

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

TESIS

**ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DEL CAMARON DE AGUA DULCE (*M. rosenbergii*)
, EN CONDICIONES SEMI-INTENSIVAS EN LA COMUNIDAD DE ALOS
ENCUENTROS , MUNICIPIO DE LIMAY, ESTELI**

POR :

JOSE RAMON LOPEZ ROMERO

FULTON JOSE TORRES MONTENEGRO

**MANAGUA, NICARAGUA.
SEPTIEMBRE, 2000**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

Estudio del crecimiento del camarón de agua dulce, *M. rosenbergii* en condiciones semi-intensivas en la comunidad de ALos Encuentros , municipio de Limay, Estelí.

Tesis sometida a la consideración del Consejo Técnico del Departamento de Investigación de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Agraria, para optar al grado de :

Ingeniero Agrónomo

POR :

JOSE RAMON LOPEZ ROMERO

FULTON JOSE TORRES MONTENEGRO

MANAGUA NICARAGUA

SEPTIEMBRE, 2000

i

Esta tesis fue aceptada por el Consejo Técnico Académico de la Facultad de Ciencias Animal de la Universidad Nacional Agraria como requisito para optar al grado de : Ingeniero Agrónomo.

Miembros del Tribunal :

**Nombre
Presidente**

**Nombre
Secretario**

**Nombre
Vocal**

Tutor :

**Nombre
Profesor Consejero**

Asesor :

**Nombre
Asesor**

Sustentante :

**Nombre
Estudiante**

**Nombre
Estudiante**

Resp. Departamento de Investigación

DEDICATORIA

De manera muy especial dedico este trabajo a nuestro señor Jesucristo y a mi mamá María A. López, por su incalculable contribución durante la etapa de la realización y culminación de mis estudios. Esfuerzos que sin el cual, el grado de que hoy alcanzo no hubiese sido posible.

José Ramón López Romero

Dedico este trabajo en especial a Dios, a mi madre Rosa Amanda Montenegro, a mi padre Enrique de Jesús Torres R. por haberme dado ellos mis más abnegados esfuerzos para culminar mi carrera, así también con mi trabajo investigativo de tesis.

Fulton José Torres Montenegro

AGRADECIMIENTO

Agradecemos profundamente el apoyo incondicional a:

Lic. María Auxiliadora Saavedra. Directora de la granja demostrativa de peces de MEDEPESCA.
Por su ayuda como asesora para la elaboración de nuestro trabajo de tesis.

Ing. Msc. Roldan Corrales por su apoyo fundamental en cuanto metodología y análisis estadístico así como la interpretación de los mismos y además por asesorar el trabajo de tesis hasta su culminación.

Lic. Francisco Alvarado por su colaboración en cuanto a selección del modelo estadístico.

Ing. Alvaro Mayorga N. por brindar sus conocimientos sobre el campo de acuicultura y por ser nuestro tutor en el inicio del trabajo de tesis.

Lic. Ronald Qulroz. Por darnos apoyo en cuanto a la redacción del anteproyecto, además en la Introducción de la base de datos en la computadora para su posterior análisis.

Ing. Alvaro Benavides G. quien nos aportó su asesoría en cuanto a los análisis estadísticos, así como la interpretación de datos de crecimiento del camarón de agua dulce.

Ing. Armando Rodríguez P, por su asesoría técnica por parte de la Institución del Proyecto ONG (PRONORTE).

Gloria Sobalvarro López por su contribución en cuanto a los programas de la computadora para la corrección del trabajo de tesis.

De forma general hacemos nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que directa e indirectamente contribuyeron en la realización del presente trabajo.

Febrero 24, del 2,000

CARTA DEL TUTOR

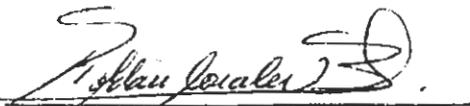
Por medio de la presente quiero expresar que los Bachilleres José Ramón López Romero y Fulton José Torres Montenegro, han desarrollado el Trabajo de investigación que lleva por título "**Estudio del Crecimiento del Camarón de Agua dulce, *Macrobrachium rosenbergii*, en condiciones semi-intensivas, en la comunidad de Los Encuentros, Municipio de Limay, Estelí**", para optar al grado de Ingeniero Agrónomo con Especialidad en Zootecnia.

Durante el período de la investigación, en la que se llevaron a efecto las etapas de planeación y montaje del ensayo, manejo del experimento, toma de datos, análisis e interpretación de información y escritura del documento, los sustentantes mostraron independencia y creatividad, especialmente el Bachiller López Romero, quien durante la etapa de análisis de datos y escritura de documentos, afrontó todas las dificultades. Por diversas circunstancias, asociadas a factores económicos, la presentación de este trabajo fue reiteradamente postergado.

También quisiera manifestar que al inicio de la investigación, en el trabajo de anteproyecto, el Ing. Alvaro Mayorga Narváez, quien fue el primer tutor de este trabajo, y la Lic. María Auxiliadora Saavedra, como Asesor, participaron activamente. De la misma forma, durante el montaje y seguimiento del ensayo, el Ing. Armando Rodríguez Portillo, quien era funcionario del Proyecto PRONORTE en Estelí en los años 90. Posteriormente, en la etapa de análisis de información, especialmente en la estructuración de Modelos No Lineales, el Lic. Francisco Alvarado, contribuyó significativamente a la finalización del análisis. Con todos ellos, quisiera compartir esta Tutoría, y agradecerles su generosa participación.

Por lo anteriormente expuesto, considero que el trabajo reúne los requisitos mínimos para ser defendido ante el tribunal examinador, que para tal efecto nombre al Departamento de Acuicultura, de la Facultad de Ciencia Animal de la UNA, esperando al propio tiempo que el trabajo sea de gran utilidad para quienes lo consulten.

Atentamente



Ing. Roldán Corrales B.
Tutor

CC: Archivo

CONTENIDO

RESUMEN

LISTA DE CUADROS

LISTA DE FIGURAS

ANEXOS

1. INTRODUCCION
2. OBJETIVOS
 - 2.1 GENERAL
 - 2.2 ESPECIFICOS
3. REVISION DE LITERATURA
 - 3.1 CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE
 - 3.1.1. ORIGEN
 - 3.1.2. CLASIFICACION TAXONOMICA
 - 3.1.3. BIOLOGIA
 - 3.1.3.1 DISTRIBUCION
 - 3.1.3.2 CICLO BIOLOGICO
 - 3.1.3.3 MORFOLOGIA
 - 3.2. LARVICULTIVO
 - 3.2.1. REQUISITOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN LABORATORIO
 - 3.2.1.1 UBICACIÓN
 - 3.2.1.2 TEMPERATURA
 - 3.2.1.3 FUENTE DE AGUA DULCE Y SALADA
 - 3.2.1.4 INFRAESTRUCTURA
 - 3.2.1.5 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES Y FACTORES QUE LO DETERMINAN
 - 3.2.1.6. CARACTERISTICAS DEL EDIFICIO
 - 3.3. ASPECTOS TECNICOS DEL CULTIVO
 - 3.3.1. PARAMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA
 - 3.3.2. LUZ
 - 3.3.3. METODOLOGIA Y OPERACIÓN
 - 3.3.4. ALIMENTACION
 - 3.4. TRANSPORTE DE POST-LARVAS
 - 3.5. REQUISITOS PARA ESTANQUES DE ENGORDE
 - 3.5.1. MERCADO
 - 3.5.2. AGUA
 - 3.5.2.1 pH
 - 3.5.2.2. DUREZA

- 3.5.2.3. TEMPERATURA DEL AGUA
- 3.5.2.4. OXIGENO DISUELTO EN AGUA
- 3.5.2.5. TURBIDEZ DEL AGUA
- 3.5.2.6. PARAMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA
- 3.5.3. CLIMA
 - 3.5.3.1. TEMPERATURA AMBIENTAL
 - 3.5.3.2. LUZ
 - 3.5.3.3. HUMEDAD RELATIVA
 - 3.5.3.4. PRECIPITACIONES
- 3.5.4. SUELO
- 3.5.5. TOPOGRAFIA
- 3.5.6. ACCESO
- 3.5.7. MANO DE OBRA
- 3.6. INSTALACIONES DE LA GRANJA DE ENGORDE DE CAMARONES DE AGUA DULCE
 - 3.6.1. EL ESTANQUE
 - 3.6.1.1. FORMA Y DIMENSIONES
 - 3.6.1.2. PROFUNDIDAD
 - 3.6.1.3. DIQUES
 - 3.6.2. AGUA
 - 3.6.2.1. SUMINISTRO Y TRATAMIENTO
 - 3.6.2.2. DISTRIBUCION
 - 3.6.2.3. DESAGÜE
 - 3.6.3. AERACION
 - 3.6.4. VARIOS
- 3.7. FUNCIONAMIENTO DE LA GRANJA DE CAMARONES DE AGUA DULCE
 - 3.7.1. PREPARACION DE LOS ESTANQUES
 - 3.7.2. SIEMBRA
 - 3.7.3. ALIMENTACION
 - 3.7.3.1. TIPOS DE ALIMENTACION
 - 3.7.3.2. TASAS DE ALIMENTACION
 - 3.7.4. CONTROL
 - 3.7.4.1. RELACION PESO-TALLA
 - 3.7.5. RECOLECCION
 - 3.7.6. MANIPULACION DESPUES DE LA COSECHA
 - 3.7.7. ENFERMEDADES
- 4. MATERIALES Y METODOS
 - 4.1. UBICACION GEOGRAFICA
 - 4.2. DESCRIPCION DE LOS MATERIALES

- 4.3 DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE LOS ESTANQUES
- 4.3.1. MANEJO DE LOS ESTANQUES
- 4.4. METODOLOGIA
- 4.4.1. MUESTREO
- 4.4.2. VARIABLES CODIFICADAS Y DE ESTUDIO
- 4.4.3. ANALISIS ESTADISTICO
- 5. RESULTADOS Y DISCUSION
- 5.1 ANALISIS DESCRIPTIVO
- 5.2 ANALISIS DE VARIANZA PARA EL INCREMENTO EN TALLA Y PESO ALOS 190 DÍAS DE EDAD.
- 5.3 DERIVACION DE LOS PARÁMETROS DEL MODELO DE LA CURVA DE CRECIMIENTO.
- 5.4. ANÁLISIS DEL MODELO DE CRECIMIENTO LINEALIZADO.
- 6. CONCLUSION
- 7. RECOMENDACIONES
- 8. BIBLIOGRAFIA

LOPEZ ROMERO, J.R.; TORRES MONTENEGRO, F.J. 1996. Estudio del crecimiento del camarón de agua dulce (*M. rosenbergii*) en condiciones semi-intensivas, en la comunidad de los Encuentros, Municipio de Limay, Estelí. Tesis Ing. Agrónomo. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria (UNA). pág. 87

Palabras claves: camarón, proteína, curva de crecimiento, regresión.

Estudio del crecimiento del camarón de agua dulce (*M. rosenbergii*) en condiciones semi-intensivas en la comunidad de los Encuentros, municipio de Limay, Estelí.

RESUMEN

Con el propósito de determinar el comportamiento de rasgos de crecimiento del camarón de agua dulce *M. rosenbergii*. Se montó un ensayo en la comunidad de los Encuentros, municipio de Limay, Estelí. Para tal efecto se utilizaron tres estanques de tierra de 200m³ c/u en los que se sembraron 5 post larvas/m².

La alimentación fue a base de concentrado con 35%, 25%, 20% de proteína respectivamente de manera igual para los tres estanques. Se efectuaron muestreos, de talla, peso con respecto a la edad siendo estos el primer muestreo al momento de la siembra el segundo a los 30 días y los restantes cada 20 días, hasta los 190 días que culminó el ensayo, para determinar el crecimiento de los camarones de agua dulce *M. rosenbergii* mediante análisis estadísticos se empleó el modelo no lineal sugerido por Pearl-read (1923) $y = k/1 + be^{ax}$. Para realizar un menor ajuste de los datos se procedió a linealizarlos por medio de una regresión con la ecuación:

$\ln(k/y) - 1 = \ln b \pm ax$. Para el primer estanque se construyó el modelo $\ln(k/y) - 1 = 6.69459 - 0.97948$ (cm), el error estándar para $\ln b$ y a son de 0.33801; 0.57300 respectivamente, la $Pr > |t|$ igual a 1.0001 con $r^2 = 0.976605$ y C.V = 29.66412. En el segundo estanque se obtuvo $\ln(k/y) - 1 = 6.53469 - 0.89897$ (cm) el error standard para $\ln b$ y a son de 0.4235; 0.6858. La $Pr > |t|$ para ambos son de 0.0001 con $r^2 = 0.96084$ y C.V = 36.20477, para el tercer estanque se tiene valores de $\ln(k/y) - 1 = 6.93459 - 1.116595$ (cm) con error standard de $\ln b$ y $a = 1.04923$; 0.180752 y para $Pr > |t|$ fue de 0.0003; 0.0005 con un $r^2 = 0.8450$ y C.V = 126.7102, al hacer un análisis de regresión combinando los tres estanques se obtuvo valores de $\ln(k/y) - 1 = 5.5224 - 0.8068$ (cm) con errores standard de $\ln b$ y $a = 0.2878$; 0.480 y para $Pr > |t|$ fue de 0.0001 con un $r^2 = 0.9700$ y C.V = 31.489, el comportamiento de crecimiento de los camarones de agua dulce *M. rosenbergii* sometidos a estudio bajo las mismas condiciones de cultivo tuvieron diferencias de talla y peso siendo éstas de 0.331 cm; 2.502 g. del estanque 2 vs estanque 1; 1.093 cm, 4.3500 g del estanque 2 vs estanque 3 y 0.762 cm; 1.848 g para el estanque 1 vs estanque 3, sin embargo para los estanques en estudio se observó un aumento de talla y peso entre los 110-130 días de edad.

LISTA DE CUADROS

- Cuadro N° 1.** Medias para talla y peso por edad y estanques .
- Cuadro N° 2.** Incremento de talla y peso (DITP) comparativo a los 190 días.
- Cuadro N° 3.** Análisis de varianza de mínimos cuadrados para ganancias total en talla y peso a los 190 días de edad..
- Cuadro N° 4.** Medias de mínimos cuadrados (MC)error estándar (EE) para ganancias de talla y peso a los 190 días de edad por estanque, categorías estadísticas (C:E).
- Cuadro N° 5.** Parámetros $\ln(K/Y)-1$; $x\ln(K/Y)-1$; X^2 para las ecuaciones normales por estanques.
- Cuadro N° 6.** Parámetros $\ln(K/Y)-1$; $x\ln(K/Y)-1$; X^2 para las ecuaciones normales generales (Estanques 1,2,y3).
- Cuadro N°7.** Constantes de adaptación del modelo de crecimiento de Pearl reed (1923) por estanques y general.
- Cuadro N° 8.** Análisis de regresión lineal por estanques y general.
- Cuadro N° 9.** Medias de pesos observados (PO) y predichos (P.Pred.) a partir de tallas por edad en días y estanques.
- Cuadro N°10.** Medias generales de pesos observados (PO) y predichos (P.Pred.) a partir de tallas por edad en días.

LISTA DE FIGURAS

1. Anatomía externa del camarón de agua dulce *M. rosenbergii*.
2. Diferencia existente entre los camarones de agua salada y camarones de agua dulce.
3. Bolsa de plástico de 45 x 80 con 8 Lts de agua (1000-2000pl).
4. disco secchi utilizado para medir la turbidez del agua de los estanques.
5. diseño de los estanques de los camarones de agua dulce ubicados en los Encuentros ,municipio de Limay; Dpto. de Estelí.
6. Relación peso observado-predicho/edad de los camarones del estanque N°1
7. Relación peso observado-predicho/talla de los camarones del estanque N°1
8. Relación peso observado-predicho/edad de los camarones del estanque N°2
9. Relación peso observado- predicho/talla de los camarones del estanque N°2
10. Relación peso observado-predicho/edad de los camarones del estanque N°3
11. Relación peso observado-predicho/talla de los camarones del estanque N°3
12. Relación peso observado-predicho/edad de los camarones de los estanques N°1.2.3.
13. Relación peso observado-predicho/talla de los camarones de los estanques N°1.2.3.

ANEXOS

- 1A. Fases larvales del camarón de agua dulce *M.rosenbergii*
- 2A. Hoja de control de crecimiento, la cual solo lleva recuento de peso (g)
- 3A. Hoja de control de muestras de crecimiento (talla y peso).
- 4A. Tabla de comportamiento de crecimiento (talla, peso) del camarón de agua dulce para el primer estanque utilizando la ecuación $\ln(K/y-1)=6.6945-0.9794(x)$.
- 5A. Tabla de comportamiento de crecimiento (talla, peso) del camarón de agua dulce para el segundo estanque utilizando la ecuación $\ln(K/y-1)=6.5346-0.8989(x)$.
- 6A. Tabla de comportamiento de crecimiento (edad, talla, peso) del camarón de agua dulce para el tercer estanque utilizando la ecuación $\ln(K/y-1)=6.9234-1.1165(x)$..
- 7A. Tabla de comportamiento de crecimiento (edad, talla, peso) del camarón de agua dulce para Los estanques 1,2,3.utilizando la ecuación $\ln(K/y-1)=5.522-0.8068(x)$.
- 8A. Muestreo de pH (Suelo y Agua); temperatura (agua y ambiente); turbidez (agua) así como % de mortalidad al final del experimento de los camarones de agua dulce *M.rosenbergii*.
- 9A. Cantidad y costo del concentrado utilizado para la producción de 1000 camarones *M.rosenbergii*. en un estanque de 200 m⁵ , con una densidad de población de 5 camarones/m²
- 10A. Comparación de producción de camarones en (Kg.) obtenidos a los 190 días en los tres estanques de engorde.
- 11A. Rrelación beneficio costo y utilidades de los tres estaques en estudio.

1.- INTRODUCCION

Dentro de la acuicultura, uno de los aspectos más importantes y que ha despertado gran interés en los últimos años es el cultivo de los crustáceos, ya que estas especies incentivan altas cotizaciones en los mercados del mundo. Otro aspecto es que da la posibilidad de adquirir divisas a los países en vías de desarrollo, a través de su explotación.

