONS.

ABSTRACT

The snail (*Pomacea sp.*) is an existent organism in the lake Petén Itzá, of which very little information in the means is had and has not been exploited commercially, could be an economic option for the inhabitants of the banks of the lake.

This investigation generated information about the snails of sweet water, for their knowledge and possible family exploitation for consumption, or in order to market it in the local market or in the department of Petén.

This work was developed in the city of Flores, Petén, with snails of sweet water in growth, using water of the municipal service, a substratum of black earth and plastic recipients of 60 liters of capacity, in controlled conditions; evaluating the answer of three levels of feeding with Incaparina and a witness without application of Incaparina, fed in natural form with aquatic nymph (*Eichornia crassipes*).

The experiment was fulfilled on the basis of one design of blocks at random, there were used 5 repetitions, each repetition with 4 experimental units and 5 organism each one, adding a total of 100 snails of sweet water.

The statistical analysis revealed that the three levels of feeding with Incaparina: (2.5 grams, 5.00 grams, 7.5 grams) is similar for the development of the snail (*Pomacea sp.*).

The witness presented better development in weight, size and survival, continuing with the levels of Incaparina of 5.0 grams, 2.5 grams and that of 7.50 grams, respectively.

The recommendation in order to improve and speed up the growth and development of the snail of sweet water in controlled conditions, is to use the Incaparina of 5.0 grams plus the aquatic nymph *ad libitum* and the substratum of black earth.

## 1. INTRODUCCIÓN

El caracol de agua dulce *Pomacea sp.* es un recurso natural que puede explotarse racionalmente con el fin de producir alimento, complementar dietas y contrarrestar el hambre y la desnutrición que son males propios de algunos sectores de la población petenera.

Este molusco de la clase Gasterópoda, y género *Pomacea*, existente en el lago Petén Itzá, ha servido de alimento ocasional y de beneficio económico familiar, a los vecinos de los municipios ubicados en las riberas del lago, (Flores, San Benito, San Andrés y San José) quienes con conocimientos previos de los hábitos alimenticios y del hábitat de este organismo, (*Pomacea sp.*), lo recolectan manualmente.

En investigaciones personales efectuadas en ambiente artificial controlado, (acuario y pileta de cemento), se observó que los caracoles de agua dulce (*Pomacea sp.*) con alimentación de ninfa (*Eichornia crassipes*) y concentrado de Incaparina, con un promedio de 5 gramos diarios, se reprodujeron y desarrollaron aceptablemente aún con limitantes respecto a requerimientos ambientales y acuáticos y sin manejo apropiado. (\*)

Esta investigación se realizó en la Ciudad Flores, en el Municipio de Flores, en el Departamento de Petén. Se evaluó el efecto de tres niveles de Incaparina en el crecimiento y desarrollo del caracol (*Pomacea sp.*) en condiciones controladas y se midió el comportamiento en peso y longitud de este organismo en un período experimental de 120 días.

(\*) OZAETA Z, M. A. 1993. Investigaciones personales en la Alimentación del caracol (*Pomacea sp.*), en acuario y pileta de cemento. Flores, Petén. Guatemala.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El lago Petén Itzá es una fuente económica y alimenticia para el pueblo en general y en especial para los que habitan sus orillas. Pero el desmedido uso de sus recursos, ha contribuido a que éstos tiendan a desaparecer.

Una de las actividades que practican los pobladores de las riberas del lago Petén Itzá, es la recolección manual y nocturna del caracol en el lago, utilizando un instrumento de fabricación casera, con el cual escogen los mejores ejemplares y la cantidad necesaria para consumo familiar o para mercadeo local, en cada jornada de trabajo.

La colecta del caracol por el humano, más el alto consumo natural de los depredadores y el poco control en la época de veda, ha provocado en varias oportunidades en el pasado, un notorio descenso en la cantidad de estos especímenes y de seguir esta tendencia podría ser la causa del desaparecimiento de esta especie en el lago Petén Itzá.

Para contrarrestar este problema y contribuir en parte al beneficio económico de las familias que se dedican a la recolección y mercadeo del caracol, se propone la investigación del crecimiento y desarrollo del caracol del género *Pomacea*, que habita en los cuerpos hídricos naturales de Petén.

Conociéndose esta problemática, es que en esta investigación se generará información acerca del crecimiento y desarrollo del caracol dulceacuícola (*Pomacea sp*) en condiciones controladas, utilizando en su alimentación tres niveles de Incaparina, y que esta información se pueda utilizar posteriormente en proyectos de producción comercial, para abastecer el mercado local y de ser posible el mercado departamental.

### 3. **OBJETIVOS**

#### 3.1. **General**

Evaluar tres niveles de Incaparina como alimentación de caracol (*Pomacea sp.*) para su crecimiento y desarrollo en condiciones controladas.

#### 3.2. **Específicos**

- a. Estimar el nivel adecuado de Incaparina en la alimentación del caracol (*Pomacea sp.*) en condiciones controladas.
- b. Evaluar el proceso de crecimiento y desarrollo del caracol (*Pomacea sp.*).
- c. Generar información local sobre el crecimiento y desarrollo del caracol (*Pomacea sp.*).

#### 4. **HIPOTESIS**

Los diferentes niveles de alimentación con Incaparina, afectan el crecimiento y desarrollo del caracol (*Pomacea sp.*) en condiciones controladas.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1. Marco Conceptual.

5.1.1. Crecimiento y desarrollo del caracol de agua dulce (*Pomacea sp.*)

5.1.2. Importancia.

La cría de animales acuáticos en condiciones más o menos controladas por el hombre, es una actividad antigua en la historia de la civilización. Sin embargo sorprende constatar el lento desarrollo histórico de la acuicultura, cuando se compara con otras actividades productivas como la ganadería o la agricultura.

Hoy en día la situación ha cambiado, no solo por la evidente crisis de los recursos pesqueros, sino porque se están desarrollando, especialmente en las dos últimas décadas, métodos y técnicas específicos para la acuicultura, que facilitan e impulsan su desarrollo, llegando a convertirla en una verdadera industria+ (Buxade, 1997).

El problema de la producción de proteínas de origen animal a bajo costo es siempre un tema de actualidad. Las circunstancias por las que atraviesa la economía mundial, aconsejan la utilización de todos los recursos naturales y entre ellos se puede considerar el caracol común, cuyo aprovechamiento ofrece nuevas perspectivas en la producción animal+ (Fontanillas, 1989).

Aparte de que se considere como un plato exquisito para muchos, nos referiremos ahora a su valor alimenticio, comparándolo además, en la tabla adjunta con el de otros alimentos básicos.

Cuadro No. 1. Comparación de la composición química de diferentes alimentos básicos.

	caracol	Bovino	pollo	pescado	ostra	manteca
Calorías / 100 g.	68	163	120	70	65	760
Agua %	83.8	72	70.6	81	82	14
Proteínas %	13.5	22.1	18.5	15	12	0.8
Grasas %	0.8	5	10.1	1.5	1.1	85
Sales %	1.9	0.9	0.8	2.5	4.9	0.2

Puede observarse que el valor nutritivo del caracol es equiparable al del pescado, tanto en proteínas como en calorías, con la ventaja de contener poca grasa, superando a las carnes, aunque contiene menos proteínas que éstas.

Cabe precisar que la parte posterior del animal, que queda escondida en la concha, es tanto o más nutritiva que la cabeza o pié y que normalmente se separa del mismo, siendo la que gastronómicamente se suele aprovechar; por lo que es conveniente su íntegro aprovechamiento ya que aporta los minerales siguientes: calcio, magnesio, cinc, cobre, manganeso, níquel, cobalto, aluminio, azufre y yodo además de la vitamina C, lo que lo convierte en un alimento completo+ (Viladeval, 1983).

Para desarrollar este campo de la actividad productiva, en escala modesta, por afición o en forma profesional, se requiere conocer, su biología, requerimientos nutricionales y patología de estos moluscos acuáticos+ (Mioulane, 1995).

El caracol ofrece muy buenas perspectivas para su cultivo en el ámbito comercial. Tiene alta tasa reproductora, resistencia al manipuleo, poca exigencia en calidad del agua y amplio rango de alimentación y el soporte de altas densidades de carga animal+ (Lobo, 1986).

De acuerdo con Miranda (1994), quien cita a Remolina y Nava , quienes evaluaron la cría del caracol de jardín (*Helix aspersa*) en laboratorio, concluyen que requiere mantenimiento mínimo y que su carne posee las características bromatológicas siguientes: 9% de proteína, 6.1% de grasa, 1.64% de sales y 77.54% de agua. Y Fontanillas (1989), en *Pomacea flagellata* encontró 8.99% de proteína, 2.61% de carbohidratos, 0.56% de grasa y 86.11% de humedad.

### 5.1.3. Generalidades de los moluscos.

Los miembros del *phylum Mollusca*, consisten en casi cien mil especies conocidas y están ampliamente distribuidos, especialmente en las regiones tropicales y subtropicales. Algunos gasterópodos son de gran importancia económica para el hombre. Otros son utilizados como alimento, o bien se convierten en plagas agrícolas debido a que se alimentan de diversas plantas. Unos cuantos sirven como huéspedes intermediarios de parásitos que infestan al hombre. La mayoría son herbívoros y algunos son parásitos+(Reyes, 1997).

Los moluscos se dividen en cinco clases: *Amphineura*, *Scaphopoda*, *Gasterópoda*, *Pelecypoda* y *Cephalópoda*; habitan en fondos de los océanos, áridos desiertos, aguas dulces, trópicos húmedos y cimas de montañas. Las clases económicamente más importantes son: *Gasterópoda*, *los Pelecypoda* y *la Cephalopoda*; mostrando todos una gran diversidad de adaptaciones.

La clase Gasterópoda posee un patrón básico de organización que los distingue fácilmente de otros phyla animales. El cuerpo está constituido esencialmente de una cabeza, la cual en la mayoría de las especies está bien desarrollada y tiene los órganos de los sentidos; una región visceral que contiene la mayoría de los órganos internos; un pie muscular ventral, utilizado para la locomoción y una envoltura o manto de un epitelio glandular que los cubre totalmente y que en muchos casos segrega una concha constituida predominantemente de carbonato de calcio+ (Reyes, 1997).

Los moluscos son animales celomados a los que les ha desaparecido casi totalmente su primitiva estructura segmentada. El cuerpo es musculoso, sin esqueleto y no tienen miembros ni articulaciones. Su órgano locomotor principal consta de una gran masa muscular denominada pié. Poseen algunos pares de ganglios nerviosos situados alrededor del esófago y el resto del sistema en la zona ventral. El corazón está en posición dorsal. En la piel existe gran cantidad de glándulas mucosas y un repliegue en forma de manto que es lo que fabrica lo más espectacular de estos moluscos: la concha+ (Viladeval, 1983).

