

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

Trabajo de Graduación

Evaluación del comportamiento productivo del caracol de agua dulce *Pachychilus larguillerti*, bajo sistemas controlados de cultivo.

Presentado por

T.A. José Mauricio Vásquez Bocanegra

Para otorgarle el título de:

LICENCIADO EN ACUICULTURA

Guatemala, Julio de 2010.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente	M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colon
Coordinador Académico	M.Sc. Norma Edith Gil Rodas de Castillo
Representante Docente	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Elías Ogaldez
Representante del Colegio De Médicos Veterinarios y Zootecnistas	M.Sc. Aldo Vinicio Leiva Cerezo
Representante Estudiantil	T.A. Jesús Alfredo Guzmán Cáceres
Representante Estudiantil	Br. Sofía del Carmen Morales Navarro



El M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colón, Director del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA- después de conocer el dictamen favorable de la M. Sc. Norma Gil de Castillo, Coordinadora Académica, sobre el trabajo de graduación del estudiante universitario **José Mauricio Vasquéz Bocanegra** titulado “**Evaluación del comportamiento productivo del caracol de agua dulce Pachychilus larguillirti, bajo sistemas controlados de cultivo**”, da por este medio su aprobación a dicho trabajo. **IMPRIMASE.**

Guatemala, Julio del 2010

ID Y ENSEÑAD A TODOS

M.Sc. Erick Villagrán Colón
DIRECTOR





La Coordinadora Académica del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura - CEMA-, después de conocer el dictamen del asesor M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colón y revisora Sra. Adela Pérez Cruz, y la aprobación de la Coordinadora de EPS Licda. Olga Marina Sánchez al trabajo de graduación del estudiante universitario **José Mauricio Vásquez Bocanegra**, titulado “Evaluación del comportamiento productivo del caracol de agua dulce *Pachychilus larguillerti*, bajo sistemas controlados de cultivo”, da por este medio su aprobación a dicho trabajo y autoriza su impresión.

“Id y Enseñad a Todos”


M.Sc. Norma Edith Gil de Castillo



Guatemala, julio del 2,010

DEDICATORIA

A Dios sobre todas las cosas, quien me ha bendecido con salud y sabiduría, además me ha llenado de esperanza para desarrollar y culminar mi trabajo, obteniendo así a través de su misericordia un éxito más dentro de mi vida académica.

A mis padres, a quienes sin su incondicional e interminable apoyo no hubiese logrado culminar esta etapa de mi vida, que me permite avanzar hacia nuevos horizontes.

A mis hermanos, quienes siempre estuvieron apoyando mi carrera a través de sus experiencias y consejos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por tan grandiosa bendición de obtener un éxito más en mi vida y proveerme de salud y fuerza para continuar con nuevos propósitos.

A la Universidad de San Carlos y al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, por apoyarme y brindarme la oportunidad de prepararme académicamente.

A Mis compañeros de estudios, quienes me brindaron su apoyo, confianza y amistad, sin la cual no hubiese permitido que saliéramos adelante como grupo de estudiantes y ahora como colegas.

A Airam, quien me brindo su apoyo, amistad, cariño y amor, además de su paciencia y consejos llenos de sabiduría.

A la comunidad de la Aldea El Jute, quienes me apoyaron en mi trabajo de EPS y sobre todo por el carisma y respeto que mostraron durante mi estadía en su Aldea.

A don Maco, quien fue mi brazo derecho en el desarrollo de mi investigación y la amistad y confianza que demostró hacia mi persona.

Al Lic. Erick Villagrán, quien me ofreció su apoyo al ser mi asesor de investigación.

A todas aquellas personas que intervinieron directa e indirectamente durante toda mi carrera.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluó el efecto de la densidad de siembra del caracol de agua dulce, jute *Pachychilus larguillerti*, así como su adaptabilidad a condiciones de cultivo en la finca El Zapote de la aldea El Jute, municipio de Usumatlán, departamento de Zacapa. Los caracoles fueron sembrados en canales de cultivo diseñados para crear un ambiente similar a su hábitat natural., tres canales de cultivo de quince metros de largo por un metro treinta de ancho fueron divididos en 5 secciones con un área de 3.9m² cada una.

Se analizó la producción de caracoles a tres diferentes densidades de cultivo, 33, 77 y 115 organismos/m², obteniéndose producciones de 32.14, 121.45 y 93.63 g/m², respectivamente. A los caracoles se les proporcionó hoja de Amate *Ficus glabrata* como alimento natural, así como concentrado comercial para camarones, las raciones fueron entregadas por consumo (ad-libitum) cada tres días.

Se realizaron análisis de calidad de agua en los canales de cultivo para las tres densidades de siembra, donde se tomaron lecturas de amonio, nitrito, fosfato, pH, y temperatura. Los rangos reportados fueron aceptables según registros para caracoles en cultivo.

El estudio mostró que la sobrevivencia de los caracoles al final del período de estudio fue relativamente baja (inferior al 60%), encontrándose una sobrevivencia significativamente superior en la densidad de 77organismos/m² (Chi cuadrado), con 59% de sobrevivencia.

Los resultados obtenidos bajo las condiciones del presente estudio, indican que no es viable una producción comercial de esta especie; debido a que es muy susceptible al manipuleo, presenta un bajo índice de crecimiento y altos niveles de mortalidad, elementos que afectan la producción masiva de dicha especie.

ABSTRACT

A study was carried out to evaluate the effect of stocking density on growth and survival of the freshwater snail, *Pachychilus larguillerti*, locally known as jute, as well as its adaptability to aquaculture conditions in the El Zapote farm, in the village of El Jute, Usumatlán, department of Zacapa, Guatemala. The snails were stocked in channels, designed to create environmental conditions similar to their natural habitat. Three channels of 15 x 1.30 m were divided in 5 sections with a total area of 3.9 m² each.

Snail production at three different stocking densities (33, 77, and 115 snails/m²) was evaluated, obtaining yields of 32.14, 121.25 and 93.63 g/m², respectively. Snails were fed *ad libitum* every three days with Amate leaves, *Ficus glabrata*, and commercial shrimp feed.

Water quality analysis were performed to samples from the culture channels. Ammonia, Nitrite, Phosphate, pH, and temperature were measured in each sample. Results from this analysis showed acceptable water conditions for snails, according to previous reports.

The overall survival rate at the end of the period of study was relatively low (<60%). Survival rate at a density of 77 snails/m² was significantly superior (X^2), compared to the other densities.

Results indicate that under the conditions of this study, commercial production of snails is not feasible, since this specie is very susceptible to handling, has a low growth rate, and high mortality rates.

INDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
III. MARCO TEÓRICO	6
3.1 Clasificación taxonómica del caracol jute <i>Pachychilus largillierti</i>	7
<i>largillierti</i>	9
3.2 Sistemas corporales	9
3.3 Hábitat del <i>P. largillierti</i>	10
3.4 Locomoción	10
3.5 Protección contra depredadores	
3.6 Aparato digestivo	10
IV. OBJETIVOS	11
4.1 General	
4.2 Específicos	
V. HIPÓTESIS	12
VI. METODOLOGIA	13
6.1 Descripción del área	13
6.2 Descripción del sistema	13
6.2.1 Canales de cultivo	14
6.2.2 Abastecimiento de agua	14
6.3 Alimentación	15
6.4 Calidad del agua	16
6.5 Monitoreo de crecimiento, peso y sobrevivencia	17
6.6 Diseño estadístico	18
6.7 Variables	19
6.8 Recursos	
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
7.1 Crecimiento	20
7.2 Producción por m²	21
7.3 Sobrevivencia	21

7.4 Longitud	22
7.5 Relación longitud-peso	23
7.6 Calidad del agua	25
VIII. CONCLUSIONES	32
IX. RECOMENDACIONES	33
X. BIBLIOGRAFÍA	34
XI. ANEXO	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1.	Densidades de cultivo.	15
Cuadro No. 2.	Distribución de los bloques al azar.	17
Cuadro No. 3.	Datos para el valor calculado de Chi Cuadrado	18
Cuadro No. 4.	Parámetros físico-químicos del agua	25

INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1.	Esquema del canal de cultivo.	14
Figura No. 2.	Medición longitudinal del caracol jute.	16
Figura No. 3.	Medición del ancho del caracol jute.	16
Figura No. 4.	Determinación del peso de los caracoles.	17
Figura No. 5.	Peso promedio mensual por tratamiento.	20
Figura No. 6.	Producción en g/m ²	21
Figura No. 7.	Porcentaje de sobrevivencia mensual por tratamiento	22
Figura No. 8.	Longitud promedio mensual.	23
Figura No. 9.	Diagrama de dispersión de la relación longitud-peso.	24
Figura No. 10.	Relación Longitud-Peso con datos transformados logarítmicamente.	24
Figura No. 11.	pH mensual en el agua.	26
Figura No. 12.	Concentración mensual por tratamiento de (NH ₃) en el agua.	27
Figura No. 13.	Concentración mensual por tratamiento de (NO ₂) en el agua.	28
Figura No. 14.	Concentración mensual por tratamiento de (PO ₄) el agua.	29
Figura No. 15.	Temperatura mensual en el agua por tratamiento	30

INDICE DE ANEXO

- Anexo No. 1.** Boleta para la recolección de datos.
- Anexo No. 2.** Análisis de varianza del peso promedio
- Anexo No. 3.** Análisis de varianza de la longitud promedio

I. INTRODUCCION

En el Municipio de Usumatlán, Zacapa, existe alta demanda de productos hidrobiológicos, la cual se satisface a través de la extracción de organismos de los cuerpos de agua que aún conservan algunas especies endémicas, o por medio de la compra a pequeños productores de tilapia del Municipio y a intermediarios que ocasionalmente llevan diferentes productos pesqueros.