Estudios realizados por la FAO. (1980) manifiestan que la población mundial ha venido experimentando un crecimiento acelerado, y que al rededor de dos tercios están concentrados en los países en desarrollo. Para alimentar a esa población y mejorar la calidad de su vida será necesario en los momentos venideros duplicar con creces la producción agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola etc., para realizar esta extraordinaria tarea habrá que hacer un uso intensivo de los recursos naturales renovables tales como: Suelo, Agua, Animales. Es por esta razón que una de las alternativas para la búsqueda de nuevas fuentes de alimentos, es el cultivo de diversos animales acuáticos, entre los cuales están los crustáceos tanto marinos como dulce acuícola, principalmente de algunas que presentan alto valor económico y alimenticio dentro de los cuales se encuentra el camarón de agua dulce, *Macrobrachium rosenbergii*. Este género *Macrobrachium* en América está representado por 26 especies de camarones de agua dulce, salobres en las que se encuentran:

<i>M. amazonicum</i>	<i>M. lar</i>
<i>M. acanthurus</i>	<i>M. malconsonii</i>
<i>M. americanum</i>	<i>M. ohione</i>
<i>M. aspelum</i>	<i>M. rosenbergii</i>
<i>M. brasiliense</i>	<i>M. tenellum</i>
<i>M. carcinus</i>	<i>M. vollenhove</i>
<i>M. iheringi</i>	<i>M. wolfersii</i>

En Nicaragua se han realizado algunos estudios sobre el camarón de río como el que se realizó en el año 1980 en el río Tamarindo colectándose 2 especies de camarones de río identificándose una de ellas como *M. tenellum* 1980 (Guzmán, M. Saavedra, M.A, Sandino S, Kaufmanh LC).

En 1989, con la asesoría Mexicana y financiamiento de la FAO se realizaron estudios para el

montaje de un laboratorio de larvicultivo y granja piloto de engorde *M. rosenbergii* se elaboraron dos proyectos que por falta de financiamiento no pudieron ser realizados.

En 1990, la Cooperación Suiza para el desarrollo (COSUDE) inició acciones encaminadas a la explotación del camarón de río, el cual era una especie nativa del municipio de Limay departamento de Estelí, en este sentido se construyeron 3 estanques para fines de investigación y reproducción de la especie, los resultados esperados no costumbre del camarón. A pesar del gran entusiasmo que tenía el colectivo de mujeres seleccionadas para fueron satisfactorios debido al diseño de los estanques, ya que no se consideró el hábitat y este fin, su continuidad no fue posible.

En términos generales la actividad camaronera de río en Nicaragua ha sido nula, sin embargo existen muy buenas experiencias en el Salvador, Costa Rica, Honduras, Panamá que se pueden aprovechar y explotar, dado el potencial nutritivo y comercial que brinda la especie.

Últimamente PRONORTE en búsqueda de alternativa que permitan a la población, mejorar, sus niveles de ingreso y bienestar, se ha planteado impulsar esta actividad, aprovechando la instalación existente de la comunidad de los Encuentros, Limay Departamento. Estelí.

Cabe señalar que se le han hecho remodelaciones a los estanques para proporcionarle las condiciones necesarias para la producción de la especie y se ha hecho sólida dicha actividad a nivel de producción semi-intensiva y explotar posteriormente la especie a escala.

El presente trabajo está dirigido al estudio del crecimiento de la especie *M. rosenbergii* en la comunidad de los Encuentros, municipio de Limay Dpto. Estelí.

Dicho trabajo se puso a estudio debido a que realmente en Nicaragua no se ha realizado un estudio semejante, por lo tanto se carece de este tipo de información como es el crecimiento con respecto a la edad, talla, peso que posee el camarón malayo.

2.- OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar en condiciones semi-intensivos de producción, el comportamiento de crecimiento del camarón de agua dulce *M. rosenbergii*.

ESPECIFICOS

Determinar el crecimiento (talla-peso) alcanzado en diferentes edades.

Establecer tablas de comportamiento talla, peso en relación a la edad.

Comparar la producción de los estanques, además estudiar y explicar las características del medio donde se obtengan los mejores resultados.

Calcular la variabilidad promedio de tamaño entre estanques y del total de estudio.

Brindar información sobre la cantidad y característica del alimento que se le ofertará a los camarones.

3.- REVISION DE LITERATURA

3.1 Características de la especie

3.1.1 Origen

El camarón del río *M. rosenbergii* conocido como camarón gigante de Malasia es originario de Asia de las áreas Sur y Sur-este, así como del Norte de Oceanía y de Las Islas del Pacífico Oeste donde se encuentra bajo condiciones extremadamente turbias CEDIA (1988).

3.1.2 Clasificación taxonómica

Phillum	Arthropoda
Sub-Phillum	Palemonidos
Clase	Crustácea
Orden	Decapoda
Sub orden	Pleocyemata
Infra orden	Carídea
Familia	Palemonidae
Género	<i>Macrobrachium</i>
Especie	<i>rosenbergii</i>

3.1.3 Biología

Las breves notas que siguen tienen por objeto ofrecer algunas informaciones básicas sobre el cultivo de los camarones de agua dulce.

3.13.1 Distribución

Las especies de camarón de agua dulce del género *Macrobrachium*, se encuentran distribuidos por todas las zonas tropicales y sub-tropicales del mundo se sabe que existen más de 100 especies y que una cuarta parte de ellas se encuentra en las Américas.

Holthius, (1980),. Ha facilitado información útil sobre la distribución , nombres locales, hábitat y tamaños máximos de varias especies comerciales de *Macrobrachium*.

Estos camarones se encuentran en casi todas las aguas dulces continentales, comprendidos lagos, ríos, lagunas y pantanos, acequias de riego, canales, estanques, así como áreas estuarinas.

Casi todas las especies requieren de agua salobre en las fases iniciales de su ciclo vital (por lo que se encuentran en agua que están conectadas directa o indirectamente con el mar), aunque algunas lo complementan en lagos continentales salinas y de agua dulce. Algunas especies prefieren ríos de agua transparente, mientras que otros , entre ellos, *M. rosenbergii* se encuentran en agua muy turbias.

El tamaño (talla) y el crecimiento máximo son muy distintas según la especie y probablemente las especies mayores conocidas son *M. rosenbergii*, *M. americanum*,. *M. tenellum* y *M. carcinus*.

Las tres primeras especies se encuentran en las cuencas pluviales occidentales de las Américas y *M. carcinus* en las del Atlántico. FAO (1985).

Muchas especies de *Macrobrachium* han sido transportadas desde sus lugares de origen a otras partes del mundo, inicialmente con fines de investigación *M. rosenbergii* es la especie que más se amplía en la cría comercial y por lo tanto la que ha llegado a más países. A raíz de su introducción en Hawai en 1965-66, procedente de Malasia, donde la labor original de Ling (1969) permitió a Fujimura y Okamoto (1972) idear un método para la producción en masa de

fases post-larvales, se han introducido en casi todos los continentes con fines de reproducción y actualmente se cultiva en cantidades considerables en muchos países, comprendidos Hawai, Honduras, Mauricio, Taiwán, China y Tailandia y se han instalado criaderos en muchos otros, como Costa Rica, Indonesia, Israel, México, Filipinas y Zimbawe. FAO (1985).

3.1.3.2 Ciclo Biológico

En el contexto del cultivo de camarón de agua dulce, los términos camarón y langostino son sinónimos. El uso de uno u otro depende del país de que se trate.

Para poder crecer todos los camarones de agua dulce (como los demás crustáceos) se tienen que desprender periódicamente de su esqueleto o caparazón, proceso que se le denomina “muda” y va acompañado de un aumento repentino del tamaño y peso. El ciclo vital del camarón de agua dulce comprende cuatro fases distintas : huevo, larva, post-larva y adulto. El tiempo que cada especie de *Macrobrachium* necesita para las diferentes fases de su ciclo, el ritmo de crecimiento y tamaño máximo varía según la especie y las condiciones ambientales (Principalmente la temperatura).

El ciclo vital de *M. rosenbergii* puede resumirse como sigue :

Durante la cópula de los adultos, el semen, en forma de masa gelatinosa, queda adherida a la parte inferior de la región torácica de la hembra (entre las patas ambulatorias) solo puede haber cópula fructífera entre machos de caparazón duro y hembras que hayan completado la muda previa a la cópula (4 meses) y tenga el caparazón aun blando. En condiciones naturales *M. rosenbergii* cópula durante todo el año ,aunque a veces se registran puntos máximos de

actividad en determinadas condiciones ambientales. A las pocas horas de la cópula (6-20 horas) la hembra pone los huevos, que son fertilizados, al salir por el semen adheridos a su cuerpo y pasan luego a una cámara de incubación situada en la parte inferior de la región abdominal de la hembra, donde una membrana delgada la mantiene en la posición adecuada y están aircados, gracias a los rigurosos movimientos de los apéndices abdominales.

El tiempo durante el cual la hembra lleva consigo los huevos varían, pero normalmente nunca excede de tres semanas. El número de huevos de la puesta depende entre otras cosas del tamaño de la hembra.

Las hembras de *M. rosenbergii*, cuando están en plena madurez, ponen de 80,000 a 100,000 huevos por puesta, pero en sus primeras puestas durante el primer año de vida, con frecuencia no pasan de 5000 a 20,000 huevos.

En laboratorios con reproductores de ambos sexos, se ha observado que el tiempo medio de incubación de los huevos a 28 °C es de 20 días (variación 18-23 días)

con frecuencia se ha comprobado que los ovarios maduran de nuevo cuando las hembras están todavía ovadas y que las mudas previas de la cópula se suceden a distancias de solo 23 días (es decir, en algunas ocasiones las hembras incuban

Dos lotes de huevos en el plazo de un mes. Es poco probables que solo ocurra en condiciones naturales, pero demuestra la posible fecundidad de este crustáceo.

Normalmente toda la progenie eclosionará en cuestión de una o dos noches y las larvas son dispersadas por los movimientos rápidos de las apéndices abdominales de la madre, estas larvas son planctónicas y nadan activamente con la cola por delante y el vientre hacia arriba. Necesitan agua salobre para sobrevivir, las que nacen en agua dulce mueren, a menos que lleguen a agua salobre en cuestión de pocos días. Durante la vida larval que dura algunas semanas (25-35 días) existen varias fases discernibles al microscopio. En las condiciones que existen en el criadero se

ha observado que hay ejemplares de *M. rosenbergii* que completan su vida larval en solo 16 días. En la naturaleza, las larvas se alimentan continuamente de zooplancton (principalmente crustáceos diminutos), lombrices muy pequeños y larvas de otros invertebrados acuáticos.

Al completarse la vida larval, el camarón de agua dulce se transforma en post-Larva y a partir de ese momento dejan de nadar casi por completo y anda en el fondo, pueden también evadirse, contrayendo los músculos abdominales, las post-larvas pueden tolerar distintas salobridades, lo que es característico del camarón de agua dulce.

En los criaderos las post-larvas de metamorfosis reciente pueden pasarse rápidamente de agua salobre a dulce. Las post-larvas comienzan a emigrar agua arriba una o dos semanas después de la metamorfosis y pronto avanzan contra corrientes fuertes y se arrastran por encima de las piedras en las orillas de los ríos, pueden trepar por superficies verticales y atravesar terrenos con tal de que haya humedad abundante. Además de los alimentos que consumían como larvas, ahora comen también trozos mayores de materias orgánicas, animales y vegetales.

Estos camarones son omnívoros y su alimentación llega a comprender insectos acuáticos y algas, granos, semillas, frutos, moluscos y crustáceos pequeños, carne y vísceras de pescado y de otros animales, pueden incluso ser caníbales. Ling (1969)

3.1.3.3 Morfología

Las observaciones siguientes sobre la anatomía externa del camarón de agua dulce *M. rosenbergii* procede del trabajo de Ling (1969) Figura N° 1.

Los huevos son ligeramente elípticos con eje mayor de 0.6 a 0.7 mm y presentan una naranja

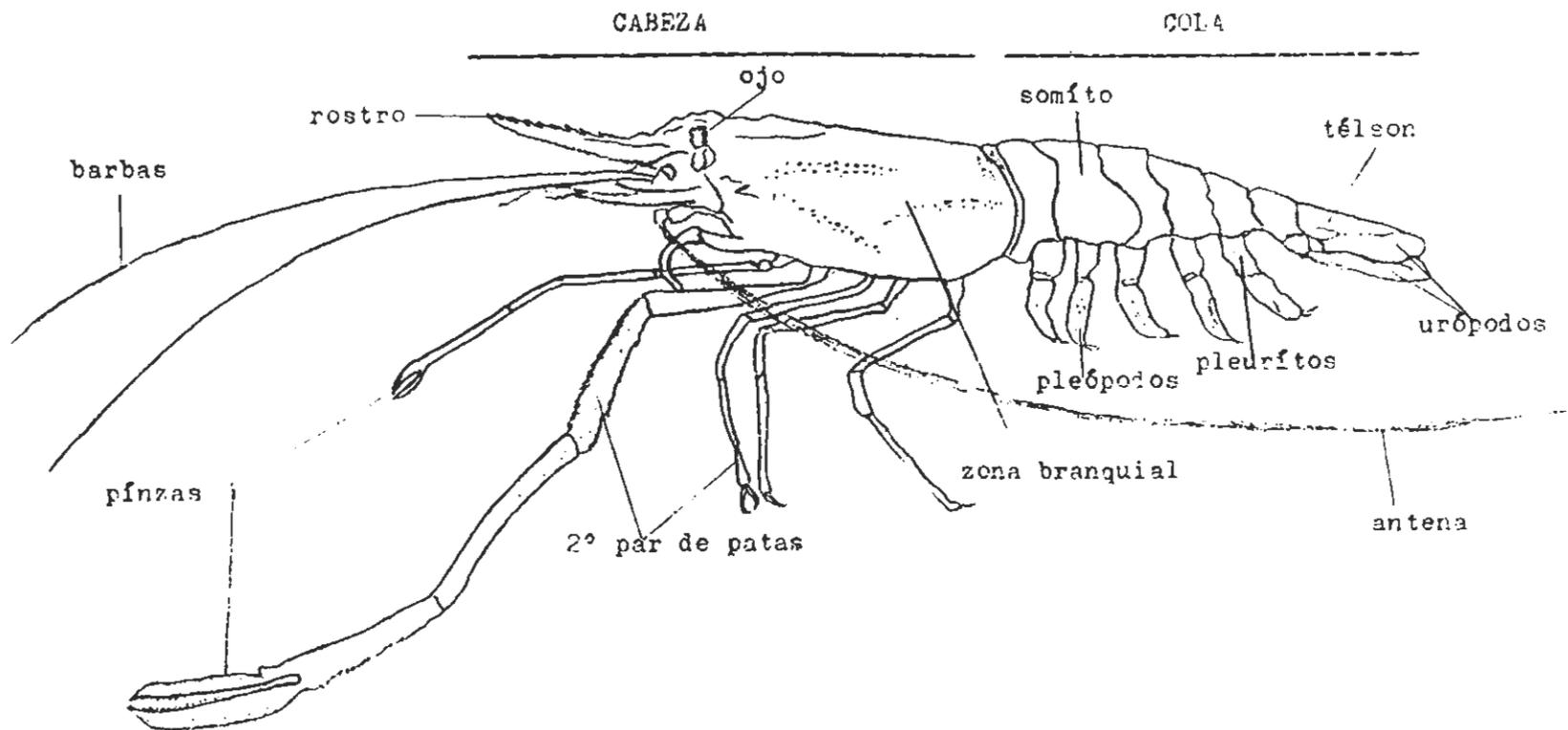


Figura N°1. Anatomía externa del camarón de agua dulce M. rosenbergii.

brillante hasta 2 ó 3 días antes de la eclosión, cuando se vuelven grises-negro.

Las larvas pasan por ocho (Ling, 1969) a once (Uno y Soo, 1969) fases bien definidos antes de la metamorfosis, cada una con características distintas, una clase simplificada de esas fases aparece en el Anexo 1A.

En la primera fase la larva tiene menos de 2 mm de talla (del extremo del rostro a la parte de la punta de telson), mientras que en la fase once excede a los 7mm (Uno y Soo 1969).

Las post-larvas inmediatamente después de la metamorfosis, tiene también unos 7 mm de longitud y se caracteriza porque anda y nada de manera análoga a los adultos, en general es translúcida con una parte de color naranja-Rosado claro en la cabeza.

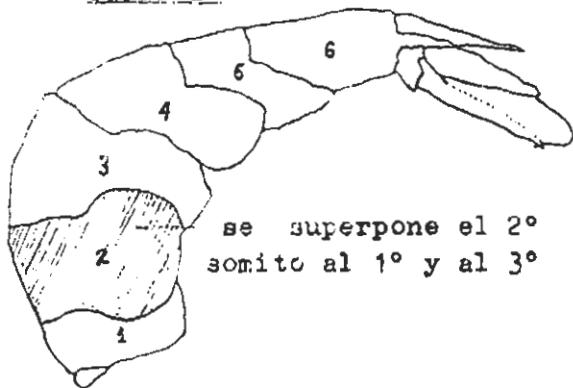
Normalmente, los juveniles de más edad y los adultos de *M. rosenbergii* son azules y en ocasiones pardos (no se ponen rojos hasta que se cosen).

El segundo de los cinco pares de patas ambulatorias es mucho mayor que las otras y termina en una pinza más pronunciada. Ambas partes son de la misma longitud (a diferencia de otras especies de *Macrobrachium*).

Los machos adultos son mucho mayores que las hembras y el segundo par de patas ambulatorias es mucho mayor y más grueso el abdomen es más estrecho que el de la hembra y el cefalotórax proporcionalmente mayor.

En cuanto a la diferencia de los camarones de mar (peneidos) existen dos formas de saberlo. *Macrobrachium* sp. Tiene la superficie dorsal del abdomen redondeada y lisa, mientras que los

Caridea



se superpone el 2°
somito al 1° y al 3°

Penaeidea



se superpone el 2°
somito solamente al 3°

Figura N°2 Diferencia existente entre los camarones de agua salada y camarones de agua dulce.

3.2. LARVICULTIVO

Para poder implementar el cultivo de camarones de río o de agua dulce, primeramente se debe implementar la crianza de las larvas, ya que estas serán las que se cultivarán en los estanques de engorde.

3.2.1 Requisitos para el establecimiento de un laboratorio

3.2.1.1 Ubicación

Se prefiere que se encuentre en zona costera, a menos que la circunstancia haga que no se construya allí, se usa el sistema cerrado.

3.2.1.2 Temperatura

28-31 °C sin ninguna manipulación costosa del medio en caso de que baje la temperatura, puede cubrirse los tanques para que mantenga el calor, como medida de emergencia se usan calentadores.

