

BIBLIOTECA WILSON POPINOS  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 83  
TAMUQUICALPA HONDURAS

# Larvicultura del camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*) en Zamorano

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura

presentado por:

**Christian Sabando Adum**

MICROISIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 1999

#1117

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



---

Christian Sabando Adum

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 1999

## DEDICATORIA

Todo el esfuerzo, la perseverancia e ingenio plasmado durante la fase de campo de este proyecto, que no se contemplan en el documento, se los dedico a :

A la memoria de mi padre.

A mi madre.

A la personita con la que caminé cogido de la mano por un mundo lleno de ilusiones y felicidad.

A Dios por ponerlos en mi camino.

## AGRADECIMIENTOS

A mi madre y mis hermanos por su apoyo incondicional.

A mi abuelita América por sus incansables oraciones que me dieron fuerzas para seguir.

A Don Alfredo, Dinie y Alfredito por una maravillosa amistad.

A Don George, Doña Angélica, Daniel y Valerie por recibirme en su familia.

Al Dr. Daniel Meyer por su apoyo y paciencia a lo largo del año. También por darme la oportunidad de salir para ampliar mis conocimientos.

Al profesor Miguel Ayedillo por sus oportunos consejos y por su ayuda en la parte estadística.

A los Ings. Keny Pacheco y Pedro Ruíz, HONDULARVA; Biol. Francisco Gonzáles, Estación Experimental "El Zope"; Mario Huang, Misión Técnica China en Honduras; por el apoyo técnico brindado durante la realización del proyecto.

A todas las personas que colaboraron con la realización de este proyecto, especialmente a Rosita, Silvia Rodas, Ing. Adán Martínez y al personal de talleres de servicios.

A mis amigos de siempre: Antonio Salvador, Carlos Alvarenga, Félix Vargas, Eduardo Estrada e Iván Borja. Graduados como buenos zamoranos y hombres de bien.

## AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A la Sra. Olga Adum de Sabando por haber financiado la mayor parte de estos cuatro años de entrenamiento.

A la Fundación Wilson Popenoe por cubrir parcialmente mi colegiatura durante el Programa de Agrónomo.

Al Instituto Ecuatoriano de Créditos y Becas por financiar parcialmente mi carrera en el Programa de Agrónomo.

Al Fondo Dotal de la Asociación de Gradudados de la Escuela Agrícola Panamericana, por contribuir financieramente la realización de mis estudios del Programa de Agrónomo.

Al Dr. Daniel Meyer, por medio del Proyecto de Acuicultura, por financiar parcialmente mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica.

A la Decanatura Académica de la Escuela Agrícola Panamericana por financiar parcialmente mi colegiatura en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Al Sr. Yamil Adum Antón, al Ing. Geamil Adum Icaza y al Lic. Rommel Sabando Adum por contribuir parcialmente a lo largo de mis cuatro años de estudio.

## RESUMEN

Sabando, Christian. 1999. Larvicultura del camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*) en Zamorano. Proyecto Especial de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras.

En la región latinoamericana la acuicultura está basada en monocultivos del camarón de agua salada (*Litopenaeus vannamei*) y tilapia (*Oreochromis spp.*). El camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*) fue introducido desde el sudeste asiático a América Latina con fines comerciales, debido a su buen potencial. El objetivo del presente trabajo fue evaluar dos dietas para el levantamiento larval de *M. rosenbergii*. Estos fueron: *Artemia* y una dieta artificial (flan) elaborada a base de filete fresco de tilapia como sustitución parcial de la *Artemia*. Se usó un diseño irrestrictamente al azar. Se manejaron dos fases debido a problemas presentados en el sistema que se construyó para realizar la crianza bajo condiciones controladas. En las primeras semanas no se encontraron efectos de las dietas sobre la sobrevivencia de las larvas, pero sí hacia el final. A los 46 días se obtuvo una sobrevivencia de las post-larvas de 21.95% alimentando con *Artemia* y de 14.73% alimentando con *Artemia* y flan. La dieta de *Artemia*, tuvo un margen sobre la alimentación de 319 USD en comparación con la dieta combinada que tuvo uno de 35 USD. No se presentaron síntomas de enfermedades en las post-larvas. Las experiencias y resultados de esta investigación constituyen el primer paso en la producción de post-larvas de *M. rosenbergii* en Zamorano.

Palabras claves: *Artemia*, dieta artificial, fracción comercial y margen sobre alimentación

## Nota de Prensa

### Es posible producir post-larvas de camarón de agua dulce en Zamorano

En Zamorano se realizó un primer intento de levantamiento larval del camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*), con el objetivo de producir post-larvas y ofrecer "semilla" de buena calidad a los productores interesados en esta especie.

Se evaluaron dos dietas: *Artemia*, que tradicionalmente es lo que se ofrece en laboratorios comerciales y su sustitución parcial con una dieta artificial elaborada a base de filete fresco de tilapia y enriquecida con sales minerales y aceite de pescado.

Al finalizar el ensayo se obtuvo una sobrevivencia de las post-larvas de 21.95% con *Artemia* y 14.73% con la dieta artificial. Los márgenes sobre alimentación evaluando los costos de producción de las post-larvas fueron de 319 y 35 USD, respectivamente.

El Proyecto de Acuicultura continuará realizando esfuerzos para optimizar la producción de post-larvas y poner a disposición un nuevo rubro para la diversificación de la acuicultura en Honduras

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de Cuadros.....	xi
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Anexos.....	xiii
1 INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivos.....	1
1.1.1 Objetivo general.....	1
1.1.2 Objetivos específicos.....	1
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ESPECIES.....	3
2.2 CICLO BIOLÓGICO.....	3
2.3 LARVICULTURA.....	3
2.3.1 Selección de reproductores.....	3
2.3.2 Emparentado.....	4
2.3.3 Eclosión de huevos.....	5
2.3.4 Separación y conteo de larvas.....	5
2.3.5 Alimentación.....	5
2.3.6 Cosecha.....	5
2.4 MERCADO.....	6
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
3.1 PRÁCTICAS PREVIAS.....	7
3.1.1 Manejo de <i>Artemia</i> .....	7
3.1.2 Manejo de larvas de <i>M. rosenbergii</i> .....	7
3.1.3 Diagnóstico de sintomatología de enfermedades.....	7
3.2 EL EXPERIMENTO.....	8
3.2.1 Ubicación del experimento.....	8
3.2.2 Unidades experimentales.....	8



3.2.3	Tratamientos.....	8
3.2.4	Preparación de alimento.....	9
3.2.5	Manejo.....	10
3.2.6	Calidad de agua.....	11
3.3	VARIABLES MEDIDAS.....	11
3.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	12
3.5	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	12
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
4.1	INFORMACION TECNICA.....	14
4.2	CALIDAD DE AGUA.....	14
4.2.1	Temperatura.....	14
4.2.2	Oxígeno disuelto .....	17
4.2.3	Salinidad.....	17
4.2.4	Amoniaco total.....	17
4.2.5	Potencial de hidrógeno (pH) .....	17
4.2.6	Dureza total.....	17
4.3	SOBREVIVENCIA DE LARVAS.....	17
4.4	COSECHA.....	19
4.4.1	Número de post-larvas obtenidas.....	19
4.4.2	Diagnóstico de sintomatología de enfermedades.....	19
4.4.3	Longitud.....	20
4.4.4	Prueba de estrés.....	20
4.5	ANALISIS ECONOMICO.....	20
5	CONCLUSIONES.....	21
6	RECOMENDACIONES.....	22
7	BIBLIOGRAFIA.....	23
8	ANEXOS.....	25