Esta alta demanda de recursos hidrobiológicos así como la contaminación y degradación de los cuerpos de agua ha llevado a una reducción muy importante de algunas especies como: la Guabina *Gorbiomorus dormitor*, el Filín o bagre *Hexanematichthys guatemalensis*, el Guapote *Parachromis managuensis*, y el jute *Pachychilus larguillerti*.

La numerosa cantidad de personas que conforman las familias en el municipio, la falta de empleos en el lugar y los escasos recursos económicos, conllevan a que los padres de familia busquen alternativas para alimentar a los integrantes de su hogar, siendo una de estas la pesca en los ríos y afluentes de agua existentes en el área.

El caracol jute *P. larguillerti* es un molusco gasterópodo perteneciente a la familia Pachychilidae, los caracoles se encuentran en zonas tropicales de América, en Guatemala se localizan en ríos de agua corrida, refugiándose y alimentándose en lugares con forraje en descomposición. Estos organismos forman parte de la dieta de personas que viven cerca de su hábitat, son organismos muy conocidos en el país.

Por lo expuesto se realizó un estudio en la aldea El Jute donde se cultivo caracoles jutes de la especie *Pachychilus larguillerti* ya que el área reunía las condiciones necesarias para realizar dicho trabajo, adecuando a los organismos en canales de cultivo bajo condiciones controladas y a diferentes densidades.

II. ANTECEDENTES

Los moluscos han sido para el ser humano de gran importancia a través del tiempo, hasta la actualidad, entre las especies comerciales para consumo humano se encuentran: *Pomecea patula catemacenis*, la *P. flagellata*; los jutes *Pachychilus* (Lea, 1850), *P. larguillierti*; la almeja *Anodata chapalensis* (Cuesta, 1925).

Se han realizado cultivos en laboratorio utilizando varios tipos de dieta para especies de *Lymnaea*, que consistieron en *Oscillatoria spp.*, *Lactuca sativa* (lechuga), alimento para peces y un combinado de esos tres elementos. Los mejores resultados se obtuvieron con el alga y con el combinado (Vera, 1985).

En los resultados obtenidos de la reproducción del caracol *Pomacea sp*, bajo condiciones controladas las huevas eclosionadas vivas de peso mayor a 3.5 gramos necesitan una mayor área de exposición al sustrato y existe una competencia entre embriones por oxígeno y humedad (Yee, 1998).

Los cultivos de caracol de agua dulce *Pomecea patula*, pueden lograrse debido a que su comportamiento permite introducir altas densidades de siembra, ya que no es una especie que compita por alimento o espacio. Además, es una especie no agresiva y no marca su territorio. Por lo anterior, este caracol de agua dulce puede considerarse como un candidato potencial de ser explotado en lagos, ríos arroyos de manera extensiva y en estanques en la forma semi-intensiva, en sus modalidades de monocultivo y policultivo (Santos, 1999).

Los caracoles manzana o "tegogolos" *Pomacea spp.* (Banarescu, 1990), son moluscos de agua dulce comunes en las zonas tropicales de América, los cuales presentan varias características que los hacen candidatos para ser cultivados: son herbívoros, por lo tanto son eficientes convertidores de energía, son prolíficos y se reproducen todo el año, pueden ser manejados en combinación con otras especies, soportan un amplio rango de condiciones ambientales, tienen un

mercado local bien establecido y bajo condiciones controladas de cultivo, es posible evitar enfermedades o parásitos que pueden ser transmitidos a partir de organismos silvestres (Asian; Olgúin, 1995). En adición a esto, el caracol manzana posee otras cualidades deseables que lo hacen atractivo para su cultivo.

La característica más importante de los caracoles es el rápido crecimiento que pueden obtener en la naturaleza (hasta 145 mm) (Burky, 1974), lo cual significa mayor cantidad de músculo en comparación con otras especies de caracoles más pequeños. Su naturaleza anfibia le permite tolerar aguas con bajo contenido de oxígeno y soportar el hacinamiento, lo cual indica su potencial de cultivo.

Una fecundidad relativamente alta, un elevado porcentaje de eclosión, baja mortalidad, un periodo de desarrollo corto y un estado de eclosión avanzado (Lum-Kong; Kenny, 1989), aumentan las perspectivas para su cultivo. La posibilidad de permanecer largos periodos fuera del agua (Burky, 1972), permite un mejor manejo y transportación al mercado, ocasionando baja mortalidad. Lo cual puede significar una reducción considerable en los costos de manejo y transporte (Lum-Kong, 1989).

Este género también ha recibido considerable atención debido a su potencial como alimento para el hombre (Lum-Kong; Kenny, 1989), como fuente proteica para otros animales acuáticos (Bombeo-Turban; *et al*, 1995), así como por su eficacia como agente biológico contra malezas acuáticas (Cazzaniga, 1981; 1983) y contra gasterópodos transmisores de esquistomiasis (Cazzaniga, 1990; Estebenet; Cazzaniga, 1992).

En la naturaleza el caracol manzana se alimenta preferentemente de vegetación macrofítica (Estebenet, 1995), mientras que en condiciones controladas de cultivo ha sido alimentado tradicionalmente de materia vegetal (Estebenet; Cazzaniga, 1992). En general, este tipo de alimento es difícil de almacenar, presenta calidad nutricional variable y en ciertas épocas no está disponible. Por lo tanto, el desarrollo de una dieta práctica es deseable para el cultivo intensivo del caracol manzana. En este sentido, mediante estudios previos se ha mostrado que el caracol manzana cuenta con un espectro de enzimas digestivas, proteasas ácidas y alcalinas principalmente,

que le permiten utilizar adecuadamente dietas complejas, cuya utilización en condiciones experimentales puede producir tasas de crecimiento (hasta 14 mm/mes), superiores a las alcanzadas con la utilización de materia vegetal como fuente de alimento e incluso mayores a las tasas de crecimiento observadas en condiciones naturales.

De igual forma, utilizando dietas semi-puras, se demuestra que los requerimientos de proteína para juveniles de caracol manzana se encuentran entre el 20 y 30% de la dieta, mientras que las dietas con una energía mayor de 250 kcal/100 g no resulta en un mejor crecimiento. Por lo cual se determinó que el balance óptimo en una dieta para crecimiento de caracol manzana debe ser de 85 mg de proteína por Kcal de energía (Aguilera, 1996; Mendoza; *et al*, 1999).

Se ha recomendado para bioensayos de caracoles *Pomacea* que las instalaciones para el cultivo fueran dos estructuras metálicas en las cuales se colocan cuatro canaletas de fibra de vidrio, cada una de las cuales fue dividida en dos secciones. A dos canaletas se les adicionó, para compartimiento, dos láminas corrugadas de 0,24 m x 1,15 m lo cual incrementó el área de desplazamiento para los caracoles, siendo designado este tratamiento como sistema con laminas (SCL). Las dos canaletas restantes fueron designadas como sistema sin laminas (SSL). Las cuatro canaletas, con nivel de llenado de 0,20 m (0,322 m³ de volumen) fueron conectadas a un filtro biológico, el cual contenía piedras volcánicas porosas y carbón activado. Se adicionó una toma de aire para cada canaleta y al filtro biológico, manteniendo niveles adecuados de oxígeno disuelto (>6 mg/l) y de temperatura (27°C ± 1) en el agua (Aguilera, 1996).

La reproducción de caracoles de la familia *Pachychilidae*, aún no se ha realizado bajo ningún tipo de sistema controlado, debido a que se ha puesto más énfasis en especies como *Pomacea sp.*, además del *Helix aspersa*, lo cual podría deberse al poco interés por las instituciones ya sea por su poca importancia económica u otro factor, de modo que la biología establecida en una de las etapas de los organismos

anteriormente mencionados puede ser utilizada en el estudio de la biología para el caracol *Pachychilus larguillieti*, por pertenecer al mismo orden gasterópoda.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Clasificación Taxonómica del caracol jute *Pachychilus larguillerti*

Clase	GASTEROPODA
Subclase	PROSOBRANCHIA
Orden	MESOGASTROPODA
Familia	PACHYCHILIDAE

Los moluscos son organismos sedentarios o de lento movimiento, por lo cual son susceptibles de ser predados con gran facilidad, esto ha ocasionado que algunas especies se encuentren amenazadas debido a la intensa explotación a la que han estado sometidas., De estos aspectos se deriva la importancia de cultivar algunas especies de moluscos con potencial en la acuicultura y particularmente de aquellas especies que presentan diversas ventajas adaptativas para desarrollarse en condiciones de confinamiento (Aguilera,1996).

Las especies de gasterópodos poseen características similares en cuanto a su reproducción, con respecto a el caracol *P. larguillerti* los reproductores de los caracoles son en su mayoría hermafroditas, lo que significa que el animal reúne los dos sexos en un solo organismo, pero esto no establece que el individuo tenga la capacidad de autofecundarse, ya que se requerirá siempre de otro ejemplar para fecundarse. La fecundación suele ser interna, para lo cual los caracoles disponen de órganos copuladores especializados. Una vez ha sido fecundado el caracol, este realizará una serie de puestas de huevos, que es la forma en que estos organismos se reproducen, cada racimo de huevos (con apariencia de una pequeña semilla) poseen alrededor de 25-30 huevos los cuales pueden llegar a eclosionar, sin pasar por estadios larvales, y dependiendo de la temperatura, aproximadamente en 25 a 40 días (Miolane, 1985).