3.2.1.3 Fuente de agua dulce y agua salada

Puede ser de dos tipos :

Superficiales : Salada , toma directa del estero o mar y Dulce, toma directa de río laguna o agua potable (en este caso se debe desclorarse).

verticales : Pozos profundos, no es necesario filtrar el agua; pozos superficiales que la cama sea arenosa para que se filtre el agua.

3.2.1.4 Infraestructura

- a). Buen servicio de electricidad, aunque se cuente con generador para emergencia.

- b). Buena comunicación

- c). Terreno, está sujeto a las necesidades propias del criadero, es necesario tener 1 o 2 estanques (0.5 ha) para obtener reproductores.

- d). Servicios al área, de mantenimiento, insumos.

- e). Recursos humanos, es necesario tener gente capacitada y responsable.

3.2.1.5. Diseño de las instalaciones y factores que lo determinan

- a). Producción deseada (Cuánto y Para qué).

- b). Presupuesto (con cuánto dinero cuenta).

- c). Materiales disponibles en la zona

3.2.1.6. Características del edificio

- a). Iluminación : Se debe utilizar energía solar, por lo que debe ubicarse de tal forma que la luz

solar lo atraviese de forma diagonal.

b). Los tanques : deben ser circular, rectangular o cuadrangulares, deben tener fondo con pendiente hacia el desagüe para que facilite la limpieza y vaciado.

3.3. ASPECTOS TECNICOS DEL CULTIVO

3.3.1 Parámetros de la calidad del agua

Salobridad 12%

Temperatura 28-31 °C

pH 7.2 - 8.2

Si el pH y la temperatura es mayor se tiene el gran riesgo de la producción de nitrógeno amoniacal tóxico, los máximos valores de estos deben ser : 1.8 - 2 mg/l, generalmente estos valores se dan al final del ciclo por la muda y desechos orgánicos.

3.3.2 Luz

El techo de arriba del local donde están los estanques deben tener una superficie de penetración de luz de 2.5 m², la artificial debe ser fluorescente.

3.3.3 Metodología y Operación

Antes de iniciar el ciclo, se debe acondicionar el agua, este consiste en tomar los parámetros y desinfección del agua, aquí se utiliza cloro industrial (13%) a una concentración de 1.5 ppm, luego se desclorisa que consiste en hacer burbujear el agua de forma rigurosa durante 24 horas.

Una vez acondicionado el agua se deben capturar las hembras ovígeras para su transferencia a los tanques de eclosión de larvas, el agua se trata con formol a una concentración de 20 mg/l.

Las hembras ovadas deben estar con una buena aireación y se deben de colocar 1 hembra/10 lt de agua.

3.3.4 Alimentación

Artificial (inerte) : huevo de gallina, trozos de calamar, huevos descápsulados de Artemia.

Viva : Nauplios de Artemia salina, la larva aprovecha el saco vitelino del nauplio.

La cantidad de alimento varía, 3.8 - 5.5 nauplios/ml, dependiendo del estado larvario, se empieza a dar desde el primer día de cultivo hasta el último.

La artificial se empieza a dar a partir del décimo día hasta el último.

Se debe poner suficiente alimento, la regla es que cada larva tenga un pedacito de alimento y que no haya desperdicio en el estanque (AGUA FAUNA).

3.4 Transporte de Post-Larvas

Para el transporte de post-larvas se puede hacer en bidones de 100 lts de capacidad, con 40 lts de agua puede llevar 30,000 post-larvas, deben ponerse deflectores para impedir el movimiento excesivo del agua durante el transporte.

Para distancias mayores pueden emplearse la misma técnica que para el transporte de peces de

acuario, Bolsas de plástico con 1/3 de agua y 2/3 de oxígeno o aire. se pueden transportar 125-250 post-larvas/lit en una bolsa de 45 x 80 cm con 8 lit de agua caben bien 1000-2000 post-larvas. Las esquinas se redondean con bordes de goma para que los animales no queden atrapados en ellas.

Después de llenar las bolsas con oxígeno o aire, se retuerce la boca de la bolsa, se dobla y cierra herméticamente con una banda de goma.

En esas bolsas hinchadas se pueden transportar las post-larvas a grandes distancias (hasta 16 horas por carretera) y se colocan en cajas aislantes de espuma de polietileno, pueden emplearse perfectamente para transportar post-larvas en avión. Colocados en cajas no aislantes, se pueden expedir de noche (fresco). Figura 3.

Es importante durante el transporte reducir la actividad metabólica, esto se logra bajando la temperatura, No se debe cambiar el agua a las post-larvas, tampoco es recomendable enviar grupos de post-larvas de edades diferentes, la variabilidad puede ser uno o dos días. (Scelzo. M.A).

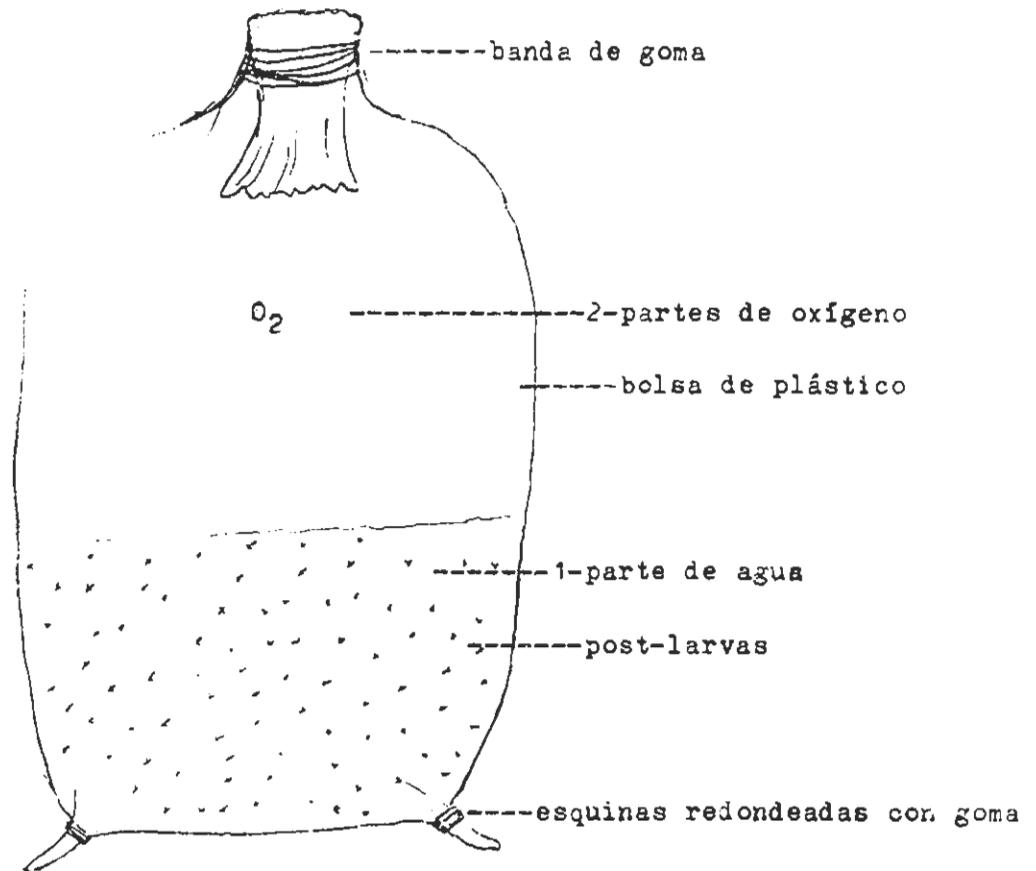


Figura N°3 Bolsa de plástico de 45 x 80 cm con 8 lts de agua (1000-2000 post-larvas)

3.5 Requisitos para estanques de engorde

3.5.1. Mercado

Requisito fundamental para que una granja cualquiera tenga éxito, es la existencia de un mercado para sus productos. Esto es tan cierto para el camarón de agua dulce como para los demás organismos acuáticos y terrestres. El tamaño, naturaleza y situación de mercado es lo primero que se ha de tomar en cuenta al seleccionar el lugar, y los resultados de este estudio determinarán la manera en que ha de proyectarse y administrarse la granja. Shang et al (1980), New et al (1977).

3.5.2 Agua

Normalmente se emplea agua dulce para criar los camarones desde la fase post-larvas hasta que alcanzan tamaño comercial, pero también se ha utilizado con éxito experimentalmente, agua parcialmente salada. Smith et al (1982).

Barnes (1982), ha informado también sobre el empleo de agua salobre para el cultivo del camarón de agua dulce en Israel, como con otras clases de acuicultura, la calidad, la seguridad del suministro de agua son factores críticos en la selección del lugar. Hay indicaciones de que el crecimiento es mucho menor en agua dura y se aconseja emplazar las granjas en lugares donde la dureza sea inferior a 150 ppm (preferiblemente menor de 100 ppm).

3.5.2.1 pH

El agua con pH neutro o ligeramente alcalino (7-8.5) es más adecuado para el crecimiento rápido de los camarones, floraciones fuertes de algas en el estanque pueden causar pH altos CEDIA (1988).

3.5.2.2 Dureza

El calcio es importante para la productividad biológica de los estanques. Abajo de 10 ppm, la dureza del agua expresada como carbonato de calcio (CaCO_3), es considerada pobre; por arriba de 40 ppm es considerada rica. Valores muy elevados (100 ppm) no son recomendables.

Existen indicaciones de que la tasa de crecimiento es mucho menor en aguas duras, por lo que es recomendable ubicar el sitio con fuentes de agua menores de 100 ppm en dureza de aguas.

3.5.2.3 Temperatura del agua

Es uno de los principales factores que debemos de tener en cuenta. Los camarones del género *Macrobrachium*, propias para el cultivo, se adaptan a las aguas con temperaturas entre 15-35 °C, desarrollándose mejor, sin embargo, en temperaturas mayores de 25 °C. Por lo tanto, el interesado en esta actividad debe informarse sobre la temperatura mínima del mes más frío y máximo del mes más

caliente en los últimos 20 años, en la región que pretende montar el vivero. Debe considerar que la temperatura del agua generalmente se encuentra 1 a 2°C arriba o abajo de la temperatura del aire. Lobao, V. L (1994).

La temperatura del agua puede oscilar entre 18-34°C, pero la temperatura óptima es de 29-31 °C. Generalmente, las temperaturas inferiores a 14 °C o superiores a 35 °C son letales para los camarones de agua dulce New, M.B; Songholka, (1984).

3.5.2.4 Oxígeno disuelto en el agua

Se estima que el porcentaje de saturación del agua se encuentra en valores mayores al 75%.

3.5.2.5 Turbidez del agua

La turbidez del agua debe medirse diariamente y varia de 25-40 cm, cuando la medición de la turbidez es menor de 20 cm es conveniente dejar entrar agua al estanque o aumentar su flujo. Para medir la turbidez del agua se utiliza el disco secchi. Figura 4.

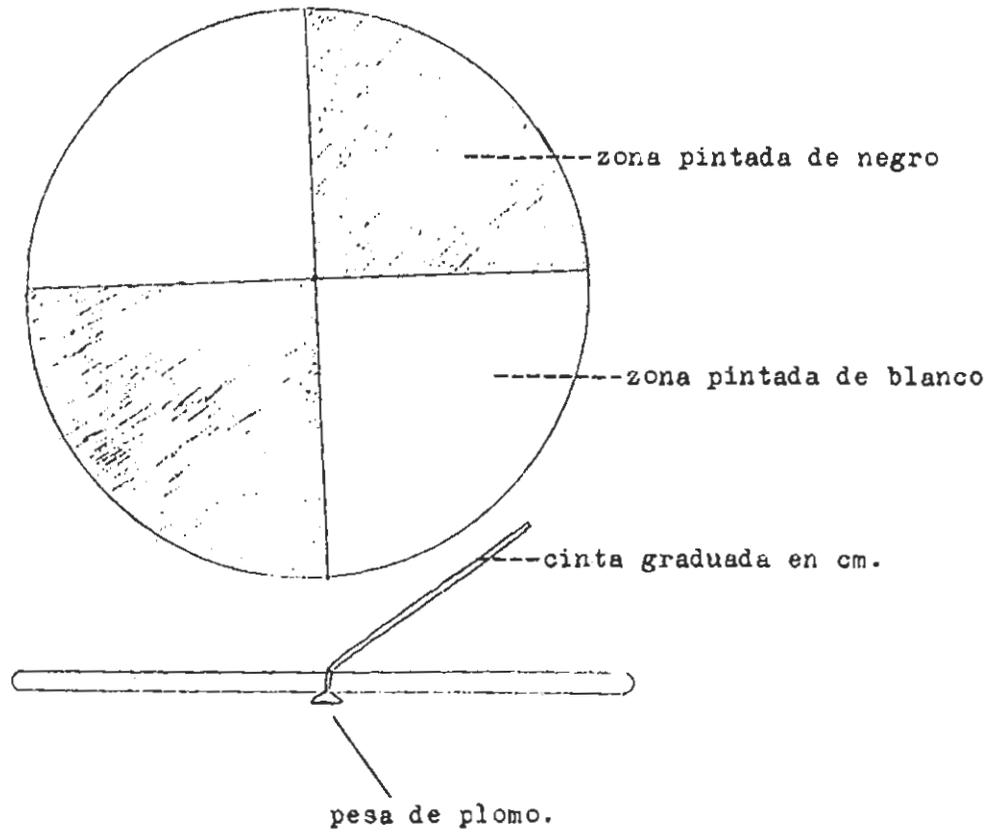


Figura N°4 Disco secchi utilizado para medir la turbidez del agua de los estanques.

3.5.2.6 Parámetro de la calidad del agua.

Datos proporcionados por el Anvene Fisheries Research Center, de Hawaii (1990).

Parámetros	Niveles (ppm)
pH	8.5
O2 Disuelto	4
Ba (sodio)	30
K (Potasio)	2
Cl (cloro)	40
Ca (Calcio)	12.25
Mg (Magnesio)	20
Si (Silica)	10.50
Amonio	<0.1
Fosfato	<0.3
Nitrato	<1
Bicarbonato	50.8
Plomo	<0.02
Cobre	<0.02
Cromo	<0.01
Hierro	<0.01
Mn	<0.02
Arsénico	<0.02
Dureza total	40-100
Alcalinidad	25-100

3.5.3 Clima

3.5.3.1. Temperatura ambiental

Este es uno de los factores más principales. Los camarones del género *Macrobrachium*, crecen en óptimas condiciones a los 29 -31 °C, pero pueden

crecer bien a temperaturas de 33 °C, a temperaturas por debajo del 21 °C el crecimiento baja dramáticamente y muere por debajo de los 14 °C o por arriba de los 35 °C. CEDIA (1988).

3.5.3.2. Luz

La intensidad lumínica es importante para la productividad del estanque igual que la brisa continua y suave, la cual asegura la mezcla del agua en el estanque dando como resultado un mayor nivel de oxígeno que por lo menos debe ser de 75% de saturación de oxígeno. CEDIA (1988).

3.5.3.3. Humedad relativa

Es importante tener en cuenta la humedad relativa del lugar donde se va a implantar la camaronera, ya que una elevada humedad relativa provocaría desventajas en el crecimiento de los camarones, por que se disminuye la temperatura ambiental. Lobao, V.L; Torres, N.E (1994).

3.5.3.4. Precipitaciones

Las altas precipitaciones traen como consecuencia desastres naturales y uno de los problemas que nos puede causar es que se nos destruyan los estanques, mortalidad por una excesiva turbidez en el agua y falta de oxígeno en el estanque por el lodo.

3.5.4 Suelo

Generalmente los suelos arcillosos presentan buenas características de retención de agua. La

cantidad de arcilla debe variar de 30-60% en los 100 cm. Superiores, a partir del nivel que será el fondo del estanque. En cantidades superiores a 60% las paredes se rajan cuando se drena totalmente el estanque, se debe tener cuidado para evitar áreas con grandes tendencias de la acidez (pH igual o inferior a 4.5). Lobao, V.L; Torres, N.E (1994).

En cuanto a la textura del suelo este puede ser arcilloso siendo del 35% o más de arcilla en los 100 cm superiores. En suelos arenosos 14% o menos de arcilla, en suelos limosos son intermedios.

Los suelos arcillosos no deben pasar más del 60% de arcilla con 100 cm o más de profundidad.

Es preferible no construir estanques para la cría de camarones en suelos de sulfatos ácidos, estos suelos tienen valores de pH de 4.5 o menos y grandes concentraciones de hierro soluble, manganeso y aluminio. Stall, 1979; Weidenbach, 1982.

3.5.5 Topografía

Es un factor que determina la disposición de los estanques en el lugar a ser implementado el Proyecto del cultivo de los camarones de agua dulce.

El lugar donde se implantaran los estanques deben tener más o menos 5% de inclinación, para que la construcción sea más económica y para que el escurrimiento del agua sea realizado por gravedad.

Entre más plano es el terreno, mayores son las posibilidades para la construcción del estanque.

En pendientes de 10% solo es posible construir estanques, estrechos y muy profundos con

dimensiones pequeñas. Lobao, V.L; Torres, N.E (1994).

3.5.6 Acceso

Este es otro factor que hay que tomar en cuenta para la instalación de la granja, ya que es de mucha importancia el acceso para todo movimiento que sea pertinente realizar esto significa que ya sea carretera, camino o trochas deberán mantenerse en buen estado, tanto en verano como en invierno. El acceso en cualquier tipo de inversión que se desee realizar se debe tomar muy en cuenta por muchas razones, para nuestro ensayo es muy importante por traslado de post-larvas al estanque; alimentos; comercialización del producto, asistencia técnica entre otras cosas.

3.5.7. Mano de Obra

En las explotaciones pequeñas de camarón de agua dulce no requieren de personal muy especializado, no obstante así para la repoblación y la recolección en aquellas granjas de mayor capacidad. A este nivel se tienen que utilizar los servicios de una empresa comercial ya sea esta para el criadero, proveedor de pienso, etc. Webber (1973).

3.6 INSTALACION DE LA GRANJA DE ENGORDE

El camarón de agua dulce puede cultivarse en estanques, con embalses de cemento y tierra, canales de riego, jaulas corrales y aguas naturales. El cultivo en jaulas y corrales es experimental y la producción de canales de riego es escasa.

En esta sección nos limitaremos a hablar del estanque especialmente, ya que es lo más frecuente que se utiliza.

3.6.1 El estanque

3.6.1.1. Forma y Dimensiones

Los estanques más recomendables son los rectangulares y los más convenientes para el tipo de cosecha (red) que generalmente es utilizado en las granjas de camarón de agua dulce, en cuanto a las dimensiones del estanque esto dependerá de la topografía del terreno, dinero disponible para la construcción de grandes áreas y otras causas puede ser del potencial de agua con que se cuenta y la cantidad de camarones a explotar.