#### 5.1.4. Generalidades de la especie.

##### 5.1.4.1. Distribución.

El género *Pomacea* o caracoles redondos pertenecen a la familia *Ampullariidae*. Son organismos únicamente de agua dulce, situados en los primeros eslabones de la cadena trófica. *Pomacea* tiene una distribución geográfica tropical y subtropical en los diferentes continentes. Está localizado en Africa, India, Archipiélago Malayo, y las islas Célebes. En América se encuentra desde Georgia y Florida y el este de México, hasta Argentina.

Los caracoles del género *Pomacea*, sufren considerables variaciones en el tamaño de sus poblaciones a lo largo del año, ya que depende de los patrones de precipitación y escorrentía en el sitio. Habitan en ambientes diferentes, algunos prefieren charcas en los bosques, tierras bajas lodosas, aguas estancadas, lagos grandes o corrientes leves de agua.

En Guatemala el caracol *Pomacea* se encuentra distribuido en gran parte de la costa sur, Lago de Amatitlán, Laguna del Pino, en el área central, Baja Verapaz, Lago de Petén Itzá e Izabal. Posiblemente existiendo las especies *Pomacea maculata* y *Pomacea flagellata*+ (Reyes, 1997).

#### 5.1.4.2. Taxonomía

Cuadro No. 2. Clasificación taxonómica del caracol de agua dulce (*Pomacea* sp.)

Phyllum	Mollusca
Clase	Gasterópoda
Subclase	Prosobranchia
Orden	Mesogastrópoda
Super familia	Viviparacea
Familia	Ampullaridae
Género	Pomacea

Fuente: Buxade, 1997

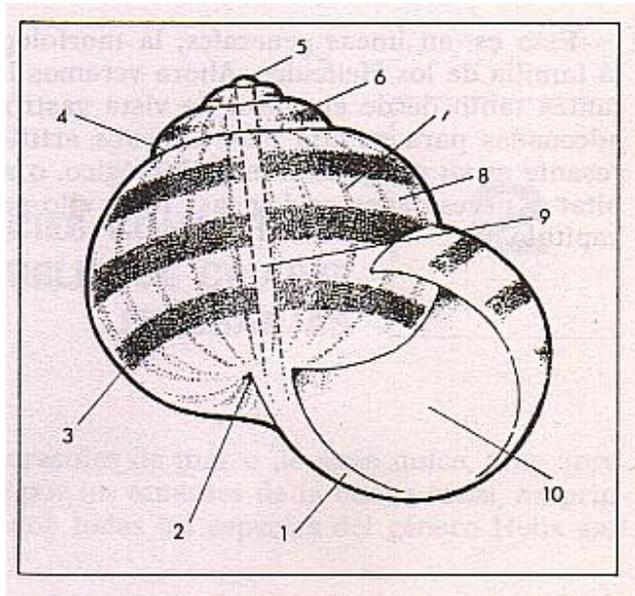
#### 5.1.4.3. Aspectos físico . químicos del agua.

Las especies de *Pomacea* habitan en zonas cálidas con temperatura óptima del agua entre 22°C á 25°C, niveles de oxígeno de 1 a 4 ppm.; un pH entre 6 á 9; la concentración de carbonato disuelto en el agua debe estar entre 80 y 130 m/l, para una buena formación de la concha. (Rojas, 1988)

#### 5.1.4.4. La Concha.

La alcalinidad, (total de bases titulables) como fuente de carbonatos provee la propiedad del agua de neutralizar ácidos. Sin embargo en el cultivo del caracol *Pomacea*, el nivel de alcalinidad puede afectar directamente el desarrollo individual de los organismos, debido a los altos requerimientos de sales cálcicas empleadas en la formación de la concha.

La concha tiene las siguientes partes importantes: las espirales, son las vueltas que tiene la concha; el ápice es el punto más elevado de ésta, en donde comienzan las espiras; y la abertura, es el orificio de la concha a través del cual emerge el cuerpo. Sobre la superficie de la concha se hacen evidentes unas líneas de crecimiento. En una sección transversal, se pueden observar tres capas distintas: la exterior llamada periostraco, de naturaleza orgánica; la media gruesa es la capa calcárea; y la interna delgada, es la capa nacarada+ (Reyes, 1997)



1. Peristoma
2. Ombligo
3. Bandas espirales
4. Líneas de sutura
5. Apice
6. Vueltas de la espira
7. Flamulas
8. Última vuelta de la espira.
9. Columnilla
10. Abertura.

Figura 1. Elementos básicos de la concha del caracol de agua dulce (*Pomacea* sp.).  
Fuente: Viladeval, 1982.

#### 5.1.3.5. Aparato Respiratorio

El principal órgano respiratorio se halla constituido por la cavidad paleal, saco pulmonar o pseudopulmón que comunica con el exterior por el orificio respiratorio o pneumostoma. (Fontanillas, 1989).

Presentan un sistema respiratorio anfibio. Una parte de la cavidad del manto posee un ctenidio, (branquia de los moluscos), y en la otra parte un saco pulmonar. El comportamiento respiratorio aéreo de la familia Ampullaridae consiste en llevar el sifón hacia la superficie y tomar el oxígeno dirigiéndolo hacia el pulmón, durante este proceso su típico movimiento es sacar y meter la cabeza y el pie para facilitar la ventilación; la cantidad de gas en el pulmón cambia su densidad (Lobo, 1986).

#### 5.1.3. 6. Aparato Digestivo

El aparato digestivo de los moluscos es un tubo único, a veces enrollado, formado de boca, esófago, estómago, intestino y ano. La faringe contiene una estructura en forma de lezna o lima llamada rádula que, por acción de varios músculos, puede perforar la concha de otro animal o arrancar fragmentos de vegetal. Los bivalvos son los únicos moluscos que carecen de rádula; obtienen su alimento filtrando el agua de mar+ (Vilée, 1988)

#### 5.1.3.7. El Sistema Circulatorio.

El sistema circulatorio bien desarrollado, comprende un órgano de impulsión que hace circular la sangre por un sistema de vasos ramificados y espacios abiertos donde se hallan los órganos. Dos riñones debajo del corazón, extraen de la sangre los restos metabólicos a los que eliminan por poros situados cerca del ano+ (Vilée, 1988.).

#### 5.1.3.8. El Sistema Nervioso.

Está formado por dos pares de cordones nerviosos uno hacia el pie y el otro hacia el manto. Los ganglios correspondientes están unidos alrededor del esófago en el extremo anterior del cuerpo por un anillo de tejido nervioso formándose el cerebro. Con excepción de los calamares y pulpos, los moluscos no tienen órganos de los sentidos bien desarrollados+(Vilée, 1988).

#### 5.1.3.9. Nutrición.

Los gasterópodos son facultativos y oportunistas, pudiendo ser micrófagos y macrófagos, alimentándose de pequeñas partículas raspadas del sustrato con la rádula multidentada; Algunas especies se alimentan de algas y vegetales terrestres+ (Lobo, 1986).

La mayoría de los caracoles son más activos por la noche. Su alimento consiste en plantas verdes, que son humedecidas por las secreciones de las glándulas salivales, sujetadas con las mandíbulas y raspadas hasta fragmentarlas en pequeños trozos mediante la rádula multidentada.

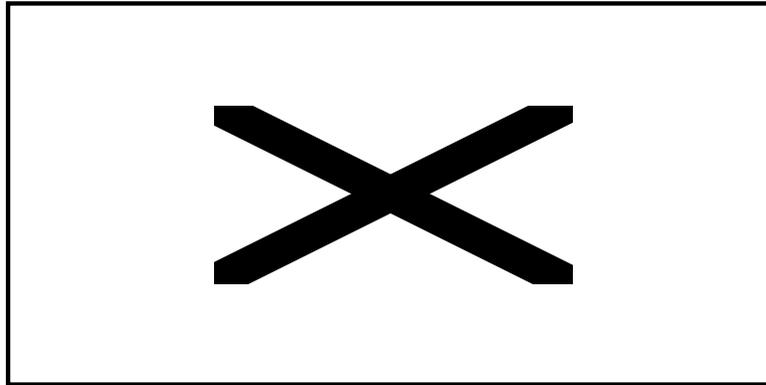


Figura 2. Estructuras bucales del caracol (*Pomacea* sp.).  
Fuente: Fontanillas, 1989.

El caracol de agua dulce *Pomacea* es eminentemente herbívoro y tiende a buscar plantas jóvenes con poca fibra, como hojas de lechuga *Lactuca sativa*, ninfa acuática *Eichornia crassipes*, pito *Erythrina berteroana*, ramié *Boehmeria nivea*, y algas que crecen en paredes de estanques. También acepta alimento artificial (concentrados)+ (Reyes, 1997).

Los caracoles comen todo lo que comen los peces, incluyendo frutas, hojas, granos y concentrado. En estanques con caracoles y peces no hay desperdicio de alimento. Para alimentar mejor al caracol, la comida debe caer hasta el fondo, sin embargo también se encuentran caracoles flotando, consumiendo frutas y hojas. En estanques que solo tienen caracoles, el sistema más rentable para su crianza, sería alimentarlos con ninfa, la cual es muy prolífica y contiene bastante proteína. La ninfa con fertilizante químico o abono orgánico puede servir como una dieta completa al caracol+ (Care, s.f.).

El caracol presenta hábitos omnívoros, encontrándose dentro del tracto digestivo, partículas animales y vegetales. Esto contradice a algunos investigadores quienes aseguraban que este molusco es netamente herbívoro.

Los principales componentes de la dieta de *Pomacea* sp. se basan en géneros de algas diatomeas, principalmente epífitas, presentándose en el 89.8% de la población muestreada; tallos y hojas de tul (*Typha dominguensis*), encontrándose en el 86.4% de la muestra; raíces y hojas de lirio acuático (*Eichornia crassipes*), encontrándose en el 56% de la muestra.

En menor escala se encontraron algas verdes de hábitos planctónicos, encontrándose en el 22% de los caracoles muestreados y la presencia de microcrustáceos, presentándose en un 30.5% de la muestra, así como algunos rotíferos del género *Keratella* en un 19% de la muestra.

En muchas ocasiones este animal utiliza su rádula para raspar las rocas y de esta engullir las microalgas y raíces de plantas superiores.

Aparte de eso, este molusco atrapa su alimento mediante la utilización de la capa mucosa que se encuentra en el pie utilizándola de la misma manera que una tela de araña. A partir de esta acción es cuando el caracol captura organismos con mayor capacidad de desplazamiento, como es el caso de los rotíferos, crustáceos y algas planctónicas+ (Roesch, 1998).