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		
1.	Distribución de especies de <i>Macrobrachium</i> en las dos costas de Latinoamérica .....	4
2.	Población inicial de las fases del levantamiento larval de <i>M. rosenbergii</i> en Zamorano.....	9
3.	Alimentación con <i>Artemia</i> .....	9
4.	Alimentación con <i>Artemia</i> +flan.....	10
5.	Ingredientes del flan utilizado como sustituto de la <i>Artemia</i> en la alimentación de larvas de <i>M. rosenbergii</i> en Zamorano.....	11
6.	Comparación de la larvicultura de <i>M. rosenbergii</i> y <i>L. vannamei</i> .....	15
7.	Promedios de sobrevivencia y niveles de significación para las semanas 2 y 3 de la fase 1 del levantamiento larval de <i>M. rosenbergii</i> en Zamorano.....	18
8.	Promedios de sobrevivencia y niveles de significación para las semanas 1, 2 y 3 de la fase 2 del levantamiento larval de <i>M. rosenbergii</i> en Zamorano.....	18
9.	Regresiones entre tiempo de cultivo (X) y la sobrevivencia (Y) en el levantamiento larval de <i>M. rosenbergii</i> en Zamorano.....	18
10.	Post-larvas en porcentaje de larvas a los 46 días por tratamiento y nivel de significación en el levantamiento larval de <i>M. rosenbergii</i> en Zamorano....	19
11.	Tamaño de las post-larvas obtenidas en cada tratamiento y nivel de significación en el levantamiento larval de <i>M. rosenbergii</i> en Zamorano...	20
12.	Resultados económicos obtenidos por tratamiento en el levantamiento larval de <i>M. rosenbergii</i> en Zamorano.....	20

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		
1.	Procedimiento general de la investigación.....	13

## INDICE DE ANEXOS

Anexo		
1.	Aspectos importantes sobre la producción de nauplios de <i>Artemia</i> como alimento vivo para larvas de camarón.....	25
2.	Sistema de recirculación continua usado en la fase 1 .....	28
3.	Sistemas usados durante la fase 2 del experimento .....	29
4.	Registros de mortalidad y cálculo de sobrevivencia durante el ensayo .....	30
5.	Datos obtenidos durante la cosecha .....	31

## 1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura a nivel mundial ha alcanzado importancia en función de su impacto sobre la balanza de pago de muchos países en vías de desarrollo (Quijandria, 1997). Otros beneficios de esta industria son la generación de un número considerable de empleos directos (1.3/ha cultivada) e indirectos (3/ha cultivada) y el aumento en el nivel de ingresos de estos países (Torres, 1991).

En los años setenta, la "revolución azul" prometía una alternativa a la presión ejercida por la pesca comercial sobre las poblaciones naturales de organismos acuáticos (Boyd y Clay, 1998). En la actualidad se comprende el problema ambiental que ocasiona el cultivo del camarón de agua salada, que resulta en una transformación de los ecosistemas costeros y la contaminación de aguas locales. Varias enfermedades virales (Síndrome de Taura y Virus del Punto Blanco) han afectado el cultivo de camarones en las Américas durante esta década. Estos problemas pueden tener su origen en un proceso de auto contaminación por la industria local, por lo que es necesario optimizar la producción acuícola y diversificar las especies cultivadas.

*Macrobrachium rosenbergii* es un crustáceo que se desarrolla mayormente en agua dulce y tiene buen potencial para la producción acuícola (Lee y Wickings, 1992), siendo posible su cría lejos de las zonas costeras.

### 1.1 OBJETIVOS

#### 1.1.1 Objetivo general

Estudiar el levantamiento de larvas de *M. rosenbergii* en la Sección de Acuicultura de Zamorano.

#### 1.1.2 Objetivos específicos

1.1.2.1 Evaluar la respuesta de las larvas alimentadas con *Artemia* y con una dieta combinada de *Artemia* y un flan elaborado a base de filete fresco de tilapia (*Oreochromis sp.*).

1.1.2.2 Elaborar un documento sobre las experiencias obtenidas como referencia para futuros estudios con esta especie.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ESPECIES

Existen más de 100 especies del género *Macrobrachium*, perteneciente a la familia *Palaemonidae*, distribuidas por todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo. Aproximadamente una cuarta parte de ellas se encuentra en las Américas (New y Singholka, 1984). Los juveniles y adultos de *M. rosenbergii* se encuentran en los ríos, de ahí su nombre "camarón de agua dulce".

Es importante reconocer las especies de este camarón con la finalidad de no confundir el material genético en la producción de las post larvas (PL'S) para la cría en fincas comerciales. En el Cuadro 1 se listan las especies del género *Macrobrachium* encontradas en Latinoamérica. Diversas instituciones han publicado guías para la identificación de especies de este importante género dentro de los crustáceos (INFOPECA. s.f.; FAO *et al.* s.f.; Comunidad Europea, *et al.* s.f. ). En cada estadio larvario se forman estructuras anatómicas diferentes. New y Singholka (1984) y el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (1995) publican guías completas para la identificación de las fases larvarias de *M. rosenbergii*.

### 2.2 CICLO BIOLÓGICO

El ciclo de vida de *M. rosenbergii* dura de 180-250 días e incluye las siguientes etapas: Incubación, larva, post larva, juvenil y adulto (Lee y Wickings, 1992).

### 2.3 LARVICULTURA

#### 2.3.1 Selección de reproductores

El primer paso para la obtención de juveniles es la selección de los reproductores. El macho tiene el cefalotórax más ancho que la región abdominal. En la hembra son iguales ya que en la región abdominal posee una cavidad para realizar la incubación de los huevos (New y Singholka, 1984). Además, el macho adulto tiene las pinzas o quelíceros de mayor tamaño que la hembra.

Cuadro 1. Distribución de especies de *Macrobrachium* en las dos costas de Latinoamérica.

Costas del Océano Atlántico	Costas del Océano Pacífico
<i>M. acanthurus</i>	<i>M. tenellum</i>
<i>M. amazonicum</i>	<i>M. panamense</i>
<i>M. carcinus</i>	<i>M. americanum</i>
<i>M. crenulatus</i>	<i>M. hancocki</i>
<i>M. heterochirus</i>	<i>M. occidentale</i>
<i>M. olfersi</i>	<i>M. digusti</i>
<i>M. surinamicum</i>	<i>M. transandicum</i>
<i>M. borallei</i>	<i>M. gallus</i>
<i>M. brasiliense</i>	<i>M. ruthbunae</i>
<i>M. faustinum</i>	<i>M. rosenbergii*</i>
<i>M. iheringi</i>	
<i>M. inca</i>	
<i>M. jelksii</i>	
<i>M. nattereri</i>	
<i>M. potluna</i>	
<i>M. praecox</i>	
<i>M. quelchi</i>	
<i>M. rosenbergii*</i>	

\*Introducida desde el sudeste asiático y de algunas islas de Oceanía con propósitos de cultivo en las costas latinoamericanas.

Fuente: (New, 1980)

### 2.3.2 Emparentado

En el tanque para los reproductores, la relación hembra a macho debe ser de 4:1. En el fondo del recipiente hay que colocar tubos de PVC u otro material que sirva de refugio durante la época de muda (New y Singholka, 1984).

Unas horas después de la cópula la hembra pone los huevos que son fertilizados e incubados por ella durante 19-21 días. Una vez fecundados los huevos son de color anaranjado. Al finalizar el período de incubación los huevos cambian a un color gris aceituno y en este instante se debe trasladar a la hembra al tanque de eclosión en el cual se recomienda suspender el alimento para prevenir alguna contaminación de las larvas con bacterias durante la eclosión de los huevos (New y Singholka, 1984).



### 2.3.3 Eclosión de huevos

En el tanque de eclosión ésta se lleva a cabo en 2-3 días. Es recomendable proporcionar a las hembras un ambiente tranquilo para que puedan realizar la eclosión sin disturbios<sup>1</sup>.

### 2.3.4 Separación y conteo de larvas

Las larvas son transferidas a un tanque de en donde se realiza el conteo por medio de volumetría. En condiciones comerciales las larvas son cultivadas a densidades entre 50-100 larvas/l (New y Singholka, 1984).

### 2.3.5 Alimentación

El primer día de nacidas las larvas no consumen alimento. En el segundo y tercer día es recomendable ofrecer yema de huevo seca y tamizada con anterioridad. Desde el cuarto día de vida larvaria se puede ofrecer *Artemia*.

