

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS



**“EVALUACIÓN BIO-ECONOMICA DE ALOJAMIENTOS Y DENSIDADES DE SIEMBRA
PARA EL CULTIVO DE CARACOLES DE AGUA DULCE (*Pomacea flagellata*)”.**

POR:

BENAVIDES LINARES, JACKELINE ROXANA

CHACÓN PICHE, MARIA DE LOS ANGELES

PORTILLO SEGOVIA, NORMA YAMILETH

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO 2012

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



**“EVALUACIÓN BIO-ECONOMICA DE ALOJAMIENTOS Y DENSIDADES DE SIEMBRA
PARA EL CULTIVO DE CARACOLES DE AGUA DULCE (*Pomacea flagellata*)”.**

POR:

BENAVIDES LINARES, JACKELINE ROXANA

CHACÓN PICHE, MARIA DE LOS ANGELES

PORTILLO SEGOVIA, NORMA YAMILETH

**REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:
LICENCIADA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO 2012

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL:

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

ING. M.SC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO:

ING. M.SC. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA:

Ing. Agr. M.SC. Napoleón Edgardo Paz Quevedo

DOCENTE DIRECTOR:

Ing. Agr. Carlos Enrique Ruano Iraheta

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION:

Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la Piscigranja de la Escuela de Biología de la Universidad de El Salvador, ubicada en la Ciudad de San Salvador, Departamento de San Salvador.

La evaluación tuvo una duración de 180 días donde se evaluó el efecto del crecimiento y rendimiento del caracol utilizando los siguientes tratamientos: T1: R1D1 Tanque de asbesto con densidad de 1 caracol / 3 lt de agua, T2: R1D2 Tanque de asbesto con densidad de 1 caracol / 6 lt de agua, T3: R2D1 recipientes plásticos con densidad de 1 caracol / 3 lt de agua y T4: R2D2 recipientes plásticos con densidad de 1 caracol / 6 lt de agua. Se utilizó el diseño estadístico Completamente al Azar, con cinco repeticiones por tratamiento, utilizando 415 caracoles en total. Las variables evaluadas fueron: rendimiento, peso, altura, diámetro y eje de la concha, tomando estos datos cada 15 días a partir de la fase experimental.

No hubo diferencia significativa para peso y tamaño. El mayor peso promedio al alcanzar la talla comercial fue de 13.56 gramos con concha y las mayores dimensiones de crecimiento promedio de la concha fue de 40.07 mm de altura, 38.84 mm de diámetro y 29.88 mm de eje de la concha en el T2; mientras que el rendimiento de material comestible presentó diferencia significativa ($p= 0.028$), el T4 alcanzó el mayor rendimiento promedio: 58.91%. Los resultados de la sobrevivencia de los caracoles reflejaron que a medida crecían (incremento de edad), había mejor sobrevivencia. El porcentaje más alto correspondió al T4 con un 97.95%.

En el análisis económico el presupuesto parcial mostró en todos los tratamientos, que los beneficios netos resultaron negativos, debido al costo de los alojamientos que no compensaron los ingresos.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Por proporcionarnos nuestra formación profesional.

A LA ESCUELA DE BIOLOGIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICAS DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR Por habernos permitido realizar en la Piscigranja la fase práctica de esta investigación.

A NUESTRO ASESOR

Ing. Agr. Carlos Enrique Ruano Iraheta.

Por su valiosa colaboración en la elaboración de este documento.

A LOS MIEMBROS DEL COMITÉ DE OBSERVACION

Ing. Agr. Blanca Eugenia Torres de Ortiz.

Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García.

Ing. Agr. David Ernesto Marin.

Por las acertadas observaciones con el fin de mejorar el contenido de esta investigación.

Al Ing. Agr. Luis Alonso Alas Romero

Por facilitar equipo informático para la redacción de este documento.

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO Y A LA VIRGEN MARIA

Por haberme dado fuerza por iluminar mi mente y alcanzar el ideal de culminar una carrera universitaria.

A MIS PADRES

María Luisa Linares de Benavides

Mario Raúl Benavides Aguilar

Como un agradecimiento por el inmenso amor y el apoyo que me brindaron en mi formación profesional.

A MIS HERMANAS

Mary Elizabeth, Melissa Gabriela y Jennifer Marcela Benavides Linares.

Por su comprensión y apoyo incondicional.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS

Que de una u otra forma me brindaron su apoyo.

A MIS COMPAÑERAS DE TESIS

Yamileth Portillo y María Piche

Por compartir el esfuerzo durante la carrera y el excelente desempeño en equipo de la investigación.

JACKELINE ROXANA BENAVIDES LINARES

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO Y LA VIRGEN MARIA

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por iluminar mi mente y alcanzar el ideal de culminar una carrera universitaria.

A MI MADRE

Marta Dolores Piche de Chacón.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, por su ejemplo de perseverancia y constancia, por sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por ser la persona que me enseñó a ser quien soy, pero más que nada, por su amor incondicional.

A MI PADRE

Máximo Chacón Vásquez

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A MIS HERMANOS

Marisela Edith, Max Erwin y Marta del Carmen por su apoyo incondicional.

A MIS COMPAÑERAS DE TESIS

Jackeline Benavides y Norma Portillo

Por su amistad y ayuda brindada.

MARIA DE LOS ANGELES CHACON PICHE

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO Y LA VIRGEN MILAGROSA

Por darme la vida, guiarme y alcanzar el ideal de culminar una carrera universitaria.

A MIS PADRES

León Portillo Rivera

María Herminia Segovia de Portillo

Por su sacrificio, orientación y apoyo para estudiar y concluir una carrera universitaria.

A MIS HERMANOS

Zarlim, Yanira, Edwin, Ronal, Diana, Edgardo, Fernando, Wendy y Marvin Portillo por su constante apoyo en los momentos difíciles.

A MIS COMPAÑERAS DE TESIS

Jackeline Benavides y María Piche

Por el mutuo entendimiento durante nuestra estadía en la universidad.

A TODOS MIS AMIGOS Y DEMAS FAMILIARES.

NORMA YAMILETH PORTILLO SEGOVIA

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| AUTORIDADES | ii |
| HOJA DE FIRMAS | iii |
| RESUMEN | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| DEDICATORIA | vi |
| ÍNDICE GENERAL | ix |
| ÍNDICE DE CUADROS | xv |
| INDICE DE FIGURAS | xix |
| INDICE DE ANEXOS | xxi |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA | 2 |
| 2.1. Generalidades del caracol de agua dulce (<i>Pomacea flagellata</i>). | 2 |
| 2.1.1. Importancia | 2 |
| 2.2. Taxonomía | 3 |
| 2.2.1. Nombre Común | 3 |
| 2.2.2. Historia | 3 |
| 2.2.3. Origen y distribución | 4 |
| 2.2.4. Descripción General del Hábitat del caracol <i>Pomacea flagellata</i> | 4 |
| 2.2.5. Papel que desempeñan en el ecosistema y alimentación | 5 |
| 2.2.6. Aspectos físico – químicos del agua | 5 |
| 2.2.7. Hábitos y comportamiento | 6 |
| 2.2.8. Características de la concha del caracol <i>Pomacea flagellata</i> | 7 |
| 2.2.9. Aparato respiratorio | 8 |
| 2.2.10. Aparato digestivo | 9 |
| 2.2.11. Sistema circulatorio | 9 |
| 2.2.12. Sistema nervioso | 10 |

| | | |
|------------|--|----|
| 2.2.13. | Características reproductivas del caracol <i>Pomacea flagellata</i> | 10 |
| 2.2.14. | Ciclo de vida | 10 |
| 2.2.15. | Características de la postura | 11 |
| 2.2.16. | Diferencia de sexos | 11 |
| 2.2.17. | Alimentación | 13 |
| 2.2.18. | Planta acuática (<i>Eichhornia crassipes</i>) para la alimentación del <i>Pomacea Flagellata</i> . | 15 |
| 2.2.18.1. | Nombre común | 15 |
| 2.2.18.2. | Clasificación taxonómica | 16 |
| 2.2.18.3. | Origen y distribución geográfica | 16 |
| 2.2.18.4. | Habito y forma de vida | 16 |
| 2.2.18.5. | Tamaño | 16 |
| 2.2.18.6. | Tallo | 16 |
| 2.2.18.7. | Hojas | 16 |
| 2.2.18.8. | Inflorescencia | 17 |
| 2.2.18.9. | Flores | 17 |
| 2.2.18.10. | Frutos y semillas | 17 |
| 2.2.18.11. | Raíz | 17 |
| 2.2.18.12. | Usos | 17 |
| 2.2.18.13. | Luz. | 18 |
| 2.2.18.14. | Temperatura | 18 |
| 2.2.18.15. | Multiplicación | 18 |
| 2.2.19. | Densidad de siembra del caracol. | 18 |
| 2.2.20. | Talla comercial del caracol. | 19 |
| 2.2.21. | Porcentaje de sobrevivencia | 19 |
| 2.2.22. | Porcentaje de mortalidad | 19 |

| | | | |
|-----------|--|-----------|----|
| 2.2.23. | Patología Parasitaria | | 20 |
| 2.2.23.1. | Parásitos platelmintos (<i>Temnocephala iheringi</i>) | | 20 |
| 2.2.23.2. | Parásitos trematodos (<i>Cercarias</i>) | | 21 |
| 2.2.23.3. | Parásitos nematodos (<i>Angiostrongylus cantonensis</i>) | | 22 |
| 3. | MATERIALES Y METODOS | | 23 |
| 3.1. | Descripción del estudio | | 23 |
| 3.1.1. | Localización de la investigación | | 23 |
| 3.1.2. | Duración de la investigación | | 23 |
| 3.2. | Metodología de campo | | 23 |
| 3.2.1. | Fase pre-experimental | | 23 |
| 3.2.2. | Fase experimental | | 24 |
| 3.2.3. | Toma de datos | | 25 |
| 3.2.4. | Instalaciones y equipo | | 26 |
| 3.3. | Metodología de laboratorio | | 27 |
| 3.3.1. | Disección de caracoles | | 27 |
| 3.3.2. | Análisis bromatológico | | 27 |
| 3.3.3. | Análisis físico químico del agua | | 27 |
| 3.4. | Metodología estadística | | 28 |
| 3.4.1. | Diseño estadístico | | 28 |
| 3.4.2. | Modelo matemático | | 28 |
| 3.4.3. | Unidades experimentales | | 29 |
| 3.4.4. | Tratamientos | | 29 |
| 3.4.5. | Factores en estudio | | 30 |
| 3.4.6. | Variables en estudio | | 30 |

| | |
|--|----|
| 3.4.6.1. Peso | 30 |
| 3.4.6.2. Altura de la concha (mm), diámetro de la concha (mm) y eje de la concha (mm) | 30 |
| 3.4.6.3. Rendimiento de material comestible | 30 |
| 3.4.6.4. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles <i>Pomacea flagellata</i> (%) | 30 |
| 3.4.6.5. Comparación de peso y tamaño | 30 |
| 3.4.7. Parámetros físico-químicos del agua | 30 |
| 3.4.7.1. Temperatura del agua | 30 |
| 3.4.7.2. Dureza total del agua (mgCaCO ₃ /l) | 30 |
| 3.4.7.3. Oxígeno disuelto (mg/l) | 30 |
| 3.4.7.4. pH | 30 |
| 3.4.8. Parámetros ambientales | 31 |
| 3.4.8.1. Iluminación (Lux) | 31 |
| 3.4.8.2. Temperatura ambiental (°C). | 31 |
| 3.4.8.3 Humedad relativa (%) | 31 |
| 3.4.9. Parámetros Bromatológicos del caracol (<i>Pomacea flagellata</i>) | 31 |
| 3.4.9.1. Grasa (%) | 31 |
| 3.4.9.2. Proteína (%) | 31 |
| 3.4.9.3. Carbohidratos (%) | 31 |
| 3.4.9.4. Cenizas (%) | 31 |
| 3.4.9.5. Calcio (%) | 31 |

| | |
|--|----|
| 3.4.9.6. Humedad (%) | 31 |
| 3.4.9.7. Fibra cruda (%) | 31 |
| 3.4.10. Parámetros bromatológicos para la planta acuática (<i>Eichornia crassipes</i>) | 31 |
| 3.4.10.1. Grasa (%) | 31 |
| 3.4.10.2. Proteína (%) | 31 |
| 3.4.10.3. Carbohidratos (%) | 31 |
| 3.4.10.4. Cenizas (%). | 31 |
| 3.4.10.5. Humedad (%) | 31 |
| 3.4.10.6. Fibra cruda (%) | 31 |
| 3.4.11. Parámetro parasitológico del caracol (<i>Pomacea flagellata</i>) . . . | 31 |
| 3.4.11.1. Diagnóstico parasitario cualitativo | 31 |
| 3.4.12. Parámetro bacteriológico del agua | 32 |
| 3.4.12.1. Coliformes totales | 32 |
| 3.4.12.2. Coliformes fecales | 32 |
| 3.5. Metodología socioeconómica | 32 |
| 4. Resultados y Discusión | 33 |
| 4.1. Peso (gr) | 33 |
| 4.2. Altura, diámetro y eje de la concha (mm) | 34 |
| 4.3. Rendimiento de material comestible | 36 |

| | | |
|--------|---|----|
| 4.4. | Sobrevivencia | 39 |
| 4.5. | Comparación de peso y tamaño | 41 |
| 4.6. | Comparación económica | 43 |
| 4.7. | Resultados de laboratorio | 44 |
| 4.7.1. | Parámetros químicos del agua | 44 |
| 4.7.2 | Parámetros ambientales | 44 |
| 4.7.3. | Análisis bromatológico de la Ninfa acuática <i>Eichornia crassipes</i> | 44 |
| 4.7.4. | Análisis bromatológico de los caracoles <i>Pomacea flagellata</i> | 44 |
| 4.7.5. | Análisis parasitológico | 45 |
| 4.7.6. | Determinación de calidad bacteriológica del agua (Determinación de número más probable (NMP) de coliformes totales y fecales) | 45 |
| 5. | Conclusiones. | 46 |
| 6. | Recomendaciones | 47 |
| 7. | Bibliografía | 48 |
| 8. | Anexos | 55 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Comparación de la composición química de diferentes productos alimenticios de origen animal | 2 |
| Cuadro 2. Composición química de la ninfa acuática (<i>Eichornia crassipes</i>) | 14 |
| Cuadro 3: Distribución de los tratamientos | 25 |
| Cuadro 4. Análisis de varianza | 29 |
| Cuadro 5. Presupuesto parcial para los tratamientos | 43 |
| Cuadro A- 1. Peso (g) para la primera toma de datos | 55 |
| Cuadro A- 2. Peso (g) para la segunda toma de datos | 55 |
| Cuadro A- 3. Peso (g) para la tercera toma de datos | 55 |
| Cuadro A- 4. Peso (g) para la cuarta toma de datos | 55 |
| Cuadro A- 5. Peso (g) para la quinta toma de datos | 56 |
| Cuadro A- 6. Peso (g) para la sexta toma de datos | 56 |
| Cuadro A- 7. Peso (g) para la séptima toma de datos | 56 |
| Cuadro A- 8. Peso (g) para la octava toma de datos | 56 |
| Cuadro A- 9. Peso (g) para la novena toma de datos | 57 |
| Cuadro A- 10. Peso (g) para la décima toma de datos | 57 |
| Cuadro A- 11. Análisis de varianza para la variable peso (g) | 57 |
| Cuadro A- 12. Altura (mm) para la primera toma de datos | 57 |
| Cuadro A- 13. Altura (mm) para la segunda toma de datos | 58 |
| Cuadro A- 14. Altura (mm) para la tercera toma de datos | 58 |
| Cuadro A- 15. Altura (mm) para la cuarta toma de datos | 58 |
| Cuadro A- 16. Altura (mm) para la quinta toma de datos | 58 |

| | |
|---|----|
| Cuadro A- 17. Altura (mm) para la sexta toma de datos | 59 |
| Cuadro A- 18. Altura (mm) para la séptima toma de datos | 59 |
| Cuadro A- 19. Altura (mm) para la octava toma de datos | 59 |
| Cuadro A- 20. Altura (mm) para la novena toma de datos | 59 |
| Cuadro A- 21. Altura (mm) para la décima toma de datos | 60 |
| Cuadro A- 22. Análisis de varianza para la variable altura (mm) | 60 |
| Cuadro A- 23. Diámetro (mm) para la primera toma de datos | 60 |
| Cuadro A- 24. Diámetro (mm) para la segunda toma de datos | 60 |
| Cuadro A- 25. Diámetro (mm) para la tercera toma de datos. | 61 |
| Cuadro A- 26. Diámetro (mm) para la cuarta toma de datos | 61 |
| Cuadro A- 27. Diámetro (mm) para la quinta toma de datos | 61 |
| Cuadro A- 28. Diámetro (mm) para la sexta toma de datos | 61 |
| Cuadro A- 29. Diámetro (mm) para la séptima toma de datos | 62 |
| Cuadro A- 30. Diámetro (mm) para la octava toma de datos | 62 |
| Cuadro A-31 Diámetro (mm) para la novena toma de datos | 62 |
| Cuadro A- 32. Diámetro (mm) para la décima toma de datos | 62 |
| Cuadro A- 33. Análisis de varianza para la variable diámetro (mm) | 63 |
| Cuadro A- 34. Eje de la concha (mm) para la primera toma de datos | 63 |
| Cuadro A- 35. Eje de la concha (mm) para la segunda toma de datos | 63 |
| Cuadro A- 36. Eje de la concha (mm) para la tercera toma de datos | 63 |
| Cuadro A- 37. Eje de la concha (mm) para la cuarta toma de datos | 64 |
| Cuadro A- 38. Eje de la concha (mm) para la quinta toma de datos | 64 |

| | |
|---|----|
| Cuadro A- 39. Eje de la concha (mm) para la sexta toma de datos . . . | 64 |
| Cuadro A- 40. Eje de la concha (mm) para la séptima toma de datos . . . | 64 |
| Cuadro A- 41. Eje de la concha (mm) para la octava toma de datos . . . | 65 |
| Cuadro A- 42. Eje de la concha (mm) para la novena toma de datos . . . | 65 |
| Cuadro A- 43. Eje de la concha (mm) para la décima toma de datos . . . | 65 |
| Cuadro A-44. Análisis de varianza para la variable eje de la concha (mm) . . . | 65 |
| Cuadro A-45. Rendimiento de material comestible | 66 |
| Cuadro A-46. Análisis de varianza para el variable rendimiento de material Comestible | 67 |
| Cuadro A-47. Prueba estadística DMS para la variable rendimiento de material comestible. | 67 |
| Cuadro A-48. Número de caracoles en la primera toma de datos, a los 51 días de edad | 68 |
| Cuadro A- 49. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 65 días de iniciada la evaluación | 68 |
| Cuadro A- 50. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 79 días de la evaluación | 69 |
| Cuadro A- 51. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 93 días de la evaluación | 70 |
| Cuadro A- 52. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 107 días de la evaluación | 71 |
| Cuadro A- 53. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 121 días de la evaluación | 72 |
| Cuadro A- 54. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 135 días de la evaluación | 73 |
| Cuadro A- 55. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 149 días | |

| | |
|--|----|
| de la evaluación | 74 |
| Cuadro A- 56. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 163 días de la evaluación | 75 |
| Cuadro A-57. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 177 días de la evaluación | 76 |
| Cuadro A-58. Promedios en el porcentaje de sobrevivencia de los caracoles para los diferentes tratamientos evaluados | 76 |
| Cuadro A- 59. Temperatura del agua en cada uno de los recipientes plásticos y tanques de asbestos, en el periodo de evaluación. | 77 |
| Cuadro A-60. Humedad relativa, grados lux y temperatura ambiental en el periodo evaluado | 77 |
| Cuadro A-61. Cantidad de ninfa acuática suministrado a los caracoles según número de caracoles por tratamiento | 78 |
| Cuadro A-62. Análisis de laboratorio de los parámetros químicos del agua | 79 |
| Cuadro A-63. Análisis bromatológico de la ninfa acuática (<i>Eichornia crassipes</i>) | 79 |
| Cuadro A-64. Análisis Bromatológico del caracol <i>Pomacea flagellata</i> | 80 |
| Cuadro A-65. Resultados del análisis parasitológico de los caracoles <i>Pomacea flagellata</i> | 80 |
| Cuadro A-66. Resultados del análisis parasitológico de los caracoles <i>Pomacea flagellata</i> | 81 |
| Cuadro A-67. Resultados de la determinación de calidad bacteriológica de agua (Determinación de número más probable (NMP) de coliformes totales y fecales) | 81 |
| Cuadro A-68. Recetas para la preparación de caracoles de agua dulce | 82 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. <i>Pomacea</i> sp macho, en el que se ha resaltado los ángulos rectos de las uniones de las espirales | 7 |
| Figura 2. Elementos básicos de la concha del caracol de agua dulce (<i>Pomacea flagellata</i>) | 8 |
| Figura 3. Anatomía interna del caracol de agua dulce (<i>Pomacea flagellata</i>). a. Macho. b. Hembra | 9 |
| Figura 4. Vista superior de los caracoles macho y hembra | 12 |
| Figura 5. <i>Pomacea</i> sp. macho. Se aprecia perfectamente el abultamiento y el pene replegado. (Salas, 2007) | 13 |
| Figura 6. <i>Pomacea</i> sp. hembra. A diferencia del macho, no presenta ése abultamiento | 13 |
| Figura 7. Tamaño comercial del caracol <i>Pomacea flagellata</i> | 19 |
| Figura 8. Dimensiones de una concha de caracol de agua dulce <i>Pomacea flagellata</i> | 25 |
| Figura 9. Peso (g) de los caracoles en relación al tiempo | 34 |
| Figura 10. Altura de la concha (mm) con relación al tiempo | 35 |
| Figura 11. Diámetro de la concha (mm) con relación al tiempo | 36 |
| Figura 12. Eje de la concha (mm) con relación al tiempo | 36 |

| | |
|---|----|
| Figura 13. Peso de material comestible con concha y sin concha de caracoles <i>Pomacea flagellata</i> | 38 |
| Figura 14. Rendimiento de material comestible de caracoles <i>Pomacea flagellata</i> . | 38 |
| Figura 15. Porcentaje de sobrevivencia por tratamiento durante el periodo de Evaluación. | 39 |
| Figura 16. Relacion entre el peso de los caracoles y la altura de la concha . | 41 |
| Figura 17. Relacion entre el peso de los caracolesy el diamentro de la concha . | 42 |
| Figura 18. Relacion entre el peso de los caracoles y el eje de la concha . . | 42 |
| Figura A- 1 Ubicación del montaje del experimento. | 84 |
| Figura A-2 Identificación de los caracoles <i>P. flagellata</i> | 84 |
| Figura A-3. Montaje del experimento en la Piscigranja de la Escuela de Biología | 84 |
| Figura A-4 Limpieza y recambio de agua de los alojamientos | 85 |
| Figura A-5. Toma de datos de la variable: a. altura, b. diámetro y c. eje de la concha | 85 |
| Figura A-6. Fijación de la muestra para el diagnóstico parasitológico del caracol <i>Pomacea Flagellata</i> | 85 |
| Figura A-7. Retiro de todo el material comestible del caracol, separación y macerado del intestino | 85 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| A-1. Cálculo de la cantidad de caracoles en el tanque de asbesto | 86 |
| A-2. Cálculo de la cantidad de caracoles en los recipientes plásticos | 86 |
| A-3. Cálculo de la cantidad de carbonato de calcio para cada una de las Modalidades | 87 |
| A-4. Calculo de la cantidad de hidróxido de calcio que se agregó para la desinfección de los tanques de asbesto | 88 |
| A-5. Disección de caracoles. | 88 |
| A-5.1 Diagnóstico de parásitos, en los caracoles de agua dulce <i>Pomacea</i> <i>Flagellata</i> | 89 |
| A-6. Cálculo para la elaboración del presupuesto parcial | 89 |

INTRODUCCION

El uso y aprovechamiento de los caracoles de agua dulce *Pomacea flagellata*, se propone como un complemento de recurso alimenticio para poblaciones de escasos recursos y bajo nivel de nutrición por ser una especie de fácil manejo y poseer un alto contenido proteico 55.85% en base seca. (Ruano Iraheta *et al* 2011)

La mayoría de la población salvadoreña, vive en una situación de escasos recursos económicos donde no se les facilita mejorar su dieta; siendo las tasas de pobreza para las personas dedicadas a la agricultura el doble del promedio nacional (aproximadamente 6 de cada 10 personas que trabajan en agricultura son pobres y 1 de cada 4 están en pobreza extrema), esto permite entender que a pesar de los avances experimentados, la desnutrición continua siendo un problema importante en El Salvador. Los datos de la encuesta nacional de los ingresos y gastos de los hogares 2006, citado por el PNUD muestra que en promedio los salvadoreños consumen 1,561 kilocaloría por día (kcal), casi 200 kcal por debajo del parámetro de la FAO, establece un consumo mínimo de 1,758 kcal. De hecho, el estudio revela que el 29% de los hogares cuya principal fuente de ingreso proviene del sector agropecuario estaría en situación de privación alimentaria (PNUD, 2010).