Existen diferentes medidas que se optan para implementar una buena producción, pero existen tamaños adecuados para una buena producción, manejo y control de los camarones, estos tamaños son de 0.4 - 0.5 ha. Sivalingam (1974).

Wheaton (1977), los estanques más adecuados para el cultivo del camarón de río *M. rosenbergii* es aquel que tiene 2,500 m² es decir ¼ ha.

3.6.1.2. Profundidad

La profundidad media deberá ser de unos 0.9 m, con un mínimo de 0.75 m y un máximo de 1.2 m. Es difícil manejar estanques más profundos, incluso los estanques con profundidad recomendada tienen que ser vaciados o bombeados, parcialmente para facilitar la pesca en la parte más profunda.

Los estanques pocos profundos se calientan excesivamente y facilitan el crecimiento de plantas acuáticas enraizadas en el fondo del estanque.

3.6.1.3. Diques

Los diques terraplenes han de tener una corona por lo menos de 60 cm alta del nivel máximo. Los terraplenes y fondo del estanque deben de compactarse muy bien, para mejorar la retención del agua.

La pendiente interna de los diques así como la externa en caso que sea muy permeable se debe usar plásticos para retener agua, o que no sean dañados por excesivas lluvias, también se acostumbra a sembrarles algunas gramíneas que contribuyan a compactar el suelo.

3.6.2. Agua

3.6.2.1 Suministro y tratamiento

El suministro estará en dependencia del tamaño del estanque, no existe un parámetro exacto de este, pero entre más agua circule en el estanque es mejor, ya que da como resultado mayor oxigenación, lo importante en este caso es que la cantidad de agua que entre al estanque nunca sea mayor que el volumen de agua que el estanque drene, ya que si así fuese el caso tendríamos problemas, por que puede suceder que se inunde el estanque.

En cuanto al tratamiento, el agua que entra al estanque de los camarones de agua dulce es nulo, pero se realiza una especie de filtración para impedir el paso de depredadores.

El filtrado no es necesario cuando el agua viene de tubos de un pozo o un manantial, la filtración se realiza solamente cuando el agua es tomada de río o presas que pueden tener peces u otros depredadores.

La filtración se realiza poniendo mallas finas a la entrada y salida de las tuberías de distribución.

3.6.2.2. Distribución

La forma de distribuir e introducir el agua a los estanques es de mucha importancia. La granja debe contar con una distribución de agua que le garantice llenar un estanque en cualquier momento o por lo menos el 10% de su superficie sin que ello cree problemas para mantener el flujo de agua a los demás estanques.

No debe haber ningún contacto entre el agua que entra y la que sale de los estanques, debe tener su propia toma de agua, así mismo como su propia salida. New (1982).

3.6..2.3 Desagüe

El desagüe de un estanque se hace necesario para efectuar diferentes actividades que se realizan durante el cultivo y después de este, por ejemplo, si queremos saber el porcentaje de mortalidad de los camarones de río, será necesario contar todos los camarones sembrados y para esto se tiene que drenar el agua del estanque, esta operación sería sencilla si drenamos el estanque por bombeo, pero si no contamos con dicha bomba lo más práctico es que el estanque posea su propio drenaje.

EL tubo de drenaje o desagüe debe tener una malla fina en la boca de salida para que no se escapen los camarones por el orificio del tubo.

La importancia del desagüe radica en :

Recambio de agua

Recuento de camarones

Cosecha

3.6.3. Aireación

Los estanques de camarones de río no tienen un sistema de Aireación permanente Para aumentar la concentración de oxígeno en el estanque se tiene que hacer uso del bombeo recirculatorio o por medio de aereadores flotantes sumergidos o de paletas.

3.6.4. Varios

Además de los sistemas básicos del estanque y distribución de agua, la granja camaronera de agua dulce necesita equipos e instalaciones siguientes :

- 1). Almacenes : Cama secas para piensos, productos químicos, redes, etc.

- 2). Alojamientos : Todas las granjas deben tener viviendas para sus empleados o para algunas visitas que se puedan dar.

- 3). Redes

- 4). Equipo para determinar la calidad del agua.

- 5). Cercados

- 6). Transporte

- 7). Equipo de herramientas

- 8). Repuestos.

3.7. FUNCIONAMIENTO DE LA GRANJA DE CAMARONES

3.7.1 Preparación de los estanques

Como se ha mencionado es preciso que un poco de vegetación en los estanques ayuda a la compactación del terreno, así como retención de agua y además evita la erosión de diques pero lo más importante es acondicionar el estanque para su siembra.

Antes que nada cuando por primera vez se va a utilizar un estanque, este se debe encalar, para desinfectarlo y para regular el pH del suelo del estanque. Las cantidades que se utilizan de cal para el suelo de los estanques, estará en dependencia del pH que den los análisis de suelo. Aunque normalmente se tiene un estimado de aplicación de cal que se encuentra de 1000 kg de cal/há.

Si el estanque a sembrar ya ha sido utilizado antes para el cultivo de peces, entonces habrá que tratar el estanque con soluciones de piscidas, los cuales pueden ser rotenona aplicada a razón de 1 a 2 g/m³ otro producto que se puede utilizar es la saponina no refinada que es una sustancia extraída de la torta de semilla de té (*Camellia* sp) a razón de 1.1 ppm = 1.1 ml/m³.

Después de la aplicación de cal se procede a llenar el estanque con agua y se siembran los camarones, raramente es necesaria la aplicación de fertilización en el cultivo de camarón de agua dulce, porque el régimen alimenticio induce rápidamente una densidad de fitoplancton adecuado.

Los estanques construidos en suelos arcillo-arenosos pueden necesitar fertilización, en cuyo caso se aplicará 25 kg/há/mes de súper fosfato triple.

3.7.2 Siembra

Las post-larvas pueden sembrarse de solo 1-4 semanas (después de la metamorfosis) tan pronto como este lleno de agua el estanque.

Al llegar al estanque hay que aclimatar a las post-larvas a la temperatura del agua, esto se realiza dejando flotar la bolsa en que están las post-larvas, durante 15 minutos en el agua del estanque antes de vaciarlos. En cuanto al pH del estanque se deberá medir antes de sembrar las post-larvas, ya que también se debe aclimatar estas en tanques de almacenamientos del criadero. Sarver et al, (1982.)

La densidad de siembra de los camarones de río, dependerá del tamaño comercial que se desean tengan los camarones y de la forma de explotación del estanque.

En Tailandia donde el peso comercial preferido es de 70 g (con cabeza) y en donde en muchas granjas el período de engorde se limita a 8 meses, debido al abastecimiento estacional del agua, recomendamos una siembra de 5 post-larvas/ m² (50,000/ ha). En algunas granjas se emplean densidades mayores de hasta 20 post-larvas/m².

En el caso de cultivo continuo se recomiendan tasas de siembra más altas, entre 10 y 22 por m².

3.7.3. Alimentación

3.7.3.1. Tipos de Alimentación

Aunque la producción del camarón de río puede alcanzar 200-300 kg/há/año basada exclusivamente en la productividad natural de los estanques, para lograr una producción comercial satisfactoria es preciso recurrir a la alimentación suplementaria.

Los tipos de alimentos varían mucho y comprenden materias primas animales y vegetales, piensos mixtos preparados hasta en la orilla del estanque mismo.

En cuanto a la conversión alimenticia está en relación de 3:1 pero también pueden haber relaciones de 7-9:1 en el caso de que el alimento tenga mucho contenido de agua.

Los camarones decápodos del género *M. rosenbergii*, no tienen preferencia por algún tipo de alimento ya que son omnívoros y en casos de extremada falta de alimento se tornan caníbales (FAO 1994).

Algunos acuicultores dedicados a la explotación de los camarones tienen un régimen alimenticio establecido para sus especies, hay otros que los alimentan con granos ya sea cocidos o crudos estos generalmente son: sorgo, maíz, trigo, cebada, etc.

CIAT(1998).

3.7.3.2 Tasas de alimentación

Las recomendaciones que se darán a continuación son muy diversas por ejemplo, en un estanque sembrado a una densidad de 5 post-larvas/m² se suministrarán inicialmente unos 6,25 kg/há/día, si se usa un pienso compuesto seco (como el pienso para aves).

La ración diaria se irá aumentando gradualmente desde los 6,25 kg/há/día a valores mucho más altos en el momento de la cosecha.

La cantidad exacta dependerá en cada momento de los índices de crecimiento y supervivencia y de la cantidad de camarones que haya en el estanque. Por ejemplo se puede esperar que la cantidad necesaria de alimentos aumenta hasta 37,5 kg/há/día inmediatamente antes de cosechar los camarones (6 a 8 meses). FAO (1984).

Los camarones poseen ritmo de actividad nocturnas, así como los alimentos deben ser distribuidos al final de la tarde, hora en que están naturalmente con mayor apetito. La cantidad debe corresponder al 5% de la biomasa de esos animales, para calcular la biomasa se colecta el

10% de la población de los estanques mensualmente. Lobao, V.L; Torres, N.E (1994)

La cantidad suministrada, diariamente para cada 1000 camarones es de :

<u>Mes</u>	<u>Total de alimento</u>
5 g / 1 ^{er} mes	150 g
25 g / 2 ^{do} . mes	750 g
100 g / 3 ^{er} mes	3000 g
500 g / 4 ^{to} mes	15,000 g
1850 g / 5 ^{to} mes	55,000 g
3000 g / 6 ^{to} mes	90,000 g

3.7.4. Control

Una vez sembrados los estanques con las post-larvas, se da la alimentación de los mismos, pero para saber la eficiencia de estos alimentos se necesita de un control. También se hace necesario la vigilancia de otros parámetros del agua como son : pH, temperatura, oxígeno disuelto, turbidez del agua.

Primordialmente el granjero deberá conocer en cualquier momento el número y tamaño medio de los camarones de sus estanques y por lo tanto, deberá saber si los índices de crecimiento y supervivencia son satisfactorios o no y determinar la ración de alimentos diarios basándose en un porcentaje de la biomasa del estanque, sin embargo este método no debe aplicarse ciegamente, sino que debe ajustarse teniendo en cuenta las observaciones sobre consumo que los camarones realizan.

Los camarones tienen grandes diferencias en el crecimiento algunos crecerán muy rápidamente, mientras otros apenas lo harán. Esta es una característica normal de este animal. Pedin N, M. (1981).

Los machos pesan un poco más que las hembras de igual talla, además el crecimiento puede medirse por el peso o por la talla total, la medida más exacta de la longitud es de la órbita del ojo hasta el extremo del telson.

3.7.4.1. Relación peso-talla

El crecimiento y la supervivencia de una población de camarones dependen de muchos factores en particular densidad, depredación, alimentación y temperatura. Como estos factores difieren mucho según el lugar, no es prudente determinar cual ha de ser la tasa de crecimiento de manera estandarizada, no obstante será útil dar algunos ejemplos tomados por Willis y Berrigan (1977). En estanques de tierra con temperaturas de 20, 5 °C a 30, 5°C y una media de 27°C, se sembraron juveniles con un peso medio de 0.78 g (31,7 mm de la órbita al telson), que alcanzaron un peso medio de 43, 26 g y una talla de 108 mm al cabo de 157 días de engorde.

En otros tres estanques que en vez de juveniles se utilizaron post-larvas con un peso medio de 0.055 g y una talla media de 14,5 mm los camarones cosechados al cabo de 170 días pesaban 28,2 g promedio; y una talla de 95,2 mm. Las tasas de supervivencia fueron muy altos 79% en los juveniles y 88% en post-larvas.

Las investigaciones realizadas sobre el camarón *M. rosenbergii* con referencia a su crecimiento y a su peso respectivamente, en otros países no están estandarizadas, ya que estos parámetros estarán en dependencia de su hábitat, tipo de manejo, condiciones y fundamentalmente sobre la alimentación que se les ofrezca en el lugar de cautiverio (Mochi, E).

Se puede mencionar que la tasa de crecimiento de *M. rosenbergii* es bastante rápida en estanques con buenas calidad de agua, en una baja densidad y amplias cantidades de alimento pudiendo obtenerse pesos con referencia a sus talla y edad de :

<u>Días</u>	<u>Centímetros</u>	<u>Gramos</u>
1	5.5	2
10	7.6	4.5
60	11.0	10.0
90	14.0	25.0
120	18.0	60.0
150	21.0	100.0
180	22.5	125.0

Estos datos se recopilaron en Panamá en cultivo intensivo, los cuales tienen grandes aceptaciones de crecimiento. Malca, R.P. (1988).

El camarón de agua dulce, como la mayoría de animales presentan un crecimiento asincrónico con dimorfismo sexual y carga genética, siendo que la diferencia de tamaño en un mismo estanque puede ser superior los 5 cm. y 6g. Lobao, V.L.; Torres, N.E. 1994.

En un camarón *M. rosenbergii* de seis meses alcanza un tamaño comercial medio que corresponde a 80 g y 11 cm de longitud, sin embargo en este mismo espacio de tiempo esta especie puede alcanzar 125 g y 22.5 cm dependiendo de las condiciones de cultivo. Malca, R.P. (1988)

Otro estudio realizado demostró que *M. rosenbergii* alcanza un tamaño comercial de 11 cm de longitud con 30 g de peso a los siete meses. Martínez, G (1982).

En la estación experimental de Guaratuba se obtuvieron pesos de 60 g y 16 cm de longitud a los ocho meses. Lobao V.L.; Torres, N.E (1994).

Sandifer y Smith (1975) en un sistema recirculatorio experimental encontraron que jóvenes de

0.12 gr tamaño significativamente agrupados a una densidad de 10 juveniles/m², el promedio es de 9.2 g con 82% de supervivencia, después de 16 semanas (4 meses), mientras que jóvenes agrupados a 20 juveniles/m² crecieron con un peso significativamente de 3.6 gr con un 50% de supervivencia; sin embargo mientras el crecimiento fue relativamente despacio a una alta densidad poblacional, la sobre vivencia de jóvenes pequeños fue alta por las primeras seis semanas.

La salinidad es muy importante, porque el suministro de agua dulce en algunas zonas es limitada. La experimentación continúa para determinar la sobre vivencia y crecimiento dentro de un spectrum de salinidad, teniendo esto un potencial de abrir grandes áreas para el cultivo de langostinos en extravíos y regímenes pantanosos, costeras, especialmente en países tropicales cortos en proteínas. Fujimura, T. (1974).

3.7.5 Recolección

El momento de recolección depende en parte del crecimiento y del tamaño comercial deseado y en parte del método de gestión utilizado. Los métodos de gestión son dos :

- a). Cosecha final
- b).Cosecha continúa

En la cosecha final consiste en poblar el estanque y dejar que los animales crezcan hasta que alcancen la talla comercial media o hasta que tengan que vaciar el estanque por otras razones (falta de agua, temperatura baja). Esto se realiza de 5 a 7 meses.

En la técnica de cosecha continúa los estanques no se vacían nunca y los camarones de tamaño comercial se extraen con redes, además se repoblan con post-larvas cuatro o seis veces al año. En todos los casos se debe hacer la colecta por la mañana cuando esta fresco todavía para evitar que el nivel del agua este muy bajo cuando el sol se halle directamente en la vertical.

De lo contrario los camarones estarán expuestos a un gran aumento de temperatura y a una

disminución del oxígeno disuelto, por ser el agua poco profunda y ocurrirán muchas muertes antes de que se puedan recolectar todos los animales.

Los camarones cosechados pueden dividirse en varios grupos.

- 1). Machos grandes
- 2). Machos pequeños
- 3). Hembras ovadas o no
- 4). Camarones de caparazón blanda
- 5). Camarones de crecimiento terminal

3.7.6. Manipulación después de la cosecha

Esto va a depender del destino que estos lleven, generalmente los camarones de río se venden en las cercanías de la granja, estos pueden ser conservados en hielo o vivos. Algunas veces se expiden en recipientes con agua bien aireada a clientes importantes, como hoteles y restaurantes, si el mayor valor del producto vivo lo justifica.

En general el valor del producto depende de su calidad. La rapidez en la cosecha y en las manipulaciones posteriores, la conservación en hielo y a la sombra y el cuidado en evitar que sufran daños físicos contribuirán a aumentar su valor. Shang et al (1980).

Depredación

Generalmente el mayor problema en toda empresa acuícola de camarones de agua dulce es la depredación que se debe principalmente a la que hacen otras especies acuícolas, aves, serpientes y el hombre.

Entre las especies acuícolas que son depredadores tenemos el bagre *Clarias batrachus* y el bagre fluvial *Mystus planiceps*, otros serían el cangrejo. Tunsutapanich, (1986).

Malezas acuáticas

Una cantidad excesiva de fitoplancton es nocivo para los camarones porque disminuye el oxígeno disuelto en el agua.

3.7.7 Enfermedades

a). Enfermedad del caparazón o mancha negra (Melanosis).. black-spot

Esta es la enfermedad más evidente de estadios post-larvales y camarón adulto, se debe a una invasión de bacteria, quitinolíticas (capaces de descomponer la quitina del exoesqueleto). Esta enfermedad llega a producir mortandades y lógicamente los crustáceos enfermos pierden valor.

La manipulación cuidadosa y la disminución del número de crustáceos en el estanque, reducen la gravedad de esta problema.

b). Bacterias filamentosas, sobre todo si se alojan en las cámaras branquiales, particularmente cuando hay muchos animales juntos, como ocurre en los tanques de crías o de almacenamiento de post-larvas. Esta bacteria es del género *Leucothrix*.

c). La Opacidad o Cola Blanca

Con frecuencia esta enfermedad avanza progresivamente desde la cola, parece ser una reacción a condiciones difíciles debidas al amontonamiento, poco oxígeno, temperaturas superiores o inferiores a las óptimas, pH. Etc. es un estado que parece ser reversible en ocasiones y no es necesariamente mortal.

d). Johnson (1982). Considera que las zonas oscuras que a menudo se observan en la cámara

bronquial se deban a productos químicos precipitados y a altos niveles de residuos nitrogenados.

e). La incapacidad de muchos puede deberse a la mala calidad del agua, a la presencia de toxinas o a deficiencia nutricional.

f). Infección por protozoarios, es causada por ciliados pedunculados.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación Geográfica y descripción ambiental

El presente estudio se realizó en la comunidad de los Encuentros, municipio de Limay, departamento de Estelí. Esta comunidad se encuentra localizada a los 13°.11" Longitud oeste y 86°.29" Latitud norte. Está ubicada a los 281 m.s.n.m., con una precipitación que oscila de 1000 a 3000 mm / año, temperatura de 22-23° en época de lluvia, y humedad relativa del 55%.

