

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**EVALUACIÓN DE UN ALIMENTO CON ADITIVO INMUNOLÓGICO,  
Y UN PROBIOTICO COMO TRATAMIENTO CONTRA EL VIRUS DE TAURA  
EN CAMARON BLANCO (*Litopenaeus vannamei*)**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**ANA MERCEDES SÁNCHEZ BARILLAS**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADEMICO DE**

**LICENCIADO**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2000**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR**

**ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

- |                    |   |
|--------------------|---|
| <b>DECANO:</b>     | <b>ING. AGR. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA</b>          |
| <b>VOCAL I:</b>    | <b>ING. AGR. WALTER ESTUARDO GARCIA TELLO</b>         |
| <b>VOCAL II:</b>   | <b>ING. AGR. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LOPEZ</b>        |
| <b>VOCAL III:</b>  | <b>ING. AGR. ALEJANDRO ARNOLDO HERNANDEZ FIGUEROA</b> |
| <b>VOCAL IV:</b>   | <b>PROF. JACOBO BOLVITO</b>                           |
| <b>VOCAL V:</b>    | <b>BR. JOSE BALDOMERO SANDOVAL ARRIAZA</b>            |
| <b>SECRETARIO:</b> | <b>ING. AGR. EDIL RENE RODRÍGUEZ QUEZADA</b>          |

Guatemala, noviembre del 2,000

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores miembros:

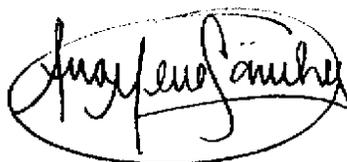
De conformidad con la Ley Orgánica de La Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración, el trabajo de tesis titulado:

**EVALUACIÓN DE UN ALIMENTO CON ADITIVO INMUNOLÓGICO,  
Y UN PROBIOTICO COMO TRATAMIENTO CONTRA EL VIRUS DE TAURA  
EN CAMARON BLANCO (*Litopenaeus vannamei*)**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para la aprobación, me suscribo,

Atentamente,



Ana Mercedes Sánchez Barillas

**TESIS QUE DEDICO****A:****DIOS:**

Que me ha iluminado y ayudado siempre para poder alcanzar todas mis metas.

**MIS PADRES:**

Victor Hugo Sánchez Ulloa (Q.E.P.D.) Gloria Barillas Gutiérrez por su amor, dedicación y por haberme enseñado a soñar y a luchar porque esos sueños se vuelvan realidad.

**MIS HERMANOS:**

Luz Elena, María José, Luis Fernando y Zonia Amparo, con mucho cariño.

**MI ABUELO:**

Francisco Javier Barillas Mejía (Q.E.P.D.), por sus esfuerzos y sacrificios.

**MI TIA:**

María Inés Sánchez Ulloa (Q.E.P.D.), por su amor y comprensión.

**MIS AMIGOS Y AMIGAS:**

Por nuestra amistad, en especial a Donaldo Enrique Argueta Escobar (Q.E.P.D.).

## AGRADECIMIENTOS

### **AL BIÓLOGO:**

Alexander M. de Beausset S., por sus sabios consejos y su valiosa orientación en la realización de la presente investigación, con cariño.

### **A MIS AMIGOS:**

Emilio, Fidel, Israel, Doña Tona, Reina, Juanito, Santiago, Tereso, Cecilio, los Carlos y Chema por su apoyo y amistad.

### **AL PERSONAL DE MAYASAL:**

Especialmente a Lilian y Olga por su valiosa colaboración.

### **AL INGENIERO:**

Marco Tulio Aceituno J., por su ayuda en la realización e interpretación del análisis estadístico.

### **A:**

Todas las personas que contribuyeron en mi formación.