La concha de los gasterópodos en los que se incluye el *Pachychilus larguillerti*, se compone de las mismas capas que se han descrito en los moluscos en general, pero su superficie, a menudo polícroma, sólo suele revelar su belleza después de quitarle

el periostraco. En el caso más simple la concha está dispuesta como un tubo arrollado en espiral que se ensancha continuamente (Lobo, 1986).

Las espirales, llamadas también vueltas, se juntan en el eje, formando un huso sólido, columnilla o columela, que da en la boca al borde columelar: si las vueltas no se tocan, se origina un hueco cónico, llamado ombligo, visible en la base de la concha. Las vueltas contactan arriba y abajo en una sutura. El comienzo de las vueltas, con la espiral embrionaria, constituye el ápice. En el extremo opuesto de la concha está la base, borde inferior de la concha o peristomo, que en muchas especies se prolonga en forma de canal o sifón, surco por donde salen los tubos respiratorios. El agujero terminal de la concha, por donde asoma el blando cuerpo del molusco, se denomina estoma, y puede ser redondo, oval o hendido (Lobo, 1986).

El labio externo del estoma puede ser afilado o de forma labial, liso o dentado por dentro y revestido por fuera con tubérculos o espinas. La superficie de la concha es lisa y brillante, o bien está provista de costillas, tubérculos, espinas o cerdas; las costillas pueden ser paralelas al eje (escultura axial) o seguir los giros (escultura espiral). Cuando las esculturas se entrecruzan con un relieve del mismo tipo, se produce un reticulado, que a veces presenta nódulos en los puntos de intersección. Algunos grupos tienen en la parte superior del pie un disco córneo o calcificado, el opérculo, que encaja exactamente en el estoma, cerrándolo al ocultarse el animal (Lobo, 1986).

Los prosobranquios en donde se encuentra el *P. larguillerti*, durante el desarrollo del animal, éste gira 180° en torno a su eje longitudinal, en sentido opuesto a las agujas del reloj, al mismo tiempo que lo hace en espiral. Como consecuencia de ello, la masa visceral con los órganos pares (branquias, riñones y las aurículas del corazón), así como el orificio genital y el ano, se trasladan a la parte anterior del cuerpo. Las branquias se sitúan delante del corazón, y por ello se denomina Prosobranquios a este grupo de gasterópodo (Lobo, 1986).

3.2 Sistemas Corporales del *P. larguillerti*

El sistema nervioso lo constituye una serie de ganglios unidos mediante cordones nerviosos longitudinales, y uniones transversales. Los órganos sensoriales son de cuatro tipos: ojos, órganos táctiles agrupados en tentáculos, órganos olfativos y estatocistos que es el órgano de equilibrio consistente en una cavidad revestida de pelos sensibles y una masa calcárea (estanolito) que al desplazarse y rozarse uno o más de estos pelos sensibles, informan al animal sobre su posición. El aparato digestivo, consta de boca, faringe e intestino, con un estómago más o menos diferenciado, dispone de diversas glándulas sobre todo en la boca. Los moluscos poseen en la boca una lámina quitinosa y áspera llamada rádula, con la cual raspan el alimento de la superficie del sustrato (Bonnet, 1985).

Los *P. larguillerti* respiran mediante branquias situadas en la cavidad formada por el manto (cavidad paleal) .Su aparato circulatorio consta de corazón y una serie de vasos más o menos amplios.

La sangre puede ser de color azul debido a la presencia de hemocianina. Y un aparato excretor en donde los órganos excretores son del tipo metanefridio, el cual es muy similar al de los anélidos (Mioulane, 1985).

3.3 Hábitat del *P. larguillerti*

Los caracoles ocupan una gran variedad de hábitat, preferiblemente aquellos donde esta provista de abundante comida, limo, humedad y refugio. Estos pueden ser encontrados a orillas del mar, o en cuerpos de agua dulce como el *P. larguillerti*, dentro de la madera, bajo piedras, enterrados en el fango, bajo hojas y forraje en descomposición. También se encuentran en suelos calcáreos mucho más que en otros suelos. Raramente son encontrados en suelos ácidos (Abbott, 1950).

3.4 Locomoción

Los caracoles como el *P. larguillerti* se mueven arrastrándose por el suelo, por medio de su pie el cual lo empuja hacia delante por medio de una serie de movimientos, estos movimientos son lentos y el avance del caracol esta aproximado en 5cm. por minuto. Con una baba descargada por los conductos que se encuadran al principio y al final del pie, el caracol puede desplazarse sobre casi cualquier superficie, además que protege el suave pie de cualquier daño que pueda sufrir en su entorno. Así mismo indica que el alimento de los caracoles es variado, la tendencia de los adultos es comer flores y plantas vegetales, descomposición vegetal y algunas frutas (Bonnet, 1985).

La alimentación ocurre solamente durante la noche, o en días oscuros cuando se encuentre un día nublado o lluvioso, Los caracoles como el *P. larguillerti* localizan el alimento a través de su pequeño par de tentáculos, usando su duro diente o rádula el caracol raspa la comida y la traga (Mioulane, 1985).

3.5 Protección contra depredadores

Muchos de los depredadores naturales del *P. larguillerti* y otros caracoles son las aves y pequeños mamíferos. Los caracoles encuentran varias formas de protegerse contra estos depredadores. Un método es la segregación de babas, lo cual puede provocar el disgusto de algunos depredadores. Los hábitos nocturnos de los caracoles puede brindarle alguna protección de sus depredadores ya que estos no se encuentran activos durante la noche, Los caracoles además poseen un color oscuro, un tamaño pequeño y movimientos lentos, cada uno de ellos hacen al caracol un ser discreto. La habilidad de retractarse dentro de su concha es también una protección (Abbott, 1950).

3.6 Aparato digestivo

El intestino de estos organismos está especializado para una alimentación macrófaga, constituida de angiospermas acuáticas. El esófago medio está modificado en forma de buche para almacenamiento y el estómago dotado de una molleja grande para triturar, la cual está desarrollada a partir de un área gástrica calcárea. En esta zona al tiempo que el alimento es triturado, se marca el sitio de la digestión extracelular, no evidenciando alguna digestión intracelular en el intestino. Además de ductos de la glándula digestiva que desembocan en la región especial del estómago, posee un saco estilar que inicia la compactación de las heces la cual finaliza en el intestino. Esta glándula posee dos tipos de célula en donde uno produce enzimas digestivas y absorbe los productos solubles de la digestión y la otra tiene una función principalmente excretoria. Finalmente se describe tres hábitos alimenticios para estos organismos los cuales son: Macrofitófago, la cual está basada principalmente en el consumo de angiospermas acuáticas. Zoófago, que va desde el consumo de cadáveres recientes (necrófago estricto) o macerados (carroñero) hasta la depredación. Micrófago, que es el raspado de superficies duras a través de corrientes ciliares y aglutinación de partículas de mucus. (Andrews, 1965).

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Generar información básica para el desarrollo del cultivo del caracol jute, *Pachychilus larguillerti* en sistemas controlados.

4.2 Objetivo específico

- Determinar la adaptación del caracol jute *P. larguillerti* en condiciones controladas de cultivo en canales.
- Evaluar el efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento, producción por m² y sobrevivencia del caracol jute, *Pachychilus larguillerti*.
- Determinar la relación talla-peso del caracol *Pachychilus larguillerti* cultivado en canales.

V. HIPÓTESIS

H₀. La sobrevivencia es independiente a la densidad de siembra.

H₁: La sobrevivencia si depende de la densidad de siembra.

VI. METODOLOGIA

6.1 Descripción del área

La investigación se realizó en un terreno de la Finca El Zapote, Aldea El Jute, Municipio de Usumatlán, Departamento de Zacapa, ubicado a 130 Km. de la ciudad de Guatemala. Encontrándose una temperatura media anual de 25°C; con temperatura máxima extrema que pueden alcanzar los 45°C, y temperatura mínima extrema de 7°C. Anualmente Usumatlán tiene un promedio de 80 a 95 días lluviosos, entre los meses de mayo a octubre, registrándose una precipitación pluvial de 650 a 750 milímetros en ese período. La humedad relativa media anual está entre 68 y 70%, factores que permitieron desarrollar la investigación durante los meses de Mayo a Septiembre de 2007. (SEGEPLAN, 2003).

6.2 Descripción del sistema

6.2.1. Canales de cultivo

Para desarrollar la investigación se utilizaron 3 canales de las siguientes dimensiones 15.0 m de largo x 1.30 m de ancho, los cuales fueron revestidos con plástico de polietileno (Figura No.2). Cada uno de los canales fue dividido en 5 secciones de 3.9 m² cada una, donde se sembraron los caracoles a tres diferentes densidades. Las densidades utilizadas fueron: 38, 77 y 115 organismos/m². La asignación de los tratamientos a cada unidad experimental se realizó en forma aleatoria.