#### 5.1.3.10. Densidad de siembra

En criaderos para caracol de tierra, una densidad de 200 / m<sup>2</sup>, permite a los individuos moverse con libertad. (Gallo, 1984).

En monocultivo las densidades van de 1 á 5 caracoles /m.<sup>2</sup> en sistema extensivo; de 5 á 10/m.<sup>2</sup> en semi-intensivo y de 10 á 20/m.<sup>2</sup> en intensivo; y que en canales de agua corrida es de 150 caracoles / m<sup>2</sup>+ (Reyes, 1997).

#### 5.1.3.11. Talla comercial

Lobo (1996), investigando el caracol *Pomacea flagelata* durante seis meses, alcanzó diámetros hasta de más de 40 mm.; concluyendo que desde el punto de vista comercial la longitud y diámetro entre 30 y 35 mm. es buena; época en que la mayoría alcanza madurez sexual; con peso promedio de 9.8 gr.

La longitud está considerada como la distancia entre el ápice y el margen inferior del peristoma, y el diámetro como el ancho de la espiral mayor+ (Miranda, 1994)

Burky (citado por Rojas, 1988), afirma que de todas las medidas aplicadas a la concha, la longitud se puede considerar como la más representativa para evaluar su crecimiento+ (Miranda, 1994).

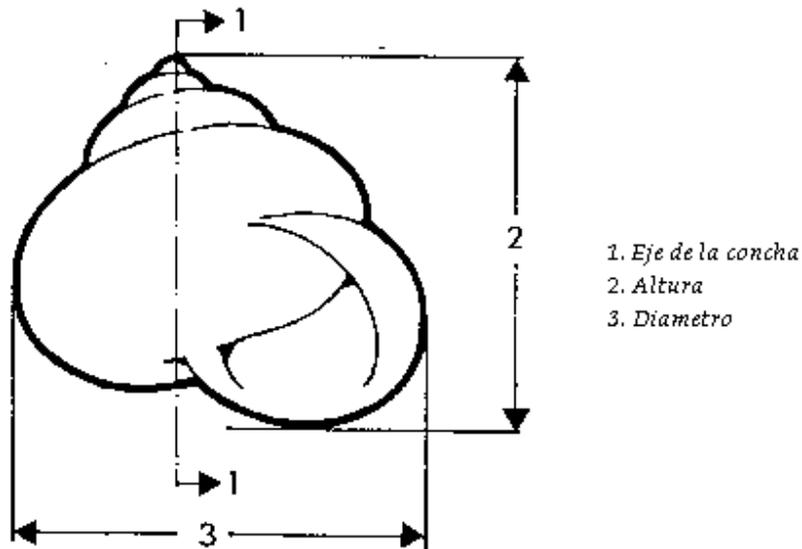


Figura No.3. Dimensiones de una concha de caracol de agua dulce (*Pomacea* sp.).  
Fuente: Viladeval, 1982.

#### 5.1.3.12. Reproducción

Los caracoles de agua dulce *Pomacea* sp. son hermafroditas, siendo funcionalmente machos y hembras a la vez. Antes del apareamiento exhiben un cortejo singular. Con sus orificios genitales revertidos se aproximan uno a otro y al quedar en contacto, cada uno expulsa violentamente el dardo calcáreo del interior de su saco, para que se introduzca profundamente en los órganos internos del otro caracol. Entonces se produce la cópula, transfiriéndose recíprocamente paquetes de espermatozoides. El esperma fecunda después, los óvulos producidos por cada individuo+ (Reyes, 1997).

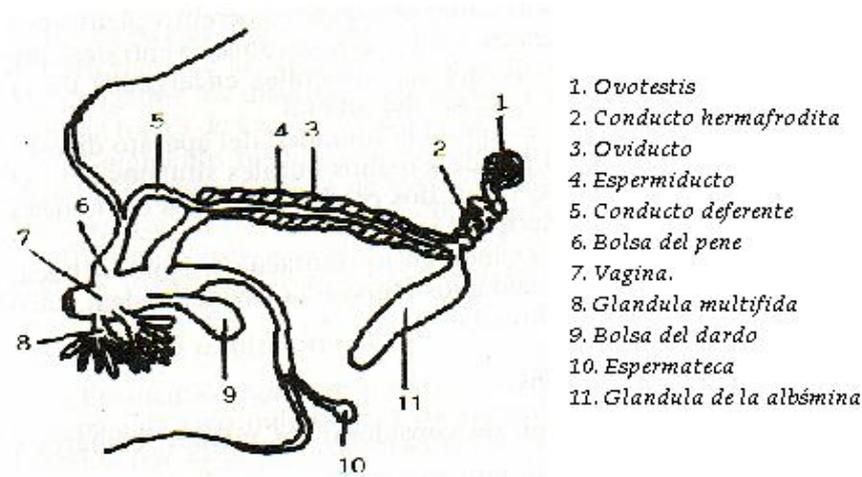


Figura No. 4. Esquema del aparato genital del caracol (*Pomacea* sp.)  
 Fuente: Fontanillas, 1989.

El caracol empieza a poner huevos al llegar a 4 ó 5 meses de edad según sea su alimentación. A partir de este tiempo ponen tres o cuatro veces al año, unos 150 á 500 huevos por postura, dependiendo del tamaño del caracol adulto. Siempre pone los huevos fuera del agua, a menos de 20 cm. del nivel del agua. El tiempo de incubación varía entre 15 y 20 días dependiendo de la temperatura y exposición al sol. Al poner el caracol adulto los huevos, tienen primero un color rosado pálido, luego cambian a rosado más fuerte. Cuando se tornan en un color negruzco, ya están en proceso de eclosionar. Existe un líquido dentro del grupo de huevos que facilita la eclosión de la membrana ovular. Los caracoles pequeños al eclosionar, caen con este líquido dentro del agua, nacen con conchas y su alimentación está basada de plancton microscópico+(Barnes, 1992).

### 5.1.3.13. Patología Parasitaria.

#### a. Acariasis

Enfermedad considerada como de las más graves para los caracoles. Producida por un pequeño parásito: *Ricardoella limacum* que vive en su cavidad paleal o pulmón, se le conoce generalmente como ácaro de las babosas, ya que parasita sobre todo babosas y caracoles. Son de color blanquecino y de 0.3 mm. de tamaño+ (Fontanillas, 1989).

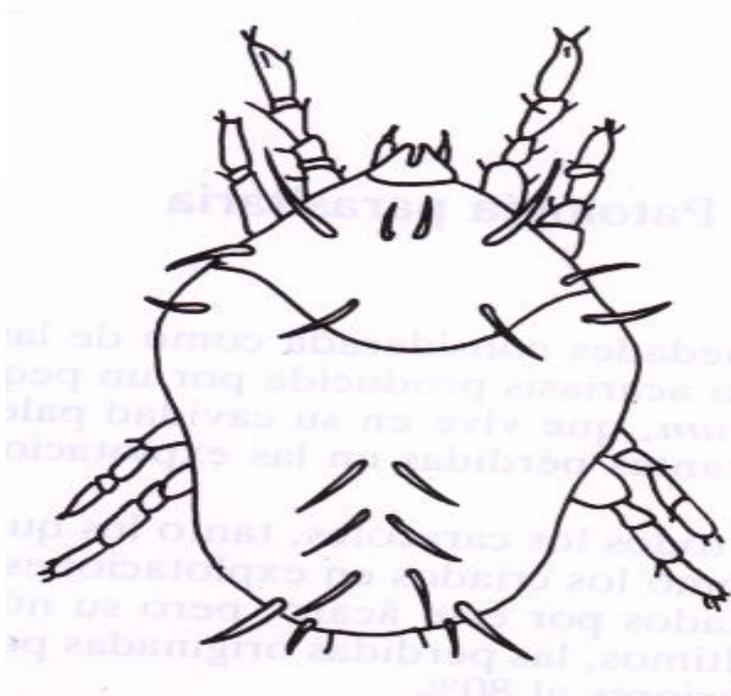


Figura No.5. Vista dorsal de *Ricardoella limacum*  
Fuente: Fontanillas, 1989

#### b. Tremátodos.

Parásitos frecuentes en los caracoles, sobre todo en los acuáticos como las limneas. No producen enfermedades específicas en los caracoles, ya que los utilizan como hospederos intermediarios. Entre ellos están: *Brachylaemus fuscatus*; *Postharmostonum gallinun*; *Dicrocoelium dentriticum*+ (Fontanillas, 1989).

### c. Nemátodos

Los nemátodos del suelo, pueden localizarse en casi todos los órganos del caracol. su poder patógeno depende principalmente de la cantidad de parásitos+ (Fontanillas, 1989).



Figura 6. Vista aérea de Nematodo.  
Fuente: Fontanillas 1989.

### d. Dípteros.

Moscas de la familia *Sciomyzidae* que parasitan caracoles juveniles+ (Fontanillas , 1989).

#### 5.1.3.14. Patología Infecciosa.

##### a- Bacteriana: *Pseudomonas*.

La mayoría de las especies producen un pigmento hidrosoluble, verde, azul o verde amarillento. Los caracoles afectados permanecen en el interior de la concha sin producir moco. Se produce parálisis del animal impidiéndole a éste retraerse totalmente dentro de la concha+ (Fontanillas. 1989).

##### b. Micótica: Hongos.

Hay tres géneros de hongos que producen problemas en los caracoles: *Fusarium* y *Verticillium* afectan las puestas y el género *Aspergillus* afectan a los caracoles ya nacidos en estadios juveniles y adultos+ (Fontanillas, 1989).

### 5.1.3.15. El Caracol y la Gastronomía

El Caracol, tiene de 60 a 80 calorías por 100 gramos de carne, es rico en minerales de toda clase (calcio, zinc, cobre, magnesio, hierro) y también vitamina C. Pero a causa de las preparaciones muy elaboradas que requiere, hay que clasificarlo como golosinas y sobre todo no se debe abusar. Es pobre en lípidos pero aporta proteínas. No se deberá consumir más de una docena en una comida y a continuación evitar platos con salsa y demás alimentos pesados.+ (Mioulane, 1995).

Por considerarse de interés general se ofrecen algunas de las muchas recetas específicas de caracoles.