Realizando investigaciones de esta índole se pretende dar a conocer una nueva alternativa que mejore su dieta con un bajo costo y por lo tanto su seguridad alimentaria y su salud.

Los caracoles de agua dulce *Pomacea flagellata* son organismos que tienen la capacidad de reproducirse en grandes cantidades en su hábitat natural y son capaces de adaptarse fácilmente a medios controlados; es por eso que la posibilidad de mantener este recurso biológico acuático en tanques de asbesto y recipientes plásticos, como modalidades de producción puede convertirse en un cultivo que no solamente es una alternativa alimenticia sino también puede generar ingresos de esta actividad productiva y por lo tanto diversificar sus ingresos familiares en las zonas que tengan a disposición este recurso alimenticio.

Esta investigación se realizó en la Piscigranja de la Escuela de Biología de la Universidad de El Salvador, para evaluar el crecimiento del caracol (*Pomacea flagellata*), el rendimiento y la rentabilidad en dos alojamientos y dos densidades de siembra en condiciones controladas

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades del caracol de agua dulce (*Pomacea flagellata*)

2.1.1. Importancia.

Se sabe que el caracol tiene un sabor peculiar, y es consumido por la población de El Salvador, lo cual resulta una alternativa de alimento con un buen valor nutricional comparado con otros alimentos básicos, como se observa la composición química en el cuadro 1. (Ozaeta, 2002)

Cuadro 1. Comparación de la composición química de diferentes productos alimenticios de origen animal.

| Composición | Caracol | Bovino | Pollo | Pescado | Ostras |
|------------------|---------|--------|--------|---------|--------|
| Calorías/ 100 g. | 68.00 | 163.00 | 120.00 | 70.00 | 65.00 |
| Agua % | 83.80 | 72.00 | 70.60 | 81.00 | 82.00 |
| Proteínas % | 13.50 | 22.10 | 18.50 | 15.00 | 12.00 |
| Grasas % | 0.80 | 5.00 | 10.10 | 1.50 | 1.10 |
| Sales % | 1.90 | 0.90 | 0.80 | 2.50 | 4.90 |

Fuente: Ozaeta, 2002

El valor nutritivo del caracol es similar 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.

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.

El caracol tiene una alta tasa reproductiva, es muy resistente al manipuleo, poca exigencia en calidad de agua y amplio rango de alimentación y el soporte de altas densidades de carga animal. (Ozaeta, 2002)

La crianza de caracoles tiene muchas ventajas sobre otros cultivos; son muy activos, libres de huesos y de otros desechos; su cultivo no requiere de importación de granos o concentrados de proteínas; por lo tanto no compiten con los humanos por el alimento (Jiménez, 2008)

2.2. Taxonomía

Reino : Animal
Phylum : Mollusca
Clase : Gastropoda
Subclase : Prosobranchia
Orden : Mesogastropoda
Superfamilia : Viviparacea
Familia : Ampullariidae
Género : *Pomacea*
Especie : *flagellata*

(Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales- Inter-american Biodiversity Information Network. MARN-IABIN, sf)

2.2.1. Nombres Comunes

Caracol chino, Tote, caracol de agua dulce, Tegogolo. (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales- Inter-american Biodiversity Information Network. MARN-IABIN, sf; Brito, sf)

Según el autor Masuda. (S.f.), se le conoce también como caracol Maya.

2.2.2. Historia

El caracol de agua dulce fue traído a El Salvador en la década de los cincuenta del siglo pasado cuando el Gobierno de El Salvador solicitó a la Organización de las Naciones Unidas (ONU), asesoría para mejorar la pesquería en aguas continentales e iniciar el desarrollo de la acuicultura en El Salvador. Como resultado de esa solicitud, en 1957 llegó el experto Dr. Su Yen Lin, quien después de realizar una evaluación de las condiciones de la pesquería y la acuicultura recomendó que se introdujeran especies acuáticas de mayor potencial reproductivo y crecimiento rápido. (Jiménez, 2008)

Los caracoles del género *Pomacea flagellata*, fueron introducidos a El Salvador inicialmente en la laguna El Espino, Departamento de Ahuachapán, de allí fue llevado al embalse del Cerrón Grande, Departamento de Chalatenango y también a la laguna El Jocotal, Departamento de San Miguel. Actualmente se cultiva en estanques en Atiquizaya, Ahuachapán, Santa Ana y Sonsonate. (Instituto Geográfico Nacional, 1986)

El Plan Regional de Pesca y Acuicultura Continental (2006), realizó la identificación en el Lago de Guija del caracol de agua dulce (*Pomacea flagellata*) como una especie de importancia comercial; para las comunidades pesqueras de la zona.

2.2.3. Origen y Distribución

El género *Pomacea* o caracoles redondos pertenecen a la familia *Ampullaridae*, tiene su origen desde el centro de México al Norte de Colombia.

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. A nivel de América desde Estados Unidos Georgia y Florida y el este de México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, hasta Argentina; a nivel de Europa Está localizado en África, India, Archipiélago Malayo, y las islas Célebes. (Ozaeta, 2002)

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. (Ozaeta, 2002)

2.2.4. Descripción General del Hábitat del caracol *Pomacea flagellata*

Humedales de agua dulce, zonas abiertas y poco profundas como pantanos, ríos, riachuelos y lagunas. (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales- Inter-american Biodiversity Information Network. MARN-IABIN, sf)

El caracol dulceacuícola como su nombre lo indica, es un habitante de ríos y esteros, donde el agua no corre con mucha fuerza pero tiene un movimiento constante, para permanecer oxigenada. Por lo general se los encuentra en lugares no muy profundos, ni muy soleados, donde las plantas de orilla y acuáticas son abundantes y proporcionan sombra y alimentación a estos animales. Son animales nocturnos, así que aprovechan estas horas para alimentarse y desplazarse, sin embargo pueden estar bastante activos en días calurosos. Se desplazan por las piedras y por el fondo de los ríos buscando su alimentación

y eventualmente se hallan debajo de las hojas y maderos caídos sobre el río. A pesar de parecer animales lentos, pueden llegar a recorrer rápidamente ciertas distancias. (Puentes y Morales, 2000).

Un factor muy importante en el hábitat de *Pomacea* sp. es la cantidad de sales disueltas en el agua que necesita, especialmente de carbonato de calcio, que es en sí, el material esencial para la formación de la concha. (Argueta, 1995)

2.2.5. Papel que desempeñan en el ecosistema y alimentación

Al ser animales herbívoros, los caracoles de agua tienen el importante papel de ser limpiadores de los esteros. Su comportamiento alimenticio se basa en el consumo de material vegetal en descomposición, hojas de plantas terrestres que caen al agua y hojas de plantas acuáticas y así mantienen limpio el curso de agua. Igualmente mantienen controlada la población de algas que crece en el fondo de los ríos y contribuyen a mantener la oxigenación del agua favoreciendo el equilibrio del ecosistema. (Puentes y Morales, 2000).

También se le considera omnívoro e insaciable. Puede comer prácticamente de todo: algas de todo tipo, guisantes, acelga, pepino, artemia, pescado, carroña y alimento en escamas para peces. (Erivaj, 2006)

2.2.6. Aspectos físico – químicos del agua

El Parámetro más importante para el caracol *Pomacea* sp. es la temperatura. La cual es responsable de la actividad metabólica, reproductiva de desove, de la velocidad de crecimiento y del ciclo de vida.

Los caracoles pomácea son muy tolerantes a los cambios bruscos de temperatura, arriba de 32 grados son mortales y sobrevivirían unos 10 a 15 días, a 0°C dos días máximo, a -3°C no más de 6 horas, Temperaturas arriba de 40 °C mueren de 1 a 4 horas. La temperatura ideal para ellos es de 24 a 28°C a mayor calor habrá más actividad en el caracol y su vida sexual se despertará, y a menor temperatura caerán en un letargo; se alimentará menos y consecuentemente defecará menos. (Goldfish, 2007)

Ozaeta, (2002) menciona que las especies de *Pomacea* habitan en zonas cálidas con temperatura óptima del agua entre 22°C a 25°C, niveles de oxígeno de 1 a 4 ppm.; un pH entre 6 a 9; la concentración de carbonato disuelto en el agua debe estar entre 80 y 130 mg/l, para una buena formación de la concha.

También Erivaj, (2006) menciona que la temperatura a las que se deben someter son de 20°C – 25°C. A temperaturas menores de 18°C se mueven poco activos. Si se mantienen en acuarios de agua caliente, por encima de 25°C, su metabolismo y su actividad aumenta, pero su ciclo de vida se reduce.

El agua requiere un pH entre 6.5 y 8.0, ya que si es más ácido (< 6.0), su concha se comenzaría a disolver. El agua tampoco ha de ser muy blanda, ya que requiere carbonatos para formar su concha.

2.2.7. Hábitos y comportamiento

Se reproduce en cantidades en hábitat natural y puede adaptarse fácilmente a hábitat controlados. Tienen hábitos nocturnos y normalmente se alimentan, se aparean y ponen huevos durante la noche. Se alimenta de plantas sumergidas como la barbona o elodea (*Hydrilla verticillata*). Tienen sexo separado por lo cual se necesita un macho y una hembra para que se reproduzcan. Se reproducen todo el año y tienen rápido crecimiento. Su naturaleza anfibia le permite tolerar aguas con bajo contenido de oxígeno y soportar el hacinamiento. Pueden permanecer largos períodos fuera del agua y soporta un amplio rango de condiciones ambientales. (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales- Inter-american Biodiversity Information Network. MARN-IABIN, sf)

Son herbívoros, por lo tanto son eficientes convertidores de energía, son prolíficos, pueden ser manejados en combinación con otras especies, soportan un amplio rango de condiciones ambientales y bajo condiciones controladas de cultivo es posible evitar enfermedades o parásitos. (Iriarte, 2007)

Por lo regular se basa en una dieta vegetariana, verduras, legumbres, arvejas/chicharos y la lechuga; aunque son omnívoros así que se les puede dar de todo e incluso concentrados de peces. (Goldfish, 2007)

También se le considera omnívoro e insaciable. Puede comer prácticamente de todo: algas de todo tipo, guisantes, acelga, pepino, artemia, pescado, carroña y alimento en escamas para peces. (Erivaj, 2006)

Son animales nocturnos, así que aprovechan estas horas para alimentarse y desplazarse, sin embargo pueden estar bastante activos en días calurosos. Se desplazan por las piedras y por el fondo de los ríos buscando su alimentación y eventualmente se hallan debajo de las

hojas y maderos caídos sobre el río. A pesar de parecer animales lentos, pueden llegar a recorrer rápidamente ciertas distancias. (Puentes y Morales, 2000).

Un factor muy importante en el hábitat de *Pomacea* sp. es la cantidad de sales disueltas en el agua que necesita, especialmente de carbonato de calcio, que es en sí, el material esencial para la formación de la concha. (Argueta, 1995)

2.2.8. Características de la concha del caracol *Pomacea flagellata*

La textura de la superficie, puede ser lisa o áspera, puede presentar líneas de crecimiento, la concha se presenta en forma de cono, con crecimientos redondeados, la abertura de la concha es ovalada. (Goldfish, 2007)

La concha de esta especie de caracol chino posee unas cinco vueltas y crece durante toda su vida, llegando a medir unos 40-70 mm de diámetro. Está formada por varias capas, la superficial es una fina capa proteica que contiene varios pigmentos y es la que da color al caracol. Bajo ella se encuentra una capa de carbonato cálcico, de color blanco, que es la responsable de la dureza de la concha. Las uniones de las espirales forman ángulos de 90° muy marcados con respecto a la concha, como se puede ver en la figura 1. (Salas, 2007)

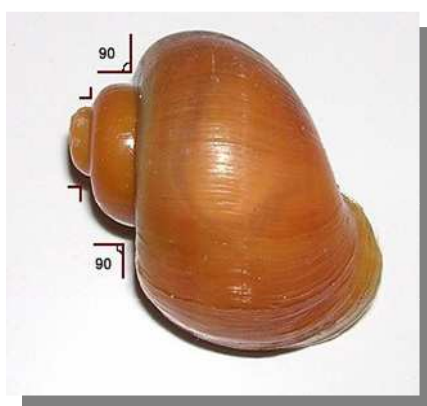


Figura 1. *Pomacea* sp macho, en el que se ha resaltado los ángulos rectos de las uniones de las espirales. (Salas, 2007)

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. (Ozaeta, 2002)

Detalles de elementos de la concha se observan en la figura 2. (Masuda. sf)

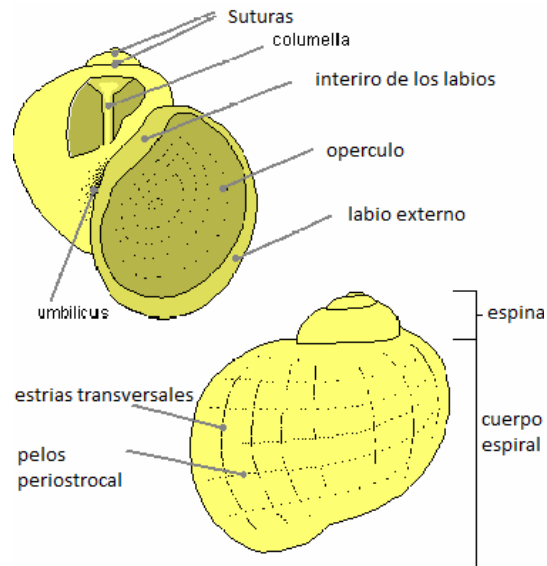


Figura 2. Elementos básicos de la concha del caracol de agua dulce (*Pomacea flagellata*). (Masuda. sf)

2.2.9. Aparato Respiratorio

Poseen respiración branquial-pulmonar, es decir que pueden respirar bajo el agua, o también tomar oxígeno de la superficie, para lo cual poseen una estructura negra grisácea al lado izquierdo que se conoce con el nombre de sifón, el mismo que se asemeja a una especie de manguera, que se extiende hacia la superficie del agua cuando necesitan tomar oxígeno, que posteriormente se dirigirá hacia el saco pulmonar. (Puentes, 2000)

2.2.10. 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. (Ozaeta, 2002)

Detalles sobre la anatomía interna del caracol *Pomacea flagellata* se observan en la figura 3 a y b. (Masuda. sf)

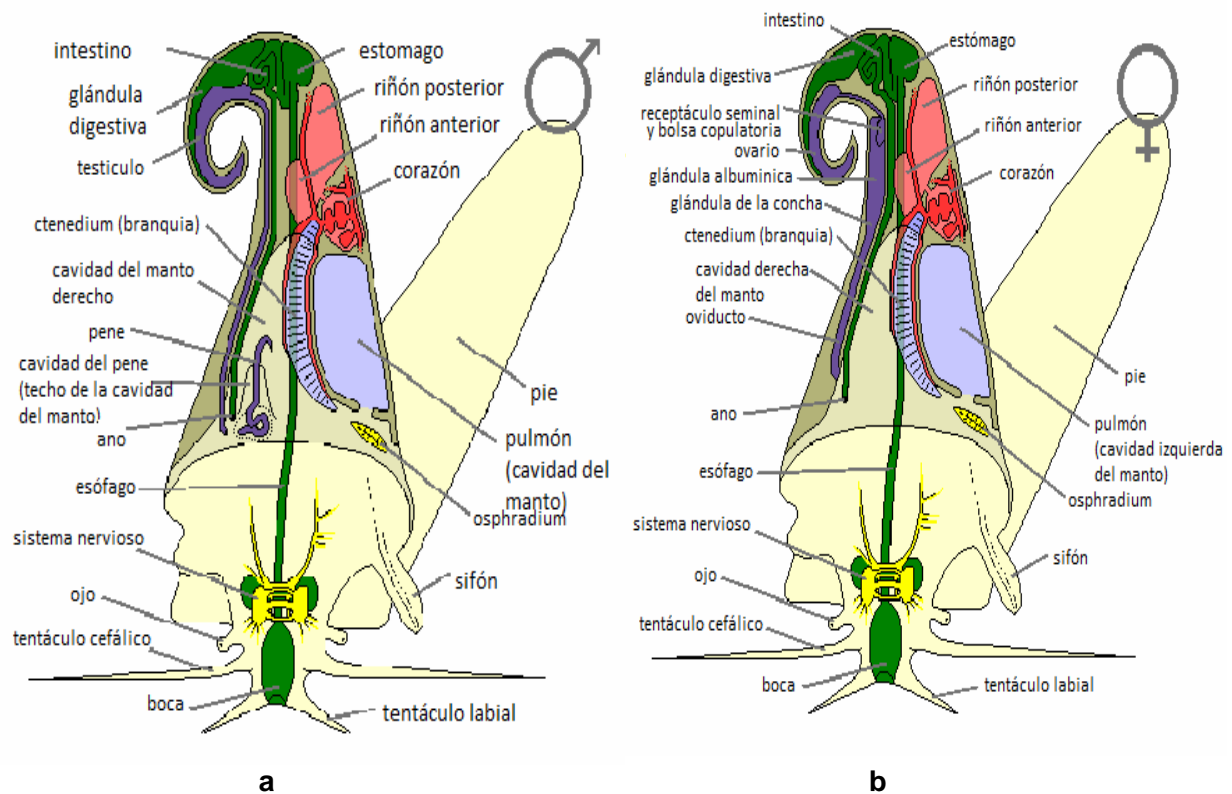


Figura 3. Anatomía interna del caracol de agua dulce (*Pomacea flagellata*). a. Macho. b. Hembra. (Masuda, sf)

2.2.11. 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. (Ozaeta, 2002)

2.2.12. 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. (Ozaeta, 2002)

2.2.13. Características reproductivas del caracol *Pomacea flagellata*

La mayoría de caracoles, acuáticos y terrestres, son hermafroditas (un individuo posee ambos sexos, aunque necesita de otro para fecundarse). Pero éste no es el caso del caracol (*Pomacea flagellata*), en los que existen sexos separados.

La reproducción se favorece con un aumento en la temperatura hasta unos 25°C.

El macho copula con la hembra durante varias horas, abrazando con su cuerpo la concha de ésta. Las hembras pueden guardar el esperma durante meses, por lo que hembras solitarias pueden hacer puestas. Igualmente una puesta puede ser originaria de diferentes machos.

La hembra, al cabo de un par de días tras la fecundación, abandona el agua por la noche para depositar los huevos fuera de ella.

Una fecundidad relativamente alta, un elevado porcentaje de eclosión, baja mortalidad, un periodo de desarrollo corto y un estado de eclosión avanzado, aumentan las perspectivas para su cultivo. (Brito, *et al*, sf).

Su reproducción se lleva a cabo por medio de la cópula y la fecundación. El poro genital se localiza en la abertura de la cavidad del manto. La hembra presenta un gonoporo por el cual los huevecillos son expulsados al exterior. El macho presenta un órgano protráctil (pene) con sus gónadas bien desarrolladas. La copula ocurre cuando el macho se posa sobre la hembra y de una forma repentina, introduce el órgano genital en el gonoporo de la hembra y deposita el líquido espermático, después de este acto permanecen unidos de dos a tres hora aunque puede ser más tiempo. (Santos, 1999)

2.2.14. Ciclo de vida

El huevo dura 16 días en promedio. El caracol chino alcanza su máximo tamaño a los 12 meses y tiene un período de vida de 8 a 9 años. (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales- Inter-american Biodiversity Information Network. MARN-IABIN, sf)

2.2.15. Características de la postura

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. El huevo mide de 1 a 3 mm de diámetro. 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. Los caracoles pequeños al eclosionar, caen dentro del agua, nacen con conchas y su alimentación está basada de plancton microscópico.

Al nacer los caracoles miden de 2 a 3 mm y la concha empieza a pigmentarse a los 8 días y endurece a los 15 días. (Ozaeta, 2002)

La postura de los mismos es aérea, las hembras los depositan en el tronco de una planta que sobresalga del agua, en una roca o en cualquier superficie que se encuentre en inmediaciones al lecho acuoso, asegurando así la humedad necesaria de los mismos para evitar su desecación. En el caso de los caracoles que se encuentran en acuarios, es normal encontrar los huevos en las tapas de los mismos o en sus bordes. Para que los huevos lleguen a eclosionar, es aconsejable retirarlos y colocarlos sobre una esponja humedecida, el cual flote sobre una pequeña pecera. (Korion, s.f)

2.2.16. Diferenciación de sexo

Los organismos del genero *Pomacea*, presentan sexos separados, aunque morfológicamente no se puede distinguir uno del otro. (Santos, 1999)

En teoría resulta difícil diferenciar externamente el sexo de los caracoles para ello existen tres técnicas: La primera y más sencillo es observar si un caracol se sube encima de otro para copular, permaneciendo en esa posición bastante tiempo. El de arriba será el macho, y la de abajo, la hembra. Aunque esto no tiene por qué ser siempre así, ya en ausencia de hembras los machos intentan copular con otros machos ya identificados.

El segundo método, se realiza a partir de los 2 meses; cuando son más pequeños no es tan fiable. Se trata simplemente de observar la presencia del ovario a través de la concha de las hembras. En la figura 4 se puede apreciar como una zona marrón que abarca casi toda la vuelta de la primera espiral. Como resultaría lógico pensar, los machos no presentarán esta zona oscura. Obviamente, este método resulta realmente difícil si los caracoles tienen la concha oscura, como los de coloración salvaje, o si ésta es gruesa o si son jóvenes, ya que el ovario aún no estará maduro. (Acuario paradise tropical fish. sf).

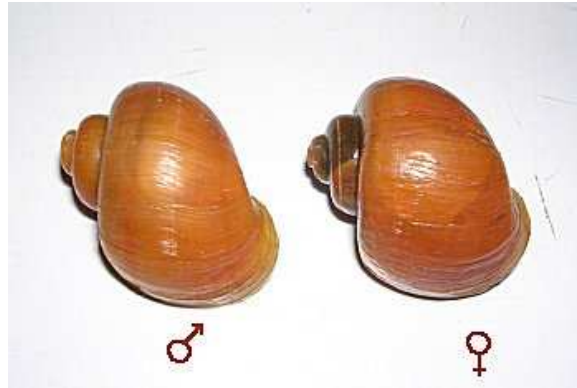


Figura 4. Vista superior de los caracoles macho y hembra. (Acuario paradice tropical fish. sf).

El tercer método es el más fiable para identificar los sexos de los caracoles, especialmente si son grandes. Se trata de sacar al caracol del agua y esperar a que saque su cuerpo de la concha, intentando darse la vuelta, para poder apreciar en la parte superior derecha (del caracol) la presencia (o ausencia) del abultamiento del pene. En la figura 5 en los machos (lógicamente) se aprecia un bulto en esa zona bajo la concha, que es de donde sale el pene a la hora de la cópula. En la figura 6 en las hembras, no se verá nada.

Puede ser bastante difícil conseguir que el caracol asome la cabeza, es cuestión de paciencia. Un pequeño truco mientras se tiene agarrado, es acercarlo a una superficie cuando ya ha sacado parte del cuerpo; el caracol se estira para aferrarse, y se aprovecha ese momento para observarlo. (Salas, 2007)



Figura 5. *Pomacea* sp. macho. Se aprecia perfectamente el abultamiento y el pene replegado. (Salas, 2007)



Figura 6. *Pomacea* sp. hembra. A diferencia del macho, no presenta ese abultamiento. (Salas, 2007)

2.2.17. Alimentación

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. (Ozaeta, 2002)

El caracol manzana es omnívoro, aunque algunas especies como el *Pomacea canaliculata* son además ávidas devoradoras de plantas, habiéndose convertido en una verdadera plaga que devora plantaciones de arroz en Asia, donde fueron introducidos. (Salas, 2007)

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.

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*), ramio (*Boehmeria nivea*), y algas que crecen en paredes de estanques. También acepta alimento artificial (concentrados). (Ozaeta, 2002)

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 acuática (*Eichornia crassipes*), la cual es muy prolífica y contiene bastante proteína como se observa en el cuadro 2. (Ozaeta, 2002)

Cuadro 2. Composición química de la ninfa acuática (*Eichornia crassipes*), expresada en porcentaje.

| Ninfa acuática (<i>Eichornia crassipes</i>) | Promedio de composición (% por peso) | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|------|-----|------|------|---------|------|------|
| | H2O | CP | EE | CF | NFE | Cenizas | Ca | P |
| Toda la planta, fresca | 91.5 | 1.2 | 0.3 | 1.9 | 3.8 | 1.3 | 0.18 | 0.09 |
| Toda la planta, seca | 10.6 | 14.8 | 2.9 | 22.9 | 26.4 | 22.1 | 1.69 | 0.37 |

Fuente: FAO, sf.