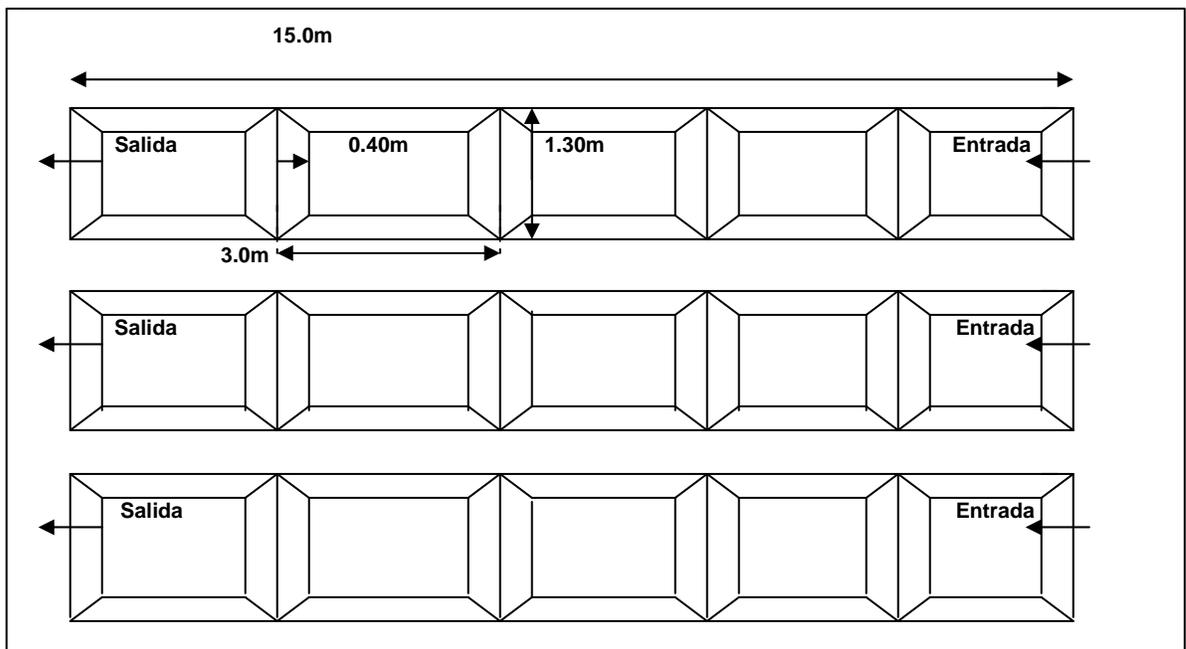


Figura No.1. Esquema del canal de cultivo (Trabajo de campo, 2007)

6.2.2. Abastecimiento de agua

Cada uno de los canales contó con un flujo constante de agua de aproximadamente 0.03 L/s, este flujo fue transportado por gravedad a través de una tubería de poliducto de 2" de diámetro desde un nacimiento de agua ubicado a 600 m del área de cultivo. El agua fue captada en una caja de aproximadamente 500 L de capacidad alimentando los canales de cultivo por medio de llaves de paso de ½" para controlar la entrega de agua a cada canal.

6.3 Alimentación

Los caracoles fueron alimentados con hojas de amate *Ficus glabrata* y concentrado para camarones (camaronina), los cuales se administraron ad-libitum, sin embargo se calculó una cantidad de alimento suplementario consumido por los organismos a diferentes densidades por ejemplo a 38 organismos/ m² (Cuadro No. 4), la cantidad que se proporcionó en gramos de concentrado para camarón fue 0.26 hasta 0.36 g

cada tres días por cada sección de igual densidad. Y aproximadamente 1.3 g de hojas de amate cada cuatro días.

La densidad de 77organismos/m² se le suministró una ración de 0.68 a 0.74 g de concentrado para camarón cada dos días y 1.8 g de hojas de amate cada tres días. Finalmente para la densidad de 115/ m² la cantidad que se le suministró fue 1.4 a 1.6 g de concentrado para camarón cada tres días y 1.23 g de hojas de amate cada tres días.

Cuadro No.1. Densidades, número de organismos y dieta suministrada.

Tratamiento	Densidad (Número de organismos/m ²)	Total de organismos	Gramos administrados ad-libitum de camaronina y hoja de Amate
D1	38	150	0.26-0.36g de camaronina/1.3g de hoja de Amate
D2	77	300	0.68-0.74g de camaronina/1.8g de hoja de Amate
D3	115	450	1.4-1.6g de camaronina/1.23g de hoja de Amate

Fuente: Trabajo de campo, 2007

6.4 Calidad del agua

Cada quince días se realizaron análisis de amonio, fosfatos, y nitratos, mediante el empleo de un kit de reactivos marca Hach. El pH del agua y la temperatura se determinaron con papel pH y un termómetro, respectivamente, los resultados de los análisis fueron ingresados en una tabla para toma de datos in-situ (anexo 1).

6.5 Monitoreos de crecimiento, peso y sobrevivencia

- Crecimiento.

La longitud de los caracoles fue medida desde la primera vuelta ubicada en la base o punta de la concha llamada también ápice (Figura No. 3) hasta la última vuelta o canal sifonal, parte donde el organismo se contrae y expone al ambiente.



Figura No.2. Medición longitudinal del caracol jute (Trabajo de campo, 2007)

El ancho se midió en la parte más ancha de la concha, ó última vuelta (Figura No. 4).

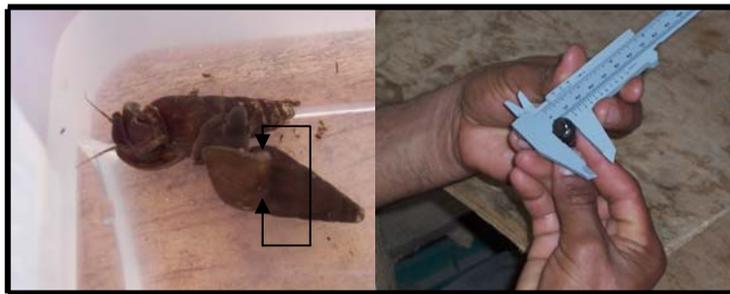


Figura No.3. Medición del ancho del caracol (Trabajo de campo, 2007)

- Peso

Los muestreos del peso se llevaron a cabo cada quince días, donde se colectaba una muestra aleatoria de aproximadamente 30 organismos, los cuales individualmente se pesaban en una balanza digital eliminando el exceso de agua de los organismos con un paño de papel. (Figura No.5).



Figura No.4. Determinación del peso de los caracoles (Trabajo de campo, 2007)

- Sobrevivencia

La sobrevivencia de los organismos se estableció extrayendo los caracoles muertos de cada canal y obteniendo la diferencia entre organismos vivos y muertos.

6.6 Diseño estadístico

Se utilizó un diseño de bloques al azar donde se asignaron los tratamientos horizontalmente y de manera aleatoria. Para analizar las diferencias en crecimiento y sobrevivencia entre los diferentes tratamientos se utilizó la prueba de Chi cuadrado. La distribución de los bloques fue de la siguiente manera:

Cuadro No. 2 Distribución de los bloques al azar.

D1 (38m²) 150 organismos	D3	D2	D3	D2
D2 (77m²) 300 organismos	D1	D3	D1	D3
D3 (115m²) 450 organismos	D2	D1	D2	D1
R1	R2	R3	R4	R5

Fuente: Trabajo de campo, 2007

Donde **R**, representa las repeticiones y **D** las densidades ha evaluar.

$$P_{\text{vivo}} = 2192/2346 = 0.93$$

$$P_{\text{muerte}} = 154/2346 = 0.07$$

Aplicando la fórmula de la chi cuadrada $\chi^2 = \sum_{i=1}^n (F_o - F_e)^2 / F_e$:

Cuadro No. 3 Datos para el valor calculado de Chi cuadrado

Fo	Fe	(Fo-Fe) ² /Fe
307	317.13	0.32
815	798.87	0.02
1070	1065.78	0.016
34	23.83	4.34
44	60.13	4.32
76	80.22	0.22
		$\Sigma = 9.236$

Fuente: Trabajo de campo, 2007

Calculo del valor crítico

$$GL = (c-1) (r-1) = GL (3-1) (2-1) = GL = 2, \text{ con } (p > 0.05)$$

5.99147 (valor de tabla)

9.236 (valor calculado).

6.7 Variables

Peso

Crecimiento

Longitud

Producción

Calidad del agua

6.8 Recursos

Los recursos utilizados dentro de la investigación fueron:

- Recurso humano.
- Tablas para la recolección de datos.
- Canales de cultivo de 15 m. de largo x 1.30 m. de ancho, separados en bloques cada 3 m.
- Balanza electrónica de 0.01 g de precisión.
- Lupa.
- Vernier
- Papel pH.
- Colorímetro Hach DR 890
- Equipo de cómputo.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Crecimiento

El crecimiento en peso de los caracoles en las tres densidades fue muy pobre a nulo (Figura No.5). En el tratamiento D1 (38 caracoles/m²), el peso promedio se incrementó durante los primeros dos meses al pasar de 4.8 g a 5.2 g, aunque en los meses posteriores declinó hasta alcanzar 4.8 g, debido a la mortalidad de organismos grandes y menor tamaño que fueron susceptibles al manipuleo.