Nombre de receta	Número de porciones	Ingredientes
Caracoles a la Petenera	4 porciones.	20 caracoles, 1 litro de agua, 4 tomates maduros, 1 cebolla mediana, 1 chile pimiento grande, 2 dientes de ajo, 1 ramita de cilantro, 2 onzas de masa de maíz, ½ cucharadita de achiote, sal, pimienta y consomé de mariscos al gusto.+ 1/
Caracoles a la Italiana	4 porciones	1 lata de caracoles, 1 bote de salsa de tomate, ajo, corteza de pan rallado, aceite de oliva, 2 tomates, perejil, 1 hoja de salvia harina de maicena.
Brochetas de caracoles	4 porciones	1 bote de caracoles, tocino, chicharrones, 1 bote de champiñones, 2 huevos, corteza de pan rallado.
Champiñones rellenos de caracoles	4 porciones	500 g. de champiñones grandes de París, 1 lata de caracoles, una mantequilla de caracoles
Caracoles a la meridional	4 porciones	4 docenas de caracoles, salchicha, aceite de oliva, 2 cucharadas de aguardiente, tomillo, laurel, jamón, filetes de anchoas, finas hierbas, menta, nueces machacadas, harina, yemas de huevo.
Caracoles guisados	4 porciones	4 docenas de caracoles, 1 diente de ajo, 50 g. de jamón perejil fresco, 1 pimiento rojo de lata, sal pimienta, 1 clavo, comino, 1 taza de salsa de tomate, ¼ de litro de aceite, 2 cucharadas de pan rallado, 1 hoja de laurel, tomillo, 1 litro de caldo.+ (Mioulane, 1995).

1/ Comunicación personal.

## 5.2. Marco Referencial

### 5.2.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en un área de 25 m<sup>2</sup>, en la Isla de Flores, en el municipio de Flores, en el Departamento de Petén; la isla ubicada entre los paralelos 16° 52' 00" al 17° 05' 00" y meridianos 89° 35' 00" al 90° 00' 00" (Soza, 1970). (Ver figura 7).

### 5.2.2. Altitud.

Flores, se localiza a 127 m.s.n.m., observado en el B.M. del Instituto Geográfico Nacional, en el parque central de la misma (Soza, 1970).

### 5.2.3. Clima

Prepredomina un clima cálido húmedo, con invierno benigno y sin estación seca bien definida. (Ver anexos figura 14). Temperatura promedio anual de 24.8°C. Precipitación Pluvial promedio anual de 1,553.1 mm. 128 días de lluvia al año, humedad relativa promedio de 78 %. Evaporación a la intemperie de 99 mm. y presión Atmosférica: 749.4 mm. Hg. (Pinelo, 1998).

### 5.2.4. Zona de vida.

Según De La Cruz, la zona de vida corresponde al Bosque muy húmedo Sub-tropical cálido, siendo su característica principal la biodiversidad. (De la Cruz, 1982). (Ver anexos figura 15).

### 5.2.5. Fisiografía

Fisiográficamente, según el Atlas Geográfico Nacional, el área se encuentra en la Plataforma de Yucatán, la cual en su mayoría es plana, a excepción de la que se localiza al norte del lago Petén Itzá. Superficie con drenaje deficiente y zona de pantanos (Penados, 1997). (Ver anexos figura 16).

## FLORES

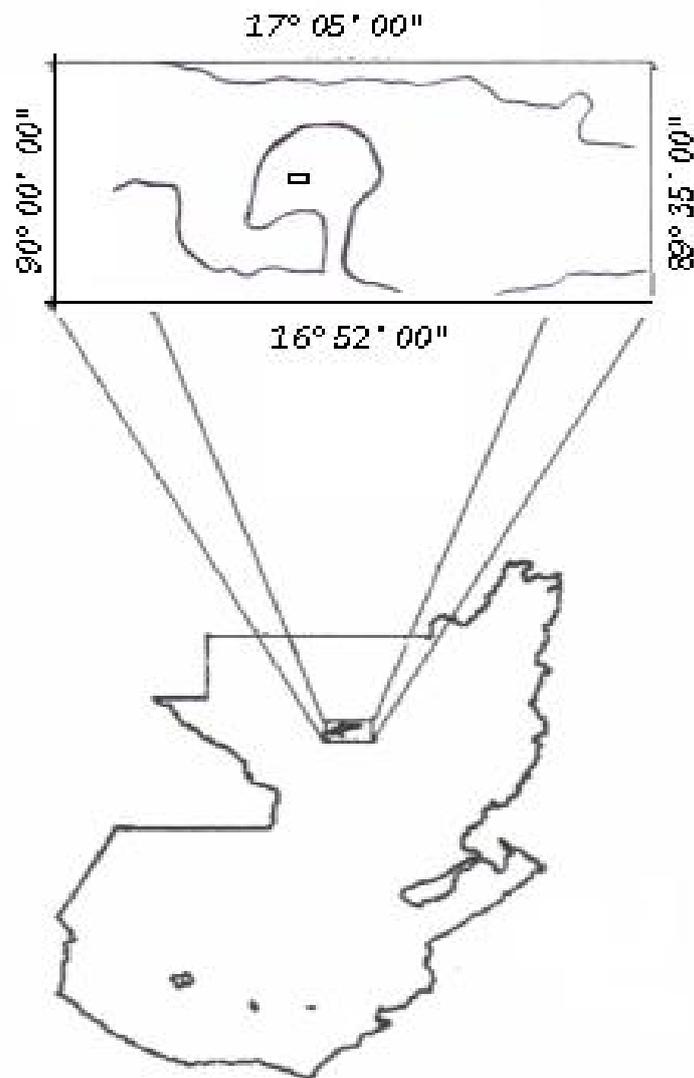


Figura 7. Mapa de ubicación geográfica en la investigación.  
Fuente: Unidad de estudios y proyectos del Instituto Guatemalteco de Turismo

### 5.2.6 Infraestructura

Para este estudio, se utilizaron 20 recipientes de plástico de 60 litros de capacidad, con una tapadera de malla plástica, para protección contra depredadores, evitar las fugas de los caracoles, basura indeseable y permitir la entrada de los rayos solares y agua llovida. Se elaboraron comederos plásticos, los cuales se introdujeron en los recintos, casi hasta el fondo, con la alimentación. El agua utilizada al inicio de la investigación y en los recambios quincenales, se tomó de la red del servicio de agua potable municipal.

### 5.2.7 Materiales

#### 5.2.7.A. Recursos Humanos:

investigador;  
tres Asesores;  
biólogo;  
técnico de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

#### 5.2.7.B. Recursos Materiales:

semilla de caracol;  
recipientes plásticos;  
malla plástica;  
marcadores indelebles;  
libreta de campo;  
tierra;  
agua.

\* Equipo de laboratorio:  
balanza (Digital scale);  
vernier o pié de rey (150 x 0.05);  
termómetro de acuario.;  
sonda Hidro Lab Multiparámetros.

\* Materiales de laboratorio:  
cinta adhesiva;  
servilletas;  
tijeras;  
bote plástico de 100 ml.

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1. Variables**

Las variables que se midieron fueron: longitud, peso y porcentaje de sobrevivencia a intervalos de 15 días.

### **6.2. Diseño Experimental**

A las variables anteriores, se les aplicó un diseño de bloques al azar; utilizando un testigo, tres tratamientos y cinco repeticiones, sembrando cinco caracoles por unidad experimental. Se bloqueó contra niveles de profundidad de agua en los recintos, con una diferencia de 2.5 cm. entre cada bloque. (croquis del diseño experimental en el campo. Ver anexos, cuadro No. 20 ).

### **6.3. Modelo Estadístico**

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}.$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta del  $i$ . ésimo tratamiento asociada a la  $j$ . ésima repetición.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$T_i$  = Efecto  $i$ . ésimo tratamiento

$B_j$  = Efecto del  $j$ . ésimo bloque o repetición.

$E_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$ - ésima unidad experimental.

### **6.4. Análisis de información**

6.4.a. Se realizó un análisis de Varianza al 95 y 99% de confianza, para las variables talla en centímetros, peso en gramos y porcentaje de sobrevivencia. Se realizó una prueba múltiple de medias de TUKEY, lo que nos permitió conocer qué tratamientos presentaron los mejores resultados en cada variable medida, o sea qué tratamiento es significativamente diferente a los demás.

6.4.b. Se efectuó un análisis de regresión y correlación simple y múltiple de los resultados de las variables en estudio.

6.4.c. Se elaboraron cuadros y gráficas para facilitar la presentación e interpretación de la información que se generó en el estudio.

## **6.5. Manejo del Experimento.**

La primera fase consistió en la adquisición de 150 organismos, (semilla de caracol), los cuales fueron colectados por una persona recolectora y comercializadora de caracoles del lago Petén Itzá. Durante un lapso de 45 días fueron alimentados con Incaparina, a manera que se adaptaran poco a poco a este alimento, antes de iniciarse el experimento. Se utilizaron 20 tinacos de 60 lt. cada uno, a los que se les efectuó limpieza general, colocándolos medio día a los rayos solares para desinfección natural. Se les incorporó un substrato de tierra negra de 10 cm. de espesor y se llenaron con agua de la red del servicio local.

En la segunda fase se midió el crecimiento del peso en gramos y de la longitud en milímetros; lo que se efectuó cada quince días, colocando los caracoles en recipientes plásticos para poderlos transportar a la mesa de control. Cada caracol fue colocado en papel absorbente durante un minuto, para reducir el exceso de humedad y luego pesados en una balanza electrónica; se midieron con un vernier; se numeraron con tinta indeleble para identificarlos fácilmente, colocándoseles nuevamente en su recipiente con agua y devueltos a su respectivo recinto. Se efectuaron recambios de agua cada 15 días, para evitar posibles malos olores producidos por la alimentación suministrada.

Los indicadores de calidad del agua registrados fueron: temperatura; oxígeno disuelto; pH; salinidad; turbidez y porcentaje de saturación de oxígeno, utilizándose para el efecto una sonda Hidrolab multiparámetros, efectuándose un análisis del agua de los recintos al inicio y otra al final de la investigación.

Se proporcionó alimentación diaria a los caracoles con incaparina, en tres diferentes niveles: 2.5 g.; 5.00 g.; y 7.50 g. Al testigo se le suministró ninfa acuática (*Eichornia crassipes*) *ad libitum* cada tres días.

## **7. RESULTADOS**

Los resultados de Peso, Longitud, Supervivencia, Calidad del Agua y Análisis de Regresión, obtenidos en la investigación del Caracol *Pomacea sp.* se presentan a continuación:

### **7.1. El Peso.**

El resultado final de peso en gramos obtenido en esta investigación se resume en el cuadro No. 3 y se especifica en la figura.8, en donde se observa que el mejor peso en el crecimiento y desarrollo del caracol se dio en la ninfa acuática (Testigo) con 15.44 g. Esto nos indica que el caracol prefirió la alimentación natural (a la que estaba acostumbrado) a la artificial y posiblemente en las próximas generaciones se pueda observar un mejor crecimiento y desarrollo del caracol con la Incaparina u otro alimento artificial, si se les sigue proporcionando esa alimentación, desde el inicio de su existencia.