La *Artemia* es el mejor alimento para las larvas, por su alto contenido de proteína (Sorgeloos *et al.*, 1986). En el programa de alimentación de la Estación de Maricultura "El Zope", El Salvador, en la mañana y tarde ofrecen *Artemia* y entre los dos turnos incluyen una dieta artificial o flan. En el Anexo 1 se presentan aspectos que hay que considerar para el manejo de la *Artemia*.

El volumen del tanque se debe de reducir, en un 50% del volumen requerido, para facilitar la búsqueda de alimento a las larvas durante la primera semana de vida<sup>2</sup>.

### 2.3.6 Cosecha

El ciclo larvario dura en promedio 35 días (Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, 1995). Es importante obtener una post-larva saludable y de conformación uniforme. Los animales cortos y anchos no son deseados.

Comercialmente se realizan pruebas de estrés con las post-larvas. Ésta consiste en reducir un 50% la temperatura o la salinidad (o ambos) por 1 hora. Si la post larva ha desarrollado bien sus 6 pares de lóbulos branqueales y posee suficientes reservas alimenticias puede resistir la variación en la presión osmótica en el agua.

El análisis microscópico de síntomas de enfermedades es un criterio muy importante al calificar como apto un lote de post larvas. Principalmente se examina por presencia de

<sup>1</sup> GONZÁLEZ, F. 1999. Ambiente para la eclosión de huevos de *M. rosenbergii*. El Salvador, Estación de Maricultura "El Zope". (Comunicación personal)

<sup>2</sup> PACHECO, K. 1999. Alimentación de larvas de camarón. Honduras, Hondularva. (Comunicación personal)

bacterias filamentosas en las branqueas, micelios en la parte final del telson y los pleópodos y daños por protozoarios en la superficie del cuerpo<sup>3</sup>.

Ciertos laboratorios de larvas realizan análisis microbiológicos. Se utiliza un medio de cultivo de agar y sangre para diferenciar y cuantificar las colonias de bacterias  $\alpha$  hemolíticas (verdes) y  $\beta$  hemolíticas (amarillas) (Alvarez y Boquet, 1990).

La higiene es determinante durante el ciclo larvario, razón por la cual es recomendable:

- a) Lavar y desinfectar los tanques y equipo a utilizar con solución clorada con 5-10 ppm de i.a..
- b) Monitorear los parámetros físico-químicos del agua, especialmente la temperatura y el oxígeno disuelto.
- c) Observar el consumo de alimento de las larvas y realizar un sifoneo y recambio diario del 50% del volumen de agua.

## 2.4 MERCADO

La oportunidad de exportar *M. rosenbergii* es a mercados especializados. En los Estados Unidos los consumidores prefieren el camarón de agua salada (*L. vannamei* o *L. stylirostris*). El mercadeo del *M. rosenbergii* no ha tenido éxito a nivel internacional en comparación con el *L. vannamei*, Lee y Wickins (1992) reportan que en mercados donde compran los asiáticos *M. rosenbergii* es vendido entero.

<sup>3</sup> HUANG, M. 1999. Diagnóstico de enfermedades en larvas de camarón. Honduras. Misión Técnica China. (Comunicación personal)

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Previo al inicio del estudio se realizaron algunas visitas y prácticas para adquirir experiencia en el manejo de la especie.

#### 3.1 PRÁCTICAS PREVIAS

##### 3.1.1 Manejo de *Artemia*

Durante 3 días se realizaron prácticas de decapsulación, siembra y cosecha de *A. franciscana* para obtener nauplios como alimento vivo. Estas se hicieron en HONDULARVA, un laboratorio comercial localizado en Cedeño, Honduras, dedicado a la producción de post larvas de *L. vannamei*.

##### 3.1.2 Manejo de larvas de *M. rosenbergii*

Durante 2 días se realizaron prácticas de conteo, siembra, alimentación y reconocimiento de los diferentes estadios larvarios, cosecha y empaque de post-larvas para su futura siembra en fincas comerciales. Estas prácticas se realizaron en la Estación de Maricultura "El Zope", dependencia del Centro de Desarrollo Pesquero con la cooperación de la Misión Técnica de la República de China, localizada en Sonsonate, El Salvador.

##### 3.1.3 Diagnóstico de sintomatología de enfermedades

Durante 1 día se realizaron prácticas para la evaluación del estado de salud de las larvas de *M. rosenbergii* en Zamorano, identificando microscópicamente la presencia de enfermedades bacterianas, fúngicas y daños causados por protozoarios ectocomensales. También se evaluó las condiciones de las branqueas, hepatopáncreas (sirve como almacén de nutrientes) y tracto digestivo. La práctica se realizó con Mario Huang, especialista de la Misión Técnica de la República de China en Honduras. Además se trabajó con dos lotes de larvas en el Proyecto de Acuicultura de Zamorano para la aplicación de los conocimientos adquiridos.

## 3.2 EL EXPERIMENTO

### 3.2.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en las instalaciones de Acuicultura de Zamorano; ubicado en el valle del Río Yeguaré, Honduras, a 14° latitud norte, 87° longitud oeste y 800 msnm. La temperatura promedio anual es de 24 °C y la precipitación media anual de 1,100 mm.

### 3.2.2 Unidades experimentales

Se manejaron dos fases en el experimento basadas en las diferentes condiciones de volumen de agua, densidad y temperatura que existieron entre éstas. Esto fue en respuesta a condiciones inesperadas que se presentaron durante el ensayo.

**Fase uno.** Se armó un sistema de recirculación continua en una pila de concreto con capacidad de 16,000 l de agua. Se colocaron (suspensos) 8 secciones de tubo de PVC de 29.8 cm de diámetro y 30.0-35.0 cm de altura en la pila. Cada tubo tenía una capacidad de 35 l de agua y dos ventanas laterales de 12 x 6 cm cubiertas con malla de 100 micras. Un extremo del tubo fue tapado con una lámina plástica de 3 mm de espesor pegada con silicón. En la parte superior de cada tubo había una entrada de agua para oxigenar y recambiar el agua mediante una bomba sumergible de ½ caballo de fuerza. La tubería central era de PVC de 1.27 cm de diámetro. La duración de la fase 1 fue de 24 días. En el Anexo 2 se presenta una imagen del sistema empleado en la fase 1.

**Fase dos.** Se utilizaron 8 botellas de vidrio de 4.0 l de capacidad, cada una con aireación continua. Durante los últimos 15 días del ensayo las botellas estuvieron dentro de un tanque de fibra de vidrio con agua y un calentador de 250 vatios para mantener el agua a 28 °C en respuesta a un descenso de la temperatura ambiental debido a un frente frío. La duración de la fase 2 fue de 22 días. En el Anexo 3 se presenta una imagen del sistema empleado en esta fase.

### 3.2.3 Tratamientos

Los huevos se obtuvieron de una hembra de las instalaciones de Acuicultura, lo que produjo unas 5,575 larvas, que se sembraron en la fase uno. El conteo se realizó colocando las lavas en un recipiente de volumen conocido (10 l) y tomando 6 muestras con un recipiente de 58 ml. En la primera fase se sembraron las larvas en los ocho tubos de PVC.

En la segunda fase se sembraron 632 larvas, la disminución de la población se debió a la pérdida de animales (fuga) por un fallo en el sistema y a la mortalidad. En el Cuadro 2 se presentan el número de larvas sembradas al comenzar las dos fases del experimento.

Cuadro 2. Población inicial de las fases del levantamiento larval de *M. rosenbergii* en Zamorano.

Réplicas (R)	Tratamientos Fase 1		Tratamientos Fase 2	
	<i>Artemia</i>	<i>Artemia</i> + flan	<i>Artemia</i>	<i>Artemia</i> + flan
R <sub>1</sub>	1,133	707	80	80
R <sub>2</sub>	609	510	83	80
R <sub>3</sub>	914	682	85	80
R <sub>4</sub>	510	510	80	64
Total	3,166	2,409	328	304

Durante los primeros 10 días de desarrollo, se ofreció a toda la población *Artemia*. A partir del día 11, las larvas en 4 tubos se mantuvieron con la dieta de *Artemia* y las larvas en los otros 4 tubos recibieron en la mañana *Artemia* y una dieta artificial en sustitución parcial de la *Artemia* en proporción del 50% en la tarde. Los tratamientos se asignaron en un diseño irrestrictamente al azar (DIA) con 4 réplicas. Las unidades experimentales consistieron en tubos y botellas para las dos fases. Las cantidades de *Artemia* y flan ofrecidas se indican en los Cuadros 3 y 4.