Los caracoles del tratamiento D2 (77 caracoles/m²) mostraron una tendencia decreciente en su peso promedio a lo largo del experimento, ya que pasaron de 5.4 g en mayo a 4.8 g en septiembre. El único tratamiento donde se observó un aumento en peso fue el tratamiento D3 (115 caracoles/m²) donde los caracoles incrementaron su peso inicial de 4.54 g a 5.2g al término del experimento. El pobre resultado en crecimiento pudo deberse a deficiencias en la alimentación de los caracoles o a inadecuadas condiciones ambientales en los estanques. No existió diferencia significativa en el peso promedio de los tres tratamientos al final del experimento ($p>0.05$)

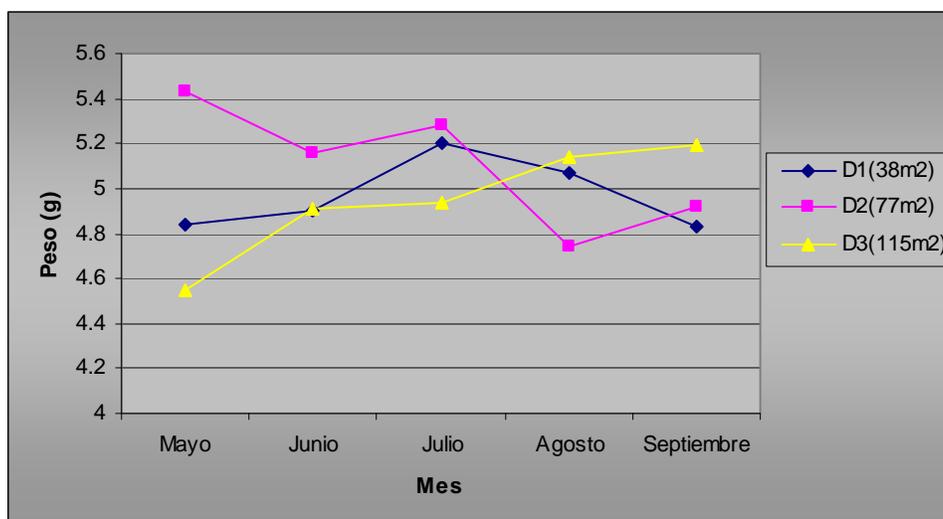


Figura No. 5. Peso promedio mensual por tratamiento (Trabajo de campo, 2007)

7.2 Producción por m²

La producción de caracoles al final del periodo de estudio fue baja, variando de 32.14 g/ m² en la densidad de 38 caracoles/m², hasta 121.45 g/m² en la densidad de 77 caracoles/m² , presentando una mejor sobrevivencia al termino de la investigación demostró una mayor producción.(Figura No. 6). El tratamiento con densidad de 115 caracoles/m² tuvo una producción final de 93.63 g/m². No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$). La producción fue tomada en gramos por metro cuadrado debido a que estos organismos poseen un peso muy bajo lo cual dificulta al demostrar su biomasa final en libras o kilos por metro cuadrado.

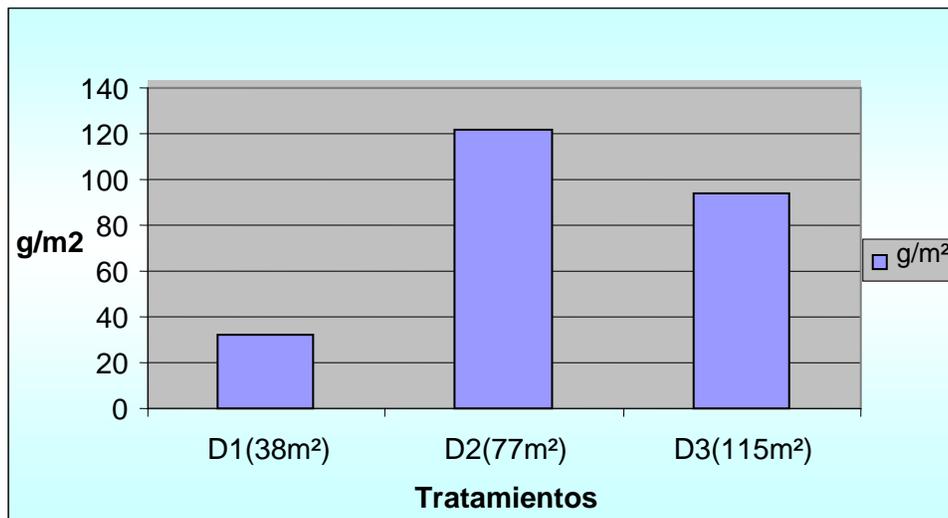


Figura No.6. Producción en g/m² (Trabajo de campo, 2007)

7.3 Sobrevivencia

La sobrevivencia de los caracoles mostró una tendencia decreciente a lo largo del período de estudio para las tres densidades de cultivo (Figura No.7). En el tratamiento D1 (38 caracoles/m²), la sobrevivencia se redujo hasta alcanzar un nivel del 43%.

En el tratamiento D2 (77caracoles/m²) la sobrevivencia también bajo hasta alcanzar el 59% la cual fue la mejor sobrevivencia al término del experimento.

Los caracoles del tratamiento D3 (115caracoles/m²) tuvieron una sobrevivencia similar a los del tratamiento D1, alcanzando un 40% al final del período de estudio.

Los bajos niveles de sobrevivencia probablemente se deban a las densidades de cultivo manejadas o bien una mala calidad de agua provocado por exceso de alimento o la disminución del caudal del agua y en consecuencia un bajo movimiento de la misma a causa de problemas climatológicos.

El análisis de Chi cuadrado indicó que la sobrevivencia en la densidad de 77 caracoles /m² fue superior a la obtenida en las densidades de 38 y 115 caracoles/m².

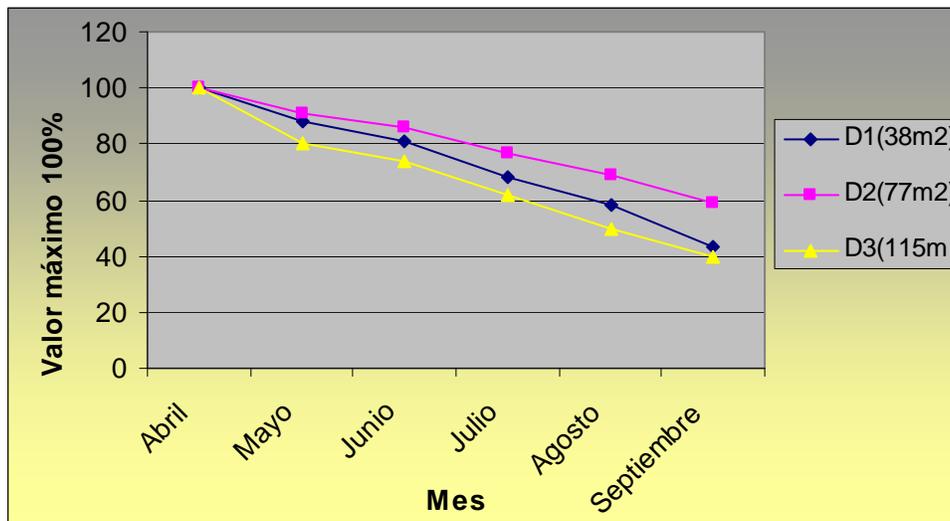


Figura No. 7. Porcentaje de sobrevivencia mensual por tratamiento (Trabajo de campo, 2007)

7.4 Longitud

Al igual que el peso, el crecimiento en longitud fue muy pobre en todos los tratamientos (Figura No. 8). En el tratamiento D1 (38 caracoles/m²) la longitud promedio de los caracoles se incrementó de 35.9 a 37.3 mm.

Los caracoles del tratamiento D2 (77caracoles/m²) mostraron una reducción de la longitud promedio al pasar de 38.2 a 36.8 mm al final del experimento. La reducción aparente en longitud promedio de éstos caracoles pudo deberse a un problema de error de muestreo o a la excesiva mortalidad.

El tratamiento D3 (115 caracoles/m²) fue el único donde se observó una clara tendencia de crecimiento en longitud, al pasar de 34.5 mm al inicio, a 38 mm en el mes de agosto, lo que representó un incremento aproximado del 10% de su longitud. Al final del experimento no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento en longitud entre los tratamientos ($p>0.05$).

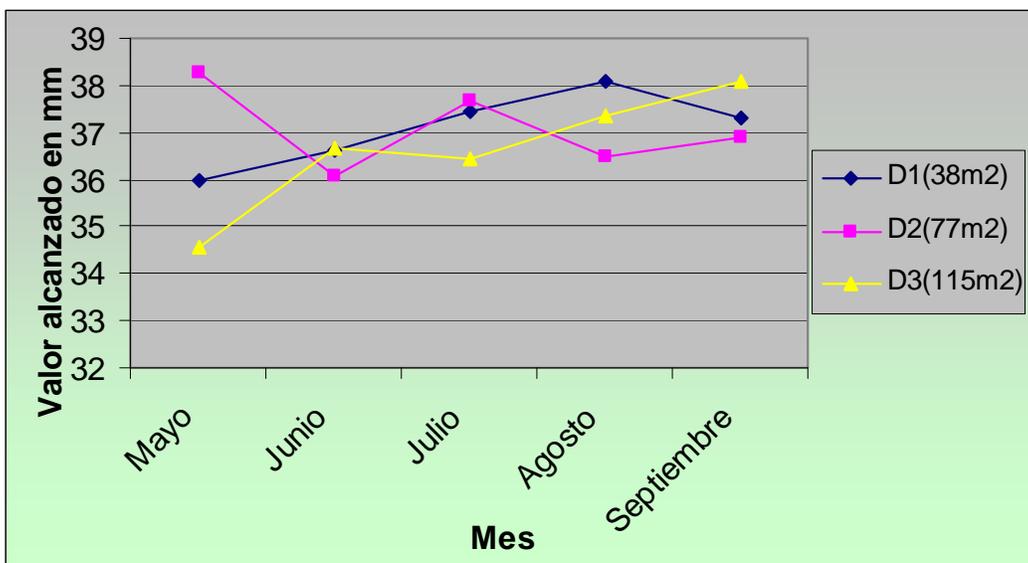


Figura No. 8. Longitud promedio mensual (Trabajo de campo, 2007)

7.5 Relación Longitud- peso

El análisis del diagrama de dispersión de la relación longitud-peso no mostró una clara tendencia (Figura No.9), ni a través del análisis de varianza se encontró una

diferencia significativa (anexo 2,3) utilizando los datos originales ni mediante transformación logarítmica (Figura No.10), por lo que no se pudo establecer ninguna relación clara entre la longitud y el peso de los caracoles.