4.2- Materiales Utilizados

Para la realización del presente estudio, se utilizaron los materiales que se describen a continuación:

Estanques(3, de tierra)

Río(fuente de agua)

Tubos P.V.C

Baldes

Tinas de plásticos

Atarrayas de nylon

Balanza electrónica

Cedazo de nylon

Aireadores

Medidor de pH

Disco secchi

Regla milimetrada

Cinta métrica

Alimento(concentrado)

Termómetro

Papelería

4.3 - Dimensiones y características de los Estanques

La unidad experimental cuenta con tres estanques de tierra que fueron construidos en el año 1991, por el organismo nogubernamental Proyecto del Norte, conocido como PRONORTE. Las dimensiones de cada estanque son de 20 m. de largo, 1 m de profundidad, y 10 m de ancho. La distancia entre estanques es de 1.5 m. (Figura 5).

a) Suelo

La textura del suelo es franco arcilloso para los primeros dos estanques, mientras para el tercero existe una variación de textura, la cual es limo arcillosa. El suelo presentó un pH de 6.5, con una variación mínima de 0.5 a 1.5 dentro del área de estudio, lo cual permite afirmar que el suelo resulta óptimo para la producción de camarones de río, especialmente en verano.

b) Agua

El agua que abasteció a los estanques provino directamente del río, la cual se condujo por medio de tuberías, con suficiente fuerza para airear y oxigenar cada estanque.

Las tuberías empleadas para este fin fueron de PVC, con un diámetro de 6 pulgadas para la red principal y de 2.5 pulgadas para la red secundaria.

El caudal de agua suministrada para cada estanque fue de 1.33lts/seg.

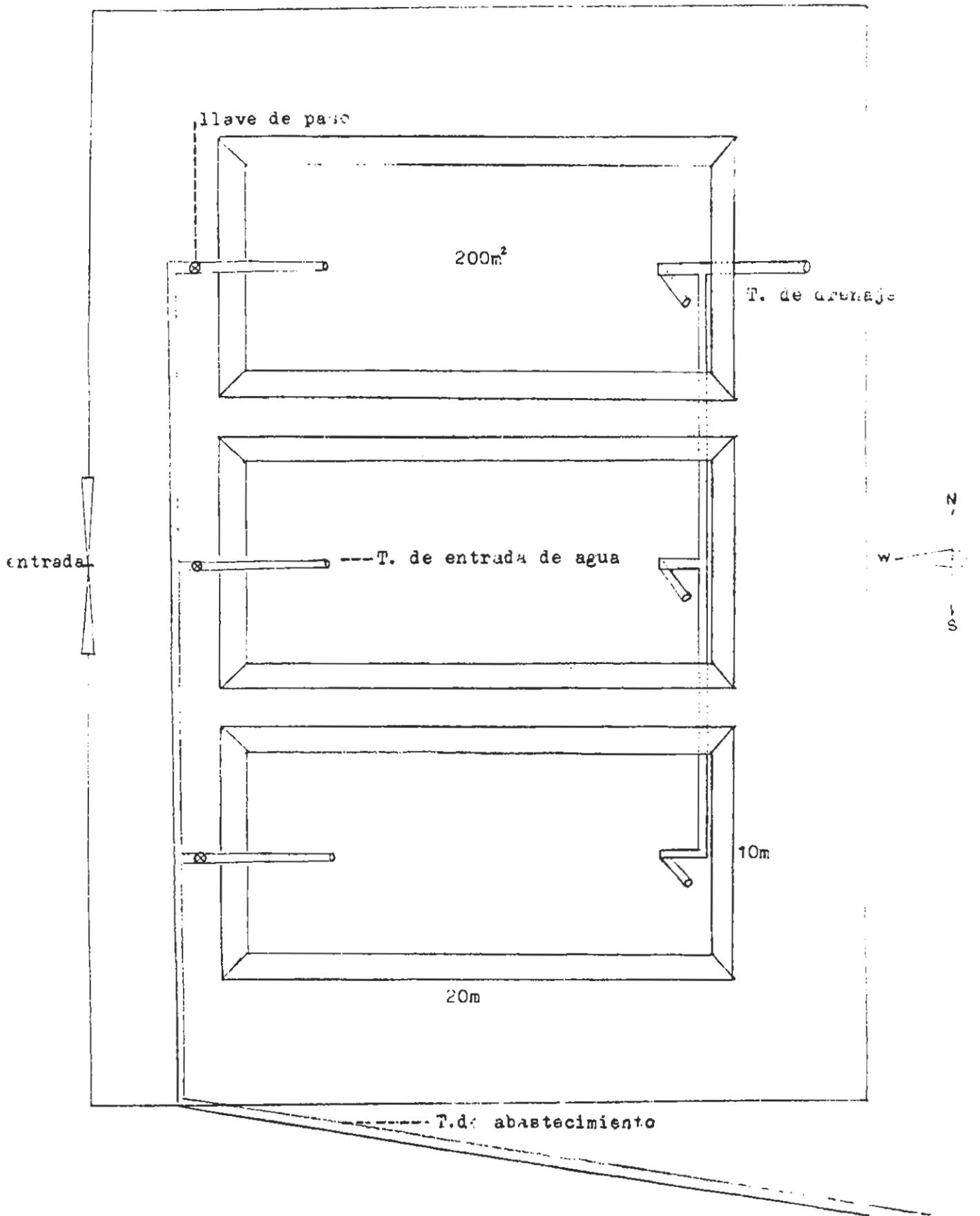


Figura N°5. Diseño de los estanques de los camarones de agua dulce ubicados en los Encuentros, municipio de Limay; Dpto. de Estelí.

Análisis de agua fue realizado por PRONORTE. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

PARÁMETROS	NIVELES(ppm)
Calcio	15 - 27
Amonio	<0.1
Fosfato	<0.2
pH	7
Cloro	40
O ² disuelto	5
Sodio	32
Sulfato	0.3
Nitrato	0.1
Bicarbonato de Na	80
Plomo	<0.01
Manganeso	<0.01
Dureza total	70
Alcalinidad	75

4.3.1 Manejo de los estanques.

a) Desinfección de los estanques

Para evitar las enfermedades o un exceso de pH que pudiera afectar la sobrevivencia de las post-larvas en los estanques, fue necesario una desinfección de los mismos. Para ello, se utilizó cal a razón de 0.4 quintales/200 m². Existen otras formas de desinfección de los estanques, principalmente cuando en estos se han cultivado peces o donde se abastece de agua de un río en el cual existen peces depredadores tales como el bagre, guapote. En nuestro estudio, la única forma de controlar este problema fue poniendo malla fina en la tubería de agua ubicada en la represa, así como en la tubería de entrega de los estanques .

b) Llenado de los estanques

Una vez desinfectados los estanques, se procedió a llenarlos de agua tres días antes de la siembra. Al momento de introducción de las post-larvas, se revisó que el pH fuese el adecuado, mediante un peachimetro, para evitar una alta mortalidad. También se revisaron todas las tuberías y las entradas de agua con el fin de asegurar el fluido continuo con adecuada claridad de la misma.

c) Transporte de post larvas a los estanques

Las post-larvas utilizadas fueron transportadas de la estación productora de larvas de camarón, ubicada en la república del Salvador. Para ello, se utilizaron bolsas de 100 lbs conteniendo la cantidad de 1000 post-larvas c/u. Se aseguró un volumen de $\frac{1}{4}$ de agua y $\frac{3}{4}$ de oxígeno. Las formas de como eran amarradas las bolsas fue explicado en el acápite 3.4 .

d) Manejo de las post-larvas antes de la siembra

Una vez que las post-larvas llegaron a su destino, se procedió a dejar las bolsas, sobre el agua de los estanques durante 15 minutos, con el objetivo de adaptación de las mismas a la temperatura predominante del agua de los estanques, para evitar el estrés térmico. Luego se realizó el primer muestreo de entrada al experimento.

e) Siembra

Se utilizó una densidad de siembra de 5 camarones por m^2 . Esto se hizo a petición de la institución que apoyaba esta investigación (PRONORTE), para evaluar su crecimiento en condiciones semi-intensivas, con el fin de obtener resultados que permitieran establecer este

tipo de cultivo con grupos de productores interesados en dicha explotación.

f) Alimentación

Los camarones en estudio fueron alimentados con concentrado a base de soya, maíz, sorgo fundamentalmente con niveles de proteína que estuvieron en dependencia de la edad. El contenido de proteína del alimento varió en el tiempo de la siguiente forma:

Edad (meses)	Proteína (%)	Desarrollo de la dieta
1-2	35	Ración de inicial
3-4	25	Ración intermedia
5-6	20	Ración de finalización

La cantidad del alimento se distribuyó en el tiempo, como sigue:

Cantidad de alimento (gr.)	Durante el mes
5	Primero
25	Segundo
100	Tercero
500	Cuarto
1850	Quinto
3000	Sexto

El tamaño de las partículas del alimento se ajustaron al tiempo de permanencia y tamaño de los camarones. El el concentrado se compró en el Salvador y el costo de este se presentara en el Anexo 9A.

g) Cosecha

La cosecha se efectuó a los seis meses y diez días, tiempo en que se realizó el último muestreo y el pesaje del total de camarones producidos de cada estanque.

4.4 METODOLOGIA

4.4.1. Muestreo

Los pasos que se siguieron para el muestreo, fueron los siguientes:

- 1.- Se colocaron dos tinas de agua con aereadores.
- 2.- Se preparó el lugar para la medición y pesaje de las post-larvas.
- 3.- Se hizo el taraje con fondo de malla.
- 4.- Se procedió a sacar el 10% de las post-larvas (100) de la bolsa y depositarlas en el fondo de malla.
- 5.- Se pesaron 100 post-larvas, menos el peso de la tara.
- 6.- Las post-larvas pesadas se introdujeron en la primera tina con agua para luego medirle la talla.
- 7.- Con un pascón se fueron sacando cada una de las post-larvas y con una regla milimetrada fueron medidas.
- 8.- Las post-larvas medidas se trasladaron a la segunda tina con agua.
- 9.- Una vez pesadas y medidas las post-larvas se introducen estas al estanque que les corresponde, de igual forma a las restantes post-larvas de la bolsa muestreada.

Durante el período experimental se hizo el seguimiento con hojas de control con información relativa al ambiente externo e interno de los estanques, y al camarón mismo (Anexos 2A, 3A, 8A).

Estos 9 pasos mencionados anteriormente se realizaron para cada bolsa el mismo día que llegaron las post-larvas de camarón a la comunidad de los Encuentros.

A partir del segundo muestreo hasta el décimo se efectuaron las siguientes operaciones:

- a).- Se sacaron 100 camarones de cada estanque con atarrayas finas.
- b).- Luego se depositaron en tinas a la que se les suministraba agua con una manguera y de esta manera se les brindaba oxígeno a los camarones para evitarles la muerte por asfixia.
- c).- Se procedió a la medición y el pesaje, y se anotaron los datos en la hoja de control.
- d).- Los camarones ya medidos y pesados fueron retornados al estanque del que habían sido extraídos.
- e).- Se realizó la medición del pH del agua, turbidez, fecha de muestreo, número de muestra, temperatura ambiental, temperatura del agua, promedio de talla y peso, el número del estanque de donde se tomó la muestra.

El segundo muestreo se realizó a los 30 días después de la siembra y posteriormente se realizó muestreo cada 20 días hasta los 190 días después de la siembra.

4.4.2. Variables codificadas y de estudio

Durante el seguimiento se codificaron las variables pH del agua, Turbidez (cm), Fecha de muestreo, Edad (días), Talla (cm), Peso (gr), Número de muestra, Temperatura ambiental (°C), Temperatura del agua (°C), Numero de estanque

Las variables utilizadas en el estudio, fueron las siguientes:

- 1).- **EDAD.** Representada por la cantidad de días en que se realizó el muestreo. A 1° día, y a los 30, 50, 70, 90, 110, 130, 150, 170 y 190 días.
- 2).- **PESO.** Peso en gramos tomado a las edades antes descritas.
- 3).- **TALLA.** Medida como la distancia entre la órbita ocular y la parte del telson del camarón. Esta variable proporcionó información acerca del crecimiento longitudinal. No

se tomó la talla que corresponde desde el rostro hasta el telson porque a veces se les rompe el rostro y nos da como resultado un error en las muestras.

4.4.3. Análisis Estadístico

Todos los análisis estadísticos fueron realizados mediante el programa Statical Análisis System (SAS), del Instituto SAS de New York, SAS (1986). Para la curva de crecimiento, se utilizó el modelo no lineal o curva logística de Pearl - read, (1923), formulada inicialmente por Verhulst (1838), que a continuación se describe:

$$Y = K / (1 + be^{ax})$$

Donde:

K = Media de peso de último muestreo

1 = Constante

b = Constante de adaptación

a = Constante de adaptación

e = base de logaritmos naturales

Y = Valor de peso predicho

Inicialmente se procedió a linealizar el modelo de Pearl-reed (1923) quedando de la siguiente forma:

$$Y = K / (1 + be^{ax})$$

$$1 + be^{ax} = K / Y$$

$$\ln(K/Y) - 1 = \ln b + ax \ln/e$$

$$\ln (K/Y) - 1 = \ln b + ax \quad (\text{Ecuación de tendencias, en función de } Y)$$

$$X \ln (K/Y) - 1 = x \ln b + ax^2 \quad (\text{Ecuación de tendencias, en función de } X)$$

Para poder resolver las constantes de adaptación se es necesario apoyarse en las ecuaciones normales.

$$\sum \ln (K/Y) - 1 = N \ln b + a \sum x$$

(Ecuaciones normales)

$$\sum X \ln (K/Y) - 1 = \sum x \ln b x + a \sum x^2$$

Se efectuaron regresiones lineales para calcular las medias de peso predicho a partir de las medias de talla y peso observado. Quedando la ecuación de regresión de la siguiente forma:

$$\ln (K/Y) - 1 = \ln b + ax$$

Los análisis estadísticos efectuados en el presente trabajo fueron realizados mediante el programa Statical Análisis System (SAS 1986) SAS fue utilizado para realizar el modelo no lineal de la curva de crecimiento o curva logística de Pearl - read (1923) La cual fue formulada desde inicio por Verhulst (1838) CIP(1979).

$$Y = \frac{K}{1 + be^{ax}}$$

K = Media de peso de último muestreo

l = Cte

b = Constante de adaptación

a = Constante de adaptación

e = base de logaritmos naturales

Y = Valor de peso predicho

Se procedió a linealizar el modelo de Pearl-reed (1923) quedando de la siguiente manera:

$$Y = \frac{K}{1 + be^{ax}}$$

Se realiza un despeje trasladando el dividendo de la derecha hacia la izquierda y a su vez (Y) del lado izquierdo pasa a dividir al otro lado de la ecuación quedando así:

$$2) \quad 1 + b \cdot e^{ax} = K/Y$$

luego se traslada el valor de 1 al otro lado de la ecuación con valor negativo

$$3) \quad be^{ax} = (K/y) - 1$$

Para trabajar ordenadamente la ecuación, se le da un giro a la ecuación donde el valor de la izquierda pase a la derecha y el valor de la derecha pase hacia la izquierda

$$4) \quad (K/Y) - 1 = be^{ax}$$

a la ecuación (4) se le aplica logaritmos naturales a ambos lados y se tiene

$$5) \quad \ln(K/Y) - 1 = \ln b + ax \ln e$$

a partir de la ecuación (5) se efectúa la operación del valor $\ln e$ el cual es igual a 1 ya que la función inversa de \ln es (e) donde la ecuación (6) será

$$6) \text{Ln}(K/Y) - 1 = \text{Ln}b + ax$$

Hasta este paso se tiene la ecuación de tendencia en base a (Y) para lo cual es fundamental deducir la otra función en base a (X) donde se multiplica la ecuación (6) por X, resultando la ecuación siguiente :

$$7) X\text{Ln}(K/Y) - 1 = X\text{Ln}b + ax^2$$

Para poder resolver las constantes de adaptación (a) (b) es necesario apoyarse en las ecuaciones normales en función de las (6) y (7) se aplico sumatorias quedando de la siguiente manera :

$$\sum \text{Ln}(K/Y) - 1 = N\text{Ln}b + a \sum x \text{ donde:}$$

N= numero de observaciones

La ecuación (8) es en base a (Y) luego para deducir la ecuación normal (9) en base a X, se multiplica la ecuación (6) por X utilizando las sumatorias .

$$(9) \sum x\text{Ln}(K/Y) - 1 = \sum x\text{Ln}b + a \sum x^2$$

con las herramientas tales como:

$$\sum x, \sum \text{Ln}(K/Y) - 1, \sum x\text{Ln}(K/Y) - 1, \sum x^2 \text{ y } N$$

Ya podemos despejar las constantes de adaptación (a) (b)

Para ejemplificar se tomaran datos hipotéticos con 5 observaciones de pesos y tallas promedios a diferentes edades en un estanque donde se cultivan camarones de agua dulce.