En la investigación realizada en México sobre la Validación del cultivo semi-intensivo de caracol Tote (*Pomacea flagellata*), en el trópico húmedo se utilizaron tres sistemas de alimentación de bajo costo: alimento para tilapia con 32% de proteína, alimento para pollo con 20% de proteína y hojas de chaya (*Cnidocolus chayamansa*) con 8,25% de proteína. En donde la tasa de alimentación fue de 15% de la biomasa total para las primeras 5 semanas, 10% para la semana 6 a la 10, y de 7,5% de la semana 11 en adelante, ajustada de acuerdo con los datos de las biometrías y mortalidad semanales. En donde se obtuvieron resultados de talla comercial de 4 cm de altura en 11 semanas con el tratamiento con alimento para tilapia, 12 semanas para el tratamiento alimento para pollo con 20% de

proteína y 16 para tratamiento a base de hojas de chaya (*Cnidoscolus chayamansa*) con 8,25% de proteína. (Iriarte, 2007)

En la investigación sobre el Cultivo y aprovechamiento de moluscos acuáticos en la comunidad indígena Cocama-Cocamilla, utilizaron caracoles *Pomacea macula* los cuales fueron alimentados combinados ad libitum con cáscaras de plátano maduro *Musa paradisiaca*; residuos de yuca *Manihot sculenta* (cáscara y hojas) en cada tratamiento. (Padilla, P; et al. 2002)

Además en la tesis realizada por Ozaeta (2002) sobre la 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. 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. En donde se obtuvo que el resultado final de peso y el crecimiento fue el mejor con la alimentación con ninfa acuática obteniendo 15.44 g de peso y 38.06 mm de longitud en los cuatro meses que duró la investigación. En los niveles de tratamiento con incaparina, el mejor peso se dio en el nivel de 5.00 g con 10.65 g de peso del caracol con una longitud de 32.75 mm., siguiéndole el nivel de 7.50 g. con 9.24 g. de peso del caracol, con una longitud de 32.75 mm. y en seguida el nivel de 2.50 g. con 9.06 g. de peso del caracol, con una longitud de 32.75 mm.

En el ensayo realizado en la Universidad de El Salvador, en la Escuela de Biología, se obtuvo como resultado que el caracol *P. flagellata* no tiene preferencia significativa en los alimentos proporcionados en la investigación, los que utilizaron fueron: hojas de repollo, hojas de zanahoria y hojas de lechuga. (Jiménez, 2008)

2.2.18. Planta acuática (*Eichornia crassipes*) para la alimentación del *Pomacea flagellata*.

2.2.18.1. Nombres comunes: Jacinto, Jacinto acuático, Jacinto de agua, lirio acuático. (Novelo, 2006)

Cucharilla, camalote, flor de agua, lagunera, lechuguilla, carolina, papalacate, pico de pato, reina, tamborcillo, violeta de agua, ninfa. (Taxonomía de macrofitas, 2009)

2.2.18.2. Clasificación taxonómica

- Reino** : Plantae
- Subreino** : Traqueobionta (plantas vasculares)
- Superdivisión** : Spermatophyta (plantas con semillas)
- División** : Magnoliophyta (plantas con flor)
- Clase** : Liliopsida (monocotiledóneas)
- Subclase** : Liliidae
- Orden** : Liliales.
- Género** : *Eichhornia*
- Especie** : *crassipes*. (Vibrans, 2005)

2.2.18.3. Origen y distribución geográfica

Originaria de América tropical, ahora esta naturalizada en las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. Muy común y abundante dentro de reservas. (Vibrans, 2005)

2.2.18.4. Hábito y forma de vida

Planta acuática libremente flotadora o fija al sustrato, perenne. (Vibrans, 2005)

2.2.18.5. Tamaño

Muy variable en tamaño, normalmente alrededor de 30 cm. Puede formar matas flotantes grandes. (Vibrans, 2005)

2.2.18.6. Tallo

Reducido, estolonífero, aunque un tallo horizontal (rizoma) alargado conecta a diferentes individuos. (Vibrans, 2005)

2.2.18.7. Hojas

Hojas dispuestas en roseta, redondeadas y provistas de tallos porosos para facilitar la flotación las emergidas, y lineares o acintadas las sumergidas. (Hermida, 2011)

Formando una roseta basal, los pecíolos largos y cilíndricos en las plantas fijas al sustrato (de 3 a 60 cm de largo), y cortos y globosos en las plantas flotantes, las láminas de las hojas casi circulares o más anchas que largas, de 2.5 a 16 cm de largo y 3 a 12 cm de ancho, ápice truncado, redondeado a ligeramente obtuso, base truncada a algo cordada. (Vibrans, 2005)

2.2.18.8. Inflorescencia

Espiciforme, con 4 a 16 flores solitarias y alternar a lo largo del pedúnculo, sésiles, pedúnculo de 6 a 26 (33) cm de largo, grueso, glabro a ligeramente pubescente. (Vibrans, 2005)

2.2.18.9. Flores

Grandes (hasta de 5 cm de largo) de color lila, variando del azul a morado, rara vez blanca, con pelillos, con la base tubulosa y hacia el ápice dividida en 6 segmentos desiguales, 3 externos y 3 internos, uno de éstos más ancho y con una mancha amarilla; 6 estambres con pelos glandulares en los filamentos, 3 de ellos más largos, las anteras aflechadas, de un tono azul. (Vibrans, 2005)

2.2.18.10. Frutos y semillas

El fruto es una cápsula elíptica, de más o menos 1.5 cm de largo, con 3 ángulos. Las semillas numerosas, de poco más de 1 mm de largo, con 10 costillas longitudinales, de color negruzco. (Vibrans, 2005)

2.2.18.11. Raíz

Fibrosas, comúnmente coloreadas. Son consideradas malas hierbas, que pueden “taponar” en poco tiempo una vía fluvial o lacustre. Especie flotante de raíces sumergidas. (Vibrans, 2005)

2.2.18.12. Usos

Para adornar pequeños lagos, embalses, pero sobre todo para estanques y también acuarios. Ofrece un excelente refugio para los peces protegiéndolos del sol excesivo, de las heladas. (Hermida, 2011)

2.2.18.13. Luz

Sol o semisombra. Requiere iluminación intensa, que, si es artificial, deberá ser proporcionada por una rampa luminosa completa. (Hermida, 2011)

2.2.18.14. Temperaturas

La temperatura ambiente mínima requerida es de 10 grados. (Hermida, 2011)

2.2.18.15. Multiplicación

Mediante división de los rizomas. Durante el verano se reproduce fácilmente por medio de estolones que produce la planta madre, llegan formarse verdaderas "islas" de gran porte. (Hermida, 2011)

2.2.19. Densidad de siembra del caracol

Según Reyes citado por Ozaeta (2002) en investigaciones realizadas en Guatemala las densidades de siembra utilizadas son las siguientes: en monocultivo las densidades van de 1 á 5 caracoles /m² en sistema extensivo; de 5 á 10/m² en semi-intensivo y de 10 á 20/m² en intensivo; y que en canales de agua corrida es de 150 caracoles /m². También se ha evaluado una densidad de siembra de un caracol por 9 litros de agua.

Según cita dada por Brito (sf) se realizó una investigación por Alonzo Parra en 1984, sobre el efecto de la Densidad en la Supervivencia de Juveniles del Caracol "tote" *Pomacea flagellata* bajo Condiciones de laboratorio, emplearon densidades de siembra de 10 org/ acuario, cada acuario tenían una capacidad de agua de 40 litros (1 caracol por cada 4 litros de agua). En la que obtuvieron tasas de supervivencia entre 80% y 100% con *P. flagellata*.

La Revista científica de la Sociedad Española de Acuicultura menciona que la densidad de siembra del caracol de agua dulce puede ser de 200 crías por UC (unidades de cultivo) (1 org/l = 1000 org/m³). (Iriarte, 2007)

Según Puentes, Morales (2000), para *Pomacea flagellata* se recomienda tener entre 10 y 15 caracoles por metro cúbico.

2.2.20. Talla comercial del caracol

El crecimiento de los caracoles *Pomacea flagellata* es bastante acelerado ya que duplica su peso y tamaño al mes después de nacidos y luego ganan aproximadamente 1.5 gr. semanalmente, lo que da una ganancia mensual de 6.0 gramos. Por lo que está considerado que su madurez sexual la alcanzan a los 6 meses de edad y estarían listos para el consumo entre los 4 y 5 meses de edad. En tamaño adulto es de 7 cm de largo, 6 de ancho y 6 de alto y su peso de 80g, sin embargo hay ejemplares adultos que pueden alcanzar menor tamaño y peso, todo depende de la alimentación y de las condiciones de cría. (Puentes, 2000)

El caracol *Pomacea flagellata* durante cinco a seis meses, puede alcanzar un diámetro hasta de más de 40 mm.; con peso promedio de 9.8 g con concha.

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. (Ozaeta 2002)

Según Lobo 1989, citado por Argueta (1995), el caracol *Pomacea flagellata* (figura 7), alcanza a los 8 meses una longitud de 30-35 mm la cual es considerada una talla comercial óptima.



Figura 7. Tamaño comercial del caracol *Pomacea flagellata* en la Laguna de Metapán.

2.2.21. Porcentaje de sobrevivencia

Según estudios realizados por Brito Manzano, S.f., los caracoles *Pomacea flagellata* cultivados en acuarios en condiciones de laboratorio el mayor porcentaje de sobrevivencia fue de un 88 % y se registró el menor porcentaje con el 71 % de organismos vivos al final del estudio.

2.2.22. Porcentaje de mortalidad

En otro estudio realizado por Iriarte (2007), los caracoles *Pomacea flagellata* cultivados en condiciones naturales resultaron con un porcentaje de mortalidad entre un 6.48% y 7.72%. Las diferentes mortalidades en los tratamientos pudieron estar relacionadas con factores

ambientales (variables físico-químicas), nutricionales (calidad y cantidad del alimento) y sobre todo aquellos inherentes al cultivo y al cultivador (manejo, tasa de recambio y alimentación).

2.2.23. Patología Parasitaria

2.2.23.1. Parásito platelminto (*Temnocephala iheringi*)

La familia Temnocephalidae pertenece a los turbelarios, parásitos planos comensales de Nueva Guinea, Nueva Zelanda, Australia, Madagascar, América Central y del Sur. Diecinueve especies de *Temnocephala* han sido reportadas en la región Neotropical, sobre todo asociadas a los crustáceos como anfitriones, y diez de ellos han sido encontrados en Argentina. Solo tres especies (*Temnocephala iheringi*, *Temnocephala rochensis* y *Temnocephala haswelli*) se asocian con los caracoles de agua dulce perteneciente a la familia Ampullariidae; *T. iheringi* ha formado parte de Argentina, sobre todo en *Pomacea caniculata*. Estas especies viven en una estrecha relación con su anfitrión que la mayoría de otros *Temnocephala* spp., ya que ocupan la cavidad del manto de los caracoles que salen sólo para sentar las cápsulas de huevos en la cáscara.

Aunque muchos aspectos de la biología de *Temnocephala* se han estudiado, el conocimiento de sus interacciones con sus anfitriones es todavía fragmentario. La mayoría de los estudios se han centrado en el nivel intrapoblacional y casi nada se sabe sobre los factores que regulan la distribución y abundancia de estos gusanos comensales en los niveles superiores (es decir, entre las poblaciones de sus hospedadores).

Sólo el 23% de las poblaciones del caracol manzana que habitan en arroyos albergaba temnocephalans, mientras que la incidencia entre los lénticos (se refiere a cuerpos de agua cerrados que permanecen en un mismo lugar sin correr ni fluir, como los lagos, las lagunas, los esteros, o los pantanos) fue de 71%. *T. iheringi* se encuentra principalmente en las poblaciones de caracoles que viven en sitios que no son alcalinas y donde los caracoles alcanzan tamaños de más de 4 cm siendo muy comunes. La prevalencia de la temnocephala en las poblaciones lénticas fue superior al 90%. El número de huevos osciló entre 0 y 470 y fue diferente entre las poblaciones de *P. caniculata*. La prevalencia y el número de huevos fue menor en las poblaciones lénticas, a excepción de una población corriente inmediatamente aguas abajo de un lago con los comensales. No hubo diferencias entre machos y hembras de *P. caniculata* ni en la prevalencia ni en el número de huevos en la

cáscara. La población más austral del mundo de *P. canaliculata* de comensales puertos que tolera el frío invierno temperaturas del agua (4.5 °C), así como su huésped. Por otra parte, *Temnocephala iheringi* se encontró solamente en sitios con concentraciones de bicarbonato inferior a 6,6 meq l⁻¹ lo que sugiere que la tolerancia de los comensales es muy inferior a la del caracol manzana (hasta 9,95 meq l⁻¹). El número de gusanos dentro de cada caracol o la variación de la historia de vida de *P. canaliculata* podría explicar la influencia del tamaño de los caracoles en la ocurrencia de *T. iheringi*. En los caracoles de gran tamaño, donde el número de comensales es mayor, la probabilidad de supervivencia de al menos un gusano también es mayor, especialmente durante el período de hibernación, durante el rastreo y la alimentación son nulos y los caracoles permanecer enterrado. Por otra parte, los caracoles *P. canaliculata* de las poblaciones lénticas son generalmente más grandes e iteróparo (organismo que se reproduce repetidamente a lo largo de la vida) sobre todo, mientras que los que habitan en las corrientes son más pequeñas y semélpara (organismo que se reproduce una sola vez a lo largo de su vida). En estas poblaciones de los caracoles tienen acceso a aparearse sólo con los caracoles de su misma cohorte, mientras que en las poblaciones iteróparo pueden copular con otros individuos de las cohortes, lo que permite la transmisión entre generaciones de gusanos y la persistencia a largo plazo de la población de los comensales. (Martín, 2005)

2.2.23.2. Parásitos trematodo (Cercarias)

Un estudio realizado en Costa Rica (Cortés, 2010) se determinó la presencia de cercarias en diferentes moluscos encontrados en estanques de tilapias, entre los cuales se encontraron caracoles *Pomacea flagellata*. Mediante las diferentes técnicas de laboratorio, se analizaron los moluscos encontrando la presencia de cercarias, de tipo dístoma, identificándose siete diferentes morfotipos: *Xifidiocercaria*, *Equinostoma*, *Oftalmocercaria*, *Parapleurolofofocercus*, *Cistocerca*, *Furcocercaria* y *Leptocercaria*.

En *Pomacea flagellata* se lograron determinar un total de cinco morfotipos en total (*cistocercaria*, *equinostoma*, *xifidiocercaria*, *oftalmocercaria* y *leptocercaria*).

Para cada uno de los morfotipos de cercarias encontrados en las especies de moluscos, se determinó la prevalencia de infección parasitaria (PIP).

Según este estudio estos parásitos son perjudiciales y hasta mortales para las tilapias, siendo más vulnerables los alevines.

2.2.23.3. Parásito nematodo (*Angiostrongylus cantonensis*)

En un estudio realizado en Chile, se tomó la importancia de la detección del caracol *Pomacea patula*, que radica en su eventual impacto sobre las comunidades de plantas acuáticas, como también por su importancia medica al ser un hospedero intermediario del nematodo, *Angiostrongylus cantonensis*; aunque también existen especies comestibles que tienen gran importancia comercial, como *Pomacea patula*, que se encuentra en México.

En Chile es el único representante de la familia y el primero en detectarse en ambientes silvestres, no obstante que *Pomacea bridgessi* se había registrado en acuarios comerciales.

En los resultados, de las muestras estudiadas de este molusco introducido no se han detectado parásitos de importancia medica, aunque en Cuba se ha detectado a *Angiostrongylus cantonensis*, nematodo que utiliza como huéspedes intermediarios a *P. canaliculata*, y *P. paludosa*. (Jackson, 2009)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.

3.1.2. Localización de la investigación

La investigación se llevó a cabo en la Piscigranja de la Escuela de Biología, localizada al norte del edificio principal de dicha Escuela y dentro de los terrenos de la Universidad de El Salvador. Geográficamente se ubica en la ciudad de San Salvador a 658 msnm y a 13° 43'12.20" N, 89° 12' 16.90" O. (figura A-1)

3.1.3. Duración de la investigación

La investigación tuvo una duración de 180 días. Iniciando el veinticuatro de agosto de 2011 la fase pre experimental, y la fase experimental se inició el diecisiete de octubre de 2011 y finalizó el veinte de febrero de 2012.

3.2. Metodología de campo.

3.2.1. Fase pre experimental

La fase pre-experimental tuvo una duración de 53 días, los caracoles estudiados fueron recolectados en la Laguna de Chanmico Municipio de San Juan Opico, del Departamento de La Libertad, en su estadio de huevo los cuales fueron trasladados a las instalaciones de la Universidad de El Salvador colocándolos en un recipiente con agua por encima de un malla de 5 mm eclosionando dos días después de recolectados, alimentándolos con comida para peces *ad libitum* al inicio hasta la edad de treinta días de nacidos y luego se colocaron en las dos modalidades de alojamiento en el que se estudiaron hasta que alcanzaron su tamaño comercial iniciando la alimentación con la ninfa acuática.

En esta fase se realizó la preparación de las dos modalidades de alojamiento efectuando una limpieza y desinfección utilizando para ello hidróxido de calcio (cal apagada) en el tanque de asbesto en una concentración de 600 gr / m² (International Center for Aquaculture and Aquatic Environments Auburn University, S.f.), la cual se usó para pintar las paredes de la estructura utilizando según las dimensiones de los tanques de asbesto una cantidad de 256 g de hidróxido de calcio; en cuanto a los recipientes plástico solo se lavaron con abundante agua. Una semana antes de realizar la siembra de los caracoles *Pomacea*

flagellata, los tanques de asbesto fueron secados completamente y se eliminó cualquier organismo que afectara la producción como vectores de enfermedad, virus, parásitos y bacterias; posteriormente se retiraron los restos de hidróxido de calcio con abundante agua y se verificó que no hubiera presencia de plantas acuáticas diferentes a la *Eichornia crassipes* en los tanques de asbesto para luego realizar el llenado con agua potable en los tanques de asbesto y los recipientes plásticos; dichos alojamientos se dejaron llenos por diez días para la maduración del agua y que ayudara a la evaporación de cloro.

Luego del llenado de los alojamientos se introdujo la ninfa acuática *Eichornia crassipes* como alimento de los caracoles en una cantidad de 24 g por caracol tanto en recipientes plásticos como en los tanques de asbesto suministrándola según el número de caracoles vivos por tratamiento en cada fecha; dicha planta fue recolectada en el Lago de Suchitlán del Departamento de Cuscatlán, y los peces chimbolo común (*Poecilia sp*), que se utilizó para combatir las larvas de zancudo; se utilizaron 4 peces/ m³ en cada recipiente plástico y una cantidad de 20/m³ peces en cada tanque de asbesto para mantener la misma proporción en los dos tipos de alojamiento. Los peces fueron recolectados en la piscigranja de la escuela de Biología de la Universidad de El Salvador.

3.2.2. Fase experimental

Se inició la fase experimental el diecisiete de octubre de 2011, con la identificación de los caracoles *P. flagellata* que se realizó a los 51 días de nacidos utilizando para ello tinta indeleble de color rojo, enumerándolos correlativamente, en la superficie de la concha del caracol. (figura A-2)

La distribución de los caracoles en estudio en cada uno de los alojamientos se realizó al azar, colocando tanto hembras y machos en los alojamientos, no realizando el sexaje, ya que el sistema reproductor se desarrolla a partir de los 5 meses de edad.

A los caracoles en estudio se les proporcionó para su alimentación la ninfa acuática *Eichornia crassipes* de 24 g por caracol tanto en los tanques de asbesto como en los recipientes plásticos.

El carbonato de calcio se proporcionó en el agua cada 15 días, debido a los cambios de agua; la cantidad utilizada fue de 18 mg/l de agua, ya que le proporcionó al caracol la

dureza de la concha. Se utilizó en cada tanque de asbesto un total de 10.28 g de carbonato de calcio y en cada recipiente plástico se utilizó un total de 0.92 g de carbonato de calcio.

Los cambios de agua de los recipientes plásticos y de los tanques de asbesto se realizaron cada 15 días eliminando un 30% de agua en todos los tratamientos, en la que se utilizaba agua reposada, aprovechando también para tomar los datos sobre el crecimiento y peso de los caracoles *Pomacea flagellata*.

Cuadro 3. La distribución de los tratamientos se realizó de la siguiente manera:

| ALOJAMIENTO | DENSIDAD DE SIEMBRA | CANTIDAD DE CARACOLES | AGUA / m ³ |
|---|---------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| TANQUE DE ASBESTO (número 1) T1= R1D1 | 1 caracol/3 litros | 190 caracoles | 0.5701 m ³ |
| TANQUE DE ASBESTO (número 2) T2= R1D2 | 1 caracol/6 litros | 95 caracoles | 0.5701 m ³ |
| CINCO RECIPIENTES PLASTICOS (número 1) T3= R2D1 | 1 caracol/3 litros | 17 caracoles / recipiente | 0.051051 m ³ / recipiente |
| CINCO RECIPIENTES PLASTICOS (número 2) T4= R2D2 | 1 caracol/6 litros | 9 caracoles / recipiente | 0.051051 m ³ / recipiente |

3.2.3. Toma de datos

Para la toma de datos se utilizó el calibrador de vernier (figura A-5) para obtener las siguientes medidas: altura, diámetro y eje de la concha del caracol *Pomacea flagellata* como se aprecia en la figura 8. La toma de datos se realizó cada quince días.

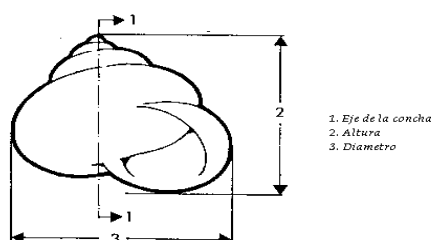


Figura 8. Dimensiones de una concha de caracol de agua dulce *Pomacea flagellata*.

(Ozaeta, 2002)

Para la toma de datos sobre el peso se utilizó una balanza semi-analítica que mostró los resultados en gramos de cada caracol evaluado.

Para la iluminación se utilizó un luxómetro de 0-200,000 lux, se tomó la temperatura ambiental en °C y la humedad relativa en % utilizando un termohigrómetro, y para la temperatura del agua se utilizó un termómetro de líquidos cada 15 días.

Los parámetros físicos-químicos del agua tomados en cuenta fueron: el pH, oxígeno disuelto y dureza del agua que fueron datos tomados una sola vez al final de la investigación en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

3.2.4. Instalaciones y equipo

La investigación se llevó a cabo en dos tanques de asbesto que posee las siguientes medidas internas: 1.73 m de largo por 1.32 m de ancho y 0.65 m de profundidad con una capacidad de volumen de agua de 1.4 m³. En cuanto a la profundidad de agua utilizada en cada uno de los tanques, fue de 0.25 m, debido a las densidades de siembra que se utilizaron en este estudio. (A-1)

También se utilizaron 10 recipientes plásticos, con las siguientes dimensiones 0.33 m de alto por 0.59 m de diámetro superficial por 0.45 m de diámetro inferior, con una capacidad de volumen de agua de 0.06 m³, para cultivar los caracoles *P. flagellata* en cada uno de ellos, en cuanto a la profundidad de agua utilizada en cada uno de los recipientes plásticos, fue de 0.25 m, debido a las densidades de siembra que se utilizaron en estudio. (A-2)

Además en todos los tratamientos en la parte superior se utilizó cedazo de 3 mm de diámetro como protección contra los depredadores, para evitar la salida de los caracoles y basura indeseable y también se utilizó una cubierta impermeable con una altura de 1.70 m con el fin de mantener todos los tratamientos en las mismas condiciones ambientales y evitar el sobrecalentamiento del agua ya que se utilizó una profundidad menor de 0.80 m de agua. (figura A-3)

Se utilizó equipo especializado para medir la temperatura del agua (termómetro); y medir parámetros ambientales como la temperatura ambiental, humedad relativa (higrómetro) y la luminosidad (luxómetro).

3.3. Metodología de laboratorio

Para el análisis de laboratorio se realizó el diagnóstico de parásitos que pueden afectar la salud humana, análisis bromatológico tanto del caracol como de la ninfa acuática y se realizó también el análisis de calidad de agua que se utilizó en dicha investigación. Se realizaron las pruebas de la siguiente manera:

3.3.1. Disección de caracoles

Esta consistió en extraer las vísceras de 20 caracoles (provenientes de un muestreo), principalmente el intestino, colocando en una bandeja a los caracoles por quince minutos en el congelador de la refrigeradora provocando así su muerte y se pueda extraer el músculo de la concha con la ayuda de unas pinzas y posteriormente se realiza la disección y se extrae el intestino para poder ser macerado e identificar la presencia de parásitos que afectan a esta especie de caracol, para ello se utilizó un microscopio donde se observó el sedimento. Esto se llevó a cabo en el laboratorio de Microbiología Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador (A-5).