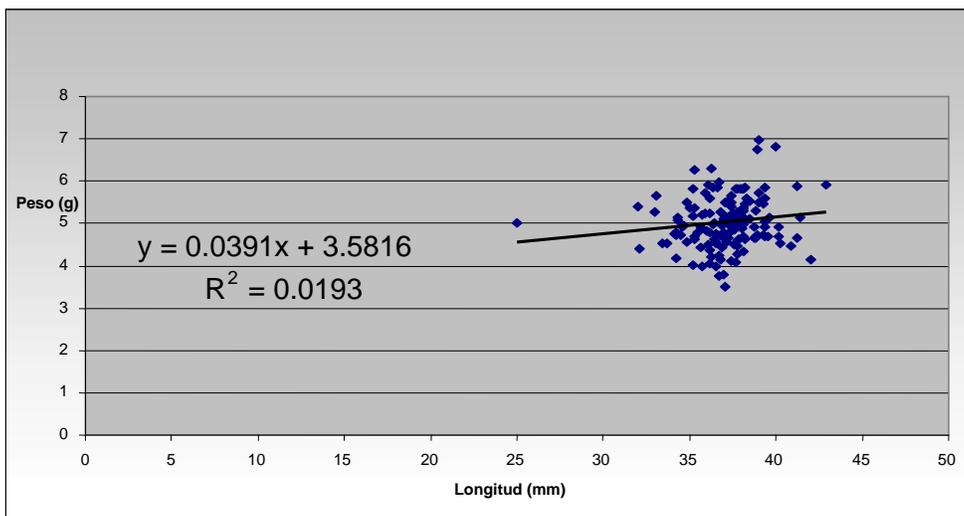


Figura No. 9. Diagrama de dispersión de la relación longitud-peso (Trabajo de campo, 2007)

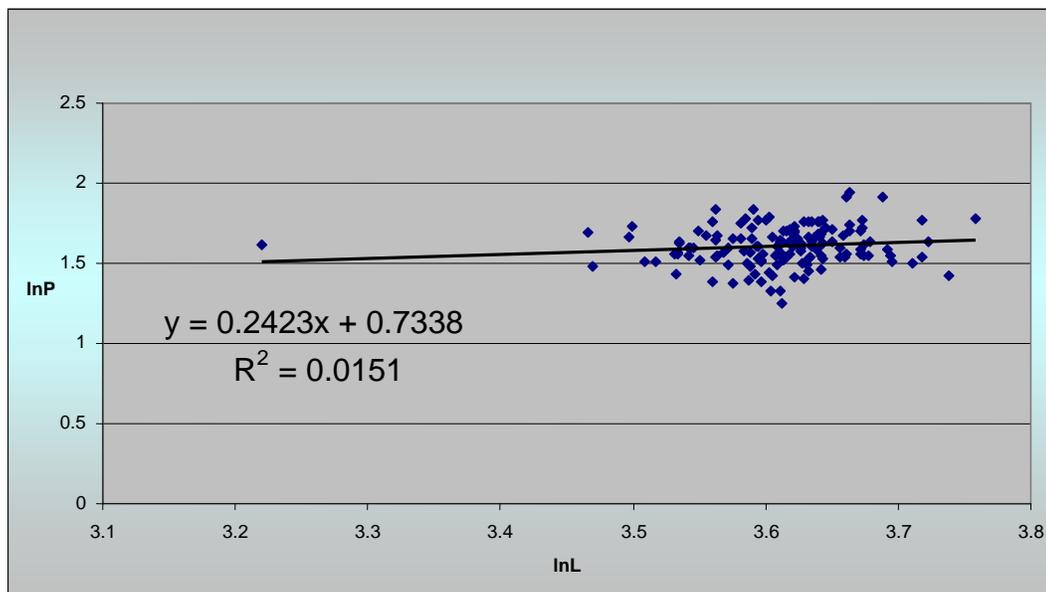


Figura No. 10. Relación Longitud-Peso con datos transformados logarítmicamente (Trabajo de campo, 2007).

7.6 Calidad del agua

Los Parámetros analizados de calidad del agua para la investigación fueron: Ph, amonio, fosfato, nitritos en mg/l y Temperatura en grados centígrados. (Cuadro No.4) Resumiéndose y promediándose los rangos obtenidos de los tres tratamientos durante el período de evaluación.

Cuadro No. 4 Parámetros físico-químicos por tratamiento.

	Tratamientos					
Parámetros	D1 33 organismos/ m ²		D2 77 organismos/ m ²		D3 115 organismos/ m ²	
	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio
pH	6.4-6.8	6.5	6.4-7.0	6.65	6.6-6.8	6.7
T.°C	25.6-26.3	26.0	26.2-26.4	26.4	26.0-26.6	26.8
NH3 (mg/l)	0.05-0.17	0.12	0.06-0.25	0.135	0.05-0.2	0.122
PO4 (mg/l)	0.35-0.52	0.43	0.35-0.49	0.43	0.38-0.44	0.41
NO2 (mg/l)	6.6-8.8	7.65	5.4-10.6	7.4	7.2-8.2	7.65

Fuente: Trabajo de campo, 2007

Los análisis de calidad del agua indicaron que los tres tratamientos tuvieron un nivel de pH muy similar tanto en su rango como en su promedio. El pH del agua en el tratamiento D1 (38 caracoles/m²) varió entre un valor inicial de 6.4 (Figura No.11) en el mes de junio hasta un nivel máximo en el mes de agosto de 6.8.

El pH en el tratamiento D2 (77caracoles/m²) varió entre un valor inicial de 7 en junio nivel más alto reportado para los tres tratamientos, hasta alcanzar un nivel de 6.4 en los meses de julio y agosto y un nivel final de 6.8 en el mes de septiembre.

El tratamiento D3 (115caracoles/m²) reporto un nivel inicial de 6.8 en el mes de junio variando en los meses de julio y agosto con un nivel de 6.6. Finalmente obtuvo en el mes de septiembre un nivel de 6.8. Es importante indicar que los valores de pH en todos los tratamientos siempre se encontraron en niveles considerados como adecuados para la vida acuática (Roldan, 1992).

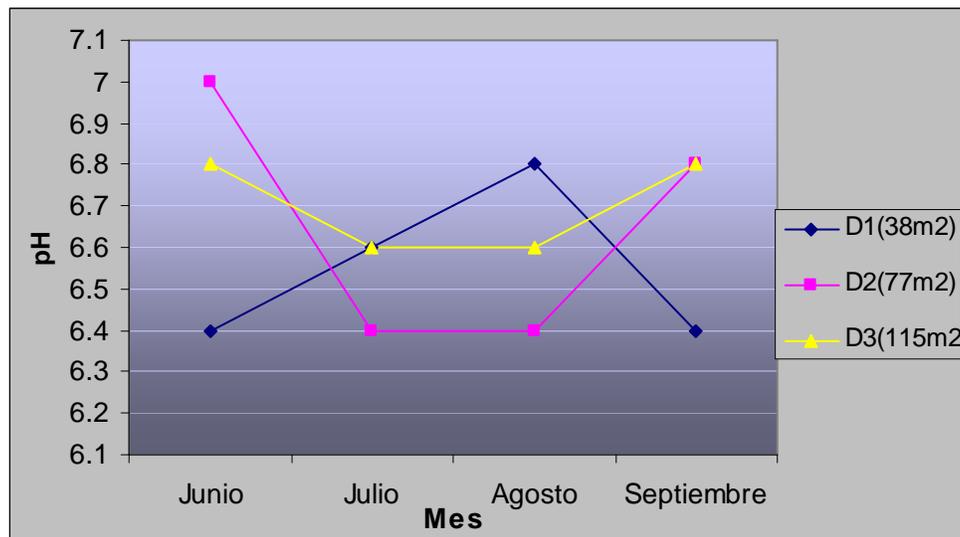


Figura No.11. pH mensual en el agua (Trabajo de campo, 2007)

Los niveles de amonio reportados para los tres tratamientos fueron muy similares dentro de su rango y su promedio. El tratamiento D1 (38 caracoles/m²) vario de un nivel inicial de 0.12 mg/L en el mes de junio, hasta obtener el mes de agosto un rango de 0.17 mg/L.

En el tratamiento D2 (77caracoles/m²), las concentraciones de amonio variaron de un nivel inicial de 0.25 mg/L en el mes de junio a un nivel de 0.06 mg/L en el mes de julio. Los meses de agosto y septiembre indicaron niveles de 0.09 y 0.13 mg/L respectivamente.

En el tratamiento D3 (115caracoles/m²), el nivel de amonio vario de 0.11 mg/L en el mes de junio a 0.05 mg/L en el mes de julio. En el mes de agosto el nivel alcanzo los 0.20 mg/L.

El amonio es muy toxico en la forma de amoniaco, el nivel óptimo que se debe manejar dentro de un sistema de cultivo no debe superar los 0.35 mg/L (Dix, 1999). Los rangos obtenidos durante la investigación no presentaron niveles altos o tóxicos de amonio durante el desarrollo del mismo al no presentar niveles superiores a los 0.50-1.0 mg/L. (Figura No.12).