En los niveles de tratamiento con Incaparina, el mejor peso se dió en el nivel de 5.00 g. con 10.65 g., siguiéndole el nivel de 7.50 g. con 9.24 g. y en seguida el nivel de 2.50 g. con 9.06 g. Se considera la posibilidad de que en el nivel de 2.50 g. el alimento no era suficiente y en el nivel de 7.50 g. el alimento sobraba, quedando el nivel de 5.00 g. en un término medio, es decir ni poca ni demasiada alimentación.

Según Lobo (1986), el peso comercial promedio es de 9.8 g. En nuestro caso, éste fue alcanzado tanto por la ninfa acuática (testigo), como por el tratamiento de 5.00 g. de Incaparina. Hay que tomar en cuenta que el tiempo utilizado por Lobo en su estudio fue de seis meses y el utilizado en este experimento fue de cuatro, considerándose que en dos meses más los otros dos niveles del tratamiento con Incaparina posiblemente hubieran alcanzado el promedio comercial.

Cuadro No. 3.

Efecto sobre el peso y talla de la alimentación con Incaparina y ninfa acuática en el crecimiento y desarrollo del caracol dulceacuícola (*Pomacea sp.*), en diferentes escalas de evaluación.

TRATAMIENTO Y VARIABLES  FECHA  TOMA DE DATOS	Ninfa acuática		Incaparina					
	ad libitum		2.50 g.		5.00 g.		7.50 g.	
	peso (g.)	long. (mm)	peso (g)	long. (mm)	peso (g)	long. (mm)	peso (g)	long. (mm)
	01 de abril	9.04	29.88	4,85	24.76	5,25	25.48	5.38
15 de abril	12.07	34.76	6,03	26.12	5.85	28.04	6.68	27.24
29 de abril	12.95	35.11	6.39	26.92	6.18	28.37	6.94	27.47
13 de mayo	13.11	35.43	6.78	27.4	7.37	28.45	7.53	28.69
27 de mayo	14.51	37.2	7.13	27.82	7.62	28.99	7.88	29.07
10 de junio	14.53	37.5	7.34	28.68	8.56	30.28	8.39	29.87
24 de junio	15.05	37.85	8.06	29.73	9.95	31.66	8.7	30.35
08 de julio	15.44	38.06	9.06	31.63	10.65	32.75	9.24	30.95



## 7.2. Longitud (talla)

La mejor longitud especificada en la figura No. 9, fue alcanzada por la Ninfa acuática (testigo), con 38.06 mm. Con lo que se demuestra nuevamente que los caracoles crecieron y se desarrollaron mejor en el medio natural al cual estaban ya acostumbrados; pero dándose la posibilidad de que a manera que estos organismos se habitúen a un nuevo alimento, (el artificial), mejoren en su crecimiento y desarrollo.

En los niveles de alimentación con Incaparina, el tratamiento de 5.00 fue el más alto con 32.75 mm. siguiéndole en su orden el tratamiento de 2.50 con 32.75 mm. y el nivel de 7.50 con 30.95 mm..

Según Lobo (1986), la longitud desde el punto de vista comercial debe oscilar entre los 30 y 35 mm. considerándose como buena. Este parámetro fue alcanzado tanto por la ninfa acuática (testigo), como por los tres niveles de Incaparina.

En relación al comportamiento de crecimiento y desarrollo de los caracoles, tanto en peso en gramos como la longitud en milímetros, resumidos en el cuadro No. 3, el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas, lo cual indica que al menos un tratamiento es diferente a los demás, siendo éste el que corresponde a la ninfa. (ver anexos).

Con respecto a los tres niveles del tratamiento con Incaparina, las diferencias son mínimas, por lo que se considera que en la práctica se pueden utilizar indistintamente, tomando en cuenta siempre el factor económico.



### 7.3. **Sobrevivencia.**

En el cuadro No. 4 y figura No. 10, podemos constatar que el tratamiento con ninfa acuática (testigo), obtuvo un 76% de sobrevivencia, el nivel de 5.00 gr. un 68%, el nivel de 2.50 gr. 60 % y el nivel de 7.50 gr. un 56 % respectivamente. El alto porcentaje de sobrevivencia del testigo pudo haber estado influenciado por la utilización de la ninfa acuática utilizada en ese tratamiento, planta considerada filtradora y oxigenadora del agua de acuerdo a los resultados (ver figura No. 11), planta que no se usó en los tratamientos de Incaparina.

De acuerdo a los resultados; la mortalidad de los caracoles pudo deberse a las altas temperaturas de la época y al bajo nivel del oxígeno disuelto existente en las aguas utilizadas en el proyecto, (Ver figura 11)

Aunque se utilizó sombra artificial, los rayos solares eran muy fuertes, puesto que el estudio se inició en pleno verano (abril), cuando en el área central de Peten, la temperatura a la sombra alcanza los 35° y 40° C.

Después de haber analizado los datos y comprobado que la ninfa acuática (testigo), registró los datos más altos en peso, longitud y sobrevivencia, se considera que esto pudo deberse a que los caracoles utilizados en el inicio en este tratamiento, eran mayores en tamaño y longitud que los demás caracoles del tratamiento con alimentación de Incaparina. (Ver cuadro 3).

No se uniformizó el total de organismos por la dificultad de su obtención en el medio. Se uniformizaron con muy poca diferencia, los caracoles que se utilizaron en los tres niveles de Incaparina.





## 7.4. Calidad del agua.

### 7.4.a. La temperatura:

En el cuadro No. 5 de los parámetros de calidad del agua, utilizada en la investigación (agua de la red municipal de Flores), podemos apreciar que la temperatura más baja: 26.7 °C. y la más alta de 29.36°C., estuvo en general más alta que la aceptable, pues Rojas (1988), indica que la temperatura óptima para los caracoles de agua dulce oscila entre 22° y 25° C. Esto posiblemente se deba a que el experimento se efectuó en pleno verano.

### 7.4.b. El Oxígeno disuelto:

En cuanto a la cantidad de ppm. del oxígeno disuelto existente en los recintos, estuvo por debajo de lo normal (0.15 el más bajo y 1.08 el más alto); pues según el mismo Rojas (1988), el rango óptimo oscila entre 1 y 4 ppm. En este caso solo la ninfa acuática (el testigo), logró alcanzar el rango mínimo permisible de 1.08. Lo cual pudo deberse al efecto de oxigenación que la planta produce en esos recintos, no estando presente en los otros tratamientos.

### 7.4.c. El pH:

Los datos de pH. (6.36 el más bajo y 6.52 el más alto) si oscilaron dentro de los rangos considerados normales en la sobrevivencia de los caracoles. Rojas (1988) indica que el pH debe estar entre los rangos intermedios de 6 y 9. El rango tiende un poco hacia la acidéz, aunque el agua utilizada en la investigación es succionada del lago Petén Itzá mediante bombeo, la cual es utilizada considerada caliza, aunque con el tratamiento que se le da para potabilizarla la neutralice.

### 7.4.d. La salinidad:

Basados en los datos del cuadro No. 4, la salinidad no tuvo mayor variante en los cuatro tratamientos ya que los rangos se mantuvieron entre 0.2 y 0.3 al inicio y al final de la investigación. Esto pudo deberse a que el agua utilizada en la investigación pertenece a la red de agua municipal la cual tiene algún tratamiento que la mantiene sin mucha variante.

### 7.4.e. La turbidez:

las muestras de turbidez se mantuvieron en los parámetros de tolerancia (9 cm. el más bajo y 20 cm. el más alto), ya que según el control de turbidez del agua mediante el disco Secchi, lo permisible es hasta 30 cm. de profundidad.

#### 7.4.f. Carbonatos de calcio:

Los datos de carbonato de calcio no se pudieron obtener debido a que la sonda Hidrolab utilizada en el análisis del agua, no incluye ese renglón en su análisis; aunque el agua utilizada, se considera dentro de los límites de tolerancia del *Pomacea sp.* porque ésta, es succionada del lago Petén Itzá (*habitat* natural del caracol), mediante bombeo, con maquinaria propiedad de la municipalidad de Flores, Petén.

#### 7.4.g. Porcentaje de Saturación de Oxígeno:

El tratamiento que presentó mayor porcentaje de saturación de oxígeno fue el Testigo, siendo los rangos entre 5.6 y 7.2 al inicio y al final de la investigación; atribuyéndose este resultado a la participación de la ninfa acuática en los recintos de los testigos, la cual tiene un efecto oxigenador y filtrador en el agua. Los rangos de los otros tratamientos oscilaron entre 3.0 y 2.0 al inicio y al final de la investigación. Hay que hacer notar que estos tratamientos no contaron la presencia de la ninfa acuática en su recinto.

### 7..5 Tasa de Crecimiento

En el cuadro No. 6 y figuras No. 12 y No.13 de la tasa de crecimiento, puede observarse que en el promedio de crecimiento, la ninfa acuática (testigo), obtuvo el peso más alto con 0.0609 g., siguiéndole en su orden el nivel de Incaparina de 5.00 g. con 0.05138 g; el nivel de 2.50 g. con 0.0398 g. y el nivel de 7.50 g. con 0.0366 g.

En el mismo cuadro podemos observar también que la longitud en milímetros más alta la obtuvo el tratamiento con ninfa acuática con 0.07784 mm. siguiéndole el nivel de 2.50 con 0.06542 mm.; el nivel de 5.00 con 0.04798 mm. y el nivel de 7.50 gr. con 0.0400 mm. respectivamente.

Se puede observar que los resultados en la primera quincena son altos respecto al resto de datos. Esto pudo deberse a la adición del sustrato tierra en los recintos, lo que no tuvieron los organismos en el período de adaptación de alimentación con la Incaparina. Al ambientarse al sustrato de tierra, se observó la normalización en el crecimiento de la totalidad de los gasterópodos.

## 7.6. Análisis de Regresión.

En el análisis de regresión, las variables relacionadas de Longitud (y) y días (x), el modelo de Regresión Polinomial  $^3$ , fue el que presentó una correlación que mejor se ajusta a la investigación.

Y en las variables de Peso (y) y días (x), el modelo de regresión polinomial  $^3$ , también fue el que presentó una correlación más alta. (Ver cuadro No. 7).