# INDICE

		Página
	CONTENIDO	
	INDICE DE CUADROS.....	vii
	INDICE DE FIGURAS.....	viii
	RESUMEN.....	ix
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
3.	MARCO TEORICO.....	3
	3.1  MARCO CONCEPTUAL.....	3
	3.1.1  Aspectos biológicos de los camarones del género <i>Litopenaeus</i> .....	3
	3.1.2  Morfología de <i>Litopenaeus vannamei</i> .....	4
	3.1.2.1  Caparazón.....	4
	3.1.2.2  Rostrum.....	4
	3.1.2.3  Abdomen.....	5
	3.1.2.4  Telson.....	5
	3.1.2.5  Coloración.....	5
	3.1.3  Nutrición del camarón.....	6
	3.1.3.1  Proteínas.....	7
	3.1.3.2  Lípidos.....	7
	3.1.3.3  Carbohidratos.....	8
	3.1.3.4  Minerales.....	8
	3.1.3.5  Vitaminas.....	9
	3.1.3.6  Energía.....	9
	3.1.4  Principales enfermedades del camarón en cultivo.....	10
	3.1.4.1  Síndrome de Taura.....	11
	3.1.5  El uso de estimulantes no específicos para la prevención de..... enfermedades en especies de camarón de interés comercial.....	14
	3.1.5.1  Vacunas en crustáceos.....	14
	3.1.5.2  Respuestas de inmunidad no específicas.....	16
	3.1.5.3  Dos fases.....	17
	3.1.5.4  Estudios en camarón.....	19
	3.1.6  Probióticos.....	28
	3.2  MARCO REFERENCIAL.....	31
	3.2.1  Ubicación geográfica.....	31
	3.2.2  Vías de acceso.....	31
	3.2.3  Infraestructura.....	31
	3.2.4  Edafología.....	32
	3.2.5  Hidrografía.....	32
	3.2.6  Climatología.....	32
4.	OBJETIVOS.....	34
5.	HIPÓTESIS.....	35
6.	MATERIALES Y METODOS.....	36
	6.1  Ubicación del experimento.....	36
	6.2  Materiales experimentales.....	36

6.3	Factor a estudiar.....	36
6.4	Descripción de los tratamientos a evaluar.....	36
6.4.1	Alimento inmunológico.....	36
6.4.2	Testigo.....	37
6.4.3	Probióticos.....	37
6.5	Diseño experimental.....	38
6.6	Variables de respuesta.....	39
6.6.1	Peso al momento de la cosecha.....	39
6.6.2	Porcentaje de sobrevivencia.....	39
6.7	Unidad experimental.....	39
6.8	Manejo del experimento.....	40
6.8.1	Siembra.....	40
6.8.2	Alimentación.....	40
6.8.3	Muestreo de crecimiento.....	41
6.8.4	Muestreo de población.....	41
6.8.5	Cosecha.....	41
6.9	Análisis de la información.....	41
7.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>42</b>
7.1	Variable de respuesta: Porcentaje de sobrevivencia.....	42
7.2	Variable de respuesta: Peso.....	44
8.	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>48</b>
9.	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>49</b>
10.	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>50</b>
11.	<b>ANEXOS.....</b>	<b>54</b>

## INDICE DE CUADROS

No. DE CUADRO	TITULO	Página
CUADRO 1.	Características del alimento para alcanzar pesos específicos del camarón	6
CUADRO 2.	Impacto del virus del síndrome de Taura (TSV) en el sector camaronero de América, 1992 – 1996 (millones de US \$)	13
CUADRO 3.	Principales componentes del sistema inmunológico del camarón	15
CUADRO 4.	Métodos de inmunización	18
CUADRO 5.	Componentes conocidos para obtener respuestas de inmunidad no específicas en peneidos	20
CUADRO 6.	Datos meteorológicos del Parcelamiento Montúfar, Moyuta, Jutiapa	33
CUADRO 7.	Tratamientos evaluados durante todo el ciclo del cultivo de camarón <i>Litopenaeus vannamei</i>	38
CUADRO 8.	Análisis de varianza para la variable de respuesta porcentaje de sobrevivencia	42
CUADRO 9.	Análisis de varianza para la variable de respuesta peso	45
CUADRO 10"A"	Muestreo de crecimiento semanal del estanque No 12	57
CUADRO 11"A"	Tamaños de muestra para un nivel de confianza de 95%, $P = 0.5$ y $Q = 0.5$	59
CUADRO 12"B"	Muestreo de cosecha del estanque No 12	60
CUADRO 13 "A"	Ración alimenticia para <i>Litopenaeus vannamei</i>	61
CUADRO 14"A"	Variable de respuesta peso	62
CUADRO 15"B"	Variable de respuesta porcentaje de sobrevivencia (transformadas)	62
CUADRO 16"C"	Variable de respuesta porcentaje de sobrevivencia (sin transformar)	62