3.3.2. Análisis bromatológico

Se realizó el análisis bromatológico en una muestra formada por 29 caracoles, con el fin de conocer la composición nutricional del caracol *P. flagellata* como alimento, al final de la investigación; para conocer la cantidad de proteína, grasas, humedad, fibra cruda, cenizas y calcio. Esto se llevó a cabo en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas. También se realizó un análisis bromatológico de la ninfa acuática.

3.3.3. Análisis físico químico del agua.

En este análisis se evaluó el pH, dureza y oxígeno disuelto en el agua; para conocer si estos se encontraban en los parámetros normales para el desarrollo de los caracoles en estudio. Para ello la muestra fue recolectada en un recipiente plástico estéril (1 litro) tanto de los tanques como recipientes plásticos el veintitrés de enero de 2012 y fue analizada el mismo día en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

3.4. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA.

3.4.1. Diseño estadístico

El estudio se realizó bajo el diseño completamente al azar por ser el que mejor se adaptó a la investigación, para realizar la comparación de cuatro tratamientos, que contaron con 5 repeticiones por tratamiento.

El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.) con un nivel de significancia del $\alpha=0.05$ utilizando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS) Versión 9.1.3. para las variables en estudio, excepto la sobrevivencia, el peso total (incluyendo la concha) y peso de material comestible a los cuales solo se les aplicó una comparación de medias.

Además se realizó un muestreo de 20 caracoles con 5 muestras por tratamiento para el diagnóstico parasitológico y para la variable rendimiento del material comestible, a la cual se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de Diferencia Mínima Significativa.

Para conocer la relación entre tamaño y peso se aplicó regresión lineal.

3.4.2. Modelo matemático

$$Y = X + D + R + DR + E$$

Dónde: X = Media

D = Densidad

R= Alojamiento

DR = Interacción entre densidades y alojamiento

E = Error experimental

Cuadro 4: Análisis de varianza

| FUENTES DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD |
|----------------------|--------------------|
|----------------------|--------------------|

| | | |
|----------------|------------|---------------|
| A | a-1 | 2-1= 1 |
| B | b-1 | 2-1= 1 |
| INTERACCION AB | (a-1)(b-1) | (2-1)(2-1)= 1 |
| ERROR | ab(n-1) | 2*2 (5-1)= 16 |
| TOTAL | abn-1 | 2*2*5-1= 19 |

Fuente: Benítez (2010)

3.4.3. Unidades experimentales

Las unidades experimentales utilizadas fueron los caracoles *Pomacea flagellata*, los cuales fueron colocados en las diferentes modalidades de alojamiento en estudio. Al inicio de la fase experimental en las dos modalidades de alojamiento los caracoles tenían 51 días de nacidos, teniendo un peso promedio de 0.7 gramos y un tamaño promedio de 15 mm. Se colocaron los caracoles de ambos sexos en cada uno de los tratamientos seleccionados al azar.

3.4.4. Tratamientos

Se tuvieron cuatro tratamientos:

T1: R1D1= tanques de asbesto con densidad de siembra de 1 caracol / 3 litros

T2: R1D2= tanques de asbesto con densidad de siembra de 1 caracol / 6 litros

T3: R2D1= recipientes plásticos con densidad de siembra de 1 caracol / 3 litros

T4: R2D2= recipientes plásticos con densidad de siembra de 1 caracol / 6 litros

3.4.5. Factores en estudio

Los factores en estudio consistieron en las modalidades de alojamiento que fueron los tanques de asbesto y los recipientes plásticos utilizados en la investigación, y las diferentes densidades de siembra que se evaluaron fueron de 1 caracol / 3 litros y 1 caracol / 6 litros.

3.4.6. Variables en estudio

Las variables estudiadas fueron:

3.4.6.1. Peso (gr)

3.4.6.2. Altura de la concha (mm), Diámetro de la concha (mm) y Eje de la concha (mm)

3.4.6.3. Rendimiento de material comestible (%).

Se utilizó la siguiente formula:

$$(\text{Peso del caracol sin concha} / \text{Peso del caracol con concha}) \times 100.$$

3.4.6.4. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles *Pomacea flagellata* (%): Los datos de sobrevivencia se analizaron a partir del día 65 de edad de los caracoles, debido a que a los 51 días de edad no hubo mortalidad en cada uno tratamiento. Para la toma de porcentaje de sobrevivencia por tratamiento se realizó de la siguiente manera:

$$(\text{Número de caracoles vivos} / \text{Número total de caracoles de la fecha anterior}) \times 100.$$

3.4.6.5. Comparación de peso y tamaño.

3.4.7. Parámetros físico-químicos del agua tomados en cuenta:

3.4.7.1. Temperatura del agua.

3.4.7.2. Dureza Total del agua (mg CaCO₃ /L)

3.4.7.3. Oxígeno disuelto (mg/L)

3.4.7.4. pH .

3.4.8. Parámetros ambientales

3.4.8.1. Iluminación (Lux).

3.4.8.2. Temperatura ambiental (°C)

3.4.8.3. Humedad relativa (%)

3.4.9 Parámetros Bromatológico del caracol (*Pomacea flagellata*)

3.4.9.1. Grasa (%)

3.4.9.2. Proteína (%)

3.4.9.3. Carbohidratos (%)

3.4.9.4. Cenizas (%)

3.4.9.5. Calcio (%)

3.4.9.6. Humedad (%)

3.4.9.7. Fibra cruda (%)

3.4.10. Parámetros Bromatológico para la planta acuática (*Eichornia crassipes*)

3.4.10.1. Grasa (%)

3.4.10.2. Proteína (%)

3.4.10.3. Carbohidratos (%)

3.4.10.4. Cenizas (%)

3.4.10.5. Humedad (%)

3.4.10.6. Fibra cruda (%)

3.4.11. Parámetro parasitológico del caracol (*Pomacea flagellata*)

3.4.11.1. Diagnóstico parasitario cualitativo.

3.4.12. Parámetro bacteriológico del agua

3.4.12.1. Coliformes totales

3.4.12.2. Coliformes fecales

3.5. METODOLOGÍA SOCIOECONÓMICA.

Para el análisis económico del experimento se utilizó la metodología de Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, en donde se utilizó el término de presupuesto parcial, el cual indica que este no incluye todos los costos de producción, solo los que son afectados por los tratamientos alternativos considerados.

Se utilizaron las definiciones siguientes:

El rendimiento ajustado es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el productor podría lograr con este tratamiento.

El precio de campo se define como el valor que tiene para el productor una unidad adicional de producción en el campo, antes de la cosecha.

El beneficio bruto de campo de cada tratamiento se calcula multiplicando el precio de campo por el rendimiento ajustado.

El beneficio neto se calcula restando el total de los costos que varían del beneficio bruto de campo, para cada tratamiento. En este caso, los costos que varían son aquellos que se relacionan con la alimentación, mano de obra que varían de un tratamiento a otro, el total de los costos que varían para cada tratamiento representa la suma de los costos que varían individuales. (CIMMYT 1988).

Para referenciar el estudio económico, se basó en los precios de venta brindados por CENDEPESCA del caracol de agua dulce (\$4.4/ kg) con su concha.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Peso (gr).

Los pesos se incrementaron con el tiempo en todos los tratamientos (figura 9). Según el análisis estadístico realizado para esta variable no hubo diferencia significativa entre los 4 tratamientos que se evaluaron (Cuadro A-11), por tal razón los caracoles se pueden cultivar tanto en los tanques de asbesto como en los recipientes plásticos y utilizar cualquiera de las densidades de siembra empleadas en esta investigación. El mayor peso promedio comercial alcanzado en este experimento fue de 13.56 gramos en el tanque de asbesto con la densidad de siembra de un caracol por 6 litros de agua, a los 177 días de edad (casi 6 meses). La ganancia de peso por día obtenido fue de 0.10 gramos con una cantidad de oxígeno en el agua de 4.45 mg/litro.

La alimentación con la ninfa acuática proporcionó a las unidades experimentales un aumento de peso aceptable comercialmente al estar de forma permanente en cada uno de los tratamientos.

La ganancia de peso de los caracoles estuvo influenciada por los nutrientes que adquirieron de la ninfa (17.77 % de proteína) y algas que ayudaron a ganar mayor cantidad de músculo o de vísceras, como lo menciona Puentes y Morales (2000), en su investigación sobre los caracoles en la que indican que dichos animales mantienen controlada la población de algas que crece en el fondo de los ríos.

Ozaeta en Guatemala (2002), suministró ninfa acuática (*Eichornia crassipes*) *ad libitum* a los caracoles en estudio. En donde el resultado final de peso y el crecimiento fue mejor con la alimentación con ninfa acuática obteniendo 15.44 gramos de peso y 38.06 mm de longitud en los cuatro meses que duró la investigación; obteniendo 0.0398 gramos en la ganancia de peso por día y presentando 1.08 mg/litros de oxígeno en el agua.

En la investigación realizada por Iriarte (2007), el peso promedio de cosecha que se obtuvo utilizando hojas de chaya (8.25% de proteína) más CaCO₃ en la alimentación de los caracoles por un periodo de dieciséis semanas fue de 14,41 gramos; conteniendo 1.75 mg/litro de oxígeno en el agua.

Padilla, *et al.* (2002), en su investigación de seis meses de duración obtuvo un peso final promedio de 40.70 gramos, siendo superior a los datos obtenidos en esta y otras investigaciones, la alimentación se basó en hojas y cáscara de yuca, frutos varios como guayaba, cascara de plátano maduro en cantidades variables.

El contenido de oxígeno en el agua no influyó en el peso de los caracoles, al comparar dentro de la presente investigación el resultado fue menor peso y mayor cantidad de oxígeno

(parámetro normal) y al relacionar estos datos con los de otros investigadores tuvieron bajos contenidos de oxígeno y mejores pesos. Debido a que los caracoles estudiados en sus experimentos ya contaban con una edad aproximada de 3-4 meses cuando iniciaban sus investigaciones.

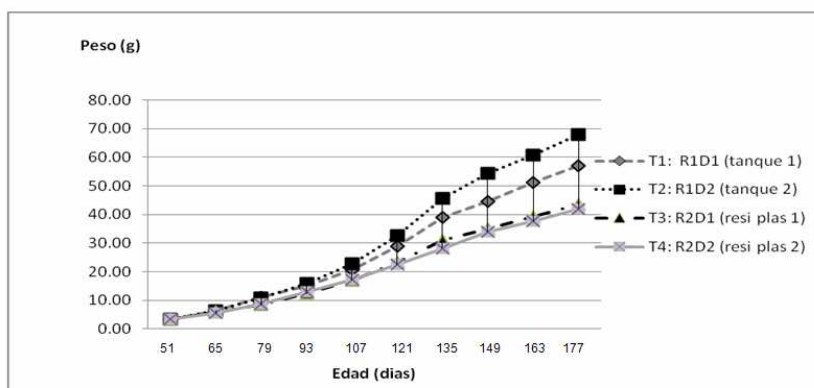


Figura 9. Peso (g) de los caracoles con relación al tiempo.

4.2 Altura, diámetro y eje de la concha (mm).

La altura, el diámetro y el eje de la concha de los caracoles presentaron una tendencia ascendente con respecto al tiempo en todo el período de evaluación y para todos los tratamientos (figuras 10, 11, 12). Se demostró estadísticamente que los cuatro tratamientos en estudio no presentaron diferencia significativa (Cuadro A-22, A-33 y A-44), por lo tanto el crecimiento no es afectado por el tipo de alojamiento ni por la densidad de siembra que se utilice para el cultivo del caracol. El tratamiento con mayores dimensiones de crecimiento promedio de la concha fue el del tanque de asbesto con la densidad de siembra de 1 caracol por 6 litros de agua que obtuvo 40.07 mm de altura, 38.84 mm de diámetro y 29.88 mm de eje de la concha. Por lo que los resultados obtenidos superaron el rango de tamaño descrito por Lobo (1986) citado por Ozaeta (2000), en la que afirma que la longitud desde el punto de vista comercial debe oscilar entre los 30 y 35 mm. En la investigación realizada por Iriarte (2007), la longitud promedio de cosecha que obtuvo fue de 42.29 mm utilizando hojas de chaya en la alimentación de los caracoles por un periodo de dieciséis semanas.

Según Padilla, P; *et al.* (2002), obtuvo una longitud final promedio de 50.5 mm en seis meses de investigación; que fue superior al presentado en este experimento.

Por otra parte Ghesquiere (1998), menciona que el caracol manzana crece rápidamente en condiciones controladas obteniendo una tasa máxima de crecimiento de la concha de 0.5 cm cada día. Ozaeta (2000), presentó un dato diferente de crecimiento al alimentar con ninfa acuática de 0.0784 mm. por día, lo cual fue inferior al dato obtenido en esta investigación que fue de 0.16 mm por día.

Los datos de altura, diámetro y eje de la concha son similares con los descritos por otros investigadores, posiblemente porque obtuvieron la cantidad de calcio necesaria según lo afirma Herrera (1996), en la que menciona que en la capa calcárea mas externa de la concha de los caracoles se deposita el mineral (calcio) en forma de cristales verticales, envueltos por una delgada matriz proteica; el carbonato de calcio (material orgánico) constituye el 33 % del peso seco de la concha; en su investigación obtuvo como resultado que la aplicación de carbonato de calcio en el agua en una dosis de 500 mg/lit se obtiene mayor talla individual de 100.66 mm en un periodo de 120 días.

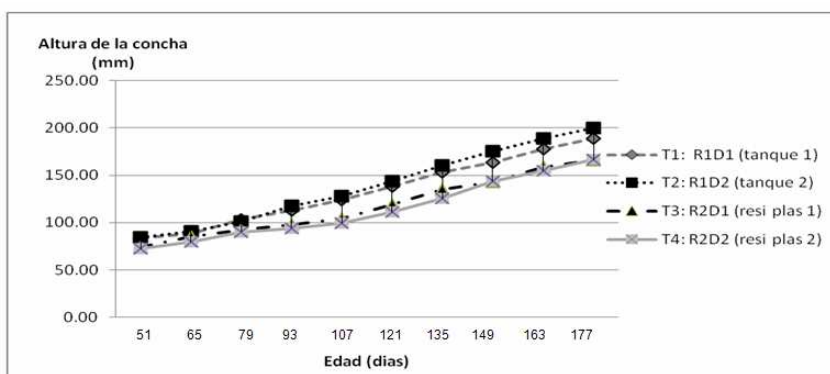


Figura 10. Altura de la concha (mm) con relación al tiempo.

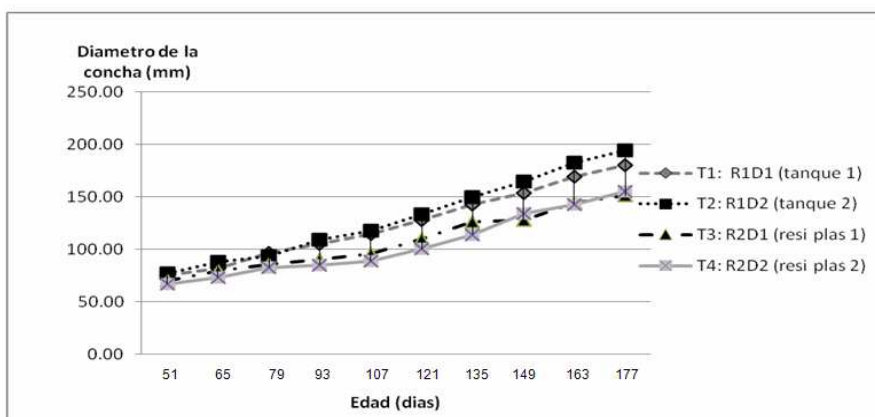


Figura 11. Diámetro de la concha (mm) con relación al tiempo.

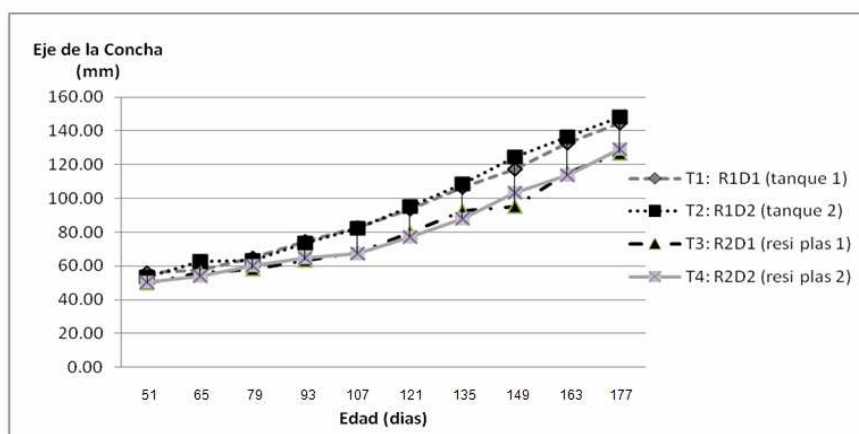


Figura 12. Eje de la concha (mm) con relación al tiempo

4.3 Rendimiento de material comestible.

En el muestreo realizado al momento del sacrificio (finalizado el periodo de engorde), el tratamiento que obtuvo mayor peso total (incluyendo la concha) fue el tanque de asbesto con densidad de siembra de un caracol por 6 litros de agua (T2) con 23.86 gramos, seguido del tanque de asbesto con densidad de siembra de un caracol por 3 litros de agua (T1), recipientes plásticos con densidad de siembra de un caracol por 3 litros de agua (T3) y el menor peso se obtuvo con el recipientes plásticos con densidad de siembra de un caracol por 6 litros de agua (T4).

En relación al peso de material comestible, el mejor resultado se obtuvo en el tanque de asbesto de un caracol por 6 litros de agua con 10.32 gramos, seguido del tanque de asbesto con densidad de siembra de un caracol por 3 litros de agua, recipientes plásticos con densidad de siembra de un caracol por 3 litros de agua y el menor peso se obtuvo con los recipientes plásticos con densidad de siembra de un caracol por 6 litros de agua (figura 13 y Cuadro A-45).

Lo anterior probablemente se deba a que los tratamiento de los tanques presentaron menor profundidad de agua, lo que significó mayor iluminación y mayor superficie resultando, mayor cantidad de algas que el caracol utilizó para su alimentación por que es eminentemente herbívoro y tiende a buscar plantas jóvenes con poca fibra y algas que crecen en paredes de estanques. (Ozaeta, 2002).

Según el análisis estadístico realizado para el rendimiento hubo diferencia significativa en los recipientes ($p= 0.0278$), mientras que la densidad y la interacción entre recipiente por densidad no presentan diferencias significativas en el rendimiento de material comestible de los caracoles (Cuadro A-46).

Al aplicar la prueba estadística DMS (Cuadro A-47), se comprobó que los tratamientos de los recipientes plásticos superaron a los tanques de asbesto, esto probablemente estuvo relacionado con la mayor disponibilidad de carbonato de calcio en los tanques de asbesto debido a la mortalidad en dichos tanques. Según Herrera (1996), el carbonato de calcio (material orgánico) constituye el 33 % del peso seco de la concha.

En esta investigación se obtuvo como el mayor rendimiento de material comestible 59.81% que corresponde al tratamiento de recipientes plásticos con densidad de siembra de un caracol por 6 litros de agua, seguido del 53.73% del tratamiento de recipientes plásticos con densidad de siembra de un caracol por 3 litros de agua, 46.31% obtenido en el tanque de asbesto con densidad de siembra de un caracol por 3 litros de agua y el tratamiento que obtuvo menor porcentaje de rendimiento en el material comestible fue de 43.83 % en el tanque de asbesto con densidad de siembra de un caracol por 6 litros de agua. (figura 14), este rendimiento fue inferior a los rendimientos obtenidos por Iriarte (2007), donde se obtuvieron porcentajes de rendimientos de material comestible de 77.42% para el tratamiento con alimento balanceado para tilapia, 70.63% con alimento balanceado para pollo y de 61.97% para la alimentación con hojas de chaya.

Probablemente la diferencia en el rendimiento se deba al contenido proteico que contienen las dietas a base de concentrados, siendo estos alimentos balanceados que incrementan la masa muscular. En cambio, los alimentos vegetales por ser altos en humedad y bajos en proteína deben ser consumidos en gran cantidad para obtener tasas adecuadas de crecimiento (Aguilera 1996).

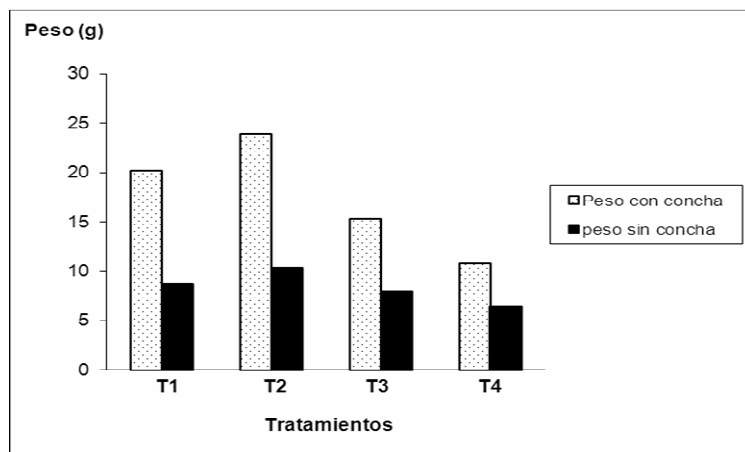


Figura 13. Peso de material comestible con concha y sin concha de caracoles *Pomacea flagellata*.

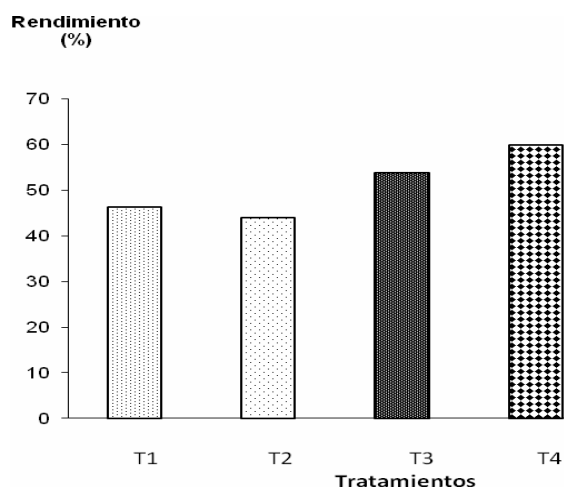


Figura 14. Rendimiento de material comestible de caracoles *Pomacea flagellata*.

4.4 Supervivencia

En general, los valores de supervivencia obtenidos fueron altos en todos los tratamientos. El menor porcentaje de supervivencia se presentó a los 93 días (77.11% en tanque de asbesto con densidad de 1 caracol/ 3 lt de agua T1R1D1).

A partir de los 107 días se observó mayor sobrevivencia (97.95 %) y se mantuvo constante en la mayoría de los tratamientos, exceptuando leves disminuciones en los recipientes plásticos (figura 15).

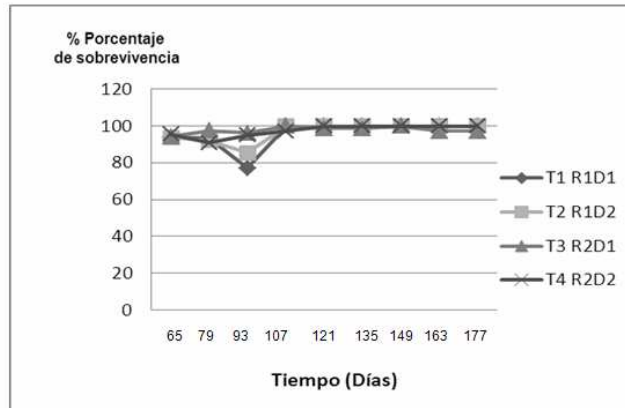


Figura 15. Porcentaje de sobrevivencia por tratamiento durante el periodo de evaluación.

A pesar que los valores promedios de sobrevivencia por tratamiento en los 177 días de evaluación fueron similares, el mayor promedio en el porcentaje de sobrevivencia se obtuvo en el tratamiento de recipientes plásticos con densidad de 1 caracol/ 3lt de agua con un 97.95%, seguido de 97.84% en el tratamiento de recipientes plásticos con densidad de 1 caracol/ 6lt de agua, seguido de el tratamiento de tanque de asbesto con densidad de 1 caracol/ 6lt de agua con un 97.1 % y el menor porcentaje de 96.41% se obtuvo en el tratamiento de tanque de asbesto con densidad de 1 caracol/ 3lt de agua (Cuadro A-58). En los tanques la sobrevivencia fue inferior, y esto puede deberse a la mayor dificultad de limpieza por ser más grandes y pesados que los recipientes plásticos, también por los cambios de temperatura a los 93 días, donde se observó mayor diferencia con respecto a los recipientes plásticos, ya que la temperatura ambiental bajó 5.2°C con respecto a la del día anterior, debido a la intensidad de lluvias. La temperatura promedio del agua entre los tanques y los recipientes plásticos bajo 1.2°C con relación al día anterior (Cuadro A-59). De los 107 días en adelante hubo mejoría en la sobrevivencia, esto pudo deberse a diferentes factores como el desarrollo del sistema inmunológico, ya que según Dikkeboom, *et al* (1985), la madurez inmunológica de algunas especies de caracol, como *Lymnaea stagnalis*, puede contribuir a su mayor susceptibilidad a parásitos y bacterias. Comparando ejemplares

juveniles con adultos se demostró que la células sanguíneas (amebocitos) de caracoles juveniles son menos eficientes en la fagocitosis (esta inmadurez funcional está relacionada con la inmadurez morfológica). Por otro lado Iriarte (2007), menciona las diferentes mortalidades que pueden estar relacionadas con factores ambientales (variables físico-químicas), nutricionales (calidad y cantidad del alimento) y sobre todo aquellos inherentes al cultivo y al cultivador (manejo, tasa de recambio y alimentación).