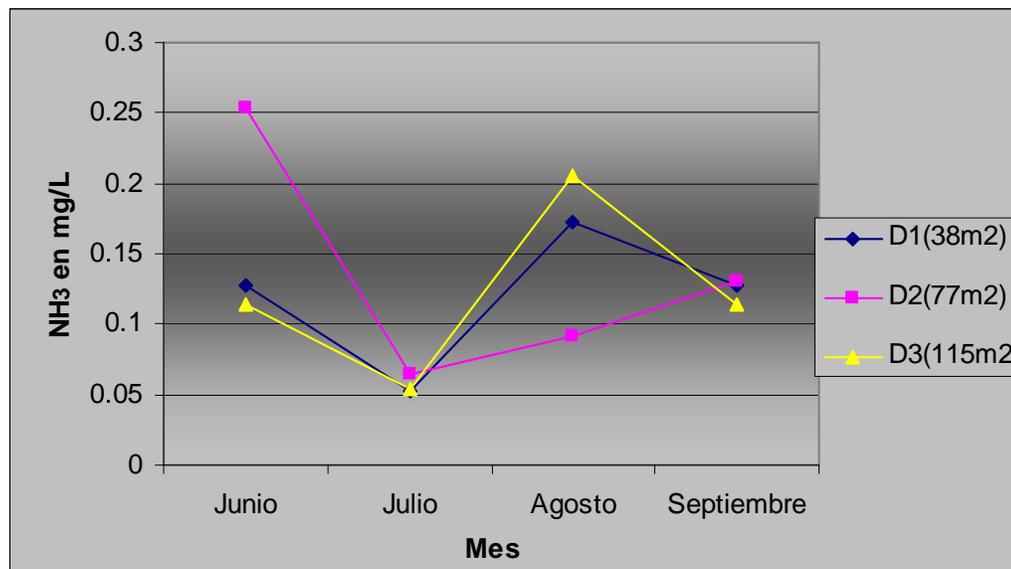


Figura No.12. Concentración mensual por tratamiento de (NH₃) en el agua (Trabajo de campo, 2007)

Los niveles de nitritos evaluados durante la investigación presentaron rangos superiores a los 5 mg/L que según el Instituto Mineiro de Gestão das Águas, indican condiciones inadecuadas para la vida acuática, estableciendo que pueden provenir de forma natural del último estado de putrefacción de la materia orgánica por medio de las bacterias de los géneros *Nitrosomonas* y *Nitrobacter*. Encontrándose durante el período de investigación niveles superiores a los establecidos.

En el tratamiento D1 (38 caracoles/m²) vario de un nivel inicial de 7.6 mg/L en el mes de junio a un nivel superior en el mes de agosto con 8.8 mg/L.

El tratamiento D2 (77caracoles/m²). El nivel de nitrito inicial fue de 6.8 mg/L en el mes de junio presentando en el mes de julio un nivel de 5.4 mg/L. Finalmente reportó para el mes de agosto un nivel superior de 10.6 mg/L.

El tratamiento D3 (115caracoles/m²). La concentración vario de 7.6 mg/L en los meses de junio y septiembre a un nivel de 7.2 mg/L en el mes de julio. El mes de agosto el tratamiento reporto un nivel de 8.2 mg/L.

Los rangos de nitritos obtenidos durante la investigación presentaron niveles superiores a los requeridos para dichos organismos, el cual pudo causar un mayor estrés a los caracoles al ser susceptibles a estas altas concentraciones de nitritos (Figura No.13).

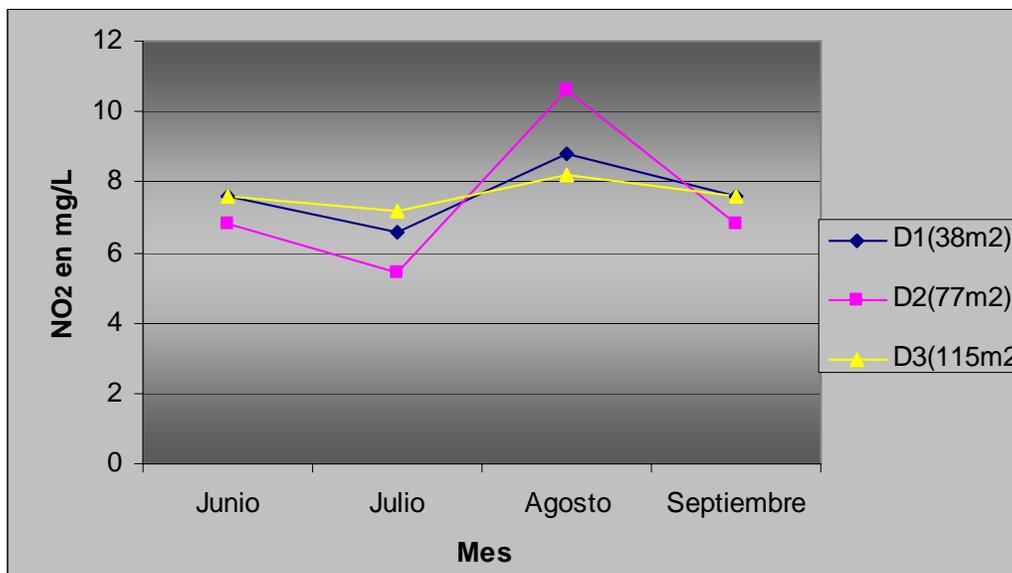


Figura No.13. Concentración mensual por tratamiento de (NO₂) en el agua (Trabajo de campo, 2007)

Los niveles de fosfato en los tres tratamientos favorecieron el crecimiento de algas filamentosas en los canales de cultivo con una mayor presencia en el mes de agosto. En el tratamiento D1 (38 caracoles/m²) los niveles variaron de 0.35 a 0.52 mg/L

según su rango y promedio. El mes de junio indico un nivel inicial de 0.43 mg/L incrementando en el mes de agosto con 0.52 mg/L.

El tratamiento D2 (77caracoles/m²) el fosfato presento en el mes de junio un nivel inicial de 0.45 mg/L, variando su nivel en el mes de julio con 0.35 mg/L. Finalmente en el mes de agosto incremento su nivel con 0.49 mg/L.

El tratamiento D3 (115caracoles/m²). El nivel indico para los meses de junio y septiembre un rango similar de 0.42 mg/L presentando en el mes de julio un nivel de 0.38 mg/L. El mes de agosto el nivel fue de 0.44 mg/L (Figura No. 14).

No se obtuvo ninguna referencia que indique que los niveles de fosfato causaron algún efecto negativo dentro de la investigación, debido a que es uno de los nutrientes menos abundante y al mismo tiempo es un factor limitante de la productividad primaria, que en cuerpos de agua corrida llegan a observarse niveles desde 0.001 hasta 2.0 aprovechados en su mayoría por las plantas y fitoplancton (Roldan, 1992).

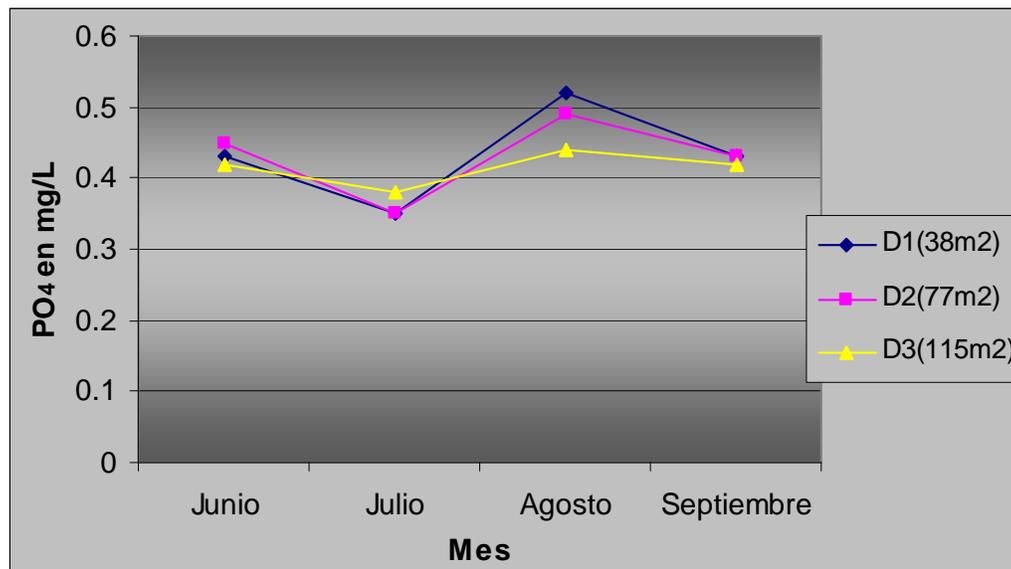


Figura No.14. Concentración mensual por tratamiento de (PO₄) en el agua (Trabajo de campo, 2007)

La temperatura promedio del agua en los tres tratamientos alcanzó niveles muy similares. En el tratamiento D1 (38 caracoles/m²) la temperatura varió entre 25.6 y 26.3 °C. Las mayores temperaturas se alcanzaron en el mes de julio y las menores en el mes de agosto.

El tratamiento D2 (77caracoles/m²). La temperatura varió entre 26.2 y 26.4°C. La temperatura más alta del tratamiento se reporto en el mes de julio con 26.6°C y la más baja en el mes de agosto con 26.2°C.