## INDICE DE FIGURAS

No. FIGURA	TITULO	Página
FIGURA 1.	Vista lateral de un macho de camarón litopeneido, tomado de Generalidades de Acuicultura	6
FIGURA 2.	Estudios de precriaderos de <i>Litopenaeus vannamei</i> , 36 días post – tratamiento. Cuatro repeticiones; 600,000 animales / acre	23
FIGURA 3.	Evaluación del cultivo de <i>L. vannamei</i> ; estudio MIDA. Cuatro Repeticiones, 35,000 animales / acre	24
FIGURA 4.	Pruebas en precriaderos de Honduras. Fuente Stephen Newman	25
FIGURA 5.	Pruebas de precriadero de Honduras. Fuente Stephen Newman	25
FIGURA 6.	Estudio de jaulas, Honduras 1995. Fuente Stephen Newman	28
FIGURA 7.	Porcentajes promedio / tratamiento de la sobrevivencia del camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> al momento de la cosecha	43
FIGURA 8.	Peso promedio / tratamiento del camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> al momento de la cosecha	45
FIGURA 9.	Comparación promedio de la producción del cultivo de camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i>	46
FIGURA 10"A".	Mapa de la Finca Mayasal	56
FIGURA 11"A".	Croquis del muestreo de población semanal del estanque No 12	57
FIGURA 12"A".	Comportamiento de los tratamientos durante todo el ciclo del cultivo de camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> (Muestreo semanal de población)	58
FIGURA 13"B".	Comportamiento de los tratamientos durante todo el ciclo del cultivo de camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> (Muestreo semanal de crecimiento)	58
FIGURA 14"A".	Comparación promedio / tratamiento de la conversión alimenticia del cultivo de camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i>	66

**EVALUATION OF AN ALIMENT WITH IMMUNOLOGIC ADDITIVE , AND A  
PROBIOTIC AS TREATMENT FOR TAURA'S VIRUS  
IN WHITE SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*)**

**EVALUACION DE UN ALIMENTO CON ADITIVO INMUNOLÓGICO,  
Y UN PROBIÓTICO COMO TRATAMIENTO CONTRA EL VIRUS  
DE TAURA EN CAMARÓN BLANCO (*Litopenaeus vannamei*)**

La presencia e incidencia de agentes infecciosos como virus y bacterias es el obstáculo más grande que afronta la camaronicultura para su desarrollo, expansión e intensificación. El virus del Síndrome de Taura (TSV) es la enfermedad de mayor prevalencia en el camarón en cultivo en América. Actualmente para esta enfermedad no existe cura o tratamiento directo, es por ello que se deseaba evaluar el efecto de la alimentación con un aditivo inmunológico y un probiótico añadido al medio de cultivo, pues estos productos podrían ser una alternativa para lograr una mejor producción.

Esta investigación se llevó a cabo en La Finca Camaronera Mayasal, Pasaco, Jalapa, durante la época lluviosa (mayo - noviembre) de 1999, abarcando todo el ciclo del cultivo de camarón.

Los tratamientos a evaluar fueron un alimento con aditivo inmunológico - fabricado a partir de peptidoglucanos, los cuales serían los encargados de estimular el sistema inmunológico del camarón -, un probiótico - formado de especies específicas de bacilos y enzimas, que actúan de una manera efectiva limitando la dominancia de especies patógenas en ambientes acuáticos y en el suelo, creando un ambiente hostil e indeseable para los patógenos - alimentado con un concentrado con 35% de proteína y un testigo, el cual era el mismo alimento que se dio a las piscinas tratadas con probiótico.

La investigación se realizó utilizando un diseño experimental Completamente al Azar, utilizando como variables de respuesta el peso y porcentaje de sobrevivencia al momento de la cosecha, la unidad experimental fue cada uno de los piscinas tratadas, haciendo un total de 10 unidades experimentales (7.65 ha. de espejo de agua). La cosecha de las piscinas fue programada cuando los camarones alcanzaron 10 gr. mínimo y 12 gr. máximo. Para las variables

de respuesta se hizo un análisis de varianza (ANDEVA), para el Diseño Completamente al Azar Desbalanceado con tres tratamientos.