Comparando con los resultados de Brito Manzano (sf), en la evaluación del efecto de la densidad en la sobrevivencia del caracol *Pomacea flagellata* que fueron sembrados con densidades de 1 caracol/0.8lt, 1 caracol/ 0.4 lt, 1 caracol/ 0.27 lt, 1 caracol/ 0.2 lt, 1 caracol/ 0.16 lt y 1 caracol/ 0.13 lt, el mayor porcentaje de sobrevivencia fue de 88% en las densidades de 1 caracol/0.8 lt y 1 caracol/ 0.27 lt, a la densidad de 1 caracol/ 0.2 lt se registró el menor porcentaje con el 71% de organismos vivos al final del estudio.

Iriarte (2007) en el cultivo semi-intensivo de caracol *Pomacea flagellata* en tres sistemas de alimentación: alimento iniciador para tilapia con 32% de proteína (tratamiento A), alimento de engorda para pollo con 20% de proteína (tratamiento B) y hojas de chaya frescas (*C. chayamansa*) con 8,25% de proteína (tratamiento C); obtuvieron los siguientes porcentajes de sobrevivencia: T_A 45.3 %, T_B 47.25% y 62.1% para el T_C .

También Ozaeta (2002) demostró que los porcentajes de sobrevivencia en la alimentación con ninfa acuática, 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.

De acuerdo a lo anterior se observa que en las investigaciones citadas, los porcentajes de sobrevivencia fueron inferiores a los que se obtuvieron en esta evaluación de alojamientos y densidades, probablemente por el cambio parcial de agua.

4.5 Comparación de peso y tamaño.

En el análisis de regresión las variables relacionadas de Peso (X) y Altura (Y), y Peso (X) y Diámetro (Y) y Peso (X) y Eje de la concha (Y), presentaron una relación positiva de $r^2= 0.8348$, $r^2= 0.8464$ y $r^2= 0.8736$ respectivamente, por lo que existe relación significativa entre

las variables. El modelo desarrollado fue: $y = 3,3566x + 13,236$; $y = 3,1608x + 11,992$; y $y = 2,4466x + 8,1668$. (figura 16, 17, 18).

García, *et al.* (2006), realizaron una investigación en México sobre el caracol *Pomácea patula*, en la que observaron la relación entre la longitud total y el peso de los caracoles presentando un coeficiente de correlación de 0.94; $r^2 = 0.88$, por lo que demostraron que existe una alta correlación entre la talla y peso de los caracoles estudiados, coincidiendo con los resultados obtenidos con *Pomacea flagellata* de esta investigación. Por lo tanto se puede afirmar que se pueden hacer conversiones a nivel de campo de tamaño a peso.

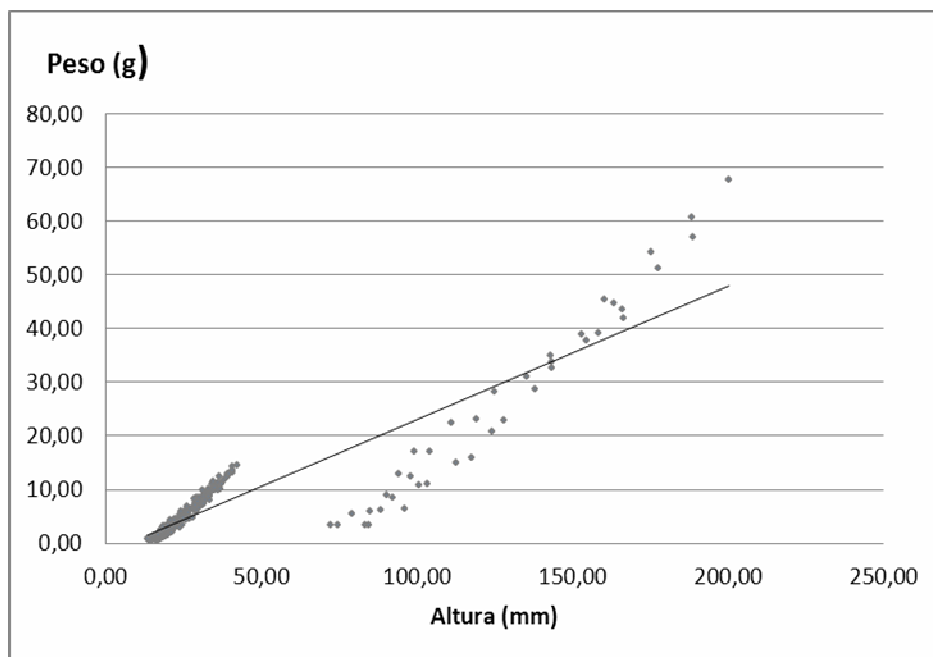


Figura 16. Relación entre el peso de los caracoles y la altura de la concha.

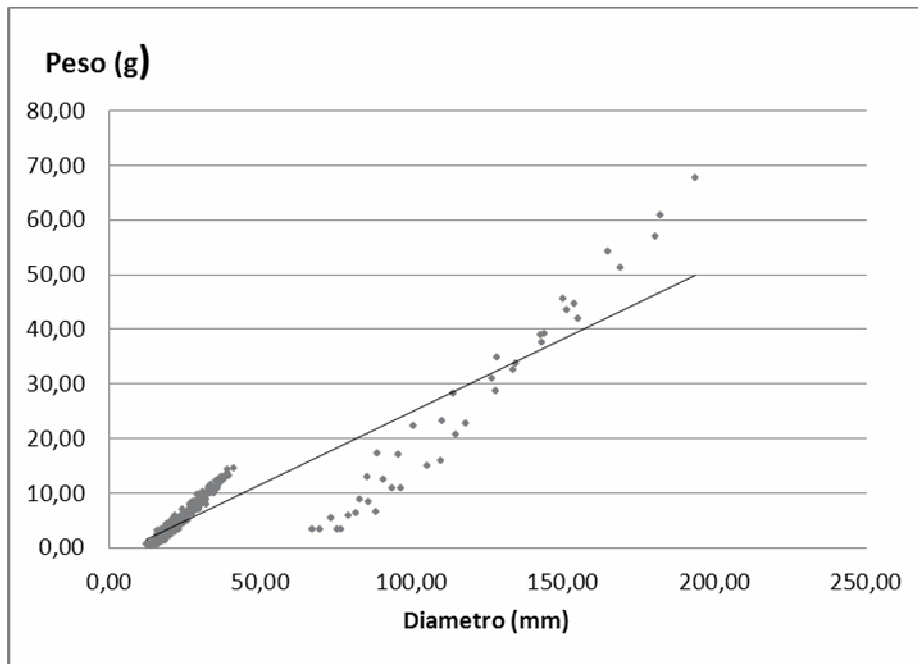


Figura 17. Relación entre el peso de los caracoles y el diámetro de la concha.

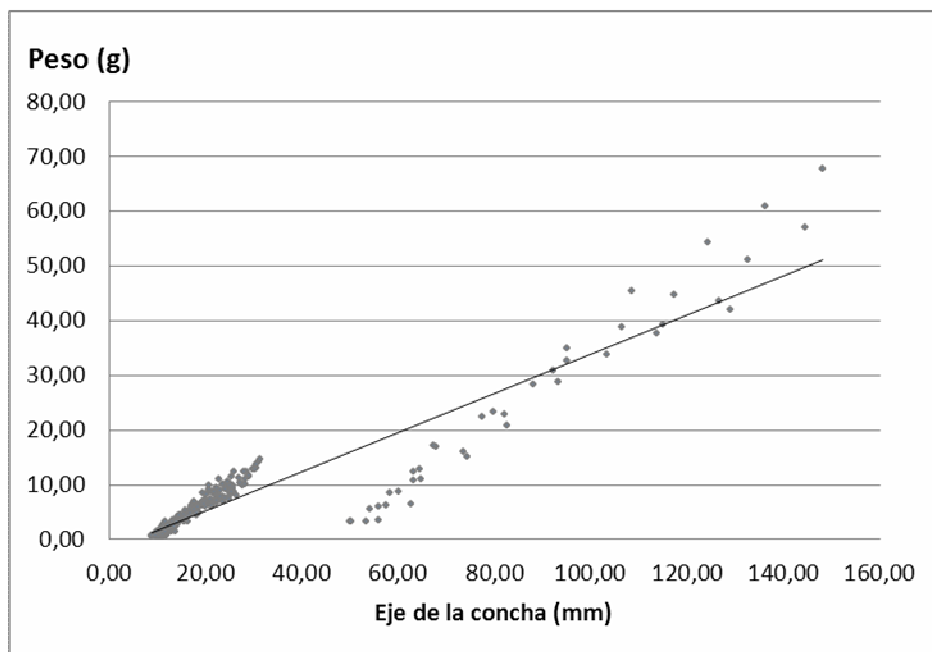


Figura 18. Relación entre el peso de los caracoles y el eje de la concha.

4.6 Comparación económica.

Al analizar los resultados se observó que el tratamiento 1 (tanque de asbesto con densidad de siembra de 1 caracol por 3 litros de agua), es el que presentó mayor beneficio bruto de campo, seguido con por el T2, T4 y T3.

Esto probablemente se debió a que en el tratamiento 1 contaba con una mayor densidad de siembra. Además los tanques superaron a los recipientes por las mejores condiciones de iluminación bajo el agua y mayor superficie resultando mayor cantidad de algas que el caracol utilizó para su alimentación.

Según el análisis económico el mejor beneficio neto (menos pérdidas), se obtuvo en el T4, debido a que los costos que varían fueron menores por lo que a corto plazo los recipientes plásticos son más económicos y a largo plazo los tanques de asbesto.

Los resultados de beneficios netos resultaron negativos para todos los tratamientos (Cuadro 5), lo que significa que no existe ganancia en ninguno de los tratamientos debido a que la inversión de los tanques y recipientes plásticos es elevada y no compensaron los ingresos que se obtuvieron un ciclo productivo.

Cuadro 5. Presupuesto parcial para los tratamientos.

| | T1 | T2 | T3 | T4 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| RENDIMIENTO MEDIO (kg) | 0.3 | 0.19 | 0.06 | 0.12 |
| RENDIMIENTO AJUSTADO (kg) (20%) | 0.24 | 0.15 | 0.048 | 0.096 |
| BENEFICIO BRUTO DE CAMPO (\$) | 0.86 | 0.54 | 0.17 | 0.35 |
| CARACOLES (\$/kg) | 1.08 | 0.68 | 0.22 | 0.43 |
| CARBONATO DE CALCIO (\$/kg) | 0.0043 | 0.0043 | 0.00039 | 0.00039 |
| NINFA (\$/kg) | 1.76 | 0.93 | 0.93 | 0.47 |
| TANQUE (\$) | 2.5 | 2.5 | 0 | 0 |
| RECIPIENTE PLÁSTICO (\$) | 0 | 0 | 1.38 | 1.38 |
| ALAMBRE GALVANIZADO (\$/kg) | 0.36 | 0.36 | 0.53 | 0.53 |
| CEDAZO (\$/kg) | 1.8 | 1.8 | 0.45 | 0.45 |
| ΣCV (TOTAL DE COSTOS QUE VARÍAN) (\$) | 7.5043 | 6.2743 | 3.51039 | 3.26039 |
| BENEFICIOS NETOS (\$) | (6.6443) | (5.7343) | (3.34039) | (2.91039) |

4.7. Resultados de laboratorio.

4.7.1. Parámetros químicos del agua.

Los parámetros químicos oxígeno disuelto (mg/L), pH y dureza total del agua (mg CaCO₃/L) fueron similares en los diferentes alojamientos y densidades. (Cuadro A-62)

Según Rojas (1988), citado por Ozaeta (2002) los parámetros normales del nivel de oxígeno es de 1 a 4 mg/L.; un pH entre 6 a 9; la concentración de carbonato disuelto en el agua debe estar entre 80 y 130 mg/l, para una buena formación de la concha.

La dureza total (mg CaCO₃/L) es mayor al compararla con la literatura, esto se debió a que se acumuló, cada vez que se aplicaba el carbonato de calcio, aunque se realizaban cambios de agua cada quince días, pero no se eliminaba por completo todo el sedimento que se encontraba en las diferentes modalidades de alojamiento.

4.7.2 Parámetros ambientales.

Debido a la época lluviosa hubo bajas temperatura y menos iluminación y el efecto fue igual para todos los tratamientos. Para el día 93 hubo una temperatura ambiental de 19.7°C, 707 Lux, 82% de humedad relativa. (Cuadro A-60)

4.7.3. Análisis bromatológico de la Ninfa acuática (*Eichornia crassipes*).

En el análisis bromatológico de la Ninfa acuática (*Eichornia crassipes*), en base seca, se obtuvo como resultado un porcentaje de proteína de 17.77 % (Cuadro A-63), inferior al obtenido por Garces *et al.* 2006, en la que presentaron un 26 % de proteína cruda y por Ozaeta, 2002, que presentó un 25.33 % de proteína cruda, 2.40 % de grasa, 21.25 % ceniza, 18.39 % fibra cruda y 32.63 % de carbohidrato, solo superando al dato obtenido por la FAO 14.80% de proteína en base seca. La inferioridad del porcentaje de proteína presentado en este experimento probablemente se debió a que los tratamientos en estudio tuvieron baja iluminación que impidió que la ninfa obtuviera mayor fotosíntesis. (Garcés, *et al.* 2006)

4.7.4. Análisis bromatológico de los caracoles *Pomacea flagellata*.

En el análisis bromatológico del caracol en base seca, se obtuvo como resultado un porcentaje de proteína de 51.50 % (Cuadro A-64), superior al presentado por Ozaeta (2002), que fue de 13.5 % de proteína y 0.8 % de grasa (probablemente en base húmeda), Villalta

Martínez (1989), citado por Jiménez, (2008), menciona que la composición química nutricional del caracol *Pomacea flagellata* es de 60.20 % de proteína en base seca y en el análisis realizado en caracoles pertenecientes a la Laguna de Metapán se obtuvieron 55.85 % de proteína en base seca y 11.83 en base húmeda (Ruano Iraheta *et al* 2011); por lo que se puede afirmar que el dato obtenido en esta investigación se encuentra dentro de los valores esperados de proteína.

4.7.5. Análisis parasitológico.

En el muestreo realizado a 20 caracoles se encontraron quistes de amibas de vida libre del género y especie *Endolimax nana* en el 70% y en el 30% no se observó nada. (Cuadros A-65 y A-66)

Endolimax nana vive en el intestino grueso del ser humano, principalmente a nivel del ciego y se alimenta de bacterias, siendo no patógena para el humano. (Scribd, S.f)

La transmisión es fecal oral, por la contaminación de alimentos o agua con materia fecal de portadores, las cuales son ingeridas por el humano de formas quísticas infectantes. (Estrada, S.f)

4.7.6. Determinación de calidad bacteriológica de agua (Determinación de número más probable (NMP) de coliformes totales y fecales).

En el análisis bacteriológico del agua utilizada para el cultivo de caracoles los resultados para coliformes totales son 90 NMP/100 ml y 17 NMP/100 ml para coliformes fecales (Cuadro A-67), siendo menores con respecto a los tanques piscícolas, aunque sobrepasa los establecidos por las normas de CONACYT para agua potable, siendo los límites máximos permisibles para la calidad microbiológica: coliformes totales < 1.1 NMP/100 ml y para los coliformes fecales o termotolerantes < 1.1 NMP/100 ml. (Norma Salvadoreña Obligatoria, 2009). Esto se debe a que el agua potable, contenía las heces de los caracoles.

En cuanto a los estanques piscícolas estos presentan un NMP de coliformes totales y fecales superiores a 1600 y por consiguiente superiores también al valor de la directriz de Engelberg de 1000 coliformes fecales por 100 mL. (Cruz, Sf)

5. CONCLUSIONES

1. El peso y tamaño de los caracoles durante el crecimiento fue similar estadísticamente, por lo que se podrían utilizar cualquiera de las densidades y alojamientos evaluados, cuando solo se enfoque la producción de biomasa.
2. En el rendimiento de material comestible proveniente del muestreo, hubo diferencia significativa, donde fue superior el tratamiento de los recipientes plásticos con densidad de siembra de un caracol por 6 litros de agua (T4).
3. El resultado del porcentaje de sobrevivencia de los caracoles demostró que a medida crecían, había menos mortalidad, y el mejor porcentaje de sobrevivencia se logró en el tratamiento de los recipientes plásticos con la densidad de siembra de 1 caracol por 6 litros de agua, con un 97.95%.
4. Se obtuvo una relación positiva y significativa en la relación lineal al comparar el peso con el tamaño del caracol.
5. De acuerdo al análisis económico en esta evaluación se obtuvieron pérdidas en los tratamientos en estudio, debido a los altos costos de inversión de los alojamientos, por lo que no fue rentable en un ciclo productivo.
6. Al realizar el análisis parasitológico de los caracoles *Pomacea flagellata* en estudio se observaron quistes de amibas de vida libre del género y especie *Endolimax nana*, siendo no patógena para el humano.
7. Según el análisis bromatológico realizado a los caracoles se obtuvo un porcentaje de proteína de 51.50 %, 5.60 % de grasa en base seca. Siendo un alimento nutritivo por el alto contenido proteico y saludable por el bajo contenido de grasa.

6. RECOMENDACIONES

1. Según las condiciones en que se realizó la investigación, se obtuvieron pérdidas económicas, por lo que se sugiere evaluar la densidad de siembra de un caracol por un litro de agua para obtener mayores pesos de material comestible de los caracoles.
2. Se sugiere el uso de la ninfa acuática *Eichornia crassipes* combinado con las dosis de carbonato de calcio para la alimentación de los caracoles de agua dulce, ya que al servir de alimento favorece el crecimiento de manera aceptable.
3. Realizar otros trabajos de investigación con otras fuentes de alimentación para los caracoles y con otros tipos de alojamientos que resulten más económicos para obtener mayores tallas comerciales en un periodo de evaluación menor.
4. Que CENDEPESCA promueva el consumo de la carne de caracol cocinado, por el alto contenido proteico, bajo contenido en grasa y que no representa peligro para la salud de los humanos.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Acuicultura. Análisis de agua (S.f.) (en línea) consultado 23 mayo 2011. Disponible en: <http://www.acuicultura.org/uploads/files/Manuales/acua/practicass10.htm>
2. Acuario paradise tropical fish. (S.f.) (en línea). Consultado 27 marzo 2011. Disponible en: <http://paradisotropicfish.com.sv/2010/07/13/caracol-manzana/>
3. Acuarios desde Costa Rica. (S.f.) Caracoles gigantes. Invertebrados Agua Dulce (en línea). Consultado 6 abril 2011. Disponible en: <http://acuarios.desdecostarica.com/invertebrados-agua-dulce/22568-caracoles-gigantes-2.html>
4. Aguilera González, C.J. 1996. Determinación del perfil de proteasas y de los requerimientos protéicos del caracol Manzano (*Pomacea sp.*) como base para el desarrollo de una dieta artificial para su cultivo comercial. Nuevo León, Mx. (en línea). Consultado 12 mayo 2012. Disponible en: http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020115490/1020115490_01.pdf
5. Argueta de Enríquez, AN. 1995. Reproducción del caracol de agua dulce *pomacea sp.* en la estación piscícola santa cruz porrillo San Vicente, El Salvador. Tesis Lic. SV. Universidad de El Salvador. 120 p.
6. Benítez, CG; Pece, MG; Galindez, MJ. 2010. Análisis de la varianza en experimentos factoriales. Universidad nacional de Santiago del Estero. (en línea) consultada 24 mayo 2011. Disponible en: http://fcf.unse.edu.ar/archivos/series_didacticas/sd_21_estadistica.pdf
7. Bocek, A. (S.f.). Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural. Introducción a la fertilización de estanques acuícolas (en línea) consultada 23 mayo 2011. Disponible en: <http://aq.arizona.edu/azaqua/AquacultureTIES/publications/Spanish%20WHAP/FT1%20Intro%20to%20fert.pdf>
8. Brito Manzano, N; *et al.* (S.f.) Efecto de la Densidad en la Supervivencia de Juveniles del Caracol “tote” *Pomacea flagellata* bajo Condiciones de Laboratorio en Tabasco,

- México. (en línea). Consultado 6 abril 2011. Disponible en: http://procs.gcfi.org/pdf/gcfi_59-42.pdf
9. CIMMYT 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México DF., México CIMMYT. P. 9-20.
10. Cortés, DA; *et al.* 2010. *Centrocestus formosanus* (Opisthorchiida: Heterophyidae) como causa de muerte de alevines de tilapia gris *Oreochromis niloticus* (Perciforme: Cichlidae) en el Pacífico seco de Costa Rica. Universidad Técnica Nacional, Guanacaste, Costa Rica. Revista de biología Tropical. (en línea). Consultado 3 mayo 2011. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442010000400031&script=sci_arttext
11. Cruz, E. *et al.* (Sf). EVALUACION MICROBIOLOGICA DE LA PRODUCCION DE PECES EN TRES ESTANQUES FERTILIZADOS CON RESIDUALES PORCINOS. (en línea). Consultado 18 mayo 2012. Disponible en: <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/rccpn/Rev41/ELIZA2.htm>
12. Dikkeboom, R. *et al.* 1985. A comparative study on the internal defence system of juvenile and adult *Lymnaea stagnalis*. Laboratory of Medical Parasitology and Department of Histology, Faculty of Medicine, Free University, Amsterdam, The Netherlands. (en línea). Consultado 2 mayo 2012. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1453627/pdf/immunology00192-0172.pdf>
13. Erivaj. *Pomacea flagellata* (2006) (en línea). Consultado 14 abril 2011. Disponible en: <http://atlas.drpez.org/Pomacea-flagellata>
14. España Tierrera, P. Sánchez Castañeda, R. 1995. Crecimiento del caracol de agua dulce (*Pomacea* sp.) bajo diferentes niveles de carbonato de calcio en el agua. Consultado 12 mayo 2012. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/52730918/Crecimiento-del-Caracol-de-agua-dulce-Pomacea-sp-bajo-diferentes-niveles-de-Carbonato-de-Calcio-en-el-agua>

15. Estrada. (S.f) Portal medico (en línea). Consultado 12 junio 2012. Disponible en: <http://my.opera.com/Dr.%20Carlos%20Sican/blog/show.dml/1726784>
16. FAO. (S.f.) Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados manual de capacitación. (sf). (en línea). Consultado 27 febrero 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab492s/AB492S09.htm>
17. Fuentes Salinas, MB; Hernández Osorio, GA. 2007. Determinación de la calidad físico-químico y bacteriológico del agua del Lago de Guija. Tesis Lic. SV. Universidad de El Salvador. 135 p.
18. Garcés, K. *et al.* 2006. Caracterización del sistema de descontaminación productivo de aguas servidas en la finca pecuaria integrada de la universidad earth: i. las plantas acuáticas. (en línea). Consultado 10 mayo 2012. Disponible en: http://usi.earth.ac.cr/tierratropical/archivos-de-usuario/Edicion/29_v2.2-05_GarcesGutierrezl.pdf
19. García Ulloa, M. 2006. Efecto en la depuración en la biomasa del caracol *Pomacea patula* (Baker, 1922) usando el índice de condición. Colima, Mexico. (en línea). Consultado 12 mayo 2012. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/837/83710306.pdf>
20. Goldfish, Caracol Manzana (2007) (en línea). Consultado 14 abril 2011. Disponible en: http://www.elgoldfish.com/articulos/caracol_manzana.html
21. Hermida, M. 2011. verdechaco (en línea). Consultado 23 junio 2011. Disponible en: http://arbolesdelchaco.blogspot.com/2011_05_01_archive.html
22. Herrera, PE; Sánchez Castañeda, R. 1996. Crecimiento del caracol de agua dulce (*Pomacea sp.*) bajo diferentes niveles de Carbonato de Calcio en el agua. (en línea). Consultado 28 mayo 2011. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/52730918/Crecimiento-del-Caracol-de-agua-dulce-Pomacea-sp-bajo-diferentes-niveles-de-Carbonato-de-Calcio-en-el-agua>
23. Infojardin. (S.f.) Eichhornia crassipes ficha técnica. (en línea). Consultado 14 abril 2011. Disponible en: <http://fichas.infojardin.com/acuaticas/eichhornia-crassipes-jacinto-de-agua-camalote-camalotes.htm>