### 3.2.4 Preparación de alimento

La *Artemia* se adquiere como quistes. Estos se incubaron para obtener los nauplios en recipientes cilíndricos dos veces al día. El procedimiento para ofrecer los nauplios como alimento vivo se presenta en el Anexo 1.

Cuadro 3. Alimentación con *Artemia*

Fase I	Duración (días)	Quistes de <i>Artemia</i> (g)		Densidad descada (nauplios/ml)
		am	pm	
1	1-6	1.50	1.50	3
1	7-10	2.00	2.00	4
1	11-24	3.00	3.00	6
2	25-29	0.50	0.50	5
2	30-36	0.75	0.75	8
2	37-41	1.00	1.00	10
2	42-46	0.50	0.50	5
Total	-	9.25	9.25	-

Cuadro 4. Alimentación con *Artemia*+flan.

Fase	Quistes de <i>Artemia</i>		Flan	
	días	g	días	ml
1	1-6	1,50	1-10	0.0
1	7-10	2,00	11-16	1.0
1	11-24	1,50	17-20	2.0
1	-	-	21-24	3.0
2	25-29	0,50	25-32	1.0
2	30-36	0,75	33-38	1,5
2	37-41	1,00	39-46	1,0
2	42-46	0,50	-	-
Total	-	9,25	-	51,0

La dieta artificial o flan se preparó cada dos días, consistió en una mezcla de filete fresco de tilapia, huevo, leche en polvo, sales minerales, aceite de hígado de bacalao, antibiótico y agua (Cuadro 5). La mezcla se colocó en un "baño María" durante 20 minutos hasta llevar el agua a ebullición. Para asegurarse de que estaba lista se realizaba un corte en cruz y no debía de haber presencia de agua líquida en el flan. Se enfrió el flan a temperatura ambiente y se tamizó con una malla de 120 micras para ofrecerlo como alimento. El flan tenía 17% de proteína cruda en base fresca.

### 3.2.5 Manejo

Previo a la siembra de las larvas se prepararon 16,000 l de agua con una salinidad de 12,000 ppm de sal, empleando 5,720 l de agua con 34,000 ppm y 10,280 l de agua dulce.

Las larvas se alimentaron diariamente a las 7:00 am y a las 4:00 pm. Por la mañana (previo a la alimentación) se removió el sedimento de los tubos mediante un sifoneo y se recambió el 50 % del volumen de agua. Las cantidades de *Artemia* y de *Artemia*+flan ofrecidas se determinaron en función del consumo de las larvas. Se examinaba microscópicamente para visualizar la presencia de alimento dentro del tracto digestivo de las larvas y se observó la cantidad de flan y de *Artemia* sobrante en el fondo del recipiente.

Cuadro 5. Ingredientes del flan utilizado como sustituto de la *Artemia* en la alimentación de larvas de *M. rosenbergii* en Zamorano.

Ingrediente	Cantidad (%)
Filete fresco de tilapia	34.72
Leche en polvo	17.36
Huevo	10.42
Aceite de hígado de bacalao	10.42
Sales minerales (Pecutrin®)	0.87
Antibiótico (Tetraciclina 500 mg)	0.17
Agua	26.04
Total	100

### 3.2.6 Calidad de Agua

La calidad del agua se monitoreó mediante los siguientes análisis:

- Temperatura (°C), diariamente mediante un medidor poligáfico YSI 55.
- Oxígeno disuelto (mg/l), diariamente mediante medidor poligráfico YSI 55.
- Salinidad (ppm), diariamente mediante un hidrómetro.
- pH, semanalmente mediante un "kit" de contrastes HACH.
- Amoníaco total, quincenalmente mediante un espectrofotómetro HACH.
- Dureza total, una sola vez mediante titulación.

### 3.3 VARIABLES MEDIDAS

La sobrevivencia de las larvas se calculó de los registros de mortalidad llevados semanalmente para ambas fases. Se calculó en forma acumulada, expresada en porcentaje de la población inicial. El número de post-larvas obtenidas en la cosecha (46 días de vida) se estableció mediante el conteo individual y se expresó en base a la sobrevivencia final. Mediante un examen microscópico se evaluó el estado de salud de las post-larvas. Se midió la longitud individual de cada post-larva desde la base del ojo hasta el extremo final del telson de cada post-larva con una regla y se promediaron los valores por réplica. Se prepararon recipientes con agua con 7,000 ppm de salinidad a 28 °C en los que se colocaron las post-larvas durante una hora. Al finalizar la prueba se contaron las post-larvas vivas y muertas en cada recipiente. El tamaño de la muestra fue un mínimo dos post-larvas por cada réplica o el 35 % de la población.

### 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el análisis estadístico se evaluaron las respuestas biológicas de las larvas a la alimentación ofrecida durante el ensayo. Para la sobrevivencia, número de individuos obtenidos y longitud alcanzada por post-larva se realizaron Análisis de Varianza para determinar si los resultados observados se debieron al efecto de las dietas o a otros efectos no controlados durante el ensayo. Se realizó una prueba exacta de Fisher para determinar si había asociación o independencia entre la sobrevivencia y la dieta ofrecida en la prueba de estrés. Se realizaron regresiones entre la sobrevivencia (variable dependiente) y el tiempo (variable independiente) para ambas fases. Todos los análisis se realizaron empleando el programa "Statistical Analysis System" (SAS/STAT) versión 6.12.

Para la sobrevivencia en la fase 2 y número de post-larvas obtenidas se realizó una transformación de valores con  $\arcsen(x)^{1/2}$ . Esto con la finalidad de mejorar la normalidad de los valores obtenidos.

### 3.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se determinó el tratamiento más rentable empleando el número de post-larvas obtenidas de cada tratamiento, el costo de cada dieta y el valor comercial de las post-larvas de la Estación de Maricultura "El Zope" de El Salvador. Se calculó la tasa interna de retorno (%TRM) y la relación entre el margen de ganancia sobre la alimentación y el costo de alimentación con esos datos.

Para el cálculo del margen bruto sobre alimentación se consideró la población final (post-larvas ÷ larvas) de cada tratamiento. Todos los resultados económicos se calcularon para una unidad de 2,000 l de capacidad y con una densidad inicial de 50 larvas/l. En el uso de valores monetarios se realizó el cambio de moneda de Lempiras a USD (14.4 Lps=1 USD).

En la figura 1 se resume el procedimiento general de la investigación.