Con respecto a los resultados, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados tanto para la variable de respuesta porcentaje de sobrevivencia como para la variable de respuesta peso. Esto podría ser debido a que el ambiente donde se cultiva el camarón es uno bastante complejo, el cual se puede ver influenciado por muchos factores diferentes, algunos de estos pueden afectar negativamente. Los probióticos por ejemplo, no causan cambios drásticos en la calidad del agua y suelo, o en la producción acuícola. En cuanto al tratamiento con alimento inmunológico este método tiene en su contra que los niveles de protección que produce son variables y probablemente sea mejor utilizarlo como un método secundario o una ayuda de la vacunación.

## 1. INTRODUCCION

La cría de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei* especie de mayor cultivo en Guatemala) en fincas camaroneras es una de las actividades productivas que genera importantes ingresos de divisas a Guatemala; para 1994 las exportaciones de camarón generaron 32.9 millones de dólares. Actualmente existen 1574 hectáreas construidas, pero solamente 834 hectáreas están en producción (6).

La presencia e incidencia de agentes infecciosos como virus y bacterias es el obstáculo más grande que afronta la camaronicultura para su desarrollo, expansión e intensificación. En América Latina; los problemas causados por las enfermedades han llevado a la quiebra a algunas fincas camaroneras. Se calcula que en el período 1992 - 1996, las pérdidas económicas causadas por el virus del Síndrome de Taura (TSV) estuvieron entre 1.3 a 2 billones de dólares (8).

Actualmente el sector camaronero enfrenta no sólo el virus del Síndrome de Taura (TSV), sino que recientemente también se ha detectado la enfermedad viral denominada Mancha Blanca (WSSV), y existe la amenaza del virus conocido como Cabeza Amarilla (YBV). Dichas enfermedades podrían tener consecuencias económicas no sólo para la producción de camarón sino también para la gente que labora en estas fincas, ya que estas se encuentran situadas en la Costa Sur en áreas aisladas con pocas alternativas de producción y con su actividad pueden darle un mejor uso a sus tierras, especialmente a aquellas de escaso valor agrícola, ya que se ha observado que comunidades completas se han beneficiado con esta actividad económica(27).

Esta investigación se llevó a cabo en la Finca Mayasal, en la época lluviosa (mayo-noviembre) de 1999, evaluando el efecto de un alimento con un aditivo inmunológico, un probiótico añadido al medio de cultivo y un alimento con 35 % de proteína (testigo), para mejorar la capacidad del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) para tolerar al virus del Síndrome de Taura y mejorar la sobrevivencia y peso en la cosecha.

## 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Hasta años recientes, el desarrollo del cultivo de camarón ha sido bastante lento, debido a varios factores entre ellos los altos costos de inversión del cultivo, a los residuos agroindustriales dañinos al camarón, al acceso a agua salada por esteros, etc.

Para 1994, Guatemala había mantenido una tasa promedio anual de crecimiento del 44 %, sobrepasando la producción tradicional de la pesca extractiva (pesca en alta mar), la cual dada restricciones tecnológicas, ha alcanzado su etapa de producto total máximo. En esta situación, una de las posibilidades para obtener una mayor producción para satisfacer la demanda es la cría de camarón en cultivo (6, 8).

Sin embargo, este sistema se ve amenazado por problemas patológicos como virus y bacterias. El virus del Síndrome de Taura (TSV) es la enfermedad de mayor prevalencia en el camarón en cultivo en América. Actualmente para esta enfermedad no existe cura o tratamiento directo, por lo tanto es necesario contar con una estrategia de prevención para reducir la severidad de dicho virus y así brindar una alternativa a la industria camaronera, para mejorar así sus sobrevivencia y pesos al momento de la cosecha.

Por lo anterior se deseaba evaluar el efecto de la alimentación con aditivo inmunológico y un probiótico añadido al medio de cultivo, para mejorar la capacidad del camarón para tolerar al virus del Síndrome de Taura (TSV).

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1 ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LOS CAMARONES DEL GENERO LITOPENAEUS

Los camarones litopeneidos tienen un ciclo biológico complejo, el cual consta de varios estadios larvarios. El desarrollo de huevo a post-larva tiene las mismas características en todas las especies de este género y consta de tres estadios larvarios básicos: nauplio, zoea y mysis antes de alcanzar el estado de post-larva (31).