Numero	edad (días)	talla (cm)	peso (g)	$\text{Ln}(K/Y) - 1$	$x\text{Ln}(K/Y) - 1$	x^2
1	1	1.220	0.030	4.928	6.012	1.488
2	20	2.087	0.212	2.927	6.108	4.355
3	40	3.579	1.275	0.821	2.938	12.809
4	60	4.322	2.162	-0.071	-0.306	18.679
5	80	5.338	4.174			28.494
			K			
Σ		16.546 cm	7.853 g.	8.605	14.752	65.825

Aplicando las ecuaciones normales

$$1) \sum \text{Ln}(K/Y) - 1 = N\text{Ln}b + a\sum x$$

$$2) \sum x\text{Ln}(K/Y) - 1 = \sum x\text{Ln}b + a\sum x^2$$

Introduciéndoles valores alas ecuaciones se tiene:

$$1) 8.605 = 5 (\text{Ln}b) + a 16.46$$

$$2) 14.720 = 16.546 (\text{Lnb}) + a 65.825$$

Posteriormente para extraer la constante de adaptación b se multiplica la ecuación (1) por un valor numérico negativo de tal forma que por el método de reducción se obtenga la constante deseada para este caso el valor numérico es: (-3.978) donde:

$$1) (-3.978) 8.605 = 5 \text{Lnb} + a 16.546$$

$$2) 14.752 = 16.546 \text{Lnb} + a 65.825$$

quedando::

$$1) -34.230 = -19.89 \text{Lnb} - a 65.825$$

$$2) 14.752 = 16.546 \text{Lnb} + a 65.825$$

$$-19.478 = -3.344 \text{Lnb} \quad 0$$

resultando el valor de

$$3) -19.478 = -3.344 \text{Lnb}$$

despejando la nueva ecuación (3)

$$\text{Lnb} = -19.478 / -3.344$$

$$\text{Lnb} = 5.824$$

Para obtener el valor de b es preciso que el logaritmo natural pase al otro lado de la ecuación lógicamente en función inversa quedando así:

$$b = e^{5.824}$$

donde:

$$b = 338.322$$

para obtener el valor de la constante de adaptación (a) solamente se introducen los valores de Lnb a la ecuación (1)

$$1) 8.605 = 5 (5.824) + a 16.546$$

$$8.605 = 29.12 + a 16.546$$

ordenando:

$$a 16.546 + 29.12 = 8.605$$

donde:

$$a 16.546 = 8.605 - 29.12$$

$$a 16.546 = -20.515$$

despejando a

$$a = -20.515 / 16.546$$

$$a = -1.239$$

5. RESULTADOS Y DISCUSION

Aquí se presentan y discuten los resultados obtenidos del análisis del crecimiento del camarón de agua dulce (*M. rosenbergii*). Inicialmente los resultados del análisis descriptivo y de varianzas, y finalmente los de la estimación del modelo predictivo de la curva del crecimiento.

5.1.- Análisis descriptivo

En el cuadro 1, se muestran los promedios generales para Talla y Peso, en cada muestreo. La Talla mostró rangos de 1.20 a 9.25; de 1.25 a 9.63; y de 1.21 a 8.50 cm, para los estanques 1, 2 y 3 respectivamente, para un rango de talla general de 1.22 a 9.13 cm. En cuanto al peso, los rangos fueron de 0.032 a 17.57; 0.03 a 20.07; y 0.03 a 15.72 gr, en los estanques 1, 2 y 3 respectivamente, para un rango de peso general de 0.03 a 17.78 gr. Los incrementos en Talla y Peso resultaron de 8.05 cm y 17.5 gr; 8.3 cm y 20.0 gr y 7.2 cm con 15.6 gr, para los estanques 1, 2 y 3 respectivamente, para un incremento general de 7.91 cm con 17.7 gr.

Cuadro 1. Medias para Talla y Peso por Edad y Estanque

Nº	Edad	ESTANQUE -1		ESTANQUE -2		ESTANQUE -3		GENERAL	
		Talla	Peso	Talla	Peso	Talla	Peso	Talla	peso
1	1	1.20	0.032	1.250	0.03	1.210	0.03	1.22	0.03
2	30	1.9445	0.1469	2.122	0.2296	2.190	0.2615	2.087	0.212
3	50	3.5750	1.1699	3.489	1.2001	3.675	1.4567	3.579	1.275
4	70	4.3470	2.1324	4.294	2.1939	4.327	2.1625	4.322	2.162
5	90	5.2020	3.9067	5.504	4.3941	5.310	4.2222	5.338	4.174
6	110	6.1950	6.1885	6.709	7.8360	6.304	6.6690	6.402	6.8968
7	130	8.00	12.0640	8.452	13.4740	8.047	9.360	8.166	11.632
8	150	8.3220	13.98	8.744	15.6700	8.110	11.5880	8.392	13.746
9	170	8.8090	15.05	9.125	16.1200	8.143	15.60	8.692	15.623
10	190	9.2540	17.57	9.635	20.0700	8.502	15.72	9.130	17.780
	Σ	56.8485	72.2374	59.324	81.2177	55.8180	67.0699	57.328	73.5308

El crecimiento en Talla y Peso resultó mayor en el estanque N° 2, no así para el estanque N° 3 que mostró los menores valores para dichas variables. Esto posiblemente estuvo afectado por

diversas causas como son el Ph y la turbidez del agua, que en este estanque fueron mayores con valores de 6.5 y 31 cm, ya que a los 150 días hubieron fuertes lluvias que provocaron junto con el suelo del estanque (limo arcillosa), remoción de partículas, provocando en los camarones problemas de respiración (branquial) y por ende sufrieron una mortalidad del 17% al final del experimento. Esto se comprobó al final del experimento, (190 días), obteniéndose tallas y pesos promedios de 8.5 cm y 15.72 gr respectivamente.

El incremento en Talla y Peso de los tres estanques al final del ensayo resultó matemáticamente diferente, ya que el estanque 2 mostró mayores valores, con incrementos de 0.331 cm y 2.502 gr más que el estanque N° 1, y 1.093 cm con 4.35 gr más que el estanque N° 3. Dichos valores se encuentran dentro de los parámetros establecidos que pueden oscilar de 2 cm y 5 gr, respectivamente Lobao, V.L; Torres, N.E (1,994) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Incrementos de Talla y Peso (DITP) comparativo a los 190 días

VARIABLE	EST-1	EST-2	EST-3	DITP	
				EST-2 vr. EST-1	EST-2 vr. EST-3
Talla	8.054cm	8.385cm	7.292 cm	0.331 cm	1.0930 cm
Peso	17.538 g	20.040 g	15.69 g	2.502 g	4.3500 g

5.2.- Análisis de varianza para el incremento en Talla y Peso a 190 días de edad

En el cuadro 3, se muestra el ANDEVA de mínimos cuadrados para GP190 y GT190. Se encontró diferencias importantes ($p < 0.01$) entre estanques para estas variables.

Cuadro 3. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para ganancia total en Talla y Peso a los 190 días de edad

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios y significancia	
		Talla	Peso
Estanque	2	479.62 **	31.414 **
Error	297	47.34	0.9143

En el cuadro 4 a continuación, se muestran las medias utilizadas en la prueba Tukey para las categorías estadísticas:

Cuadro 4. Medias de mínimos cuadrados (MC) y error estandar (ee) para ganancia de Talla y Peso a los 190 días por estanque, y categorías estadísticas (C.E)

Estanque	Ganancia en Talla		Ganancia en Peso	
	$\mu \pm \text{EE}$	C.E.	$\mu \pm \text{EE}$	C.E.
2	8.38 \pm 0.09	a	20.03 \pm 0.68	a
1	8.05 \pm 0.09	a	17.53 \pm 0.68	a b
3	7.29 \pm 0.09	b	15.67 \pm 0.68	b

Se observa que el estanque número 2, muestra la mayor ganancia total en Talla y Peso a los 190 días, con valores de 8.38 \pm 0.09 cm 20.03 \pm 0.68 gr. Esto, aunque todos los estanque recibieron el mismo manejo y alimentación durante el período experimental, pudo ser causado por un incremento en la turbidez y el pH del agua, y que fue acentuado por la sedimentación en los últimos 20-30 días del período experimental. De forma preliminar, las correlaciones entre GP190 con la Mortalidad y el pH del agua del estanque resultaron importantes ($p < 0.02$), con valores de -0.9. Lo anterior, aunque con poca información (tres datos), sugiere que el aumento en las variaciones del pH, afectan negativamente el crecimiento y aumenta la mortalidad (Anexo 1). Esto ha sido debatido por algunos autores como CEDIA (1,988), quien afirma que Ph neutro o ligeramente alcalino (7-8.5), es más adecuado para el rápido crecimiento del camarón, ya que Ph tendientes a ácidos, el medio se torna propicio para el crecimiento de algas, lo cual a su vez se incrementa la producción de sulfatos, y esto incrementa la mortalidad (Lobão, 1,994).

5.3.- Derivación de los parámetros del Modelo de la curva de crecimiento

En los cuadros 5 y 6 se muestran los cálculos con logaritmos naturales utilizados para derivar las constantes de adaptación del modelo de crecimiento modelo 'a' y 'b' de *Pearl-reed* (1923).

CUADRO 5. Parámetros ($\ln(K/y - 1)$; $x \ln(K/y - 1)$; x^2) para las ecuaciones normales por estanque

Estanque N° 1.						
N°	Edad	Talla (x)	Peso (y)	$\ln(K/y) - 1$	$x \ln(K/y) - 1$	x^2
1	1	1.200	0.0320	6.30639	7.5677	1.44
2	30	1.9445	0.1469	4.7758	9.2865	3.7811
3	50	3.5750	1.1699	2.64037	9.4393	12.7806
4	70	4.3470	2.1324	1.97956	8.6051	18.8964
5	90	5.2020	3.9067	1.25202	6.5130	27.0608
6	110	6.1950	6.1855	0.61004	3.7792	38.3780
7	130	8.0001	12.0640	-0.78439	-6.2751	64.00
8	150	8.3220	13.98	-1.35948	-11.3136	69.2557
9	170	8.8090	15.05	-1.78712	-15.7427	77.5985
10	190	9.2540	17.57			85.6365
Σ		56.8485	72.2374	13.63319	11.8595	398.8276
Estanque N° 2.						
1	1	1.25	0.03	6.50429	8.1304	1.5625
2	30	2.122	0.2296	4.45914	9.4623	4.5029
3	50	3.489	1.2001	2.75516	9.6128	12.1731
4	70	4.294	2.1939	2.09778	9.0079	18.4384
5	90	5.504	4.3941	1.27186	7.0003	30.2940
6	110	6.709	7.8360	0.44549	2.9888	45.0107
7	130	8.452	13.4740	-0.7143	-6.0373	71.4363
8	150	8.744	15.6700	-1.27014	-11.1061	76.4575
9	170	9.125	16.120	-1.40635	-12.8329	83.2656
10	190	9.635	20.070			92.8332
Σ		59.324	81.2177	14.1429	16.2261	435.9743
Estanque N° 3.						
1	1	1.210	0.030	6.259	7.574	1.464
2	30	2.190	0.261	4.679	8.934	4.796
3	50	3.675	1.456	2.281	8.384	13.506
4	70	4.327	2.162	1.835	7.942	18.722
5	90	5.310	4.222	1.001	5.319	28.196
6	110	6.304	6.669	0.305	1.925	39.740
7	130	8.047	9.360	-0.386	-3.109	64.754
8	150	8.110	11.580	-1.031	-8.363	65.772
9	170	8.143	15.600	-4.867	-39.636	66.308
10	190	8.502	15.720			72.284
Σ		55.8180	67.0699	9.4783	-11.02839	375.5440

En el cuadro 7, se muestran los valores de dichas constantes de adaptación. Se observa que la

constante que regula el inicio del crecimiento de la curva, 'b', y la constante que regula el incremento en Talla 'a', resultaron con los menor valores en el estanque 2, mismo que presentó el mayor Incremento de Peso del camarón de agua dulce, a los 190 días de edad.

CUADRO 6. Parámetros ($\ln(K/y - 1)$; $x \ln(K/y - 1)$; x^2) para las ecuaciones normales generales (Estanques 1,2 y 3)

Nº	Edad	Talla (x)	Peso (y)	$(\ln(\frac{K}{y} - 1))$ y	$x \ln(K/Y - 1)$	x^2
1	1	1.22	0.03	6.3829	7.7872	1.4884
2	30	2.087	0.2120	4.4172	9.2188	4.3556
3	50	3.579	1.2750	2.5607	9.1648	12.8092
4	70	4.322	2.1620	1.9774	8.5463	18.6797
5	90	5.338	4.1740	1.1816	6.3076	28.4942
6	110	6.402	6.8968	0.4562	2.9206	40.9856
7	130	8.166	11.6320	-0.6376	-5.2069	66.6836
8	150	8.392	13.7460	-1.2260	-10.2885	70.4257
9	170	8.692	15.6230	-1.980	-17.2104	75.5509
10	190	9.130	17.780			83.3569
Σ		57.3280	73.5308	13.1324	11.2395	402.8298

Cuadro 7. Constantes de adaptación del modelo de crecimiento de Pearl-reed (1,923), por estanque y general

ESTANQUE	CONSTANTES DE ADAPTACIÓN	
	a	b
1	-0.979486477	808.0225770
2	-0.898998338	688.6249946
3	-1.116595000	1,015.8282820
General	-0.806800000	250.2348808

5.4.- Análisis del modelo de crecimiento linealizado

El modelo $Y = K / e^{Lnb+ax} + 1$ fue linealizado para generar un modelo más sencillo de analizar mediante regresiones lineales, dando como resultado el modelo $\ln(K/Y-1) = Lnb + ax$, con el fin de determinar posibles diferencias de los parámetros en cada estanque y general.

Cuadro 8. Análisis de regresión lineal por estanque y general

ESTANQUE - 1				
FUENTES	G.L.	Sumas de Cuadrados	Valor F	Pr > F
Talla	1	59.00096196	292.20	0.0001
Error	7	1.41542107	-	-
Total	8	60.41438303	-	-
PARAMETRO	ESTIMADO	T PARA HO:	Pr > T	E. ESTANDAR
INTERCEPTO	6.69459	19.81	0.0001	0.33801745
TALLA	-0.97978	-17.09	0.0001	0.05730014
ESTANQUE - 2				
FUENTES	G.L.	Sumas de Cuadrados	Valor F	Pr > F
Talla	1	55.60812245	171.8	0.0001
Error	7	2.26581159	-	-
Total	8	57.87393404	-	-
PARAMETRO	ESTIMADO	T PARA HO:	Pr > T	E. ESTANDAR
INTERCEPTO	6.534696848	15.43	0.0001	0.42350457
TALLA	-0.898978335	-13.11	0.0001	0.06858719
ESTANQUE - 3				
FUENTES	G.L.	Sumas de Cuadrados	Valor F	Pr > F
Talla	1	67.95486	38.16	0.0005
Error	7	12.465127	-	-
Total	8	80.419990	-	-
PARAMETRO	ESTIMADO	T PARA HO:	Pr > T	E. ESTANDAR
INTERCEPTO	6.9234596	6.60	0.0003	1.04923
TALLA	-1.116595	-6.18	0.0005	0.180752
GENERAL				
FUENTES	G.L.	Sumas de Cuadrados	Valor F	Pr > F
Talla	1	39.941	278.98	0.0001
Error	7	1.002	-	-
Total	8	40.943	-	-
PARAMETRO	ESTIMADO	T PARA HO:	Pr > T	E. ESTANDAR
INTERCEPTO	5.5224	19.19	0.0001	0.2878
TALLA	-0.8068	-16.7	0.0001	0.048

Para las regresiones se utilizaron valores de Talla (x) y el parámetro $\ln \left[\frac{K}{y} - 1 \right]$, de cada

estanque y general (cuadros 5 y 6). En el cuadro 8 se muestran los resultados del análisis de regresión lineal. Se observa que los parámetros de la regresión resultaron significativos ($p < 0.001$) en los tres estanques y general, y el grado de ajuste para cada modelo, fue de 97%, 96%, 84%, y de 97%, respectivamente. Esto sugiere claramente que los modelos obtenidos se pueden utilizar con un alto grado de confianza en la estimación de Pesos a partir de la Talla, bajo condiciones de explotación similares a las del presente estudio, teniendo en cuenta su escala de logaritmo natural. Por otro lado, los coeficientes de variación de la Talla en cada uno de los conjuntos de datos utilizados, resultaron altos. Los valores obtenidos fueron de 29%, 36%, 126% y 31%, para los estanques 1, 2, 3 y general, respectivamente. El valor obtenido para el estanque 3 se explica por las altas variaciones en los parámetros ambientales, como es Ph, la turbidez y la dureza del agua, los cuales fueron mayores en este estanque.

Una vez generado el modelo de Pearl reed con sus constantes de adaptación se utilizó con las medias de talla observadas por edad, para predecir el peso. Los valores generados se presentan en los cuadros 9 y 10.

Cuadro 9. Medias de pesos observados (PO) y predichos (P.Pred.) a partir de medias de Talla por Edad en días y Estanque

Edad	Estanque - 1			Estanque - 2			Estanque - 3		
	Talla	PO	P.Pred.	Talla	PO	P.Pred.	Talla	PO	P.Pred.
1	1.200	0.0320	0.0913	1.250	0.03	0.1182	1.210	0.0300	0.0768
30	1.9445	0.1469	0.1783	2.122	0.2296	0.2356	2.190	0.2615	0.2031
50	3.5750	1.1699	0.6921	3.489	1.2001	0.6856	3.675	1.4567	0.8584
70	4.3470	2.1324	1.3034	4.294	2.1939	1.2643	4.327	2.1625	1.5686
90	5.2020	3.9067	2.5305	5.504	4.2941	3.012	5.310	4.2222	3.5919
110	6.1950	6.1855	5.0045	6.709	7.8360	6.3412	6.304	6.6690	6.9871
130	8.000	12.0640	11.5261	8.452	13.4740	13.0429	8.047	9.3600	12.8980
150	8.3220	13.98	12.5810	8.744	15.6700	14.0667	8.110	11.5880	13.0409
170	8.8090	15.05	13.9457	9.125	16.120	15.2636	8.143	15.600	13.1134
190	9.2540	17.57	14.9324	9.635	20.070	16.5921	8.502	15.720	13.8037

Se observa que el modelo presenta una subestimación de los pesos en la mayoría de las edades a partir de los 50 días en los modelos del estanque 1 y 2 y los datos generales. No así en el

estanque 3, que presenta más irregularidad en la predicción en sub estimaciones y sobreestimaciones del peso.

Cuadro 10. Medias Generales de pesos observados (PO) y predichos (P.Pred.) a partir de medias de Talla por Edad en días

Edad	Talla	PO	P.Pred.
1	1.220	0.030	0.096
30	2.087	0.212	0.203
50	3.579	1.275	0.714
70	4.322	2.162	1.310
90	5.338	4.174	2.854
110	6.402	6.897	5.760
130	8.166	11.632	12.220
150	8.392	13.746	12.937
170	8.692	15.623	13.794
190	9.130	17.780	14.842

En las siguientes figuras se muestran los valores predichos y observados de cada uno de los modelos, donde se aprecia claramente las subestimaciones al final de la curva.