N I V E L  
B I O L Ó G I C O

N I V E L  
E C O N Ó M I C O

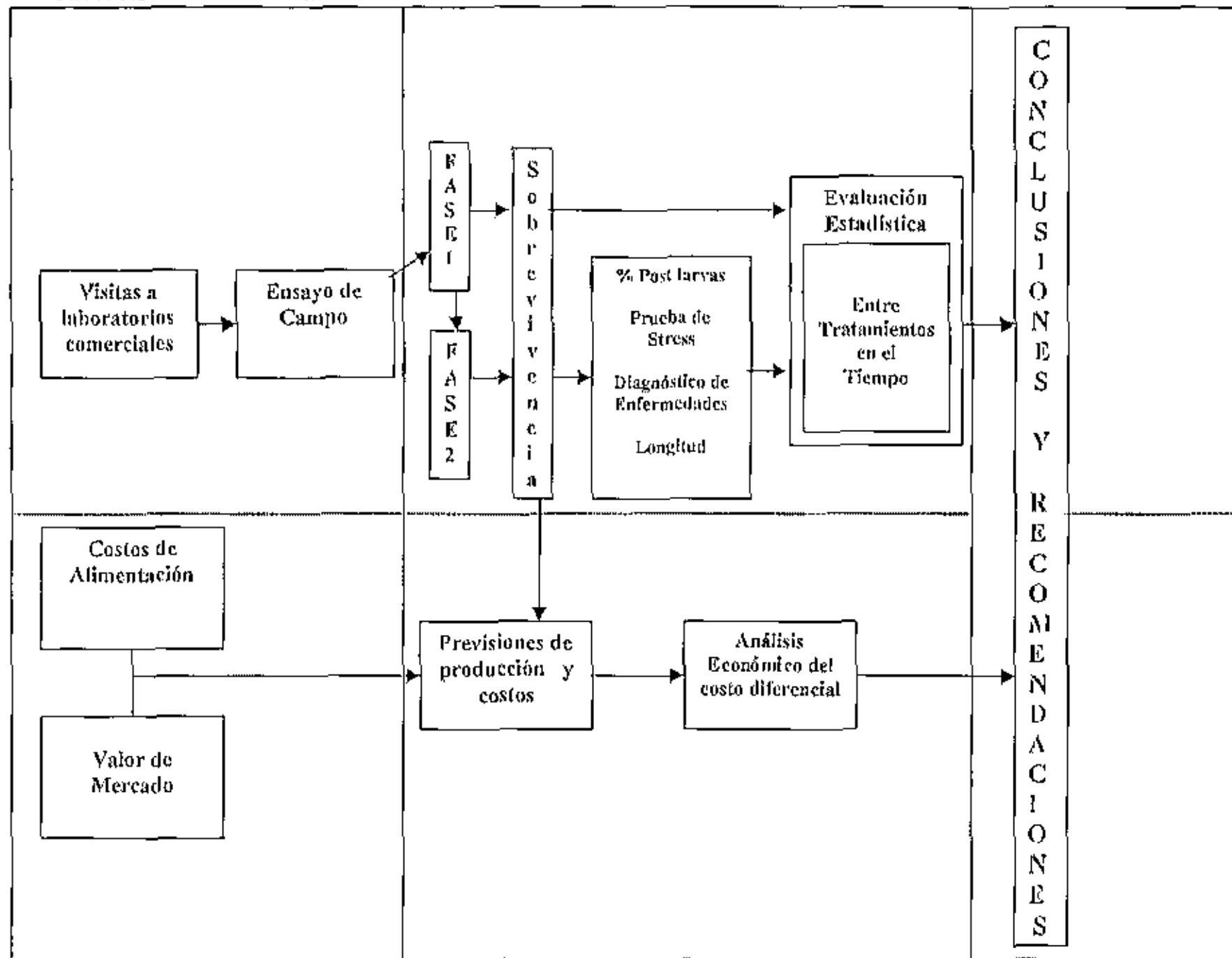


Figura 1. Procedimiento general de la investigación

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 INFORMACIÓN TÉCNICA

Para decidir producir post-larvas de *M. rosenbergii* o *L. vannamei*, se debe de considerar la fuente de agua. Un laboratorio dedicado a la producción de post-larvas de *L. vannamei* debe de estar frente al mar, ya que la demanda de agua salada (34,000 ppm de salinidad) no se podría suplir de otra manera. Para producir post-larvas de *M. rosenbergii* se puede hacer una mezcla de agua dulce con agua de mar en una relación 60% y 40%, respectivamente para llegar a 12,000 ppm de salinidad (Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, 1995). Es posible producir post-larvas de *M. rosenbergii* lejos de la zona costera.

La reproducción de *M. rosenbergii* es espontánea y no necesita proceso de maduración a diferencia del *L. vannamei*. En esta última especie el costo de producción de post-larvas es mayor porque hay que inducir a las hembras a ovular.

Actualmente el precio de 1,000 post larvas de *M. rosenbergii* es de 30 USD y de *L. vannamei* de 4-5 USD, esto se debe a que existen muchos laboratorios comerciales dedicados a la producción de post-larvas de *L. vannamei*. En el Cuadro 6 se comparan algunos aspectos de la producción de post-larvas de ambas especies.

### 4.2 CALIDAD DE AGUA

#### 4.2.1 Temperatura

Durante la fase uno la temperatura del agua se mantuvo entre 26-27 °C. En la fase dos la temperatura del agua descendió hasta 19 °C, debido a un frente frío; por lo cual se instaló un calentador, manteniéndola a 28 °C durante los últimos días del ensayo. Este descenso de temperatura, que duró aproximadamente 6 días, fue una de las causas del retraso del ciclo biológico de las larvas ya que la temperatura óptima para las larvas de *M. rosenbergii* es de 28-32 °C (Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, 1995).

Cuadro 6. Comparación de la larvicultura de *M. rosenbergii* y *L. vannamei*

Criterios	<i>M. rosenbergii</i>	<i>L. vannamei</i>
Instalaciones adicionales especiales	Ninguna	Laboratorio para el cultivo de algas.
Obtención de semilla	Laboratorio	Captura de post-larvas silvestres y de laboratorio
Peso a alcanzar madurez sexual	> 10 g	> 40 g
# de huevos por postura	1,000 huevos por cada gramo de peso de la hembra	180,000-300,000 huevos en hembras adultas
Proceso de maduración (Inducción a ovulación)	No requerido	Requerido, ablación de ojo, manejo y alimentación especial.
Etapas o estadíos larvarios	11 estadíos en zoea.	Tres etapas: Nauplio, protozoea (zoea) y mysis. Cada etapa tiene 3 sub-etapas.
Hábitos alimenticios de la larva	Zooplancívoro. Las primeras 24 horas no consume alimento, todo el ciclo se alimenta con <i>Artemia</i> y después de los 10 días de vida se complementa con un alimento preparado con carne de pescado u otro marisco.	Nauplio no consume alimento, zoea es fitoplancívoro* y mysis es zooplancívoro.
Duración del ciclo larvario	28-35 días	12-14 días
Densidad de siembra en cautiverio	50-140 larvas/l	120-150 larvas/l
Sobrevivencia esperada	30%	40%
Agentes patógenos comunes	Protozoarios ectocomensales: <i>Epistylis</i> , <i>Zoothamnium</i> y <i>Vorticella</i> . Bacterias: Quitinólicas y filamentosas. Hongos: <i>Aphanomyces</i> y <i>Fusarium</i> . Virus: Ninguno	Protozoarios: Gregarinas, <i>Epistylis</i> y <i>Zoothamnium</i> . Bacterias: Filamentosas, <i>Vibrio</i> y <i>Pseudomonas</i> . Hongos: <i>Fusarium</i> . Virus: Virus del síndrome de Taura (TSV), Virus de la cabeza amarilla (YHV), Virus del punto blanco (WSSV)

Condiciones de salinidad	Agua salobre (12,000 ppm)	Agua salada (30,000-34,000 ppm)
Temperatura	28-32 °C	30-32 °C
Amoníaco total	< 0,5 ppm	< 0,5 ppm
pH	7.5-8.0	8.0-8.5
Oxígeno disuelto	> 5,0 mg/l	> 5,0 mg/l

\* Los géneros de algas utilizados comercialmente son: *Tetraselmis*, *Isochrysis* y *Chlorella*.

Fuente: Dall *et al.* (1990); Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (1995); Boyd (1989); New y Singholka (1993); Trece y Yates (1993); Lee y Wickings (1992); Kawahigashi, s.f., adaptado por el autor.

#### 4.2.2 Oxígeno disuelto

En la fase uno con el sistema de recirculación continua, los niveles de oxígeno disuelto permanecieron entre 4-5 mg/l para ambos tratamientos. Durante la fase dos en las botellas en las que se alimentaron las larvas con el flan, el oxígeno disuelto descendió hasta 3.14 mg/l, mientras que en las botellas en las que se alimentaron las larvas con *Artemia*, el oxígeno disuelto se mantuvo entre 4-5 mg/l. Esta diferencia se presentó probablemente por la descomposición del flan.

#### 4.2.3 Salinidad

La salinidad del agua se mantuvo entre 12,000 y 13,000 ppm.