La cópula y el desove ocurren en aguas marinas de mayor profundidad, después de la eclosión el huevo, el animal va pasando por cada uno de los estadios larvales, a la vez que se desplaza a la costa. Un porcentaje muy pequeño de los huevos que son desovados completan el ciclo hasta el estado adulto. Existe una mortalidad natural y por pesca que ocurre en este lapso de tiempo. La duración del ciclo larvario es de 2 ó 3 semanas según la especie (11,31).

Al llegar al estado de post-larvas el animal ya presenta las características morfológicas típicas de un camarón adulto y las corrientes le han aproximado a la costa, entonces entran a las aguas interiores, donde se desarrollan rápidamente, pues encuentran una mayor disponibilidad de alimento, menor salinidad, mayores temperaturas y protección contra los depredadores (31).

Investigaciones recientes han demostrado una marcada influencia del ciclo lunar en la inmigración de post-larvas, es decir, que ya que las fases lunares son responsables directas de las mareas, siendo la mayor cantidad de post-larvas para los períodos de luna llena o en los llamados aguajes (30). Existen tres especies principales en el cultivo de camarón en Guatemala, los cuales son *Litopenaeus vannamei* (camarón blanco), *Litopenaeus stylirostris* (camarón azul) y *Litopenaeus californiensis* (camarón café), siendo cultivadas solamente las dos primeras, pues *Litopenaeus californiensis* se excluye del cultivo comercial debido a su lento crecimiento y a

la elevada tasa de mortalidad en los estanques. Aunque es importante aclarar existen muchas más especies que estas.

La distribución de las especies en las zonas estuáricas está influenciada por varios factores, entre los cuales se pueden citar: la naturaleza del fondo, turbidez, salinidad, temperatura y alimento (31).

Un aspecto importante que es propio de todos los crustáceos es la necesidad de mudar el caparazón cuando crecen, lo cual está influenciado por ciertas hormonas del cuerpo. Conforme se desarrolla el camarón, la periodicidad de las mudas es menor y la misma esta también influenciada por factores ambientales; durante el período de muda el camarón se hace muy vulnerable a una baja disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua y a cambios bruscos en la calidad de aguas (31).

La permanencia de los camarones en las áreas estuarinas dura entre 3 y 4 meses según la especie y las condiciones ecológicas. Después de este período y al alcanzar una talla entre 10 y 13 cm. migran hacia aguas marinas donde alcanzan la madurez sexual, cerrando así el ciclo (31).

### **3.1.2 MORFOLOGÍA DE *LITOPENAEUS VANNAMEI***

#### **3.1.2.1 Caparazón**

Tiene forma rectangular, con un borde superior recto y liso; un borde inferior ligeramente convexo; borde posterior, con una concavidad en la parte dorsal y convexo desde la parte media hacia la parte inferior (43).

#### **3.1.2.2 Rostrum**

Es largo, agudo y sobrepasa el borde anterior de los ojos. Presenta en su borde superior de 7 a 9 espinas, el borde inferior presenta 2 a 3 espinas implantadas a la altura o por delante de la primera espina del borde superior (43).

### 3.1.2.3 Abdomen

Es alargado, con seis segmentos bastante simétricos a excepción del sexto que es más largo que los restantes. En la parte inferior de los cinco primeros segmentos se encuentran los pleópodos. El borde dorsal es convexo y termina hacia atrás con una pequeña espina. El borde inferior es cóncavo y presenta también en la parte terminal una pequeña espina (43).

### 3.1.2.4 Telson

Es de forma fusiforme, y no se notan espinas laterales. Presenta setas desde la parte media hacia atrás, en la cara dorsal se encuentra un surco muy notorio, que recorre desde la parte de adelante hasta la punta del telson. Los urópodos son más largos que el telson, presentan setas en sus bordes interno posterior y parte del externo (43).

### 3.1.2.5 Coloración

Blanco amarillento, puede o no tener pigmentación, antenas de color rojo (43).