Cuadro No. 7  
Coeficiente de Correlación ( $R^2$  y  $R^2$  ajustada) de modelos de Regresión

Variables relacionadas Y = Longitud X = Días.		
Nombre	$R^2$	$R^2$ Ajustada
Lineal	0.980473 (exp. 4)	0.977219 (exp. 4)
Logarítmica	0.943995 (exp. 1)	0.934661 (exp. 1)
Cuadrática	0.954373 (exp. 4)	0.946768 (exp. 4)
Reciprocal	0.757306 (exp. 4)	0.708767 (exp. 4)
Polinomial <sup>2</sup>	0.949705 (exp. 2)	0.941322 (exp. 2)
Polinomial <sup>3</sup>	0.999498 (exp. 2)	0.999121 (exp. 2)
Polinomial <sup>4</sup>	0.999501 (exp. 2)	0.998836 (exp. 2)

VARIABLES RELACIONADAS Y= Peso X= Dias		
Nombre	$R^2$	$R^2$ Ajustada
Lineal	0.963452 (exp. 4)	0.957361 (exp. 4)
Logarítmica	0.938281 (exp. 4)	0.925938 (exp. 4)
cuadratica	0.988015 (exp. 4)	0.986017 (exp. 4)
Reciprocal	0.787830 (exp. 1)	0.74540 (exp. 1)
Polinomial <sup>2</sup>	0.930043 (exp. 2)	0.918383 (exp. 2)
Polinomial <sup>3</sup>	0.997072 (exp. 2)	0.994876 (exp.2)
Polinomial <sup>4</sup>	0.997197 (exp. 2)	0.993460 (exp. 2)

Se consideró tomar como mejor resultado de la evaluación del fenómeno en estudio, al modelo de regresión polinomial al cubo (polinomial  $^3$ ), debido a que presentó el más alto valor del coeficiente de determinación ajustado ( $R^2$  ajustada), demostrando que existe una mayor correlación entre las variables estudiadas, tal como la longitud y peso del caracol versus los días (ver cuadro No. 8 y 9).

Por lo que la ecuación matemática al hacer el análisis de longitud versus días es la siguiente:  $\text{long.} = 24.7594 + 0.11574 (\text{días}) + 0.00185 \text{ días}^2 + 0.00001 \text{ días}^3$  (ver anexos figura 19). Y la segunda ecuación después del análisis estadístico respectivo, nos indica que la ecuación matemática al estudiar el peso versus los días es la siguiente:  $\text{peso} = 4.88048 + 0.08934 (\text{días}) + 0.00146 \text{ días}^2 + 9.82 \cdot 6 \text{ días}^3$ . (Ver anexos figuras 19 y 20)..

Es decir que el modelo de regresión polinomial al cubo (polinomial  $^3$ ), explica bien el fenómeno del incremento de longitud y peso del caracol, en relación al transcurso de los días y su incremento. Lo que significa hacer uso de la predicción, correlacionando la longitud y el peso del caracol con los días, utilizando las ecuaciones matemáticas antes indicadas.

Así también, utilizar el control de calidad al hacer la relación de las variables longitud y peso del caracol, con los días transcurridos en el crecimiento del mismo, utilizando las ecuaciones matemáticas anotadas

## **8. COSTOS**

El estado de pérdidas y ganancias de la Investigación sobre la evaluación del efecto de tres niveles de Incaparina en el crecimiento y desarrollo del caracol (*Pomacea sp.*), en condiciones controladas, es el siguiente:

Ingresos

- Aporte estudiante----- Q. 5,842.90

Gastos

a.- Administrativos

- Pago al encargado, (trabajo estudiante en proyecto) ----- 2,000.00

b.- Operación y funcionamiento----- 3,901.47

- Depreciaciones..... 58.57  
 - Tambos plásticos ..... 2,300.00  
 - Malla plástica ..... 96.00  
 - Balanza electrónica..... 980.00  
 - Vernier..... 125.00  
 - Termómetro ..... 12.90  
 - Caracoles..... 25.00  
 - Incaparina..... 84.00  
 - Agua (al inicio de actividades)..... 160.00  
 - Agua (P/ reposición durante proceso)..... 60.00

---

Total gastos Q. 5,901.47

---

9. **CONCLUSIONES**

10.1 Existen diferencias altamente significativas en relación a las variables peso y longitud promedios de los caracoles *Pomacea sp.*. Lo que nos indica que al menos un tratamiento es diferente a los demás.

10.2. Los tratamientos con Incaparina en los niveles de 2.50 g.; 5.00 g.; y 7.50 g. presentaron datos similares estadísticamente, por lo que se acepta la Hipótesis de que los diferentes niveles de Incaparina, no afectan el crecimiento y desarrollo del caracol.

10.3 En los tratamientos a base de Incaparina, el de 5.00 g. fue el que presentó mejores efectos en peso, longitud (talla) y sobrevivencia, seguido de 2.50 g. y 7.50 g., respectivamente.

10.4. El testigo, tratado solo con ninfa acuática, (*Eichornia crassipes*), fue el que presentó mejores efectos en las variables de peso, longitud y sobrevivencia

10.5. La calidad del agua influye en el crecimiento, desarrollo y comportamiento alimenticio de los organismos.

10.6. De los modelos de regresión calculados, el de regresión polinomial  $^3$ , se ajusta mejor a la relación Longitud . días, habiendo presentado una correlación de 0.99498 ( $R^2$ ) y 0.999121 ( $R^2$  ajustada).

En la relación Peso . días, el mismo modelo presentó una correlación de 0.997072 ( $R^2$ ) y 0.994876 ( $R^2$  ajustada).

## 10. RECOMENDACIONES

11.1. Realizar estudios con caracol de agua dulce (*Pomacea sp.*), utilizando como tratamiento la ninfa acuática (*Echornia crassipes*), complementándola con Incaparina, el efecto de la cantidad de luz solar, la utilización de agua llovida o agua del lago Petén Itzá y otros de interés científico.

11.2. Efectuar análisis patológico de las muestras de los organismos, antes de iniciar actividades, para detectar la posibilidad de enfermedades bacterianas o virales que puedan perjudicar el experimento, debido a que resultó un pequeño porcentaje de caracoles con enfermedad bacteriana.

11.3. Proporcionar a los caracoles la alimentación (tratamiento) a utilizar, el tiempo que sea necesario antes de iniciarse la investigación, para que se habitúen a la misma, y la acepten sin problemas durante la experimentación.

11.4. Cambiar el sustrato (tierra), cada 30 días (rotación de sustrato), para que los organismos aprovechen en cada recambio, los nuevos elementos químicos que contiene la tierra renovada.

11.5. Motivar a las personas recolectoras de caracol del lago Peten Itzá, a la explotación comercial del caracol de agua dulce (*Pomacea sp.*), pues ésta puede ser fuente de ingresos económicos.

## 11. BIBLIOGRAFIA

1. BARNES, R. 1992. Zoología de los invertebrados. 5 ed. México. Interamericana. p. 369 . 509.
2. BUXADE C. C. et al. 1997. Producción Animal Acuática. Madrid,

España. Mundi . Prensa. 17 p.

3. CARE (GUA). (s.f.). El Proyecto de Piscicultura familiar: el cultivo de caracoles de agua dulce. p. 4 - 6. (Folleto).
4. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. FONTANILLAS, J. C. 1989. El caracol, biología, patología y helicultura. Madrid, España. Mundi - Prensa. p. 13.
6. GALLO, G. 1984. El caracol: cría y explotación. 2 ed. Madrid, España. Mundi Prensa. 179 p.
7. JOSA A, M. 1972. Explotación y cría del caracol. 2 ed. Barcelona, España. Sintés, S.A. p. 9.
8. LOBO VARGAS, X..M. 1986. Estudio de algunos aspectos de la biología del molusco (*Pomacea flagellata, say*) prosobranchia ampullaridae. Tesis Lic. en Biología. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias, Escuela de Biología. 54 p.
9. MIOULANE, P. 1995. Los Caracoles, cría moderna y rentable. Barcelona, España. De Vechi, S.A. p. 18.
10. MIRANDA M, I. 1994. Uso de fuentes de alimento en engorde de caracol (*Pomacea*), de agua dulce en el municipio de Amatitlán. Tesis Lic. Zoot. Guatemala. USAC. 60 p.
  
11. PENADOS Z, M., ROMERO Z, C. 1997. Centro de investigación de Vida Silvestre, Educación Ambiental y Ecoturismo, Petencito, Paraiso Escondido, Flores, Petén. Tesis. Lic. Arquít. USAC. Guatemala. p. 17.
12. PINELO L., M.; ZETINA A., M. 1998. Revista Petén Itza: Datos monográficos de Petén y municipios. Guatemala. p. 23 - 24

13. REYES S., J. G. 1997. Eficiencia reproductiva en caracoles de agua dulce (*Pomacea sp.*) en tres diferentes pesos. Tesis. Guatemala, p. 6-10.
14. ROESCH PALOMO, R. 1998. Determinación de algunos metales ecotóxicos y hábitos alimenticios del caracol *Pomacea sp.* del lago de Amatitlán. Tesis CEMA, Guatemala. p. 52 ±54
15. ROJAS BRENES, D.E. 1988. Estudio de la biología de el caracol de agua dulce, *Pomacea costaricana*. Costa Rica. Universidad de Costa Rica. p. 10 . 21
16. SOZA, J..M. 1970. Monografía del Departamento de Petén. Tomo I. Guatemala. José de Pineda Ibarra. p. 148-149.
17. VILADEVAL P., I. 1983. El caracol. Cría y Producción. Barcelona España. AEDOS. 147 p.
18. VILLEE, C. A. 1988. Biología. Moluscos. México. Interamericana, S.A. p. 243 - 244