#### 4.2.4 Amoníaco total

En las botellas con larvas alimentadas con el flan la concentración del amoníaco total aumentó 0.6 ppm y en las botellas con larvas alimentadas con *Artemia* los valores máximos fueron de 0.3 ppm. New y Singholka (1984) recomiendan para *M. rosenbergii* una concentración < 0.5 ppm de amoníaco total. Es posible que el aumento en la concentración del amoníaco total haya sido una de las causas de la alta mortalidad en el grupo de larvas alimentadas con el flan.

#### 4.2.5 Potencial de hidrógeno (pH)

Durante todo el ensayo el pH del agua se mantuvo entre 7.5 – 8.0. Estos valores están dentro del rango aceptable para la cría de larvas de *M. rosenbergii* (New y Singholka, 1984).

#### 4.2.6 Dureza total

El agua salobre usada en el ensayo tenía una dureza de 1,953 ppm, este valor es normal ya que parte del agua utilizada era de mar. Calcio y Magnesio son iones abundantes en el agua de mar y requeridos en el metabolismo de crustáceos (Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, 1995).

### 4.3. SOBREVIVENCIA DE LAS LARVAS

Durante la fase uno no hubo diferencia entre tratamientos en la sobrevivencia (Cuadro 7).

Cuadro 7. Promedios de sobrevivencia y niveles de significación para las semanas 2 y 3 de la fase 1 del levantamiento larval de *M. rosenbergii* en Zamorano

F.V.	Semana 2	Semana 3
<i>Artemia</i> (%)	96.76	95.64
<i>Artemia</i> +flan (%)	96.62	93.57
Dietas	0.47	0.83
C.V. %	1.77	2.24
R <sup>2</sup>	0.09	0.008

En la fase dos la sobrevivencia de las larvas disminuyó considerablemente (Cuadro 11), sobre todo en las larvas alimentadas con el flan.

Cuadro 8. Promedios de sobrevivencia y niveles de significación para las semanas 1, 2 y 3 de la fase 2 del levantamiento larval de *M. rosenbergii* en Zamorano.

F.V.	Semana 1*	Semana 2*	Semana 3*
<i>Artemia</i> (%)	96.03	90.28	78.70
<i>Artemia</i> +flan (%)	75.42	65.42	48.85
Dietas	0.12	0.05	0.01
C.V. %	15.72	13.19	10.37
R <sup>2</sup>	0.46	0.56	0.78

\*Valores transformados con  $\arcsen(x)$ <sup>12</sup>

El efecto de las dietas sobre la mortalidad aumentó con el tiempo y a la vez hubo menos variabilidad en los datos. Los datos completos se encuentran en el Anexo 4.

La tasa de mortalidad fue mayor con el tratamiento de *Artemia*+flan. El Cuadro 9 presenta las regresiones entre el tiempo de cultivo y la sobrevivencia de las larvas durante el ensayo.

Cuadro 9 Regresiones entre tiempo de cultivo (X) y la sobrevivencia (Y) en el levantamiento larval de *M. rosenbergii* en Zamorano.

	F.V.	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	R <sup>2</sup>	P (F>)
F1	<i>Artemia</i>	9.83	- 1.06	0.08	0.51
	<i>Artemia</i> +flan	97.93	- 0.66	0.12	0.65
F2	<i>Artemia</i>	105.66	- 8.66	0.85	0.0001
	<i>Artemia</i> +flan	89.74	- 13.28	0.18	0.14

En la fase dos se invirtieron las tasas de mortalidad. En el día 22 de la cría de las larvas se proporcionó una cantidad excesiva de flan lo que afectó la calidad del agua y provocó una fuerte mortalidad, perdiendo así una réplica de este tratamiento. La sobrevivencia final de las larvas fue de 21,95% para *Artemia* y 14,73% para *Artemia*+flan. En la estación de Maricultura "El Zope" obtienen una sobrevivencia de 30% al finalizar el ciclo larvario de *M. rosenbergii* y New y Singholka (1984) reportan una sobrevivencia de 40% en la producción comercial de post-larvas en Tailandia.

#### 4.4. COSECHA

##### 4.4.1 Número de post-larvas obtenidas

La cosecha de las post larvas se realizó a los 46 días de vida, New y Singholka (1993) reportan una duración del ciclo larvario de *M. rosenbergii* de 25-28 días mientras el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (1995) informa de 30-33 días. El retraso del ciclo larvario en este ensayo se le atribuye parcialmente al descenso de la temperatura del agua durante los días 28 y 35 del ciclo larvario.

Se encontró un mayor ( $P < 0.05$ ) porcentaje de post-larvas entre los animales alimentados con *Artemia* en comparación con los alimentados con el flan (Cuadro 10).

Cuadro 10. Post-larvas en porcentaje de larvas a los 46 días por tratamiento y nivel de significación en el levantamiento larval de *M. rosenbergii* en Zamorano.

F.V.	% de post-larvas <sup>x</sup>
<i>Artemia</i>	62,50
<i>Artemia</i> +flan	17,86
Dietas	0,005
C.V. %	22,63
R <sup>2</sup>	0,82

\*Valores transformados con  $\arcsen(x)^{1/2}$

##### 4.4.2 Diagnóstico de sintomatología de enfermedades

La evaluación microscópica para diagnosticar la presencia de enfermedades dió resultados negativos. No se encontró ningún síntoma de enfermedad en los animales examinados, ni se pudo identificar bacterias, hongos o protozoarios. La ausencia de patógenos indica condiciones adecuadas de cultivo.

#### 4.4.3 Longitud

La longitud promedio de los animales fue similar en ambos tratamientos (Cuadro 11). El uso de una regla de plástico no permitió evaluar con precisión la longitud de las larvas.

Cuadro 11. Tamaño de las post-larvas obtenidas en cada tratamiento y nivel de significación en el levantamiento larval de *M. rosenbergii* en Zamorano.

F.V.	Longitud promedio (mm)
<i>Artemia</i>	8.80
<i>Artemia</i> +flan	9.00
Dietas	0.68
C.V. %	8.37
R <sup>2</sup>	0.04

#### 4.4.4 Prueba de estrés

Todas las post-larvas alimentadas con *Artemia* sobrevivieron la prueba de estrés pero una de cinco post-larvas alimentadas con *Artemia*+flan murió. Mediante la prueba exacta de Fisher se acepta que existió una asociación entre el tipo de dieta y la sobrevivencia de las post-larvas en la prueba de estrés (P=0.24).

### 4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

Las estimaciones económicas para una producción comercial de *M. rosenbergii* según los resultados de este ensayo son presentadas en el Cuadro 12. Aunque el costo de alimentar sólo con *Artemia* es superior, el margen de ganancia sobre alimentación es mayor que alimentando con *Artemia*+flan debido al porcentaje de post-larvas producido por cada uno. La tasa de retorno marginal (%TRM) que se obtuvo es de 939% con *Artemia*.

Cuadro 12. Resultados económicos obtenidos por tratamiento en el levantamiento larval de *M. rosenbergii* en Zamorano

	<i>Artemia</i>	<i>Artemia</i> +flan
Siembra de larvas (# de individuos)	100,000	100,000
Sobrevivencia total (%) <sup>1</sup>	21.95	14.73
Post-larvas a 46 días (%)	13.72	2.6
Margen bruto = Venta (USD)	411.56	78.90
Costo por tratamiento (USD)	92.4	43.68
Margen sobre alimentación (USD)	319.00	35.00
MSA/Costo por tratamiento (USD/USD invertidos) <sup>2</sup>	3.45	0.80

<sup>1</sup>Larvas y post-larvas. <sup>2</sup>MSA: Margen sobre alimentación.



## 5. CONCLUSIONES

1. Se puede producir post-larvas de *M. rosenbergii* en Zamorano alimentadas con *Artemia* y con una dieta a base de pescado fresco (flan).
2. Con *Artemia* dada dos veces diarias se obtuvo mayor sobrevivencia y número de post-larvas que con la mezcla de *Artemia* y flan.
3. En Zamorano a una temperatura entre 26 °C- 28 °C se obtiene un buen desarrollo larvario de *M. rosenbergii*.
4. Con *Artemia*+flan disminuyó la concentración de oxígeno disuelto y aumentó la de amoníaco total en el agua.
5. El margen sobre alimentación con *Artemia* en un tanque de 2000 l (tamaño comercial) y una densidad inicial de 50 larvas/l fue de 319 USD y con *Artemia*+flan de 35 USD.