24. Instituto Geográfico Nacional. 1986. Descripción de lagunas de El Salvador. (en línea). Consultado 20 febrero 2011. Disponible en: <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/LagunasSalvador.pdf>
25. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments Auburn University. (S.f.) Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural. (en línea). Consultado 25 junio. Disponible en: <http://ag.arizona.edu/azaqua/aquacultureties/publications/spanish%20whap/gt4%20eliminar.pdf>
26. Iriarte Rodríguez, FV; Mendoza Carranza, M. 2007. Validación del cultivo semi-intensivo de caracol Tote (*Pomacea flagellata*), en el trópico húmedo. Departamento de Aprovechamiento y Manejo de Recursos Acuáticos (DAMRA). Revista AquaTIC. N 27: 16-30. (en línea). Consultado 25 noviembre 2011. Disponible en: http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/27_03.pdf
27. Jackson, D; 2009. Registro de *Pomacea canaliculata* (Ampulariidae), molusco exótico para el norte de Chile. Guayana, CL. Sociedad Chilena de Entomología. 44 p.
28. Jiménez Pérez, NF; Santamaría, JA. 2008. Ensayo evaluativo de tres tipos de alimento vegetal en la dieta alimenticia del caracol de agua dulce *Pomacea spp.* El Salvador SV, Universidad de El Salvador, Facultad de Biología. 9 p.
29. Korion. (S.f.) Caracol manzana. (en línea). Consultado 14 abril 2011. Disponible en: <http://www.korion.com.ar/manzana.htm>
30. Landines Parra. *et al.* 2007. Producción de peces ornamentales en Colombia. Bogotá, Co. (en línea). Consultado 13 enero 2012. Disponible en: <http://www.docentes.unal.edu.co/malandinezp/docs/Produccion%20de%20peces%20ornamentales%20en%20Colombia.pdf>.
31. Macarena Izaurieta, S.J. 1994. Control de calidad de insumos y dietas acuícolas. Universidad de Chile. p. 269. Consultado 7 mayo 2011. (en línea). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB482S/AB482S12.htm>

32. Martín, RP; Estebenet, AL; Burela, S. 2004. Factors affecting the distribution and abundance of the commensal *Temnocephala iheringi* (Platyhelminthes: Temnocephalidae) among the southernmost populations of the apple snail *Pomacea canaliculata* (Mollusca: Ampullariidae). San Juan, AR. Universidad Nacional del sur. 53 p.
33. Masuda, M. (S.f.) Apple Snail. (en línea). Consultado 10 febrero 2011. Disponible en: http://translate.googleusercontent.com/translate_c?hl=es&sl=en&u=http://www.applesnail.net/&prev=/search%3Fq%3Dapplesnail.net%26hl%3Des%26prmd%3Divns&rurl=translate.google.com&usq=ALkJrhjm8sUgAd0uTACbhh98gNXHTace7g
34. Meda Nogoyá, M. (S.f.) Argentina (en línea). Consultado 14 abril 2011. Disponible en: http://www.aquanovel.com/caracol_manzana3.htm
35. Medgadget. (S.f.) Revista digital de tecnología médica. (en línea). Consultado 28 abril 2011. Disponible en: <http://todo-en-salud.com/glosario-medico/cercaria>
36. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales- Inter-american Biodiversity Information Network. (S.f.) MARN-IABIN. Ficha Técnica-Proyecto Especies Invasoras (en línea). Consultado 24 febrero 2011. Disponible en: http://i3n.iabin.net/participants/elsalvador_CD/faunain/Pomacea_flagellata.pdf
37. Muñoz, F. 2006. Estado de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en El Salvador. Guatemala. (en línea). Consultado 23 de junio del 2011: <http://www.rlc.fao.org/iniciativa/pdf/sanes.pdf>
38. Murillo, PG; *et al.* 2004. Plantas exóticas e invasoras en el Parque Nacional de Doñana. Consejería de Medio Ambiente. (en línea). Consultado 14 abril 2011. Disponible en: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/contenidoExterno/Pub_revistama/revista_ma46/ma46_46.html
39. Novelo Retana, A. 2006. Plantas acuáticas de la reserva de la biosfera pantanos de Centla. México MX.

40. Norma Salvadoreña Obligatoria. 2009. Agua, agua potable. (Segunda actualización). (en línea). Consultado 16 febrero 2012. Disponible en: http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/normas/NORMA_AGUA_POTABLE_2_a.pdf
41. Ozaeta Zetina, MA. 2002. 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 Ing. Guatemala, GT. Universidad de San Carlos de Guatemala. 68 p.
42. Padilla, P; *et al.* 2002. Cultivo y aprovechamiento de moluscos acuáticos en la comunidad indígena Cocama-Cocamilla – Lecciones aprendidas. Pe. 6 p.
43. PNUD. 2010. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Informe sobre Desarrollo Humano El Salvador 2010 de la pobreza y el consumismo al bienestar de la gente. SV.
44. PREPAC. 2006. Plan Regional de Pesca y Acuicultura Continental Caracterización del Lago de Güija con Énfasis en la Pesca y la Acuicultura. Informe ejecutivo. El Salvador SV. 13p.
45. Propuesta para la implementación de un sistema de producción de agua dulce en la comunidad Vuelta de oro, lago de Coatepeque Santa Ana. (S.f.) El Salvador, SV.
46. Puentes, AR; Morales, PC. 2000. Manejo y cría de tres especies de caracol dulceacuícolas “churo” amazónico a nivel familiar (*Pomacea* spp. Y *Ampularia* sp). Centro tecnológico de recursos amazónicos centro Fátima. Puyo pastaza, Ec. 18 p.
47. Ruano Iraheta, C. E., *et al* 2011. Proyecto: Cultivo de caracol comestible (*Pomacea flagellata*) para mejorar la disponibilidad de proteína y control de zancudos (*Culicidae*) en comunidades rurales. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronomicas. (cruano33@yahoo.com)
48. Salas, J.; Garridos, C. 2007. El caracol manzana. Dr. Pez. España (en línea). Consultado 15 abril 2011. Disponible en: <http://www.drpez.com/drcol163.htm>
49. Sandford G. El libro completo de los peces de acuario, guía completa para identificar, escoger y mantener especies de agua dulce y marinas. (en línea). Consultado el 30 marzo. Disponible en:

http://books.google.com.sv/books?id=p9DxwVlaAvwC&pg=PA51&dq=poecilia+sphenops+ciclo+reproductivo&hl=es&sa=X&ei=EDePT_meDoio8QSXoa3_DQ&ved=0CDoQ6AEwAg#v=onepage&q=poecilia%20sphenops%20ciclo%20reproductivo&f=false

50. Santos, SA. 1999. Efecto de la temperatura y la densidad luminosa sobre la producción intensiva de crías de caracol Tegogolo *Pomacea patula*. Colima México. Tesis (en línea). Consultada 15 abril 2011. Disponible en: http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Adelina%20Santos%20Soto.pdf
51. Scribd. (S.f) Genero endolimax (en línea). Consultado 12 junio 2012. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/52661839/GENERO-ENDOLIMAX>
52. Sweeney M. 2008. El acuario. (en línea). Consultado el 30 marzo. Disponible en: <http://books.google.com.sv/books?id=oz5w4uhK-coC&pg=PA58&dq=poecilia+sphenops&hl=es&sa=X&ei=ySmPT6egAoPq8wS7oqj7DQ&ved=0CE0Q6AEwBg#v=onepage&q=poecilia%20sphenops&f=true>
53. Taxonomía de macrofita 2009. (en línea). Consultado 23 junio 2011. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/55329474/taxonomia-de-macrofitas>
54. Vibrans, H. 2005. Malezas de México ficha informativa. (en línea). Consultado 30 marzo. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/pontederiaceae/eichhornia-crassipes/fichas/ficha.htm>

8. ANEXOS

Cuadro A- 1. Peso (g) para la primera toma de datos.

| 17/10/2011 | | | | | |
|---------------------|---------------------|-----------|------------|-----------|----------|
| | REPETICIONES | | | | |
| TRATAMIENTOS | I | II | III | IV | V |
| T1 R1D1 | 0.73 | 0.79 | 0.60 | 0.65 | 0.65 |
| T12 R1D2 | 0.73 | 0.73 | 0.53 | 0.72 | 0.60 |
| T3 R2D1 | 0.69 | 0.72 | 0.85 | 0.49 | 0.60 |
| T4 R2D2 | 0.74 | 0.60 | 0.79 | 0.63 | 0.54 |
| TOTAL | 2.89 | 2.84 | 2.77 | 2.49 | 2.39 |

Cuadro A- 2. Peso (g) para la segunda toma de datos.

| 31/10/2011 | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|
| T1 R1D1 | 1.24 | 1.40 | 1.13 | 1.3 | 1.19 |
| T12 R1D2 | 1.38 | 1.43 | 1.11 | 1.34 | 1.21 |
| T3 R2D1 | 1.16 | 1.28 | 1.34 | 1.11 | 1.11 |
| T4 R2D2 | 1.19 | 1.09 | 1.32 | 1.13 | 0.80 |
| TOTAL | 4.98 | 5.19 | 4.90 | 4.87 | 4.30 |

Cuadro A- 3. Peso (g) para la tercera toma de datos.

| 14/11/2011 | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|
| T1 R1D1 | 2.30 | 2.32 | 2.08 | 2.17 | 2.12 |
| T2 R1D2 | 2.28 | 2.30 | 1.89 | 2.25 | 2.10 |
| T3 R2D1 | 1.78 | 1.62 | 1.95 | 1.37 | 1.74 |
| T4 R2D2 | 1.81 | 1.69 | 2.13 | 1.70 | 1.52 |
| TOTAL | 8.17 | 7.93 | 8.04 | 7.48 | 7.48 |

Cuadro A- 4. Peso (g) para la cuarta toma de datos.

| 28/11/2011 | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T1 R1D1 | 3.27 | 3.32 | 2.82 | 2.69 | 2.94 |
| T12 R1D2 | 3.31 | 3.48 | 3.13 | 3.17 | 2.87 |
| T3 R2D1 | 2.46 | 2.58 | 2.76 | 2.07 | 2.56 |
| T4 R2D2 | 2.50 | 2.42 | 2.99 | 2.50 | 2.47 |
| TOTAL | 11.54 | 11.80 | 11.69 | 10.44 | 10.83 |

Cuadro A- 5. Peso (g) para la quinta toma de datos.

| 12/12/2011 | | | | | |
|-------------------|--|--|--|--|--|
| | | | | | |

| | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T1 R1D1 | 4.49 | 4.60 | 3.85 | 3.72 | 4.07 |
| T12 R1D2 | 4.71 | 4.87 | 4.54 | 4.32 | 4.37 |
| T3 R2D1 | 3.35 | 3.51 | 3.86 | 2.80 | 3.45 |
| T4 R2D2 | 3.27 | 3.33 | 4.01 | 3.38 | 3.20 |
| TOTAL | 15.82 | 16.32 | 16.27 | 14.21 | 15.10 |

Cuadro A- 6. Peso (g) para la sexta toma de datos.

| | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 26/12/11 | | | | | |
| T1 R1D1 | 6.32 | 6.40 | 5.31 | 5.18 | 5.59 |
| T12 R1D2 | 6.74 | 7.05 | 6.45 | 6.14 | 6.24 |
| T3 R2D1 | 4.48 | 4.73 | 5.38 | 3.92 | 4.69 |
| T4 R2D2 | 4.09 | 4.18 | 5.31 | 4.43 | 4.40 |
| TOTAL | 21.63 | 22.36 | 22.46 | 19.66 | 20.92 |

Cuadro A- 7. Peso (g) para la séptima toma de datos.

| | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 09/01/12 | | | | | |
| T1 R1D1 | 8.74 | 8.87 | 6.97 | 6.86 | 7.45 |
| T12 R1D2 | 9.48 | 9.85 | 9.09 | 8.49 | 8.58 |
| T3 R2D1 | 5.71 | 6.32 | 7.48 | 5.11 | 6.30 |
| T4 R2D2 | 4.92 | 4.88 | 6.93 | 5.54 | 5.95 |
| TOTAL | 28.85 | 29.91 | 30.47 | 26.00 | 28.28 |

Cuadro A- 8. Peso (g) para la octava toma de datos.

| | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 23/01/2012 | | | | | |
| T1 R1D1 | 10.05 | 9.95 | 8.03 | 7.90 | 8.71 |
| T12 R1D2 | 12.41 | 11.23 | 10.64 | 9.81 | 10.15 |
| T3 R2D1 | 6.84 | 6.98 | 8.46 | 5.60 | 7.01 |
| T4 R2D2 | 6.04 | 5.91 | 8.21 | 6.50 | 7.15 |
| TOTAL | 35.34 | 34.07 | 35.34 | 29.81 | 33.02 |

Cuadro A- 9. Peso (g) para la novena toma de datos.

| 06/02/2012 | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T1 R1D1 | 11.56 | 11.69 | 9.08 | 8.92 | 9.94 |
| T12 R1D2 | 12.85 | 13.09 | 12.30 | 11.08 | 11.54 |
| T3 R2D1 | 7.84 | 7.73 | 9.51 | 6.25 | 7.92 |
| T4 R2D2 | 6.78 | 6.64 | 9.18 | 7.20 | 7.85 |
| TOTAL | 39.03 | 39.15 | 40.07 | 33.45 | 37.25 |

Cuadro A- 10. Peso (g) para la decima toma de datos.

| 20/02/12 | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T1 R1D1 | 12.99 | 13.00 | 10.13 | 9.95 | 11.01 |
| T12 R1D2 | 14.29 | 14.59 | 13.71 | 12.37 | 12.85 |
| T3 R2D1 | 8.72 | 8.58 | 10.44 | 6.99 | 8.79 |
| T4 R2D2 | 7.59 | 7.41 | 10.16 | 8.05 | 8.75 |
| TOTAL | 43.59 | 43.58 | 44.44 | 37.36 | 41.40 |

Cuadro A-11. Análisis de varianza para la variable peso (g)

| | G.L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADO MEDIO | F. CAL | PROBABILIDAD |
|------------|------------|--------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| Recipiente | 1 | 694.389 | 694.389 | 2.070 | 0.15840 ^{ns} |
| Densidad | 1 | 32.616 | 32.616 | 0.100 | 0.75670 ^{ns} |
| Rec*Den | 1 | 63.908 | 63.908 | 0.190 | 0.66480 ^{ns} |
| Error | 36 | 12050.722 | 334.742 | | |
| Total | 39 | 12841.636 | | | |

Coefficiente de variabilidad 71.173 %

Cuadro A-12. Altura (mm) para la primera toma de datos.

| 17/10/2011 | | | | | |
|---------------------|---------------------|-----------|------------|-----------|----------|
| | REPETICIONES | | | | |
| TRATAMIENTOS | I | II | III | IV | V |
| T1 R1D1 | 16.63 | 17.22 | 16.13 | 16.60 | 16.79 |
| T12 R1D2 | 17.30 | 17.65 | 16.03 | 16.69 | 16.84 |
| T3 R2D1 | 14.36 | 14.86 | 16.26 | 13.80 | 15.25 |
| T4 R2D2 | 13.80 | 13.91 | 15.14 | 15.19 | 14.40 |
| TOTAL | 62.09 | 63.64 | 63.56 | 62.28 | 63.28 |

Cuadro A- 13. Altura (mm) para la segunda toma de datos.

| | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 31/10/2011 | | | | | |
| T1 R1D1 | 16.32 | 18.57 | 17.14 | 18.55 | 17.92 |
| T12 R1D2 | 19.46 | 20.23 | 18.62 | 18.63 | 19.07 |
| T3 R2D1 | 16.06 | 17.14 | 18.15 | 16.81 | 16.81 |
| T4 R2D2 | 15.54 | 16.16 | 17.16 | 16.79 | 13.68 |
| TOTAL | 67.38 | 72.09 | 71.07 | 70.78 | 67.48 |

Cuadro A- 14. Altura (mm) para la tercera toma de datos.

| | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 14/11/2011 | | | | | |
| T1 R1D1 | 20.83 | 21.76 | 19.54 | 20.78 | 20.65 |
| T12 R1D2 | 21.39 | 19.11 | 18.75 | 20.09 | 21.29 |
| T3 R2D1 | 18.04 | 18.97 | 19.69 | 17.00 | 18.71 |
| T4 R2D2 | 17.17 | 18.27 | 19.40 | 18.36 | 17.14 |
| TOTAL | 77.43 | 78.11 | 77.37 | 76.24 | 77.79 |

Cuadro A- 15. Altura (mm) para la cuarta toma de datos.

| | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 28/11/2011 | | | | | |
| T1 R1D1 | 21.40 | 22.60 | 20.22 | 20.06 | 20.74 |
| T12 R1D2 | 23.91 | 24.51 | 23.58 | 21.68 | 23.80 |
| T3 R2D1 | 18.72 | 20.12 | 21.18 | 18.61 | 19.60 |
| T4 R2D2 | 17.71 | 19.04 | 20.44 | 19.03 | 17.90 |
| TOTAL | 81.74 | 86.27 | 85.42 | 79.38 | 82.04 |

Cuadro A- 16. Altura (mm) para la quinta toma de datos.

| | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 12/12/2011 | | | | | |
| T1 R1D1 | 26.15 | 26.98 | 23.45 | 23.62 | 23.91 |
| T12 R1D2 | 25.58 | 28.01 | 25.61 | 22.82 | 25.91 |
| T3 R2D1 | 19.89 | 20.83 | 23.22 | 19.73 | 20.49 |
| T4 R2D2 | 18.98 | 20.14 | 21.83 | 19.98 | 18.35 |
| TOTAL | 90.60 | 95.96 | 94.11 | 86.15 | 88.66 |

Cuadro A- 17. Altura (mm) para la sexta toma de datos.

| | | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 26/12/11 | | | | | |
| T1 R1D1 | 28.54 | 29.76 | 26.50 | 26.61 | 26.60 |
| T12 R1D2 | 29.30 | 30.97 | 28.68 | 25.96 | 28.62 |
| T3 R2D1 | 22.22 | 24.26 | 26.08 | 22.86 | 23.85 |
| T4 R2D2 | 22.23 | 22.48 | 23.79 | 21.99 | 20.75 |
| TOTAL | 102.29 | 107.47 | 105.04 | 97.41 | 99.82 |

Cuadro A- 18. Altura (mm) para la séptima toma de datos.

| | | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 09/01/12 | | | | | |
| T1 R1D1 | 31.22 | 32.82 | 29.61 | 29.89 | 29.37 |
| T12 R1D2 | 32.59 | 34.15 | 32.40 | 29.36 | 31.89 |
| T3 R2D1 | 25.41 | 27.67 | 28.74 | 26.31 | 27.15 |
| T4 R2D2 | 25.31 | 24.97 | 26.28 | 24.39 | 24.20 |
| TOTAL | 114.54 | 119.61 | 117.03 | 109.96 | 112.61 |

Cuadro A- 19. Altura (mm) para la octava toma de datos.

| | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 23/01/2012 | | | | | |
| T1 R1D1 | 34.18 | 35.18 | 30.85 | 31.56 | 31.74 |
| T12 R1D2 | 39.24 | 36.09 | 35.51 | 31.06 | 33.29 |
| T3 R2D1 | 28.65 | 28.91 | 29.92 | 26.69 | 28.79 |
| T4 R2D2 | 29.10 | 28.87 | 28.49 | 28.44 | 28.70 |
| TOTAL | 131.17 | 129.05 | 124.77 | 117.75 | 122.52 |

Cuadro A- 20. Altura (mm) para la novena toma de datos.

| | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 06/02/2012 | | | | | |
| T1 R1D1 | 37.87 | 38.06 | 33.27 | 33.59 | 34.72 |
| T12 R1D2 | 39.80 | 40.88 | 39.07 | 34.09 | 34.68 |
| T3 R2D1 | 31.59 | 31.49 | 33.56 | 29.29 | 31.99 |
| T4 R2D2 | 30.31 | 30.13 | 33.46 | 30.88 | 29.85 |
| TOTAL | 139.57 | 140.56 | 139.36 | 127.85 | 131.24 |

Cuadro A- 21. Altura (mm) para la decima toma de datos.

| 20/02/12 | | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| T1 R1D1 | 39.17 | 39.51 | 36.40 | 36.32 | 37.27 |
| T12 R1D2 | 40.75 | 42.36 | 40.76 | 36.66 | 39.84 |
| T3 R2D1 | 33.42 | 33.07 | 34.93 | 31.34 | 33.27 |
| T4 R2D2 | 31.24 | 31.49 | 37.03 | 33.58 | 32.95 |
| TOTAL | 144.58 | 146.43 | 149.12 | 137.90 | 143.33 |

Cuadro A-22. Análisis de varianza para la variable altura (mm)

Coefficiente de variabilidad 28.435%

| | G.L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADO MEDIO | F. CAL | PROBABILIDAD |
|------------|------------|--------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| Recipiente | 1 | 4192.666 | 4192.666 | 3.270 | 0.07880 ^{ns} |
| Densidad | 1 | 7.039 | 7.039 | 0.010 | 0.94130 ^{ns} |
| Rec*Den | 1 | 232.420 | 232.420 | 0.180 | 0.67270 ^{ns} |
| Error | 36 | 46114.342 | 1280.954 | | |
| Total | 39 | 50546.467 | | | |

Cuadro A-23. Diámetro (mm) para la primera toma de datos.

| 17/10/2011 | | | | | |
|---------------------|---------------------|-----------|------------|-----------|----------|
| | REPETICIONES | | | | |
| TRATAMIENTOS | I | II | III | IV | V |
| T1 R1D1 | 15.16 | 17.12 | 15.77 | 16.97 | 16.59 |
| T12 R1D2 | 17.90 | 18.73 | 16.92 | 17.27 | 17.56 |
| T3 R2D1 | | 13.68 | 15.11 | 13.52 | 14.14 |
| T4 R2D2 | 12.89 | 12.57 | 14.08 | 14.39 | 13.20 |
| TOTAL | 45.95 | 62.10 | 61.88 | 62.15 | 61.49 |

Cuadro A- 24. Diámetro (mm) para la segunda toma de datos.

| 31/10/2011 | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T1 R1D1 | 1.24 | 1.40 | 1.13 | 1.3 | 1.19 |
| T12 R1D2 | 1.38 | 1.43 | 1.11 | 1.34 | 1.21 |
| T3 R2D1 | 14.93 | 15.95 | 17.03 | 15.65 | 15.65 |
| T4 R2D2 | 14.43 | 14.94 | 15.92 | 15.26 | 12.72 |
| TOTAL | 31.99 | 33.72 | 35.19 | 33.55 | 30.77 |

Cuadro A- 25. Diámetro (mm) para la tercera toma de datos.

| | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 14/11/2011 | | | | | |
| T1 R1D1 | 19.47 | 20.22 | 18.03 | 19.35 | 19.26 |
| T12 R1D2 | 20.03 | 17.85 | 17.36 | 18.80 | 19.56 |
| T3 R2D1 | 16.86 | 17.76 | 18.41 | 15.61 | 17.26 |
| T4 R2D2 | 15.60 | 16.58 | 17.80 | 16.93 | 15.92 |
| TOTAL | 71.96 | 72.41 | 71.60 | 70.68 | 72.00 |

Cuadro A- 26. Diámetro (mm) para la cuarta toma de datos.

| | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 28/11/2011 | | | | | |
| T1 R1D1 | 16.63 | 17.22 | 16.13 | 16.60 | 16.79 |
| T12 R1D2 | 17.30 | 17.65 | 16.03 | 16.69 | 16.84 |
| T3 R2D1 | 14.36 | 14.86 | 16.26 | 13.80 | 15.25 |
| T4 R2D2 | 13.80 | 13.91 | 15.14 | 15.19 | 14.40 |
| TOTAL | 62.09 | 63.64 | 63.56 | 62.28 | 63.28 |

Cuadro A- 27. Diámetro (mm) para la quinta toma de datos.

| | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 12/12/2011 | | | | | |
| T1 R1D1 | 24.26 | 24.74 | 21.55 | 21.84 | 22.26 |
| T12 R1D2 | 23.62 | 25.95 | 23.21 | 21.11 | 23.88 |
| T3 R2D1 | 18.49 | 17.14 | 21.88 | 17.83 | 18.53 |
| T4 R2D2 | 17.41 | 17.59 | 19.39 | 18.33 | 16.05 |
| TOTAL | 83.78 | 85.42 | 86.03 | 79.11 | 80.72 |

Cuadro A- 28. Diámetro (mm) para la sexta toma de datos.

| | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 26/12/11 | | | | | |
| T1 R1D1 | 26.38 | 27.80 | 24.56 | 24.52 | 24.35 |
| T12 R1D2 | 27.21 | 29.08 | 26.50 | 24.18 | 26.60 |
| T3 R2D1 | 20.63 | 22.43 | 24.48 | 20.84 | 21.87 |
| T4 R2D2 | 20.14 | 19.84 | 21.28 | 19.99 | 19.15 |
| TOTAL | 94.36 | 99.15 | 96.81 | 89.52 | 91.97 |

Cuadro A- 29. Diámetro (mm) para la séptima toma de datos.

| | | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 09/01/12 | | | | | |
| T1 R1D1 | 29.08 | 30.72 | 27.64 | 27.74 | 27.45 |
| T12 R1D2 | 30.04 | 32.60 | 30.21 | 27.53 | 29.73 |
| T3 R2D1 | 23.69 | 26.08 | 27.39 | 24.12 | 25.22 |
| T4 R2D2 | 22.79 | 22.16 | 24.36 | 22.73 | 21.90 |
| TOTAL | 105.60 | 111.56 | 109.60 | 102.12 | 104.30 |

Cuadro A- 30. Diámetro (mm) para la octava toma de datos.

| | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 23/01/2012 | | | | | |
| T1 R1D1 | 32.47 | 33.38 | 29.06 | 29.27 | 29.68 |
| T12 R1D2 | 36.50 | 34.22 | 33.97 | 29.26 | 30.95 |
| T3 R2D1 | 26.65 | 26.95 | 27.98 | 24.50 | 26.73 |
| T4 R2D2 | 26.97 | 25.70 | 27.41 | 27.58 | 26.70 |
| TOTAL | 122.59 | 120.25 | 118.42 | 110.61 | 114.06 |

Cuadro A-31. Diámetro (mm) para la novena toma de datos.

| | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 06/02/2012 | | | | | |
| T1 R1D1 | 36.11 | 36.38 | 31.73 | 32.01 | 32.87 |
| T12 R1D2 | 38.37 | 39.46 | 37.69 | 33.06 | 33.67 |
| T3 R2D1 | 28.47 | 29.31 | 31.33 | 27.63 | 30.43 |
| T4 R2D2 | 27.97 | 26.84 | 31.15 | 29.88 | 27.00 |
| TOTAL | 130.92 | 131.99 | 131.90 | 122.58 | 123.97 |

Cuadro A- 32. Diámetro (mm) para la decima toma de datos.

| | | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 20/02/12 | | | | | |
| T1 R1D1 | 37.30 | 37.49 | 34.92 | 34.78 | 36.03 |
| T12 R1D2 | 39.16 | 41.14 | 39.40 | 35.66 | 38.86 |
| T3 R2D1 | 29.78 | 31.00 | 32.74 | 29.86 | 31.56 |
| T4 R2D2 | 29.03 | 28.21 | 34.68 | 32.36 | 30.55 |
| TOTAL | 135.27 | 137.84 | 141.74 | 132.66 | 137.00 |

Cuadro A-33. Análisis de varianza para la variable diámetro (mm)

Coefficiente de variabilidad 29.273 %

| | G.L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADO MEDIO | F. CAL | PROBABILIDAD |
|------------|------------|--------------------------|-----------------------|---------------|----------------------|
| Recipiente | 1 | 4680.300 | 4680.300 | 3.98 | 0.0535 ^{ns} |
| Densidad | 1 | 16.952 | 16.952 | 0.01 | 0.9050 ^{ns} |
| Rec*Den | 1 | 258.064 | 258.064 | 0.22 | 0.6421 ^{ns} |
| Error | 36 | 42285.000 | 1174.608 | | |
| Total | 39 | 47241.215 | | | |

Cuadro A-34. Eje de la concha (mm) para la primera toma de datos.

| 17/10/2011 | | | | | |
|---------------------|---------------------|-----------|------------|-----------|----------|
| | REPETICIONES | | | | |
| TRATAMIENTOS | I | II | III | IV | V |
| T1 R1D1 | 11.68 | 11.91 | 10.41 | 11.17 | 10.74 |
| T12 R1D2 | 10.92 | 11.56 | 9.88 | 10.37 | 10.71 |
| T3 R2D1 | 9.70 | 10.38 | 10.59 | 8.89 | 10.55 |
| T4 R2D2 | 8.73 | 9.77 | 10.77 | 11.07 | 10.09 |
| TOTAL | 41.03 | 43.61 | 41.64 | 41.49 | 42.08 |

Cuadro A- 35. Eje de la concha (mm) para la segunda toma de datos.

| 31/10/2011 | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | | |
| T1 R1D1 | 11.16 | 12.29 | 10.84 | 12.07 | 11.17 |
| T12 R1D2 | 12.89 | 13.82 | 11.74 | 12.05 | 12.31 |
| T3 R2D1 | 10.61 | 11.54 | 11.68 | 11.14 | 11.14 |
| T4 R2D2 | 9.88 | 11.50 | 11.71 | 11.28 | 9.71 |
| TOTAL | 44.54 | 49.15 | 45.98 | 46.53 | 44.33 |

Cuadro A- 36. Eje de la concha (mm) para la tercera toma de datos.

| 14/11/2011 | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | | |
| T1 R1D1 | 13.64 | 13.88 | 14.14 | 14.14 | 14.15 |
| T12 R1D2 | 15.65 | 15.89 | 13.82 | 13.81 | 14.35 |
| T3 R2D1 | 12.52 | 13.69 | 12.36 | 9.94 | 12.37 |
| T4 R2D2 | 11.20 | 13.69 | 13.73 | 12.31 | 13.63 |
| TOTAL | 53.01 | 57.14 | 54.04 | 50.21 | 54.51 |

Cuadro A- 37. Eje de la concha (mm) para la cuarta toma de datos.

| | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 28/11/2011 | | | | | |
| T1 R1D1 | 15.66 | 16.31 | 16.13 | 16.60 | 16.79 |
| T12 R1D2 | 17.30 | 17.65 | 16.03 | 16.69 | 16.84 |
| T3 R2D1 | 14.36 | 14.86 | 16.26 | 13.80 | 15.25 |
| T4 R2D2 | 13.80 | 13.91 | 15.14 | 15.19 | 14.40 |
| TOTAL | 61.12 | 62.73 | 63.56 | 62.28 | 63.28 |

Cuadro A- 38. Eje de la concha (mm) para la quinta toma de datos.

| | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 12/12/2011 | | | | | |
| T1 R1D1 | 18.05 | 18.33 | 15.34 | 15.55 | 15.29 |
| T12 R1D2 | 16.61 | 14.17 | 15.59 | 14.91 | 16.47 |
| T3 R2D1 | 13.18 | 17.14 | 15.85 | 11.57 | 13.27 |
| T4 R2D2 | 11.82 | 14.21 | 14.23 | 13.16 | 14.05 |
| TOTAL | 59.66 | 63.85 | 61.01 | 55.19 | 59.09 |

Cuadro A- 39. Eje de la concha (mm) para la sexta toma de datos.

| | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 26/12/11 | | | | | |
| T1 R1D1 | 20.20 | 20.55 | 17.79 | 17.49 | 17.34 |
| T12 R1D2 | 19.33 | 21.59 | 18.11 | 17.24 | 18.86 |
| T3 R2D1 | 14.91 | 16.82 | 18.33 | 14.25 | 15.57 |
| T4 R2D2 | 14.18 | 16.04 | 15.91 | 14.68 | 16.55 |
| TOTAL | 68.62 | 75.01 | 70.14 | 63.66 | 68.32 |

Cuadro A- 40. Eje de la concha (mm) para la séptima toma de datos.

| | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 09/01/12 | | | | | |
| T1 R1D1 | 22.41 | 23.21 | 20.37 | 20.59 | 19.97 |
| T12 R1D2 | 22.24 | 24.68 | 20.65 | 19.59 | 21.52 |
| T3 R2D1 | 17.09 | 19.12 | 21.04 | 16.71 | 18.38 |
| T4 R2D2 | 16.90 | 18.10 | 17.65 | 16.95 | 18.55 |
| TOTAL | 78.64 | 85.11 | 79.71 | 73.84 | 78.42 |

Cuadro A- 41. Eje de la concha (mm) para la octava toma de datos.

| 23/01/2012 | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T1 R1D1 | 25.28 | 25.62 | 22.27 | 22.64 | 21.69 |
| T12 R1D2 | 28.57 | 26.88 | 24.58 | 20.78 | 23.65 |
| T3 R2D1 | 19.60 | 20.15 | 20.42 | 17.64 | 20.07 |
| T4 R2D2 | 20.12 | 21.29 | 20.28 | 19.63 | 22.05 |
| TOTAL | 93.57 | 93.94 | 87.55 | 80.69 | 87.46 |

Cuadro A- 42. Eje de la concha (mm) para la novena toma de datos.

| 06/02/2012 | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|-------|-------|
| T1 R1D1 | 28.93 | 29.04 | 24.87 | 24.68 | 25.09 |
| T12 R1D2 | 29.84 | 30.26 | 28.13 | 22.79 | 25.31 |
| T3 R2D1 | 22.73 | 23.68 | 25.59 | 21.16 | 24.99 |
| T4 R2D2 | 21.91 | 22.21 | 24.16 | 22.44 | 23.10 |
| TOTAL | 103.41 | 105.19 | 102.75 | 91.07 | 98.49 |

Cuadro A- 43. Eje de la concha (mm) para la decima toma de datos.

| 20/02/12 | | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| T1 R1D1 | 30.38 | 30.68 | 27.50 | 27.69 | 28.28 |
| T12 R1D2 | 31.01 | 31.50 | 30.63 | 25.98 | 30.29 |
| T3 R2D1 | 25.76 | 25.73 | 27.30 | 23.64 | 26.01 |
| T4 R2D2 | 24.19 | 24.80 | 28.16 | 26.45 | 25.50 |
| TOTAL | 111.34 | 112.71 | 113.59 | 103.76 | 110.08 |

Cuadro A-44. Análisis de varianza para la variable eje de la concha (mm)

| | G.L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADO MEDIO | F. CAL | PROBABILIDAD |
|------------|------------|--------------------------|-----------------------|---------------|----------------------|
| Recipiente | 1 | 1743.9844 | 1743.984 | 1.990 | 0.1668 ^{ns} |
| Densidad | 1 | 11.72889 | 11.729 | 0.010 | 0.9085 ^{ns} |
| Rec*Den | 1 | 5.715 | 5.715 | 0.010 | 0.9361 ^{ns} |
| Error | 36 | 31528.352 | 875.788 | | |
| Total | 39 | 33289.780 | | | |

Coefficiente de variabilidad 33.906 %

Cuadro A-45. Rendimiento de material comestible.

| RENDIMIENTO DE MATERIAL COMESTIBLE | | | | |
|---|--------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|
| | FACTORES | PESO CON CONCHA (g) | PESO SIN CONCHA (g) | % RENDIMIENTO |
| 1 | T1 R1D1 (pila 1) | 22.8 | 9.3 | 40.79 |
| 2 | T1 R1D1 (pila 1) | 23.7 | 10.3 | 43.46 |
| 3 | T1 R1D1 (pila 1) | 8.6 | 4.4 | 51.16 |
| 4 | T1 R1D1 (pila 1) | 7.8 | 4.4 | 56.41 |
| 5 | T1 R1D1 (pila 1) | 38 | 15.1 | 39.74 |
| Suma | | 100.90 | 43.50 | 231.56 |
| Promedio | | 20.18 | 8.70 | 46.31 |
| 6 | T2 R1D2 (pila 2) | 18.1 | 4 | 22.10 |
| 7 | T2 R1D2 (pila 2) | 22.7 | 11 | 48.46 |
| 8 | T2 R1D2 (pila 2) | 16.6 | 11 | 66.27 |
| 9 | T2 R1D2 (pila 2) | 40.2 | 16.8 | 41.79 |
| 10 | T2 R1D2 (pila 2) | 21.7 | 8.8 | 40.55 |
| Suma | | 119.30 | 51.60 | 219.17 |
| Promedio | | 23.86 | 10.32 | 43.83 |
| 11 | T3 R2D1 (huacal 1) | 10.4 | 6.5 | 62.50 |
| 12 | T3 R2D1 (huacal 2) | 16.9 | 10.4 | 61.54 |
| 13 | T3 R2D1 (huacal 3) | 17.8 | 8.9 | 50.00 |
| 14 | T3 R2D1 (huacal 4) | 8.6 | 4.5 | 52.33 |
| 15 | T3 R2D1 (huacal 5) | 22.7 | 9.6 | 42.29 |
| Suma | | 76.40 | 39.90 | 268.65 |
| Promedio | | 15.28 | 7.98 | 53.73 |
| 16 | T4 R2D2 (huacal 1) | 9 | 6.7 | 74.44 |
| 17 | T4 R2D2 (huacal 2) | 9.7 | 4.9 | 50.52 |
| 18 | T4 R2D2 (huacal 3) | 12.3 | 6.7 | 54.47 |
| 19 | T4 R2D2 (huacal 4) | 12.2 | 7.7 | 63.11 |
| 20 | T4 R2D2 (huacal 5) | 10.8 | 6.1 | 56.48 |
| Suma | | 54.00 | 32.10 | 299.03 |
| Promedio | | 10.80 | 6.42 | 59.81 |

Cuadro A-46. Análisis de varianza para la variable rendimiento de material comestible.

| | G.L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADO MEDIO | F. CAL | F. TAB |
|------------|------------|--------------------------|-----------------------|---------------|----------------------|
| Recipiente | 1 | 683.86513 | 683.86513 | 5.9 | 0,0273* |
| Densidad | 1 | 16.140459 | 16.140459 | 0.14 | 0,7139 ^{ns} |
| Rec*Den | 1 | 91.37812 | 91.37812 | 0.79 | 0,3878 ^{ns} |
| Error | 16 | 1854.8844 | 115.93028 | | |
| Total | 19 | 2646.2737 | | | |

Coefficiente

de variabilidad 21.145 %

Cuadro A-47. Prueba estadística DMS para la variable rendimiento de material comestible.

| FACTOR | | PROMEDIO | CALIFICACIÓN | |
|--------------------|------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| ALOJAMIENTO | DENSIDAD | | ALOJAMIENTO | DENSIDAD |
| T1=R1D1 | 1 CARACOL POR 3 LITROS | 46.31 | B | A |
| T2=R1D2 | 1 CARACOL POR 6 LITROS | 43.83 | B | A |
| T3=R2D1 | 1 CARACOL POR 3 LITROS | 53.73 | A | A |
| T4=R2D2 | 1 CARACOL POR 6 LITROS | 59.80 | A | A |

Cuadro A-48. Número de caracoles en la primera toma de datos, a los 51 días de edad.

| 17/10/2011 | REPETICIONES | | | | | |
|---------------------------|--------------|----|-----|----|----|-------|
| TRATAMIENTOS | I | II | III | IV | V | TOTAL |
| NUMERO DE CARACOLES VIVOS | | | | | | |
| T1 R1D1 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 190 |
| T2 R1D2 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 95 |
| T3 R2D1 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 85 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 45 |
| TOTAL DE CARACOLES | | | | | | |
| T1 R1D1 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 190 |
| T2 R1D2 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 95 |
| T3 R2D1 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 85 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 45 |

Cuadro A- 49. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 65 días de iniciada la evaluación.

| 31/10/2011 | REPETICIONES | | | | | |
|---------------------------|--------------|--------|--------|--------|-------|-------|
| TRATAMIENTOS | I | II | III | IV | V | TOTAL |
| NUMERO DE CARACOLES VIVOS | | | | | | |
| T1 R1D1 | 33 | 36 | 36 | 37 | 36 | 178 |
| T2 R1D2 | 19 | 18 | 16 | 19 | 17 | 89 |
| T3 R2D1 | 17 | 16 | 14 | 17 | 16 | 80 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 9 | 8 | 8 | 43 |
| TOTAL DE CARACOLES | | | | | | |
| T1 R1D1 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 190 |
| T2 R1D2 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 95 |
| T3 R2D1 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 85 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 45 |
| % DE SOBREVIVENCIA | | | | | | |
| T1 R1D1 | 86.84 | 94.74 | 94.74 | 97.37 | 94.74 | 93.68 |
| T2 R1D2 | 100.00 | 94.74 | 84.21 | 100.00 | 89.47 | 93.68 |
| T3 R2D1 | 100.00 | 94.12 | 82.35 | 100.00 | 94.12 | 94.12 |
| T4 R2D2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 88.89 | 88.89 | 95.56 |

Cuadro A- 50. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 79 días de la

evaluación.

| 14/11/2011 | REPETICIONES | | | | | |
|----------------------------------|---------------------|-----------|------------|-----------|----------|--------------|
| TRATAMIENTOS | I | II | III | IV | V | TOTAL |
| NUMERO DE CARACOLES VIVOS | | | | | | |
| T1 R1D1 | 32 | 35 | 36 | 32 | 31 | 166 |
| T2 R1D2 | 18 | 16 | 14 | 18 | 16 | 82 |
| T3 R2D1 | 17 | 15 | 14 | 16 | 16 | 78 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 8 | 8 | 5 | 39 |
| TOTAL DE CARACOLES | | | | | | |
| T1 R1D1 | 33 | 36 | 36 | 37 | 36 | 178 |
| T2 R1D2 | 19 | 18 | 16 | 19 | 17 | 89 |
| T3 R2D1 | 17 | 16 | 14 | 17 | 16 | 80 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 9 | 8 | 8 | 43 |
| % DE SOBREVIVENCIA | | | | | | |
| T1 R1D1 | 96.97 | 97.22 | 100.00 | 86.49 | 86.11 | 93.26 |
| T2 R1D2 | 94.74 | 88.89 | 87.50 | 94.74 | 94.12 | 92.13 |
| T3 R2D1 | 100.00 | 93.75 | 100.00 | 94.12 | 100.00 | 97.50 |
| T4 R2D2 | 100.00 | 100.00 | 88.89 | 100.00 | 62.50 | 90.70 |

Cuadro A- 51. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 93 días de la evaluación.

| 2811/2011 | REPETICIONES | | | | | |
|---------------------------|--------------|--------|--------|--------|-------|-------|
| TRATAMIENTOS | I | II | III | IV | V | TOTAL |
| NUMERO DE CARACOLES VIVOS | | | | | | |
| T1 R1D1 | 30 | 32 | 29 | 17 | 20 | 128 |
| T2 R1D2 | 17 | 14 | 14 | 14 | 11 | 70 |
| T3 R2D1 | 17 | 15 | 13 | 15 | 15 | 75 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 8 | 8 | 3 | 37 |
| TOTAL DE CARACOLES | | | | | | |
| T1 R1D1 | 32 | 35 | 36 | 32 | 31 | 166 |
| T2 R1D2 | 18 | 16 | 14 | 18 | 16 | 82 |
| T3 R2D1 | 17 | 15 | 14 | 16 | 16 | 78 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 8 | 8 | 5 | 39 |
| % DE SOBREVIVENCIA | | | | | | |
| T1 R1D1 | 93.75 | 91.43 | 80.56 | 53.13 | 64.52 | 77.11 |
| T2 R1D2 | 94.44 | 87.50 | 100.00 | 77.78 | 68.75 | 85.37 |
| T3 R2D1 | 100.00 | 100.00 | 92.86 | 93.75 | 93.75 | 96.15 |
| T4 R2D2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 60.00 | 94.87 |

Cuadro A- 52. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 107 días de la evaluación.

| 12/12/2011 | REPETICIONES | | | | | |
|---------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TRATAMIENTOS | I | II | III | IV | V | TOTAL |
| NUMERO DE CARACOLES VIVOS | | | | | | |
| T1 R1D1 | 30 | 32 | 29 | 17 | 20 | 128 |
| T2 R1D2 | 17 | 14 | 14 | 14 | 11 | 70 |
| T3 R2D1 | 17 | 15 | 13 | 15 | 15 | 75 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 8 | 8 | 2 | 36 |
| TOTAL DE CARACOLES | | | | | | |
| T1 R1D1 | 30 | 32 | 29 | 17 | 20 | 128 |
| T2 R1D2 | 17 | 14 | 14 | 14 | 11 | 70 |
| T3 R2D1 | 17 | 15 | 13 | 15 | 15 | 75 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 8 | 8 | 3 | 37 |
| % DE SOBREVIVENCIA | | | | | | |
| T1 R1D1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| T2 R1D2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| T3 R2D1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| T4 R2D2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 66.67 | 97.30 |

Cuadro A- 53. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 121 días de la evaluación.

| 26/12/2011 | REPETICIONES | | | | | |
|----------------------------------|---------------------|-----------|------------|-----------|----------|--------------|
| TRATAMIENTOS | I | II | III | IV | V | TOTAL |
| NUMERO DE CARACOLES VIVOS | | | | | | |
| T1 R1D1 | 30 | 32 | 29 | 17 | 20 | 128 |
| T2 R1D2 | 17 | 14 | 14 | 14 | 11 | 70 |
| T3 R2D1 | 17 | 15 | 13 | 14 | 15 | 74 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 8 | 8 | 2 | 36 |
| TOTAL DE CARACOLES | | | | | | |
| T1 R1D1 | 30 | 32 | 29 | 17 | 20 | 128 |
| T2 R1D2 | 17 | 14 | 14 | 14 | 11 | 70 |
| T3 R2D1 | 17 | 15 | 13 | 15 | 15 | 75 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 8 | 8 | 2 | 36 |
| % DE SOBREVIVENCIA | | | | | | |
| T1 R1D1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| T2 R1D2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| T3 R2D1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 93.33 | 100.00 | 98.67 |
| T4 R2D2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Cuadro A- 54. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 135 días de la evaluación.

| 09/01/2012 | REPETICIONES | | | | | |
|---------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TRATAMIENTOS | I | II | III | IV | V | TOTAL |
| NUMERO DE CARACOLES VIVOS | | | | | | |
| T1 R1D1 | 30 | 32 | 29 | 17 | 20 | 128 |
| T2 R1D2 | 17 | 14 | 14 | 14 | 11 | 70 |
| T3 R2D1 | 17 | 15 | 12 | 14 | 15 | 73 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 8 | 8 | 2 | 36 |
| TOTAL DE CARACOLES | | | | | | |
| T1 R1D1 | 30 | 32 | 29 | 17 | 20 | 128 |
| T2 R1D2 | 17 | 14 | 14 | 14 | 11 | 70 |
| T3 R2D1 | 17 | 15 | 13 | 14 | 15 | 74 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 8 | 8 | 2 | 36 |
| % DE SOBREVIVENCIA | | | | | | |
| T1 R1D1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| T2 R1D2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| T3 R2D1 | 100.00 | 100.00 | 92.31 | 100.00 | 100.00 | 98.65 |
| T4 R2D2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Cuadro A- 55. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 149 días de la evaluación.

| 23/01/2012 | REPETICIONES | | | | | |
|----------------------------------|---------------------|-----------|------------|-----------|----------|--------------|
| TRATAMIENTOS | I | II | III | IV | V | TOTAL |
| NUMERO DE CARACOLES VIVOS | | | | | | |
| T1 R1D1 | 30 | 32 | 29 | 17 | 20 | 128 |
| T2 R1D2 | 17 | 14 | 14 | 14 | 11 | 70 |
| T3 R2D1 | 17 | 15 | 12 | 14 | 15 | 73 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 8 | 8 | 2 | 36 |
| TOTAL DE CARACOLES | | | | | | |
| T1 R1D1 | 30 | 32 | 29 | 17 | 20 | 128 |
| T2 R1D2 | 17 | 14 | 14 | 14 | 11 | 70 |
| T3 R2D1 | 17 | 15 | 12 | 14 | 15 | 73 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 8 | 8 | 2 | 36 |
| % DE SOBREVIVENCIA | | | | | | |
| T1 R1D1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| T2 R1D2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| T3 R2D1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| T4 R2D2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Cuadro A- 56. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 163 días de la evaluación.

| 06/02/2012 | REPETICIONES | | | | | |
|----------------------------------|---------------------|-----------|------------|-----------|----------|--------------|
| TRATAMIENTOS | I | II | III | IV | V | TOTAL |
| NUMERO DE CARACOLES VIVOS | | | | | | |
| T1 R1D1 | 30 | 32 | 29 | 17 | 20 | 128 |
| T2 R1D2 | 17 | 14 | 14 | 14 | 11 | 70 |
| T3 R2D1 | 15 | 15 | 12 | 14 | 15 | 71 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 8 | 8 | 2 | 36 |
| TOTAL DE CARACOLES | | | | | | |
| T1 R1D1 | 30 | 32 | 29 | 17 | 20 | 128 |
| T2 R1D2 | 17 | 14 | 14 | 14 | 11 | 70 |
| T3 R2D1 | 17 | 15 | 12 | 14 | 15 | 73 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 8 | 8 | 2 | 36 |
| % DE SOBREVIVENCIA | | | | | | |
| T1 R1D1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| T2 R1D2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| T3 R2D1 | 88.24 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 97.26 |
| T4 R2D2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Cuadro A- 57. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles a los 177 días de la evaluación.