## **12. ANEXOS**

### **12.1. Anexos de Figuras.**

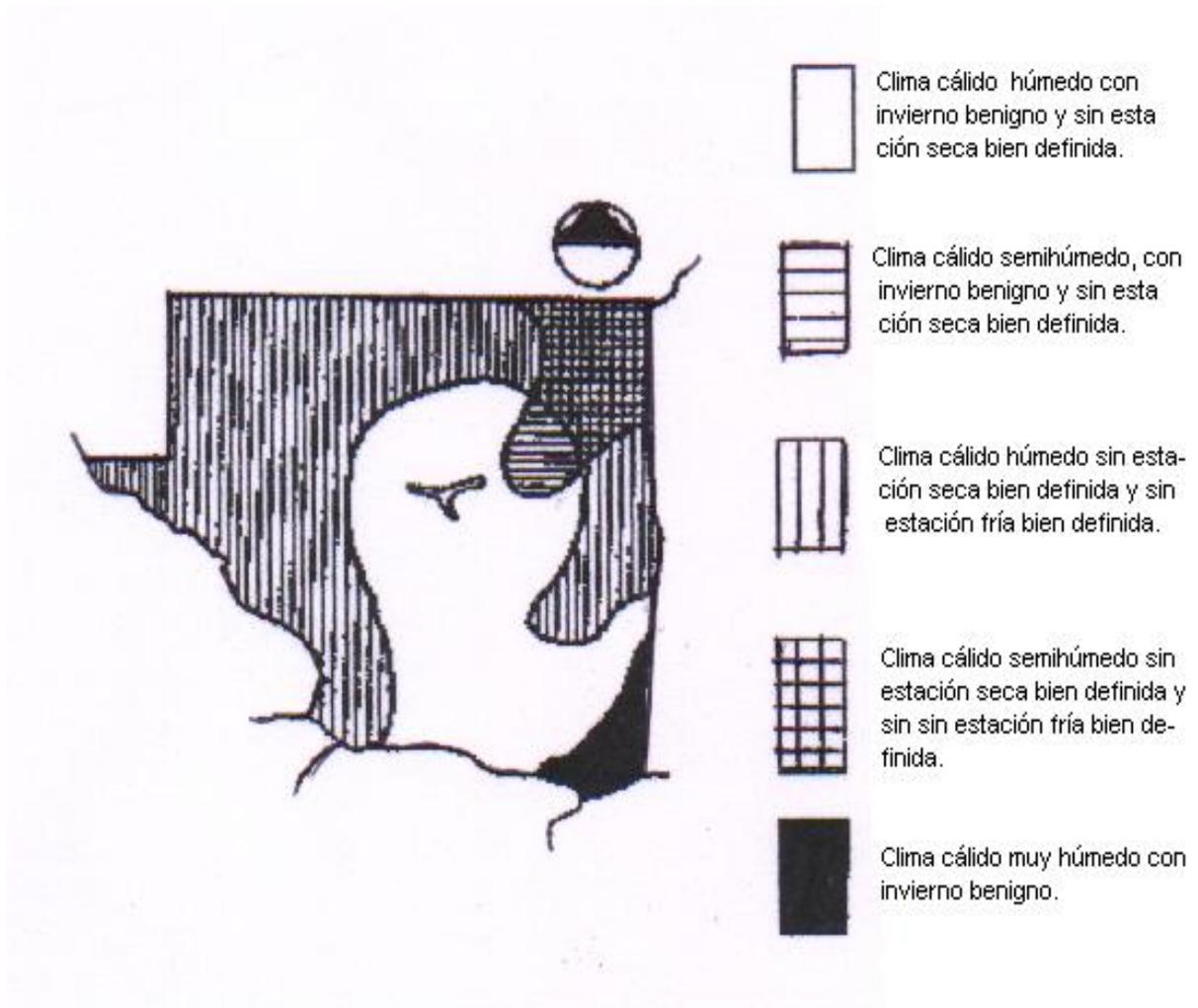


Figura No. 13. Mapa de Climatología  
 Fuente: Atlas Geográfico Nacional

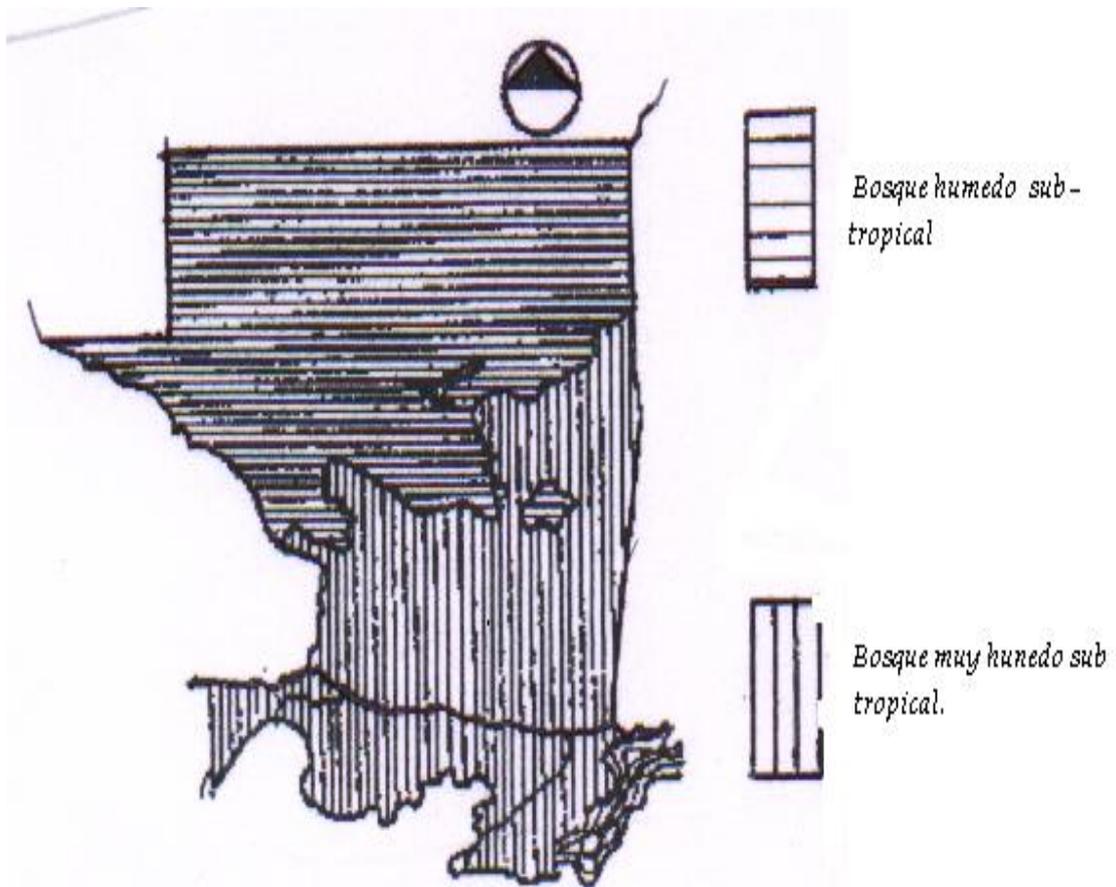


Figura No. 14 . Mapa de Zonas de vida.  
Fuente: Atlas geográfico nacional

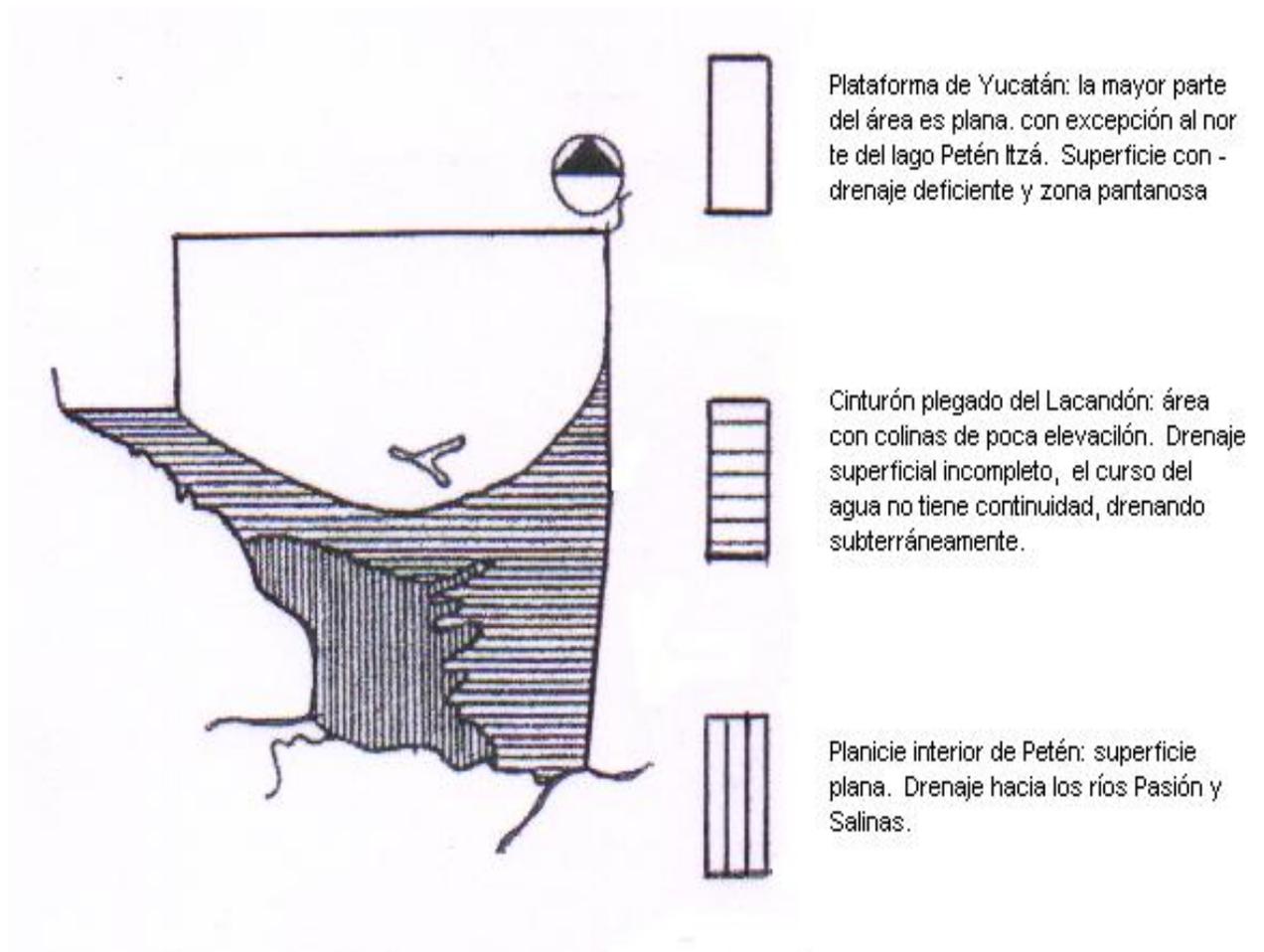


Figura No. 15. Mapa de Espacios Fisiográficos  
 Fuente: Atlas Geográfico Nacional

## 12.2. Anexos de Cuadros

Cuadro No. 10.

Valores menores y mayores de las variables peso y longitud al final de la investigación del caracol (*Pomacea sp.*)

Tratamiento	PESO (g)			LONGITUD(m m)		
	Menor	Mayor	Diferencia	Menor	Mayor	Diferencia
1 . Testigo	9.04	15.44	6.44	29.88	38.06	8.18
2 . 2.50 gr.	4.85	9.06	4.21	24.76	31.63	6.87
3 . 5.00 gr.	5.25	10.65	5.40	25.48	32.75	7.27
4 - 7.50 gr.	5.38	9.24	3.86	25.92	30.95	5.03

Cuadro No. 11.