## 6. RECOMENDACIONES

1. Trabajar en la formulación de nuevas dietas para determinar niveles óptimos de sustitución parcial de *Artemia*, utilizando harina de pescado o de camarón para aumentar el nivel de proteína sin alterar las características físicas del alimento.
2. Alimentar tres o cuatro veces al día.
3. Diseñar una sección dentro del Proyecto de Acuicultura destinada a la larvicultura de *M. rosenbergii* y otras especies de crustáceos que requieran condiciones controladas para su producción.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, M.; BOQUET, E. 1990. Manual en técnicas de microbiología clínica. 2 ed. Madrid, España. 301p.
- BOYD, C. 1989. Water quality management and aeration in shrimp farming. Fisheries and Allied Aquacultures Department, Auburn University, Ala., EE.UU. 83p.
- BOYD, C.; CLAY, J. 1998. Acuicultura de camarones y ambiente. Investigación y Ciencia. Agosto. p 23-29.
- COMUNIDAD EUROPEA, s.f. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de sur América. FAO, Roma, Italia. 513p.
- DALL, W.; HILL, J.; ROTHLISBERG, P.; STAPLES, D. 1990. The biology of the *Penaeidae*. Academic Press Limited. Calif., EE.UU. 488p.
- FAO, s.f. Guía para la identificación de especies para los fines de pesca pacífico centro-oriental. Roma, Italia. vol. I. 646p.
- INFOPESCA, s.f. Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. FAO. Roma, Italia. 588p.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUACULTURA. 1995. Fundamentos de acuicultura continental. Santa Fé de Bogotá, Colombia. 285p.
- KAWAHIGASHI, D. s.f. Ilustración de actividades rutinarias y manejo en las instalaciones de Granjas Marinas del Pacífico y Laboratorios del Pacífico. Salinas, Ecuador. 32p.
- LEE, D.; WICKINS, J. 1992. Crustacean Farming. Australia, Blackwell Scientific Publications. Australia. 382p.
- NEW, M. 1980. El potencial del cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* en Latinoamérica. Latin Aquaculture. México 6 (1). p 25-37.
- NEW, M.; SINGHOLKA, S. 1984. Cultivo del camarón de agua dulce. Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. FAO Documento de Pesca 225. Roma, Italia. 118p.

- QUIJANDRÍA, J. 1997. Análisis situacional de la industria camaronesa en Honduras. Una visión crítica. Programa de Maestrías en Administración de Empresas INCAE. Alajuela, C.R. 36p.
- SORGELOOS, P. 1999. Life history of the brine shrimp *Artemia* [archivo de computador]. Laboratory of Aquaculture and *Artemia* Reference Center and Academic Computer Center, University of Ghent, Belgium.  
Tomado de: <http://allserv.rug.ac.be/~booghe/james/courses/artemia/arc.htm>
- SORGELOOS, P.; LAVENS, P.; LEGER, P.; TACKAERT, W.; VERSICHELE, D. 1986. Manual para el cultivo y uso de *Artemia* en acuicultura. FAO. Roma, Italia. 301p.
- TREECE, G; YATES, M. 1993. Manual de laboratorio para el cultivo de larvas de camarón penéido., Texas A and M University. Tex., EE.UU. 69p.
- TORRES, A. 1991. Manual práctico de cultivo de camarón en Honduras. FPX, Honduras. 45p.

Anexo 1: Aspectos importantes sobre la producción de nauplios de *Artemia* como alimento vivo para larvas de camarón.

Esta información se obtuvo de Sorgeloos, *et al.* (1984); Sorgeloss (1999) y experiencia del autor.

- **Ciclo biológico**

El ciclo de la *Artemia* se inicia con la reproducción, ésta puede ser ovovípara (puesta de nauplios) u ovípara (puesta de quistes). El primero se da en bajas salinidades.

El nauplio pasa por 10 estadíos larvarios, el estadío I comienza con la eclosión del huevo. Dentro de 24 horas pasa al estadío II y al cabo de 8 días llega a estado adulto, alcanzando los 10 mm de longitud. Durante el ciclo sufre 15 mudas y cada una va acompañada de la aparición de apéndices lobulares en la región torácica que finalmente se diferencian en toracópodos (Sorgeloos, 1999).

- **Captura de los quistes en la naturaleza**

Las empresas comercializadoras de *Artemia* capturan los quistes de las superficies acuáticas con mallas de 200-300 micras de diámetro. Esto es producto de una reproducción ovovípara, propia de condiciones de extrema salinidad y bajos niveles de oxígeno, en la que los embriones alcanzan una etapa temprana de desarrollo (gástrula) e inmediatamente son rodeados por una cáscara gruesa; entrando en un estado de latencia o diapausa (parada reversible del metabolismo embrionario). Los quistes recolectados son empacados al vacío en latas de 454 g para su posterior comercialización.

- **Morfología de los quistes secos**

Según Sorgeloos *et al.* (1986) la cáscara del quiste está formada por tres estructuras:

**Corion:** Capa dura formada de lipoproteínas impregnadas de quitina y hematina. Su función principal es proporcionar una protección contra rupturas mecánicas y radiaciones. Esta se remueve por medio del método de decapsulación detallado más adelante.

**Membrana cuticular:** Compuesta de varias capas que protegen al embrión de la penetración de moléculas mayores que el CO<sub>2</sub>.

**Cutícula embrionaria:** Capa transparente y elástica que se transforma en membrana de eclosión durante el proceso de incubación.

Es necesario reconocer estas estructuras para obtener nauplios de *Artemia* de buena calidad el laboratorio de cría de larvas.

#### ▪ Decapsulación de quistes

En la literatura hay varios protocolos para la decapsulación de *Artemia*. En general la decapsulación se realiza de la siguiente manera:

**Hidratación:** Se colocan los quistes en agua dulce con una temperatura de 24-30 °C por 1 hora.

**Solución decapsuladora:** Se prepara a base de cloro e hidróxido de sodio a razón de 0,47 y 0,40 g respectivamente (estas cantidades varían según los protocolos). Se logra remover los quistes en la solución durante aproximadamente 10 minutos, hasta que queden de color anaranjado. Luego se lavan los quistes con agua salada hasta que no queden residuos de la solución decapsuladora. Se puede también realizar un lavado rápido con tiosulfato de sodio al 0.1% para inactivar los residuos de cloro.

**Siembra:** Se recomienda sembrar a una densidad de 1g de quistes de *Artemia* / l de agua. Las condiciones óptimas para la eclosión de los quistes son las siguientes:

Temperatura: 28-30 °C.

Salinidad: 25,000-35,000 ppm.

pH: 8.0-8.5.

Iluminación: 2000 lux en la superficie del agua.

**Cosecha:** En 24 horas la mayoría de los quistes eclosionan. Se utiliza un cosechador con dos mallas, de 300 micras la que retiene la cáscara de los quistes eclosionados y de 100 micras en la que recogemos los nauplios de *Artemia*.

#### ▪ Uso como alimento

Por su contenido nutricional la *Artemia* se constituye en el mejor alimento para las larvas de camarón. La persona encargada de la producción larvaria elabora su respectiva tabla de alimentación en función de la respuesta de los animales, los costos y la experiencia.

El nauplio debe de estar en el estadio I en el que tiene ya mayor cantidad de reservas energéticas, porque tiene la boca y el ano tapados. A partir del estadio II desarrolla su tracto digestivo y puede ingerir alimento. Este generalmente se constituye en algas, detritus y algunas bacterias (Sorgeloos, 1999).