| 20/02/2012 | REPETICIONES | | | | | |
|---------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TRATAMIENTOS | I | II | III | IV | V | TOTAL |
| NUMERO DE CARACOLES VIVOS | | | | | | |
| T1 R1D1 | 29 | 32 | 29 | 17 | 20 | 128 |
| T2 R1D2 | 17 | 14 | 14 | 14 | 11 | 70 |
| T3 R2D1 | 15 | 15 | 12 | 12 | 15 | 69 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 8 | 8 | 2 | 36 |
| TOTAL DE CARACOLES | | | | | | |
| T1 R1D1 | 30 | 32 | 29 | 17 | 20 | 128 |
| T2 R1D2 | 17 | 14 | 14 | 14 | 11 | 70 |
| T3 R2D1 | 15 | 15 | 12 | 14 | 15 | 71 |
| T4 R2D2 | 9 | 9 | 8 | 8 | 2 | 36 |
| % DE SOBREVIVENCIA | | | | | | |
| T1 R1D1 | 96.67 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| T2 R1D2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| T3 R2D1 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 85.71 | 100.00 | 97.18 |
| T4 R2D2 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Cuadro A- 58. Promedios en el porcentaje de sobrevivencia de los caracoles para los diferentes tratamientos evaluados.

| Día Tratamiento | 51 | 65 | 79 | 93 | 107 | 121 | 135 | 149 | 163 | 177 | PROMEDIO |
|--------------------|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|-----|-------|-------|----------|
| T1 R1D1 | 100 | 93.68 | 93.26 | 77.11 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96.41 |
| T2 R1D2 | 100 | 93.68 | 92.13 | 85.37 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97.12 |
| T3 R2D1 | 100 | 94.12 | 97.5 | 96.15 | 100 | 98.67 | 98.65 | 100 | 97.26 | 97.18 | 97.95 |
| T4 R2D2 | 100 | 95.56 | 90.7 | 94.87 | 97.3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97.84 |

Cuadro A- 59. Temperatura del agua en cada uno de los recipientes plásticos y

tanques de asbestos, en el periodo de evaluación.

| Factor y recipiente \ Día | 51 | 65 | 79 | 93 | 107 | 121 | 135 | 149 | 163 | 177 | PROMEDIO |
|---------------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | T° del agua | | | | | | | | | | |
| T1R1D1 | 22.0 | 22.5 | 19.0 | 18.0 | 20.0 | 21.0 | 22.0 | 20.0 | 21.0 | 23.0 | 20.8 |
| T1R1D2 | 22.5 | 20.0 | 19.0 | 18.0 | 20.5 | 21.0 | 21.5 | 21.0 | 21.0 | 22.5 | 20.7 |
| T2R2D1 | 21.5 | 20.1 | 19.0 | 17.6 | 20.2 | 20.8 | 20.7 | 20.1 | 21.0 | 22.2 | 20.3 |
| T2R2D2 | 21.8 | 20.7 | 19.0 | 17.6 | 20.7 | 21.0 | 21.4 | 20.4 | 21.0 | 22.8 | 20.6 |
| PROMEDIO | 21.9 | 20.8 | 19.0 | 17.8 | 20.3 | 20.9 | 21.4 | 20.3 | 21.0 | 22.6 | |

Cuadro A-60. Humedad relativa, grados lux y temperatura ambiental en el periodo evaluado.

| Parámetro \ Día | 51 | 65 | 79 | 93 | 107 | 121 | 135 | 149 | 163 | 177 |
|---------------------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | HUMEDAD RELATIVA | 64% | 65% | 79% | 82% | 75% | 72% | 69% | 41% | 76% |
| GRADOS LUX | 710 | 720 | 715 | 707 | 742 | 735 | 720 | 798 | 758 | 760 |
| T° AMBIENTAL | 25.7 | 25.5 | 24.9 | 19.7 | 24.7 | 25.6 | 25.1 | 27.8 | 24.9 | 23.2 |

Cuadro A-61. Cantidad de ninfa acuática suministrado a los caracoles según número de

caracoles por tratamiento.

24 gramos/caracol.

| FECHA | T1 | T2 | T3 | T4 |
|------------|---------|---------|---------|---------|
| 17/10/2011 | 4560 gr | 2280 gr | 2040 gr | 1080 gr |
| 31/10/2011 | 4272 gr | 2136 gr | 1920 gr | 1032 gr |
| 14/11/2011 | 3984 gr | 1968 gr | 1872 gr | 936 gr |
| 28/11/2011 | 3072 gr | 1680 gr | 1800 gr | 888 gr |
| 12/12/2011 | 3072 gr | 1680 gr | 1800 gr | 864 gr |
| 26/12/2011 | 3072 gr | 1680 gr | 1776 gr | 864 gr |
| 09/01/2012 | 3072 gr | 1680 gr | 1752 gr | 864 gr |
| 23/01/2012 | 3072 gr | 1680 gr | 1752 gr | 864 gr |
| 06/02/2012 | 3072 gr | 1680 gr | 1704 gr | 864 gr |
| 20/02/2012 | 3072 gr | 1680 gr | 1656 gr | 864 gr |

Cuadro A-62. Análisis de laboratorio de los parámetros químicos del agua.

| Registro de Laboratorio | Identificación del Usuario | Oxígeno Disuelto (mg/L) | pH | Dureza Total (mg CaCO ₃ /L) |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------|------|--|
| 10 | Huacales de Biología | 5.61 (65.83%) | 7.24 | 2564.23 |
| 1 | Tanques de Biología | 4.45 (52.10%) | 7.03 | 2465.98 |

Analistas: Licda. Blanca Lorena Bonilla de Torres
Lic. Norbis Salvador Solano Melara

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"

Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo Turcios
Jefe del Departamento de Química Agrícola



Cuadro A-63. Análisis bromatológico de la ninfa acuática (*Eichornia crassipes*)

| Mx | Identificación del Cliente | Humedad (%) | Proteína (%) | Grasa (%) | Ceniza (%) | Fibra Cruda (%) | Carbohidrato (%) |
|----|----------------------------|-------------|--------------|-----------|------------|-----------------|------------------|
| 27 | Ninfa | 98.29 | 17.77 | 30.46 | 19.06 | 15.59 | 17.12 |

Resultados reportados en materia seca.

Analista: Lic. Norbis Salvador Solano Melara

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"




Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo Turcios
Jefe del Departamento de Química Agrícola

Cuadro A-64. Análisis Bromatológico del caracol *Pomacea flagellata*.

| MX | Proteína (%) | Ceniza (%) | Grasa (%) | Fibra Cruda (%) | Carbohidrato (%) | Calcio (%) | Humedad (%) |
|----|--------------|------------|-----------|-----------------|------------------|------------|-------------|
| 29 | 51.50 | 16.65 | 5.60 | 0.56 | 25.69 | 6.83 | 83.69 |

RESULTADOS REPORTADOS EN BASE SECA.

Analistas: Lic. Norbis Salvador Solano Melara

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"




Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo Turcios
Jefe del Departamento de Química Agrícola

Cuadro A-65. Resultados del análisis parasitológico de los caracoles *Pomacea flagellata*.

| Caracol | Peso (gramos) | Metazoarios | Protozoarios |
|---------|---------------|----------------|---------------------------------|
| 1 | 9.3 grs. | No se observan | Quiste de <i>Endolimax nana</i> |
| 2 | 10.3 grs. | No se observan | Quiste de <i>Endolimax nana</i> |
| 3 | 4.4 grs | No se observan | No se observan |
| 4 | 4.4 grs. | No se observan | Quiste de <i>Endolimax nana</i> |
| 5 | 15.1 grs. | No se observan | No se observan |
| 6 | 4 grs. | No se observan | No se observan |
| 7 | 11 grs. | No se observan | Quiste de <i>Endolimax nana</i> |
| 8 | 11 grs. | No se observan | Quiste de <i>Endolimax nana</i> |
| 9 | 16.8grs. | No se observan | Quiste de <i>Endolimax nana</i> |
| 10 | 8.8 grs. | No se observan | No se observan |

OBSERVACIONES: Se observaron restos de hojas digeridas y algas *Gomphonema sp.*


Ing. Agr. Leopoldo Serrano Cervantes.
 Jefe de Departamento




Licda. Idalia Rosmery Erroa Ramos
 Responsable de realizar análisis

Licda. Idalia Rosmery Erroa Ramos
 Jefa de Laboratorio Clínico
 EL LABORATORIO CLINICO
 S.A.S. P.L.C. No. 1349

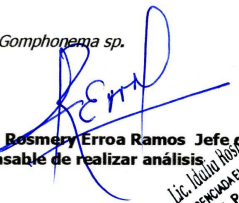
Cuadro A-66. Resultados del análisis parasitológico de los caracoles *Pomacea flagellata*.

| Caracol | Peso (gramos) | Metazoarios | Protozoarios |
|---------|---------------|----------------|---------------------------------|
| 11 | 6.5 grs. | No se observan | No se observan |
| 12 | 10.4 grs. | No se observan | Quiste de <i>Endolimax nana</i> |
| 13 | 8.9 grs | No se observan | Quiste de <i>Endolimax nana</i> |
| 14 | 4.5 grs. | No se observan | Quiste de <i>Endolimax nana</i> |
| 15 | 9.6 grs. | No se observan | No se observan |
| 16 | 6.7 grs. | No se observan | Quiste de <i>Endolimax nana</i> |
| 17 | 4.9 grs. | No se observan | Quiste de <i>Endolimax nana</i> |
| 18 | 6.7 grs. | No se observan | Quiste de <i>Endolimax nana</i> |
| 19 | 7.7 grs. | No se observan | Quiste de <i>Endolimax nana</i> |
| 20 | 6.1 grs. | No se observan | Quiste de <i>Endolimax nana</i> |

OBSERVACIONES: Se observaron restos de hojas digeridas y algas *Gomphonema sp.*


Ing. Agr. Leopoldo Serrano Cervantes.
 Jefe de Departamento




Licda. Idalia Rosmery Erroa Ramos
 Responsable de realizar análisis

Licda. Idalia Rosmery Erroa Ramos
 Jefa de Laboratorio Clínico
 EL LABORATORIO CLINICO
 S.A.S. P.L.C. No. 1349

Cuadro A-67. Resultados de la determinación de calidad bacteriológica de agua (Determinación de número más probable (NMP) de coliformes totales y fecales).

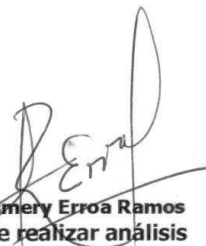
| No. | NMP/100 ml. Coliformes Totales | Límite NMP | | NMP/100 ml. Coliformes fecales | Limite 100 | |
|-----|-----------------------------------|---------------|--------|-----------------------------------|---------------|--------|
| | | Infer. | Super. | | Infer. | Super. |
| 1 | 90 | 40 | 250 | 17 | 7.0 | 45 |

¹ Índice de NMP y límites de aceptación del 95 por 100 para distintas combinaciones de resultados positivos usando cinco tubos dilución (10,1, 0.1 ml), APHA-AWWA-WPCF Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, 1999

OBSERVACIONES:



Ing. Agr. Leopoldo Serrano Cervantes
Jefe de Departamento

Licda. Idalia Rosmery Erroa Ramos
Responsable de realizar análisis

Cuadro A-68. Recetas para la preparación de caracoles de agua dulce.

| 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. |
| 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. |

Fuente: Ozaeta, 2002



Figura A- 1 Ubicación
experimento.



del montaje del

Figura A-2 Identificación de los caracoles *P. flagellata*.



Figura A-3. Montaje del experimento en la Piscigranja de la Escuela de Biología.



Figura A-4 Limpieza y recambio de agua de los alojamientos.

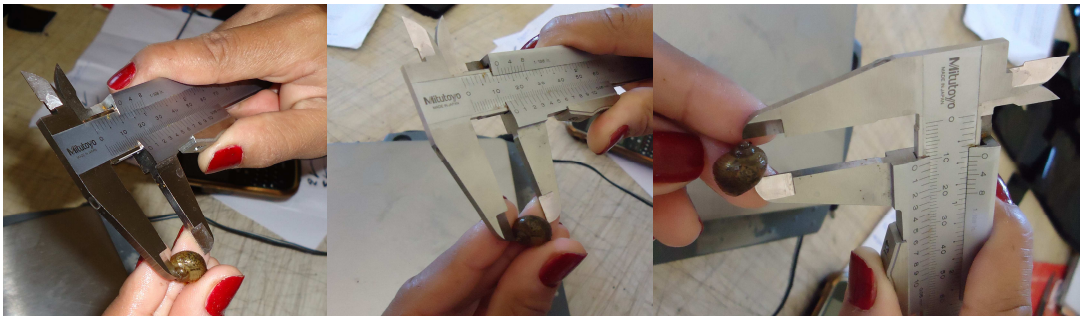


Figura A-5. Toma de datos de la variable: a. altura, b. diámetro y c. eje de la concha.



Figura A-6. Fijación de la muestra para el diagnóstico parasitológico del caracol *Pomacea flagellata*.



Figura A-7. Retiro de todo el material comestible del caracol, separación y macerado del intestino.

A-1. Cálculo de la cantidad de caracoles en el tanque de asbesto.

Las dimensiones del tanque de asbesto son las siguientes: 1.73 m de largo por 1.32 m de ancho y 0.25 m de profundidad, capacidad de volumen de agua 1.4m³, pero únicamente se utilizará un volumen de 0.57 m³ (570.9 l). En dicha estructura se colocaron: R1D1= densidad de siembra de 1 caracol / 3 litros, R1D2= densidad de siembra de 1 caracol / 6 litros. Que en total fueron R1D1 190 caracoles y en cada repetición estuvo formada por 38 caracoles; y R1D2 95 caracoles y cada repetición estuvo formada por 19 caracoles.

1.73m largo x 1.32m ancho x 0.25 m profundidad=0.5709 m³

$$\begin{array}{l} 1\text{m}^3\text{-----}1,000\text{l} \\ 0.5709 \text{ m}^3\text{-----}x \\ x=570.9 \text{ l} \end{array}$$

R1D1
 1 caracol ----- 3 l
 X ----- 570.9 l
 X=190 caracoles

R1D2
 1 caracol ----- 6 lt
 X ----- 570.9 l
 X= 95 caracoles

A-2. Cálculo de la cantidad de caracoles en los recipientes plásticos.

Para el cálculo se utilizaron diez recipientes plásticos (huacales con un color rojo), con las siguientes dimensiones 0.25 m de alto por 0.59 m de diámetro superficial por 0.45 cm de diámetro inferior para cultivar los caracoles *P. flagellata* en cada uno de ellos. En dicha estructura se colocará: R2D1= densidad de siembra de 1 caracol / 3 litros; R2D2= densidad de siembra de 1 caracol / 6 litros. Que en total serian R2D1de 17 caracoles en cada repetición; y R2D2 será de 9 caracoles.

$$0.25\text{m} * 0.59\text{ m} * 0.45\text{ m} = 1.29\text{ m}^3$$

$$0.59\text{ m} + 0.45\text{ m} = 1.04\text{ m}^2$$

$$1.04\text{ m} / 2 = 0.52\text{ m}$$

$$0.26\text{ m} = r^2$$

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = (3.1416)(0.26)^2(0.25)$$

$$V = 0.051051\text{ m}^3$$

$$1\text{m}^3 \text{ ----- } 1000\text{ l}$$

$$0.051051\text{ m}^3 \text{ ----- } x$$

$$x = 51.051\text{ l}$$

R2D1
 1 caracol ----- 3 l
 X ----- 51.051 l
 X=17 caracoles

R2D2
 1 caracol ----- 6 l

$$X \text{ ----- } 51.051 \text{ l}$$

$$X = 8.51 = 9 \text{ caracoles}$$

A-3. Calculo de la cantidad de carbonato de calcio que se agregó en cada una de las modalidades.

Tanques de asbesto

$$1 \text{ lt ----- } 18 \text{ mg}$$

$$570.9 \text{ lt ----- } x = 10,276.2 \text{ mg}$$

$$1000 \text{ mg ----- } 1\text{g}$$

$$10,276.2 \text{ mg ----- } x = 10.28 \text{ g}$$

Recipientes plásticos

$$1 \text{ lt ----- } 18 \text{ mg}$$

$$51.051 \text{ lt ----- } x = 918.92 \text{ mg}$$

$$1000 \text{ mg ----- } 1\text{g}$$

$$918.92 \text{ mg ----- } x = 0.92 \text{ g}$$

A-4. Calculo de la cantidad de hidróxido de calcio que se agregó para la desinfección de los tanques de asbesto.

$$600 \text{ kg / Ha} = 10,000 \text{ m}^2$$

$$0.65 \text{ m} \times 1.73 \text{ m} = 1.12 \text{ m}^2$$

$$1.32 \text{ m} \times 0.65 \text{ m} = \underline{0.86 \text{ m}^2} +$$

$$1.98 \text{ m}^2$$

$$1.73 \text{ m} \times 1.32 \text{ m} = \underline{2.28 \text{ m}^2} +$$

$$4.26 \text{ m}^2$$

$$4.26 \text{ m}^2 \text{ ----- } x = 0.255 \text{ kg}$$

$$10,000 \text{ m}^2 \text{ ----- } 600\text{kg}$$

$$1 \text{ kg} \text{ ----- } 1,000 \text{ g}$$

$$0.255 \text{ kg} \text{ ----- } x = 256 \text{ g}$$

A-5. Disección de caracoles

Disección de caracoles

Equipo y materiales: Estuche de disección, cajas Petri, tubos de ensayo, mechero y agua destilado.

Procedimiento:

1. Lavar los caracoles con agua destilada, para posteriormente colocarlos en una bandeja la cual tenia en su superficie papel toalla para que absorbiera el agua que se encontraba en la concha de los caracoles.
2. Luego se introdujeron los caracoles en el frízer por quince minutos para provocarles la muerte. Posteriormente se retiró con la ayuda de unas pinzas todo el cuerpo del caracol del interior de la concha.
3. Posteriormente se colocó el cuerpo del caracol en una caja Petri esterilizada y se pesó todo el material comestible, para luego lavarlo con agua destilada.
4. Luego se identificó y se extrajo el intestino, se maceró y se colocó en un tubo previamente identificado.

A- 5.1. Diagnostico de parásitos en los caracoles de agua dulce *Pomacea flagellata*.

Procedimiento:

1. Una vez que se extrajo el intestino ya macerado, se colocó en un tubo de ensayo con agua destilada colocando la misma cantidad de líquido en cada uno de los tubos.
2. Luego se colocaron en la centrifuga a 3,000 revoluciones por minuto por quince minutos.
3. Después de realizada la centrifuga, se retiraron los tubos de la misma para colocarlos en un porta tubos y comenzar a realizar el análisis.
4. Luego se extrajo el sedimento de un tubo con una micropipeta y se colocó una gota del sedimento en el porta objeto para poder observar la presencia de huevos de los parásitos con ayuda del microscopio con el lente 40x (realizando este mismo procedimiento con los demás muestras).

A-6. Cálculos para la elaboración del presupuesto parcial.

Rendimiento medio:

T1: $1475.8 \text{ gr}/5 = 295.16 \text{ grs}$

1 kg----- 1000 grs

x-----295.16 grs **x= 0.30 kg.**

T2: $953.5 \text{ gr}/5 = 190.7 \text{ grs}$

1 kg----- 1000 grs

x-----190.7 grs **x= 0.19 kg.**

T3: $297.93 \text{ gr}/5 = 59.59 \text{ grs}$

1 kg----- 1000 grs

x-----59.59 grs **x= 0.06 kg.**

T4: $600.6 \text{ gr}/5 = 120.13 \text{ grs}$

1 kg----- 1000 grs

x-----120.13 grs **x= 0.12 kg.**

Rendimiento ajustado:

T1: $0.30 \text{ kg} \cdot 0.20\% = 0.06$

$0.06 - 0.30 = \underline{\mathbf{0.24 \text{ kg}}}$

T2: $0.19 \text{ kg} \cdot 0.20\% = 0.038$

$0.038 - 0.19 = \underline{\mathbf{0.15 \text{ kg}}}$

T3: $0.06 \text{ kg} \cdot 0.20\% = 0.012$

$0.012 - 0.06 = \underline{\mathbf{0.048 \text{ kg}}}$

T4: $0.12 \text{ kg} \cdot 0.20\% = 0.024$

$0.024 - 0.12 = \underline{\mathbf{0.096 \text{ kg}}}$

Precio del caracol:

$\$2 \text{-----} 1 \text{ lb}$

$x \text{-----} 2.2 \text{ lb}$

$x = \$4.4$

Mano de obra por tratamiento: \$1.00/h

$15 \text{ min} \text{---} \text{T1}$

$15 \text{ min} \text{---} \text{T2}$

$7.5 \text{ min} \text{---} \text{T3}$

$7.5 \text{ min} \text{---} \text{T4}$

T1 y T2

$\$1 \text{-----} 60 \text{ min}$

$X \text{-----} 15 \text{ min}$

$X = \$ 0.25$

T3 y T4

$\$1 \text{-----} 60 \text{ min}$

$X \text{-----} 15 \text{ min}$

$X = \$ 0.13$

Precio de transporte:

Suma del Rend. Medio / Precio de gasolina

$$0.67 \text{ kgs} / \$15 = \mathbf{\$0.04}$$

Precio de campo: - (precio mano de obra + precio de transporte)

$$\$4.4 - (0.76 + 0.04) = \$3.60$$

Beneficio Bruto de Campo (BBC)

Precio de Campo * Rend. Ajustado

$$\mathbf{T1: \$3.60 * 0.24 \text{ kg} = \$0.86}$$

$$\mathbf{T2: \$3.60 * 0.15 \text{ kg} = \$0.54}$$

$$\mathbf{T3: \$3.60 * 0.048 \text{ kg} = \$0.17}$$

$$\mathbf{T4: \$3.60 * 0.096 \text{ kg} = \$0.35}$$

COSTOS QUE VARIAN

Caracoles (\$)

Precio de Campo * Rend. Medio

$$\mathbf{T1: \$3.60 * 0.30 \text{ kg} = \$1.08}$$

$$\mathbf{T2: \$3.60 * 0.19 \text{ kg} = \$0.68}$$

$$\mathbf{T3: \$3.60 * 0.06 \text{ kg} = \$0.22}$$

$$\mathbf{T4: \$3.60 * 0.12 \text{ kg} = \$0.43}$$

Carbonato de calcio (\$)

T1 y T2

$$1000 \text{ gr} \text{ ----- } 1 \text{ kg}$$

$$10.28 \text{ gr} \text{ ----- } x$$

$$X = 0.01028 \text{ kg}$$

$$0.45 \text{ kg} \text{ ----- } \$0.17$$

$$0.01028 \text{ kg} \text{ ----- } x$$

$$\mathbf{X = \$ 0.004}$$

T3 y T4

$$1000 \text{ gr} \text{ ----- } 1 \text{ kg}$$

$$0.92 \text{ gr} \text{ ----- } x$$

$$X = 0.00092 \text{ kg}$$

$$0.45 \text{ kg} \text{ ----- } \$0.17$$

$$0.00092 \text{ kg} \text{ ----- } x$$

$$\mathbf{X = \$ 0.00039}$$

Ninfa (\$)

$$\text{Entrada a Suchitoto ($) + gasolina ($) = } \$4.50 + \$15 = \$19.50$$

$$\mathbf{T1 = 34.32 \text{ kg} / 19.50 = 1.76}$$

$$\mathbf{T2 = 18.14 \text{ kg} / 19.50 = 0.93}$$

$$\mathbf{T3 = 18.07 \text{ kg} / 19.50 = 0.93}$$

$$\mathbf{T4 = 9.12 \text{ kg} / 19.50 = 0.47}$$

Tanques (\$)

$$\$400 / 160 \text{ semestres} = \$ 2.5$$

Recipientes plásticos (Huacales) (\$)

$$\$5.5 / 20 \text{ semestres} * 5 = \$1.37$$

Cedazo 9 yardas en total (\$)

2 yardas por cada tanque = 4 yardas en total

½ yarda por huacal por 10 huacales= 5 yardas

1 yarda= \$0.90

$\$0.90 * 4 \text{ yardas} = \$3.60 / 2 \text{ tanques} = \mathbf{\$1.80}$

$\$0.90 * 5 \text{ yardas} = \$4.50 / 10 \text{ huacales} = \mathbf{\$0.45}$

Alambre (\$)

Tanque

1 kg----- 2.2 lbs

X -----0.5 lbs

X= 0.23 kg

$\$0.70 \text{ -----} 0.45 \text{ kg}$

X -----0.23 kg

X= \$0.36

Recipientes plásticos (huacales)

1 kg----- 2.2 lbs

X -----0.75 lbs

X= 0.34 kg

$\$0.70 \text{ -----} 0.45 \text{ kg}$

X -----0.34 kg

X= \$0.53