Composición química de la Incaparina. Contenido en 100 gr. de Incaparina.

Vitamina A	4,500.00 UI.
Niacina	13.62 mg.
Tiamina (B1):	1.70 mg.
Riboflavina (B12)	1.01 mg
Hierro:	11.20 mg.
Calcio:	305.00 mg.
Fósforo:	65.00 mg.
Lisina	250,00 mg.

Fuente: Fábrica de Alimentos S.A. .

Información nutricional:

Tamaño de porción: 1 vaso. (18.75 g.)

Cantidad por porción: Calorías 70. Calorías de Grasa 5.

	Peso	% valor diario	%
Grasa total	1 g.	0	5.33
Grasa saturada	0 g.	0	-----
Carbohidratos totales	12 g.	4	64.00
Fibra dietética	4 g.	4	21.33
Proteína	4 g.	19	21.33
Lisina	65 mg.	0	346.00

Cuadro No. 12.

Análisis bromatológico de la ninfa acuática, (*Eichornia crassipes*).

	materia seca %	agua %	cenizas %	Grasa %	proteína cruda %	fibra cruda %	carbohidratos totales %
Ninfa acuática	4.93	95.07	21.25	2.40	25.33	18.39	32.63

Fuente: Laboratorio de Bromatología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.  
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Cuadro No. 13.

Interpretación de resultado de pesos, para una distribución de bloques al azar.

Tratamiento \ Bloques	Bloques					Xi.	$\bar{Xi}$
	I	II	III	IV	V		
2.50 gr.	8.25	10.33	7.45	9.27	10.00	45.30	9.06
5.00 gr.	8.77	10.20	7.30	17.27	9.73	53.27	10.65
7.50 gr.	9.05	10.35	7.77	8.57	10.73	46.47	9.29
Testigo	16.25	12.68	14.00	16.53	17.73	77.19	15.44
X.j	42.32	43.56	36.52	51.64	48.19	222.23	11.11

Cuadro No. 14.

Análisis de varianza de los pesos en bloques al azar .

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F.c.	0.05	0.01	Sgnif.
Tratamiento	3	132.20	44.07				
Bloques	4	33.57	8.39	9.40	3.49	5.95	**
Error	12	56.22	4.69				
Total	19	221.99					

Cuadro No. 15.

Resultado de la prueba de Tuckey de los pesos en bloques al azar,

1.81	15,44	10.65	9.29	9.06
9.06	6.38 *	1.50 n.s.	0.23 n.s	0
9.29	6.15 *	1.36 n.s	0	
10.65	4.79 *	0		
15.44	0			

Cuadro No. 16.

Presentación de medias de la prueba de Tuckey de los pesos, en bloques al azar

15.44	a
10.65	b
9.29	b
9.06	b c d

Cuadro No. 17.

Interpretación de resultados de longitudes, para una distribución de bloques al azar.

Bloques \ Tratamiento	Bloques						
	I	II	III	IV	V	Xi.	Xi
2.50 gr.	29.50	32.00	28.75	31.50	32.67	154.42	30.88
5.00 gr.	30.50	32.50	29.50	39.33	31.75	163.58	32.72
7.50 gr.	32.00	32.50	28.00	29.93	32.83	155.26	31.05
Testigo	39.88	35.00	37.25	39.33	38.83	190.29	38.06
X.j	131.88	132.00	123.50	140.09	136.08	663.55	26.36

Cuadro No. 18.

Análisis de varianza de longitudes, en bloques al azar.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.5	0.1	Signif.
Tratamientos	(4-1) 3	169.05	56.35				
Bloques	(5-1) 4	37.96	9.49	10.32	3.49	5.95	
Error	12	65.56	5.46				
Total	19	272.57					

Cuadro No. 19.

Resultado de la prueba de Tuckey de las longitudes, en bloques al azar.

1.911	38.06	32.72	31.05	30.88
30.88	7.18 *	1.84 n.s.	0.17 n.s.	0
31.05	7.01 *	1.67 n.s.	0	
32.72	5.34 *	0		
38.06	0			

Cuadro No. 20.

Presentación de medias de Tuckey de las longitudes, en bloques al azar.

38.06	a
32.72	b
31.05	b c
30.88	b c d

Cuadro No. 21.  
 Datos finales de Supervivencia, en la investigación del caracol (*Pomacea Sp.*)

Variable	Ninfa acuática	2.50 gr.	5.00 gr.	7.50 gr.	Total sobreviv.
01 abril	25	25	25	25	100
15 abril	25	25	25	25	100
29 abril	25	23	24	20	92
13 mayo	23	21	20	19	83
27 mayo	22	19	20	19	80
10 junio	20	18	19	18	75
24 junio	19	17	17	16	69
08 julio	19	15	17	14	65

Cuadro No. 22.

Croquis de bloques, repeticiones y niveles de agua utilizados durante la investigación del caracol dulceacuícola (*Pomacea sp.*)

Bloques	Tratamientos				Niveles de agua / cm.
III	0	2	1	3	42.50
I	2	3	0	1	40.00
II	1	0	3	2	37.50
IV	1	3	0	2	35.00
V	0	2	3	1	32.50

Flores, Petén, Guatemala

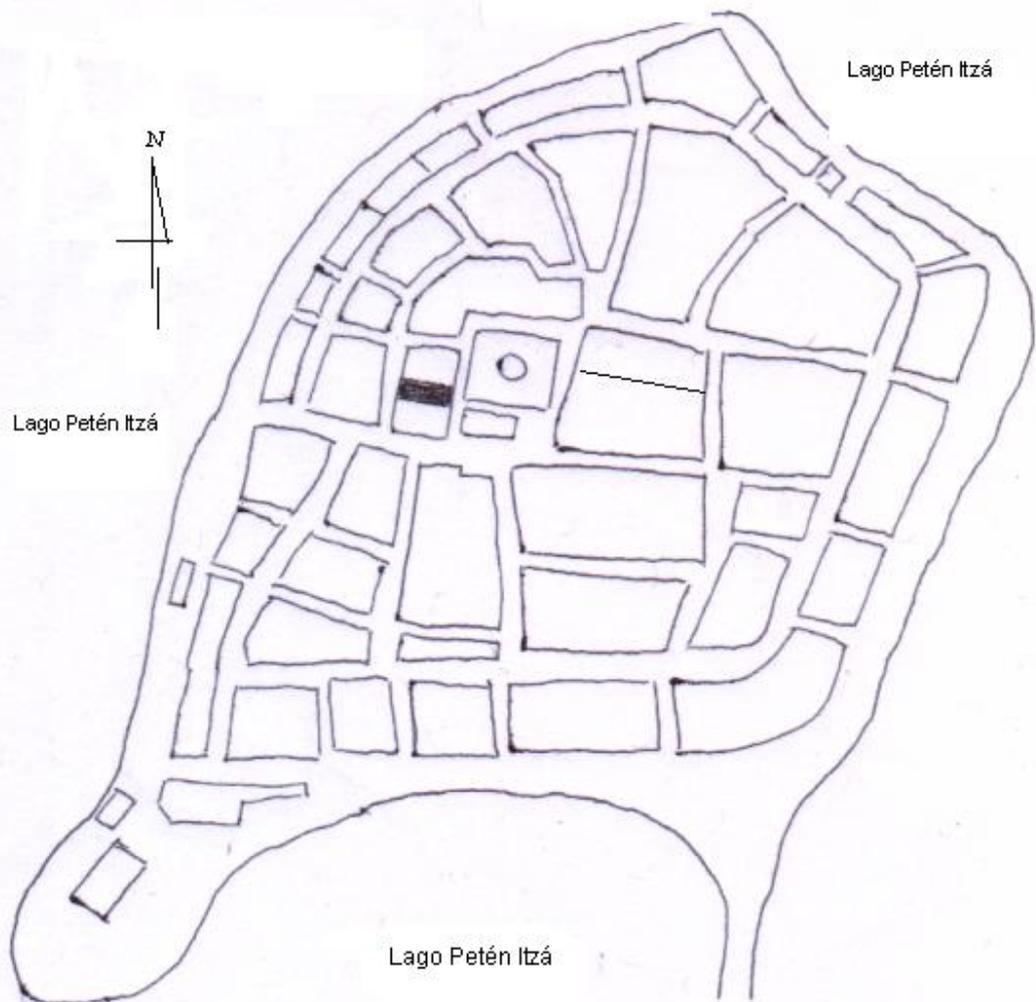
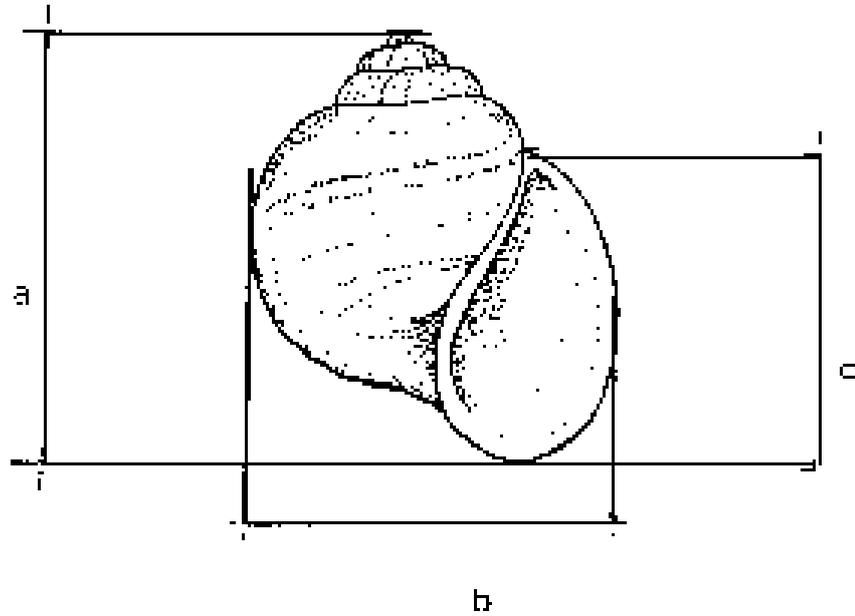


Figura No. 16.  
Ubicación del área de investigación (relleno de negro), del caracol (*Pomacea sp.*).  
Fuente: Destination Peten.



A = longitud o altura

B = diámetro o ancho

C = diámetro del peristoma.

Figura No. 17.  
Medidas biométricas de la concha del caracol de agua dulce (*Pomacea sp.*)  
Fuente: Miranda 1994.