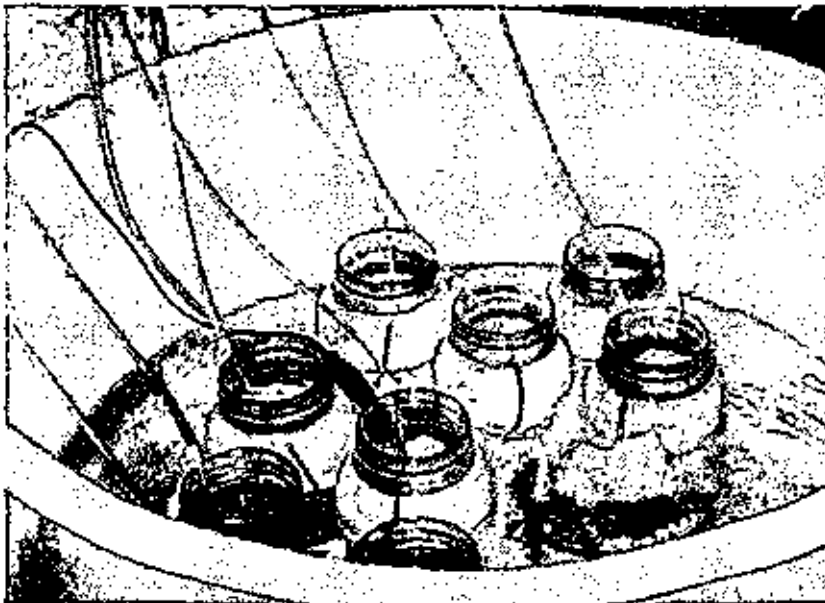
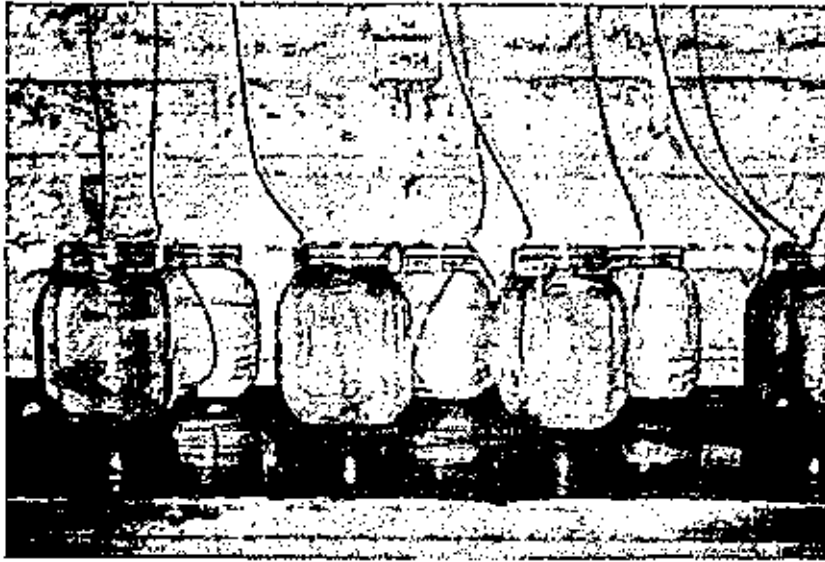
Hay técnicas para el enriquecimiento de la *Artemia* que consiste en aumentar su valor nutritivo. Esta técnica se la conoce como bioencapsulación; la cual se usa para introducir antibióticos y otros nutrientes en la dieta del animal consumidor de la *Artemia*.

Anexo 2: Sistema de recirculación continua usado en la fase 1





Anexo 3: Sistemas usados durante la fase 2 del experimento.



## Anexo 4: Registros de mortalidad y cálculo de sobrevivencia durante el ensayo

Réplicas (R)	Sobrevivencia de larvas durante la fase 1					
	Población Inicial (# larvas)		Mortalidad Semana 1 (# larvas)		Sobrevivencia Semana 1 (%)	
	ARTM	FLAN	ARTM	FLAN	ARTM	FLAN
R1	1133	707	10	12	99.12	98.30
R2	609	510	11	31	98.19	93.92
R3	914	682	14	8	98.47	96.83
R4	510	510	17	12	96.67	97.65
Promedios	791.50	602.25	13.00	15.75	98.11	97.17

Réplicas (R)	Mortalidad Semana 2 (# larvas)		Sobrevivencia Semana 2 (%)	
	ARTM	FLAN	ARTM	FLAN
R1	7	49	98.50	91.37
R2	49	7	90.15	92.55
R3	119	21	85.45	95.75
R4	91	21	78.82	93.53
Promedios	66.50	24.50	88.23	93.30

Réplicas (R)	Mortalidad Semana 3 (# larvas)		Sobrevivencia Semana 3 (%)	
	ARTM	FLAN	ARTM	FLAN
R1	28	49	96.03	84.44
R2	56	14	80.95	89.80
R3	91	21	75.49	92.67
R4	42	23	70.59	88.04
Promedios	54.25	28.00	80.77	85.74

## Sobrevivencia de larvas durante fase 2

Réplicas (R)	Población Inicial (# larvas)		Mortalidad Semana 1 (# larvas)		Sobrevivencia Semana 1 (%)	
	ARTM	FLAN	ARTM	FLAN	ARTM	FLAN
	R1	80	80	16	80	80.00
R2	83	80	16	14	80.72	82.50
R3	85	80	16	44	81.18	45.00
R4	80	64	20	15	75.00	79.69
Promedios	82.00	76.00	17.00	37.75	79.22	51.80

Réplicas (R)	Mortalidad Semana 2 (# larvas)		Sobrevivencia Semana 2 (%)	
	ARTM	FLAN	ARTM	FLAN
R1	16	0	60.00	0.00
R2	24	22	51.81	55.00
R3	31	7	44.71	36.25
R4	26	19	42.50	50.00
Promedios	24.25	12.00	49.75	35.31

Réplicas (R)	Mortalidad Semana 3 (# larvas)		Sobrevivencia Semana 3 (%)	
	ARTM	FLAN	ARTM	FLAN
R1	11	0	46.25	0.00
R2	14	24	34.94	25.00
R3	8	12	35.29	21.25
R4	5	17	36.25	23.44
Promedios	9.50	17.67	38.18	23.23

Anexo 5: Datos obtenidos durante la cosecha

Réplicas (R)	Número de post-larvas				Rendimiento de Producción (%)	
	Población Inicial (# larvas)		Población Final (# juveniles)		ARTM	FLAN
	ARTM	FLAN	ARTM	FLAN		
R1	80	80	10	0	12,50	0,00
R2	83	80	14	2	16,87	2,50
R3	85	80	6	2	7,06	2,50
R4	80	64	15	1	18,75	1,56
Promedios	82,00	76,00	11,25	1,25	13,79	1,64

Réplicas (R)	Número de larvas				Animales no Comerciales (%)	
	Población Inicial (# larvas)		Población Final (# larvas)		ARTM	FLAN
	ARTM	FLAN	ARTM	FLAN		
R1	80	80	11	0	13,75	0,00
R2	83	80	5	8	6,02	10,00
R3	85	80	2	10	2,35	12,50
R4	80	64	9	10	11,25	15,63
Promedios	82,00	76,00	6,75	9,33	8,34	12,71

Réplicas (R)	Resultados de la prueba de estrés				Sobrevivencia (%)	
	Tamaño de muestra (# larvas)		Sobrevivencia (# juveniles)		ARTM	FLAN
	ARTM	FLAN	ARTM	FLAN		
R1	4	nd	4	nd	100	nd
R2	5	2	5	1	100	50
R3	2	2	2	2	100	100
R4	5	1	5	1	100	100
Promedios	4,00	1,67	4,00	1,33	100,00	83,33

**Resultados del diagnóstico de enfermedades**

Réplicas (R)	Tamaño de muestra (# larvas)		Presencia de síntomas	
	ARTM	FLAN	ARTM	FLAN
R1	2	nd	no	no
R2	2	2	no	no
R3	2	2	no	no
R4	2	1	no	no
Promedios	2.00	1.67		

**Resultados de medición de post-larvas**

Réplicas (R)	Tamaño de muestra (# larvas)		Longitud promedio (mm)	
	ARTM	FLAN	ARTM	FLAN
R1	2	nd	9	nd
R2	2	2	8	8
R3	2	2	9	10
R4	2	1	9	9
Promedios	2.00	1.67	8.75	9.00