En el tratamiento D3 (115caracoles/m²). La temperatura más alta se alcanzó en el mes julio con 26.6°C y la más baja se reporto en el mes de agosto con 26.2°C (Figura No.15).

Los organismos acuáticos poseen límites de tolerancia térmica superior e inferior, con temperaturas óptimas para su desarrollo, el rango de temperatura para la sobrevivencia de caracoles en sistemas de cultivo es de 20 a 28°C (Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2001). Al termino de la investigación se estableció que la temperatura manejada durante su desarrollo no causo ningún efecto negativo a los organismos en cultivo ya que esta se mantuvo dentro de los rangos de tolerancia requeridos.

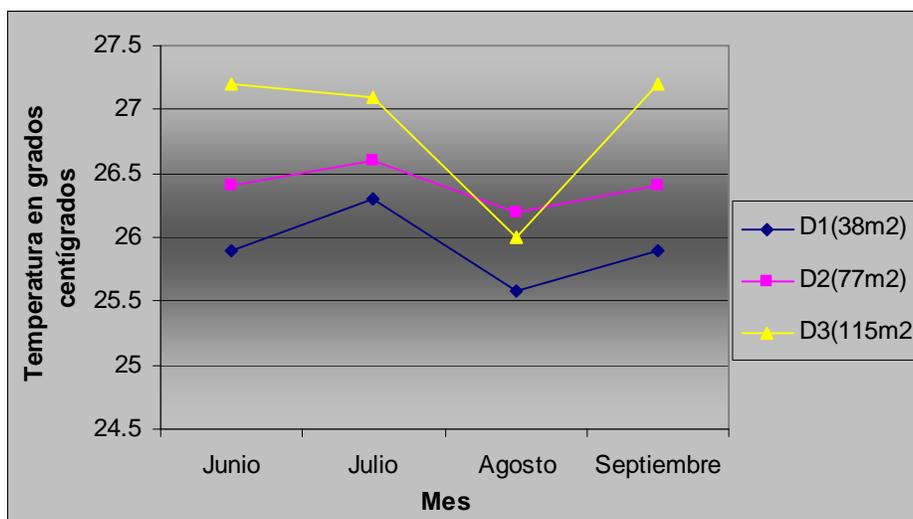


Figura No.15. Temperatura mensual en el agua por tratamiento (Trabajo de campo, 2007)

Es importante indicar que durante el mes de agosto todos los parámetros de calidad de agua evaluados alcanzaron sus niveles más altos, debido a problemas de abastecimiento de agua ocasionados por el desprendimiento de la manguera principal de transporte, proveniente del nacimiento de agua a la caja de captación.

VIII. CONCLUSIONES

- 8.1** El crecimiento de los caracoles en peso y longitud son muy bajos para una producción con fines comerciales.
- 8.2** La producción del caracol jute *Pachychilus larguillierti* no depende de la densidad de siembra.
- 8.3** No es viable una producción comercial de caracol *Pachychilus larguillierti* en las condiciones de cultivo del presente estudio debido a la alta susceptibilidad y poca adaptabilidad de los organismos a condiciones controladas de cultivo.
- 8.4** No existe una relación lineal entre la longitud y el peso en los caracoles jutes *Pachychilus larguillierti*.

IX. RECOMENDACIONES

- 9.1** Continuar con investigaciones de cultivos de especies no tradicionales en el País a efecto de contribuir con la diversificación de la producción acuícola.

- 9.2** Realizar investigaciones sobre los requerimientos nutricionales de los caracoles, con el propósito de desarrollar alimentos o dietas que permitan el cultivo de esta especie, mejorando el crecimiento y la sobrevivencia.

X. BIBLIOGRAFIA

1. Abbott, RT. 1950. Snail invaders. *Nature History* 59: 80-85.
2. Aguilera, C. 1996. Determinación del perfil de proteasas y de los requerimientos proteicos del Caracol Manzano (*Pomacea* sp.) como base para el desarrollo de una dieta artificial para su cultivo comercial. Tesis, M.Sc. México, Universidad Autónoma de Nuevo León. 89 p.
3. Andrews, EB. 1965. The functional anatomy of the gut of the prosobranch gasteropod *Pomacea canaliculata* and of some other pilids. *Proc. Zool.Soc. London.* 145: 19-36
4. Asian y Olguín. 1995. Evaluation of water spinach (*Ipomoea aquatica*) as feed for apple snail (*Pomacea patula*). *World Aquaculture 95, Book of Abstracts.* pp 51 -52.
5. Banarescu, P. 1990. *Zoogeography of freshwater, Vol.1 General distribution and dispersal of fresh water animals.* Editorial Aula - Verlag GmbH, Wiesbaden, Bucarest-Rumania. pp.1-511.
6. Bonnet, JC; Vrilon, JI. 1985. L'escargot *Helix aspersa*: Biologie-élevage. París, INRA. 80 p.
7. Burky, A.J. 1974. Growth and Biomass production an amphibious snail, *Pomacea urceus* (Müller) From the Venezuelan Savannah. *Proceeding Malacological Society London* 41: 127-143.
8. Cazzaniga N J. 1983. Apple-Snails Eating Chara. *Aquaphyte*, 3, (2): 1-4.
9. Dix, M. 1999. El impacto de la cuenca del Río Polochic sobre la integridad biológica del Lago de Izabal. Guatemala. 140 p.

10. Estebenet A.L. 1995. Food and feeding in *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae) *The Veliger* 38(4): 277-283.
11. Estebenet A. L. y Cazzaniga N.J. 1992. Growth and Demography of *Pomacea caniculata* (Gastropoda : *Ampullariidae*) under laboratory conditions. *Malacological Review*, 25:1-12.
12. Instituto Mineiro de Gestão das Águas, BR. 2001. Projeto águas de minas (en línea). Brasil. Consultado 25 sep. 2009. Disponible en http://www.igam.mg.gov.br/aguas/htmls/aguas_minas.htm
13. Lobo, X. 1986. Estudio de algunos aspectos de la biología del molusco *Pomacea Flagellata* (Say). Tesis Lic. Biol. Universidad de Costa Rica. 54 p.
14. Lum-Kong, A. 1989. The Potential of *Pomacea urceus* as a culture species in Trinidad. In BCPC. Monography. *Slugs and Snails in World Agriculture*. 41, 33-39.
15. Lum-Kong, A. y J.S. Kenny. 1989. The reproductive biology of the ampullarid snail *Pomacea urceus* (Müller). *Journal of Molluscan Studies*. 55, : 53-65.
16. Mioulane, P. 1985. L'élevage des escargots: manuel pratique. París, Editions de Vecchi. 111 p.
17. Nations, D. 1979. Snail shells and maize preparation: a Lacandon Maya analogy. *American Antiquity* 44(3): 568-571
18. Roldan, G. 1992. Fundamentos de limnología neotropical. Colombia, Universidad de Antioquia. 529 p.

19. Santos, A. 1999. Efectos de la temperatura y la intensidad luminosa sobre la producción intensiva de crías de caracol tegogolo *Pomacea patula* (Baker, 1922). Tesis M. Sc. Acuícolas. México, Universidad de Colima. 74 p.
20. SEGEPLAN (Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia, GT).2003. ERPM: Estrategia de reducción de la pobreza municipio Usumatlán, Zacapa,(en línea). Guatemala, SEGEPLAN. Consultado 5 de marzo de 2007. Disponible http://www.segeplan.gob.gt/dosis/ERP/ERP_municipios_2004/index.html
21. Vera Montenegro, Y. 1985. Evaluación de diferentes dietas alimenticias para cultivo en condiciones de laboratorio de *Lymnaea bulimoides*, *Lymnaea cubensis* y *Lymnaea humilis*. Tesis Lic. Biol. México, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala de la UNAM.76 p.
22. Yee, S. 1998. Relación peso de hueva-numero de caracoles eclosionados de caracol de agua dulce (*Pomacea* sp.) Centro de Estudios del Mar y Acuicultura de la Universidad de San Carlos de Guatemala. 16 p.

XI. ANEXO

Canal	Peso promedio (gr.)	Longitud Promedio (mm.)	Ancho Promedio (mm.)	pH	NH3	PO4	NO2	T°	Observaciones Mortalidad/ No. de huevos	Numero de organismos	Fecha de muestreo
D1(38m²)											
D3(115m²)											
D2(77m²)											
D3(115m²)											
D2(77m²)											
D2(77m²)											
D1(38m²)											
D3(115m²)											
D1(38m²)											
D3(115m²)											
D3(115m²)											
D2(77m²)											
D1(38m²)											
D2(77m²)											
D1(38m²)											

Anexo No.1. Boleta para la recolección de datos.

PESO PROMEDIO

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
D1	5	24.843	4.9686	0.0252543
D2	5	25.535	5.107	0.076975
D3	5	24.723	4.9446	0.0646968

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.076840533	2	0.038420267	0.690489983	0.52018755	3.885293835
Dentro de los grupos	0.6677044	12	0.055642033			
Total	0.744544933	14				

Anexo No.2. Análisis de varianza del peso promedio

**LONGITUD
PROMEDIO**

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
D1	5	185.443	37.0886	0.6267893
D2	5	185.383	37.0766	0.7841828
D3	5	183.118	36.6236	1.7623323

**ANÁLISIS DE
VARIANZA DE UN
FACTOR**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.70263	2	0.351315	0.332128553	0.723784308	3.885293835
Dentro de los grupos	12.6932176	12	1.057768133			
Total	13.3958476	14				

Anexo No.3. Análisis de varianza de la Longitud promedio