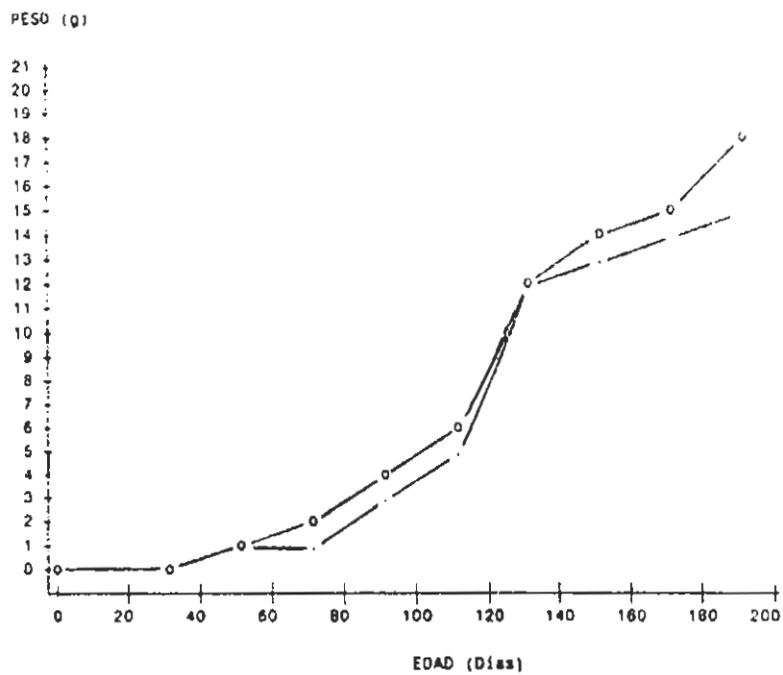


Figura 6. Relación Peso Observado (o) y Peso Predicho (.) con la Edad (Estanque N° 1)

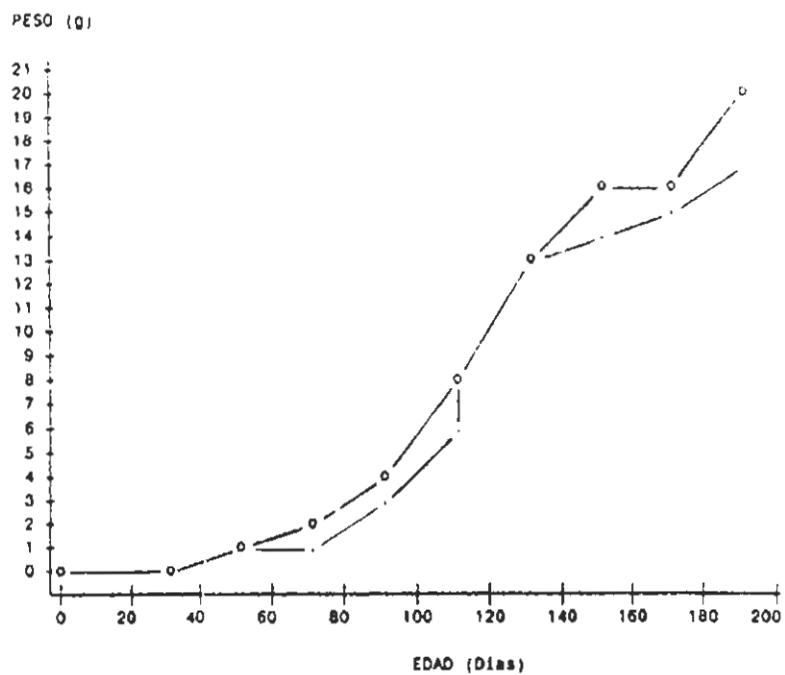


Figura 7. Relacion Peso Observado (o) y Peso Predicho (.) con la Edad (Estanque N° 2)

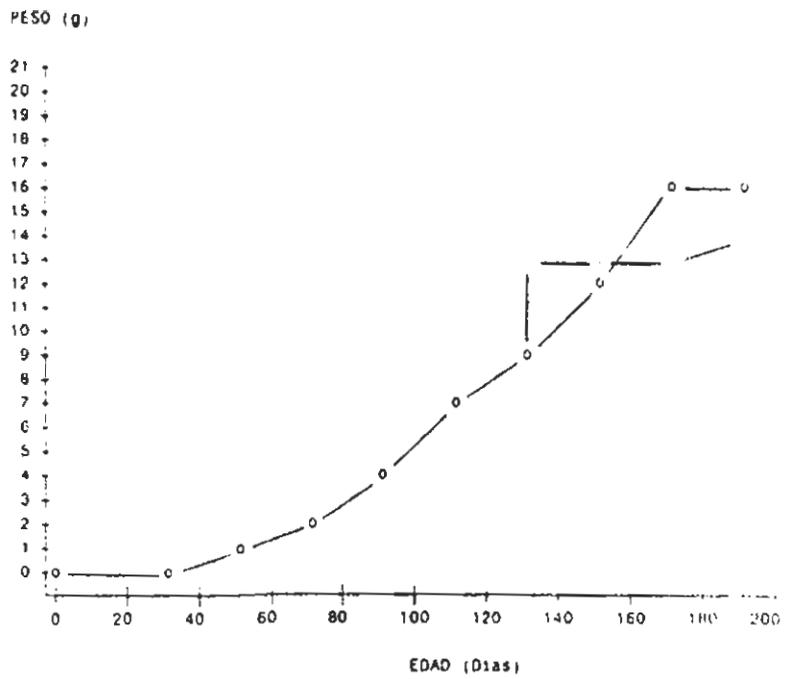


Figura B Relación Peso Observado (o) y Peso Predicho () con la Edad (Estanque N° 3)

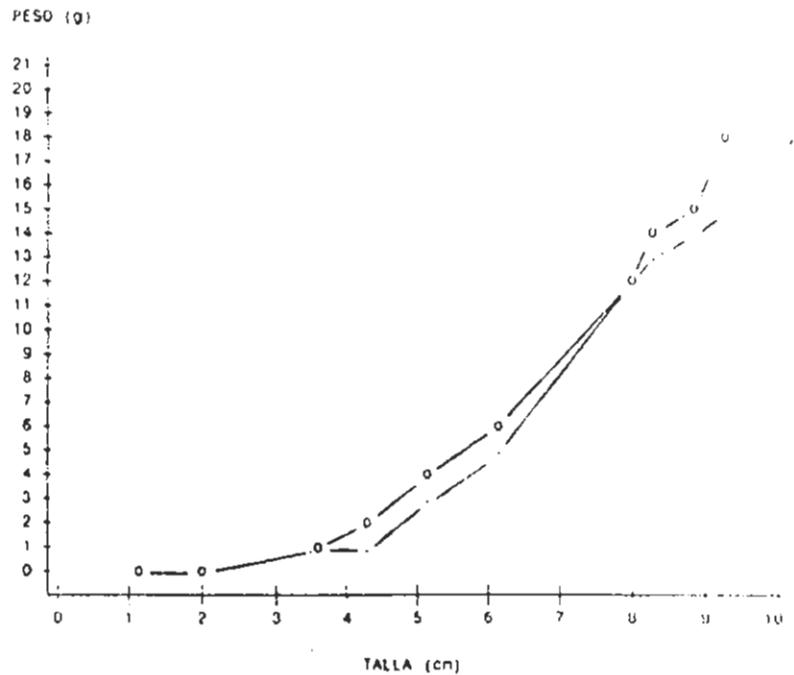


Figura 9. Relación Peso Observado (O) y Peso Predicho (---) con la Talla (Estanque N° 1)

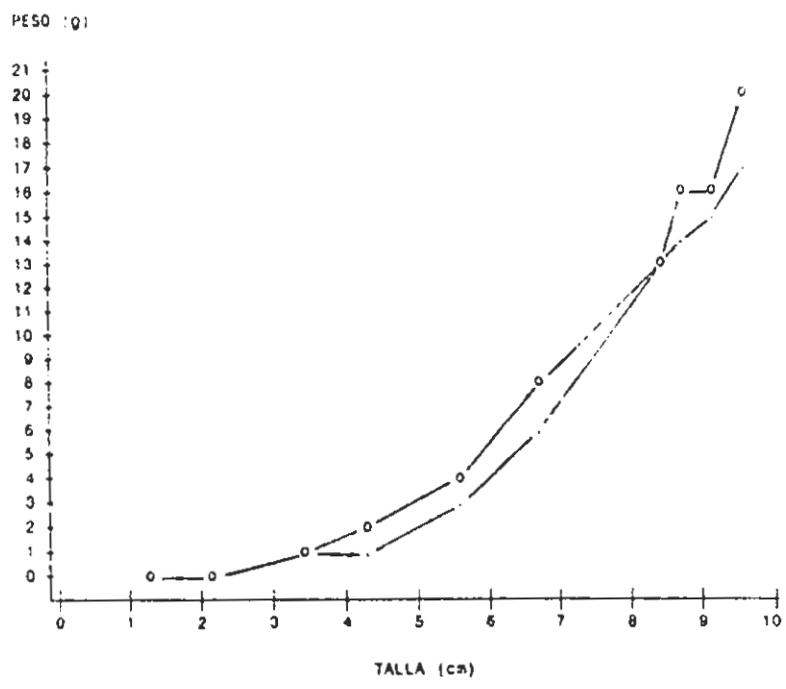


Figura 10. Relación Peso Observado (O) y Peso Predicho (.) con la Talla (Estanque N° 2)

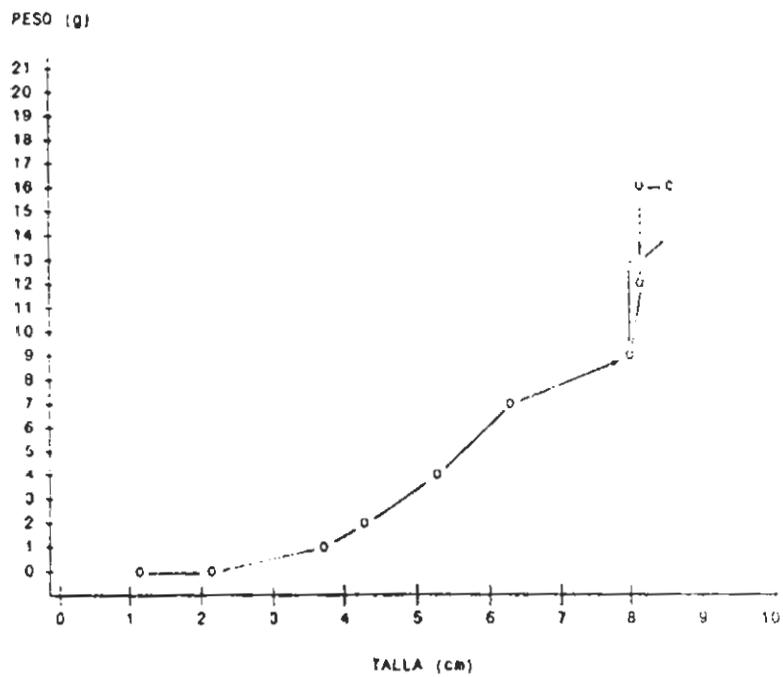


Figura 11. Relacion Peso Observado (o) y Peso Predicho (—) con la talla (Estanque N° 3)

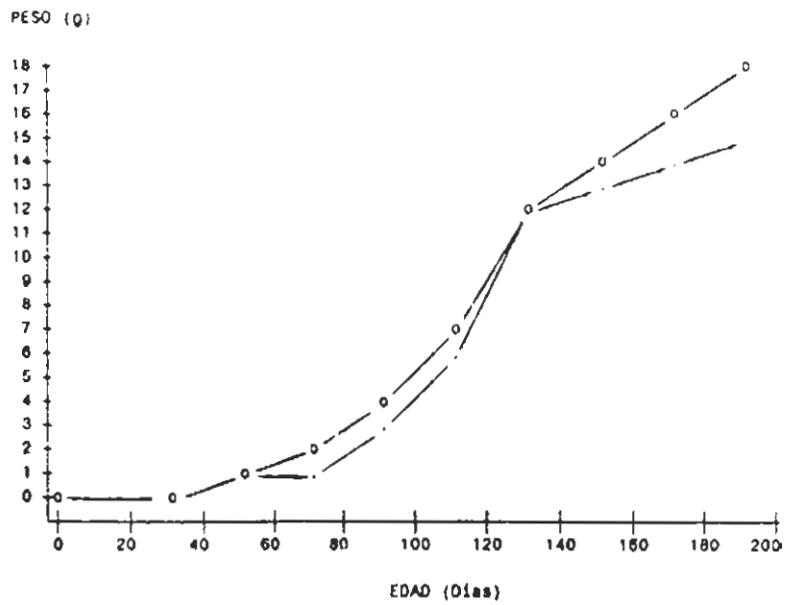


Figura 12. Relación Peso Observado (o) Peso Predicho (.) con la Edad (Promedio Estanques 1, 2 y 3)

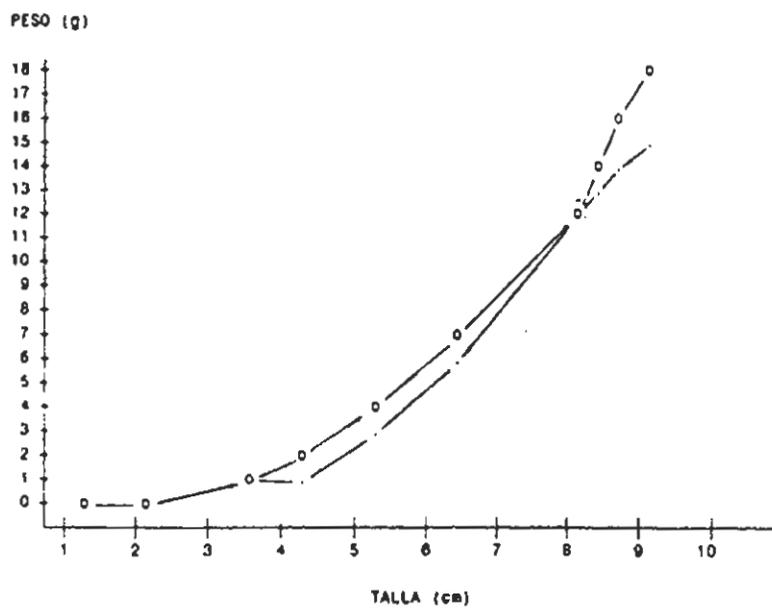


Figura 13. Relacion Peso Observado (o) Peso Predicho (.) con la Talla (Promedio Estanques 1, 2 y 3)

6.- CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos del ensayo, donde se obtuvo información de tres estanques con camarón de agua dulce (*M. rosenbergii*), que se analizó mediante Varianzas y modelos no lineales, se puede arribar a las siguientes conclusiones y recomendaciones :

- 1.- El crecimiento del camarón de agua dulce *M. rosenbergii* en Talla y Peso durante un periodo de 190 días en condiciones semiintensivas resultó con un promedio total de 9.13cm de talla y 17.78g de peso.
- 2.- Se encontró diferencias estadísticas ($p < 0.001$) importantes entre estanques para Talla y Peso acumulado a los 190 días de edad. Los valores promedios obtenidos fueron de 8.38 ± 0.09 y 20.03 ± 0.68 ; 8.05 ± 0.09 y 17.5 ± 0.68 ; y 7.29 ± 0.09 con 15.67 ± 0.68 , para los estanques 2, 1 y 3, respectivamente. El mayor crecimiento se obtuvo en el estanque 2.
- 3.- Algunos parámetros ambientales como el pH y la Turbidez del agua, afectaron negativamente el crecimiento del camarón, especialmente en el estanque 3, que experimentó el menor crecimiento.
- 4.- En general, los pesos predichos a partir del modelo estimado para la curva de crecimiento, resultaron con una subestimación a partir de los 50 días de edad, especialmente los estanques 1 y 2. No así para el estanque 3, que resultó ser más errático en sus estimaciones.

7. RECOMENDACIONES

1- Los camarones de agua dulce *M. rosenbergii* presentaron un aumento de peso- talla específicamente de los 110-130 días de edad por lo tanto se recomienda que al experimentar el cultivo de camarones de agua dulce se empleé un plan de alimentación ya sea este con mayor % de proteínas o elevar la cantidad de alimento durante ese período .

2- Realizar este mismo trabajo de investigación tomando en cuenta todos los parámetros de mediciones tanto ambientales como de suelo-agua, pero utilizando una mayor densidad de siembra.

3- De ser posible, ejecutar un experimento más específico en el que se estudie o evalúe tanto el comportamiento de crecimiento así como el de desarrollo del camarón de agua dulce *M. rosenbergii*.

8. BIBLIOGRAFIA

- BARNES, A. 1982. Research discussion Session held during Grant Prawn Editado por M.B NEW. Amsterdam, Elsevier.
- CEDIA. 1988. Manual del cultivo de camarón de río gigante de Malasia Santiago de Veraguas, Panamá, Centro de documentación e información de acuicultura. Marzo 1988.,27p.
- CIAT. 1988. Ecuador uso yuca en la cría de camarones,Ecuador,Revista Internacional Octubre 1988/Nº 2 ISSN 0120-4092.
- CIP. 1979. Estadística Utilitaria . Nicaragua. centro de Investigaciones Pesqueras
- FINCHAM. A.A.; WICKINS, J.F, 1976. Identification of commercial prawns and shrimps. BRIT. MUS. Publ.
- FUJIMURA,T.;OKAMOTO,H. 1972. Nota on progress made in dereloping mass culturing technique in *Macrobrachium rosenbergii* in HAWAII. En coastal aquaculture in the Indo-pacific Region, editado por T.V.R. pillay West ByfleetEngland, Fishing News Books Ltd. for YFC/FAD, PP 313-27.
- FUJIMURA, T. 1974. Development of a prawn culture industry in Hawaii, doo Comple Report for Praject H-14-D, (period from 1DULY 1969-30 june (1992),Department of LAND and Natural Resoveces, State of Hawaii (internal report)
- GUZMAM, M; KAUTMANNL, C., SANDINO,S., SAAVEDRA, M.A.1980. Proyecto de investigación básico para implementar sistemas de cultivo de camarones de mar (pencidos) y de río (palemonidos) en la del pacífico de Nicaragua, Organización de Estado Americanos, Ministerio de planificación e Instituto Nicaragüense de la pesca.

- HOLTHUIS, L.A . 1980. FAO. species catalogue. Vol.J. Shrimps and Prawns of the world an anotated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. Sinop.,(125) Vol.I; 261p.
- JOHNSON, S.K. 1982. Diseases of *Macrobrachium*. En Giant prawn forming, editado por M.B. New. Amstardam, El sevier, pp,269-77.
- LING, S-W 1969. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* 34. FAO Fsh. Rep. (57)vol 3:589-606.
- LING. S-W 1969A. Methods of rearing and culturing *Macrobrachium rosenbergii* FAO Fish. Rep. (57)vol 3:607-19.
- LOBAO,V.L.; TORRES, N.E (1994) Camarones de agua dulce de la colecta al cultivo y a la comercialización. Managua Nicaragua. Febrero 1994.56p.
- MARTINEZ, G. 1982. Estructura de la población y biometría de los sexos en *Macrobrachium rosenbergii*. (De M:Q:N, 1879).DECAPODA: PALEMONIDAE Cultivado en Guanacaste, Costa Rica. Revista Latinoamericana de Acuicultura, marzo 1985/ N°15.
- MAYNARD C.L.; ROLLAND, A.; GONZALES, P. 1982. la crianza de camarones en agua dulce el género *Macrobrachium* Puerto Rico, Centro de investigación de Acuicultura P.R Febrero 82.
- MEDINA,R.; SOBRINO, A. 1975 Contribución a la ecología y cultura de larvas en laboratorio del camarón de agua dulce *Macrobrachium amazonicum* (Heller) DECAPODA: PALEMONIDAE Tesis para optar al título de biólogo. Departamento de Biología, facultades ciencias, Universidad de Colombia.
- MOCHI, E. 1980. Biología de lo crustáceos cultivables, Instituto de biología Marina .Mar de Plata,

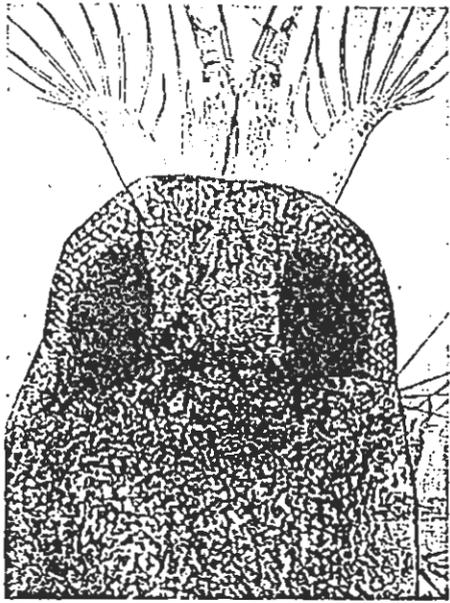
Argentina

- NEW, M.B.; 1982. (de.), Giant prawn Farming . Amsterdam, elsevier, 532p
- NEW, M.B.; SINGHOLKA,S. 1984. Cultivo del camarón de agua dulce.Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* , FAO.Doc, Tec. pesca (225)118p.
- NEW,M.B.1975. The selection of sites for aquaculture. Proc. world Mari cult. soc.,6:379-88.
- NEW, M:B., et al., 1977. Freshwater prawn farming in Dominican: a feasibility report. Prepared for the governments of Dominican an U.K. Marlow, Bucks, England, Kelvin Hughes Aquaculture Service.
- SANCHEZ, C. 1975 Desarrollo de juveniles del camarón de río, *Macrobrachium tenellum* (S;M;T:H) en estanque de arcilla y concreto. informe técnico, Ministerio de Agricultura y Ganadería, dirección General de Recursos Naturales Renovables, Servicio de Recurso Pesquero. El Salvador C:A:
- SAAVEDRA ,M.A. 1990, Investigación de cría del camarón de agua dulce *Macrobrachium* Sp Nativo de la zonas de SAN JUAN DE Limay, Estelí, R,I. Maria Auxiliadora Saavedra, Cooperación Nicaragüense Pesquera (INPESCA)., Centro de Investigación pesquera (CIP). Managua Nicaragua,28p.
- SARVER,D., MELECHA,S., ONIZUKA, D. 1982. Possible sources of variability instocking mortality in post - Larval *Macrobrachium rosenbergii*, en Giant, prawn forming, editodo por M.B. NEW. Amsterdam, Elsevier pp. 99-113.
- SCEIZO, M,A 1989 Técnica para la producción y obtención de Larvas, post Larva y juveniles en el cultivo de crustáceos en América Latina. Instituto de Biología Marina, Mar de Plata, Argentina.

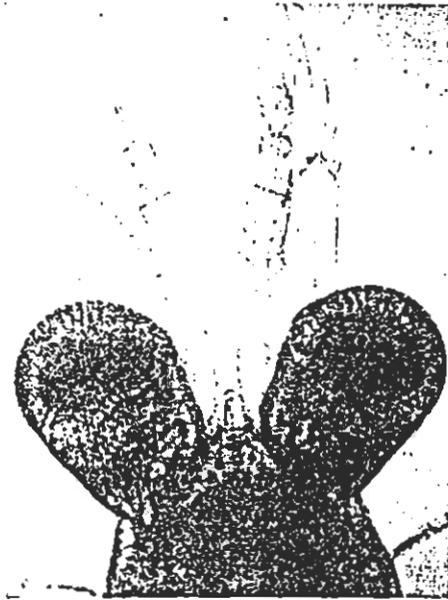
WICKINS, J.F. 1972. Experiments on the culture of the spot prawn *Pandalus platyceros* and the
grant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* fish. invest. Minist. Agric. fish food d.b.
(2 sea fish) 27 (5) 23p

WILLIS, S. A., BERRIGAN, M.E. 1977. Effect of stocking size and density on growth land
survival of *Macrobrachium rosenbergii* in ponds. proc. World Maricult. soc 8:251-64.

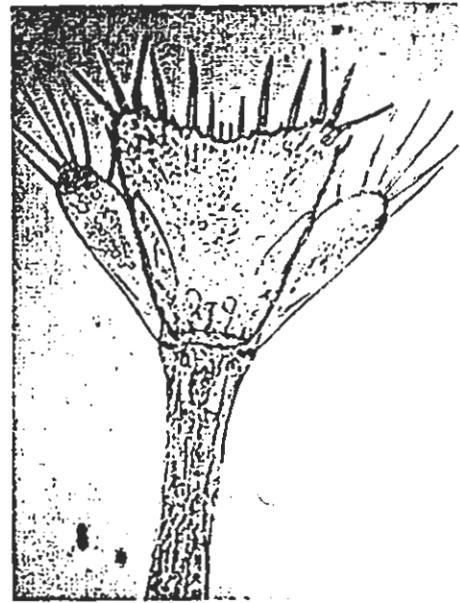
ANEXOS



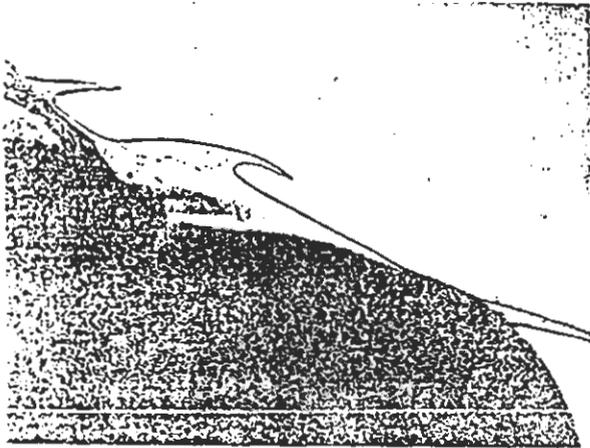
Fase I



Fase II



Fase III



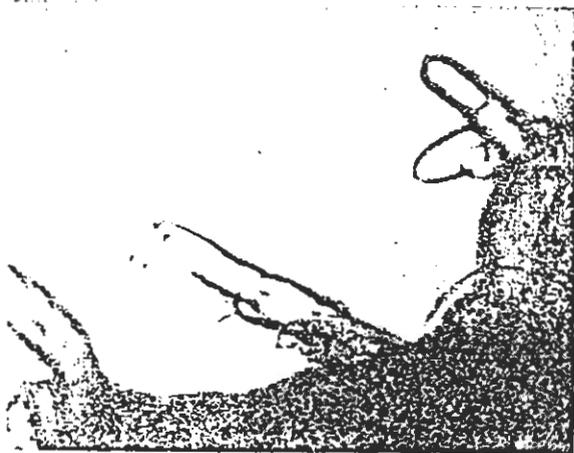
Fase IV



Fase V



Fase VI



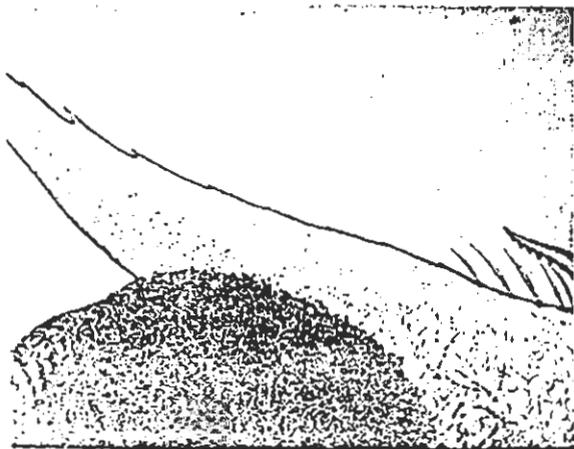
Fase VII



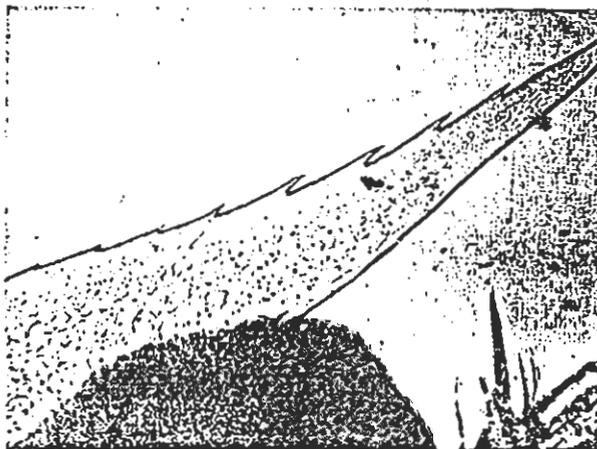
Fase VIII



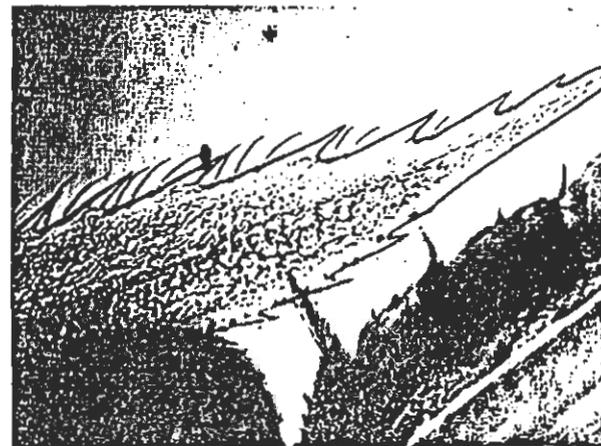
Fase IX



Fase X



Fase XI



Fase XII

Cuadro 4A

Tabla de comportamiento de crecimiento(talla-peso) del camarón de agua dulce para el primer estanque utilizando la ecuación $\ln(K/y-1)=6.6945- 0.9794 (x)$

TALLA(cm)	PESO (g)
1	0.0577
1.5	.0094
2	0.1529
2.5	0.2482
3	0.4015
3.5	0.646
4	1.0304
4.5	1.6216
5	2.5006
5.5	3.7444
6	5.3857
6.5	7.3632
7	9.5007
7.5	11.5561
8	13.3221
8.5	14.6983
9	15.6916
9.5	16.3693
10	16.8143
10.5	17.0991
11	17.27
11.5	17.3902
12	17.4594

Cuadro 5A

Tabla de comportamiento de crecimiento (talla-peso) del camarón de agua dulce para el segundo estanque utilizando la ecuación $\ln(K/y-1)=6.5346-0.8989(x)$

TALLA(cm)	PESO(g)
1	0.0713
1.5	0.1116
2	0.1744
2.5	0.272
3	0.4231
3.5	0.6553
4	1.0086
4.5	1.5371
5	2.3089
5.5	3.3974
6	4.8585
6.5	6.6958
7	8.8246
7.5	11.0701
8	13.2155
8.5	15.0800
9	16.5716
9.5	17.6878
10	18.4819
10.5	19.0260
11	19.3918
11.5	19.6319
12	19.7883
12.5	19.8893
13	19.9543
13.5	19.9900
14	20.727

Cuadro 6A

Tabla de comportamiento de crecimiento (talla-peso) de los camarones de agua dulce para el tercer estanque utilizando la ecuación $\ln(K/y-1) = 6.9234 - 1.1165(x)$

TALLA(cm)	PESO(g)
1	0.0471
1.5	0.0821
2	0.143
2.5	0.2482
3	0.4288
3.5	0.7344
4	1.2402
4.5	2.0467
5	3.2595
5.5	4.1319
6	6.9815
6.5	9.1597
7	11.1503
7.5	12.7338
8	13.8601
8.5	14.599
9	15.0584
9.5	15.3344
10	15.4970
10.5	15.5916
11	15.6463
11.5	15.6777
12	15.6957
12.5	15.7061
13	15.7120

CUADRO 9A

Cantidad y costo del concentrado utilizado para la producción de 1000 camarones M. rosenbergii en un estanque de 200m², con una densidad de siembra de 5 camarones/m²

Meses	Concentrado % proteína	Concentrado (g) diario	Concentrado (g) mes	Concentrado total(lb)	Costo qq del concentrado \$	Costo del concen- trado consumido \$
1	35	5	150	0.15	110	0.363
2	35	25	775	1.705	110	1.875
3	25	100	3000	6.6	100	6.6
4	25	500	15,500	34.1	100	34.1
5	20	1,850	55,500	122.1	95	115.995
6	20	3,000	93,000	204.600	95	194.370

1bs369.435

\$353.304

CJAERO 10A

Comparación de producción de los camarones en (kg) obtenidos a los 190 días en los tres estanques de camarones.

Estanques N°	X talla final(cm)	X peso final(g)	peso bruto(kg)/1000Cam.	% mortalidad	peso neto(kg) de camarones
1	9.250	17.57	17.57	15	14.935 +
2	9.635	20.07	20.07	12	17.662 x
3	8.502	15.70	15.70	17	13.031 -

kg.45.628

x mejor producción

+ regular producción

- menor producción

Cuadro 7A

Tabla de comportamiento de crecimiento (talla-peso) del camarón de agua dulce para los estanques 1,2,3, utilizando la ecuación $\ln(K/y-1) = 5.5224 - 0.8068(x)$

TALLA(cm)	PESO(g)
1	0.0316
1.5	0.2351
2	0.3497
2.5	0.5184
3	0.7649
3.5	1.1211
4	1.6227
4.5	2.3298
5	3.2744
5.5	4.4905
6	5.9723
6.5	7.6613
7	9.4457
7.5	11.1864
8	12.7568
8.5	14.077
9	15.1225
9.5	15.9119
10	16.4869
10.5	16.8948
11	17.1787
11.5	17.3737
12	17.5065
12.5	17.5963
13	17.6569
13.5	17.6975
14	17.7248
14.5	17.7431
15	17.7553

muestreo de pH(suelo, agua); turbidez(agua); T°(ambiente, agua) así como el % de mortalidad al final del experimento de los camarones de agua dulce M. rosenbergii.

ESTANQUE N°1

N° muestreo	pH		Turbidez agua	T°		% de mortalidad
	agua	suelo		ambiente	agua	
1	8		24cm	21°C	20°C	15 6/190 17.52
2	7.5		33cm	20.5	20	
3	7.5		34cm	21	20	
4	8		35cm	21	20.2	
5	8	6	35cm	23	23.5	
6	8		32cm	23.7	24	
7	7		36cm	24	24.7	
8	8		36cm	24.1	25	
9	7.5		35cm	23	24	
10	"6.5"		34cm	22	23	

ESTANQUE N°2 ^{Rang.} 1.5 12
6.79 10.58

1	7.5		23cm			12 20.03
2	8		25cm			
3	7.5		34cm			
4	7.5		32cm			
5	7.5	6.8	34cm			
6	7.5		35cm			
7	7		36cm			
8	7.5		36cm			
9	7.5		36cm			
10	7.5		32cm			

ESTANQUE N°3 ^{Rang.} 2 13
3.14 17.38

1	8		21cm			17 15.45
2	3.5		32cm			
3	7.5		24cm			
4	8		29cm			
5	8		36cm			
6	8	5	34cm			
7	7		37cm			
8	"6.5"		34cm			
9	7		37cm			
10	"6.5"		31cm			

^{Rang.} 2 16
"6.5" pH muy bajo lo que significa que existe problema en el estanque.

1.1 17.24

CUADRO 11A. Relación Beneficio costo y Utilidades de los camarones de agua dulce cultivados en los Encuentros, municipio de Limay; Dptc. de Estelí

ESTAN.N°	Costo de pl en ₡	Costo de alimento en ₡	producc. de camarones en kg.	valor de 1 kg de camarones, en ₡	valor total de camarones en ₡
1	40	353.304	14.935	66	985.710
2	40	353.304	17.662	66	1165.692
3	40	353.304	13.031	66	860.046

Gasto de mano de obra. \$950.00

RNTABILIDAD= $\frac{GB}{GT}$

$$Ri = \frac{985.710}{709.964} \quad Ri = 1.388$$

$$Rii = \frac{1165.692}{709.964} \quad Rii = 1.641$$

$$Riii = \frac{860.046}{709.964} \quad Riii = 1.211$$

UTILIDADES= GB - CT

$$Ui = 985.710 - 709.964 \quad Ui = 275.739$$

$$Uii = 1165.692 - 709.964 \quad Uii = 455.721$$

$$Uiii = 860.046 - 709.964 \quad Uiii = 150.075$$

$$Un = 881.535$$

$$Un = \text{₡ } 881.535$$

CUADRO 11A. Relación Beneficio costo y Utilidades de los camarones de agua dulce cultivados en los Encuentros, municipio de Limay; Dptc. de Estelí

ESTAN.N°	Costo de pl en ₡	Costo de alimento en ₡	producc. de camarones en kg.	valor de 1 kg de camarones, en ₡	valor total de camarones en ₡
1	40	353.304	14.935	66	985.710
2	40	353.304	17.662	66	1165.692
3	40	353.304	13.031	66	860.046

Gasto de mano de obra. \$950.00

RNTABILIDAD= $\frac{GB}{GT}$

$$Ri = \frac{985.710}{709.964} \quad Ri = 1.388$$

$$Rii = \frac{1165.692}{709.964} \quad Rii = 1.641$$

$$Riii = \frac{860.046}{709.964} \quad Riii = 1.211$$

UTILIDADES= GB - CT

$$Ui = 985.710 - 709.964 \quad Ui = 275.739$$

$$Uii = 1165.692 - 709.964 \quad Uii = 455.721$$

$$Uiii = 860.046 - 709.964 \quad Uiii = 150.075$$

$$Un = 881.535$$

$$Un = \text{₡ } 881.535$$