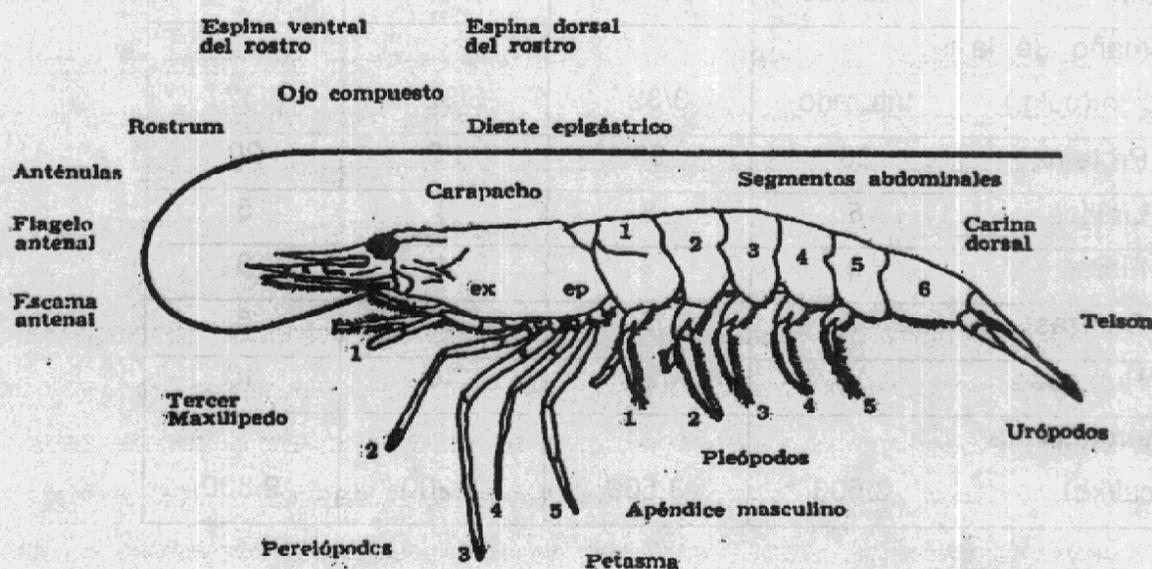


FIGURA 1. Vista lateral de un macho de camarón litopeneido. [Tomado de Generalidades de acuicultura (11)].

### 3.1.3 NUTRICION DEL CAMARON

Es importante que las dietas artificiales del camarón tengan ciertas características:

- Ser nutricionalmente completas
- Estables en el agua
- De tamaño apropiado
- Organolépticamente atractivas (5, 10)

En el cuadro 1, se presenta un cuadro con características del alimento para alcanzar pesos específicos de camarón:

**CUADRO 1. Características del alimento para alcanzar pesos específicos del camarón .**

Fórmulas	Prejuveniles	Juveniles	Crecimiento	Final
Tamaño ideal del camarón(g)	0 – 0.35 g	0.35 – 4.0 g	4 – 18 g	18.0 – 23.0
Forma de la ración	triturado	pellet <sup>1</sup>	pellet	pellet
Tamaño de la ración (pulg.)	triturado	3/32 "	5/32 "	5/32 "
% Proteínas	35	35	25	20
% Lípidos	8	8	6	5
% Fibras	3	3	4	3
% Cenizas	7	7	7	6
% Humedad	10	10	10	10
Energía Bruta (kcal/kg)	3.500	3.500	3.200	2.800

FUENTE. José R. Villalón, 1983 (42)

<sup>1</sup> Pellet. Presentación de concentrado con aspecto de bolita.

### 3.1.3.1 Proteínas

El contenido y la calidad de proteínas en la dieta, es un factor que determina el valor nutricional y el costo de la misma (10).

Estudios en varias especies de crustáceos han demostrado la presencia de proteínas en los jugos digestivos, normalmente se encuentran el mismo tipo de componentes enzimáticos que en los vertebrados, con excepción de una deficiencia en las enzimas del tipo pepsina. Los crustáceos al igual que los peces utilizan las proteínas como fuente de energía, más que las grasas y carbohidratos, por esta razón es importante la relación proteína-energía en las dietas; las combinaciones de alta proteína/baja energía, baja proteína/alta energía, producen mejor crecimiento que alta proteína/alta energía y baja proteína/baja energía (10).

Investigaciones realizadas por Cowey y Forster (1971) , citados por Franco (10), demostraron que para *Palaemon serratus* y *Litopenaeus aztecus*, son esenciales los aminoácidos Lisina, Arginina, Leucina, Isoleucina, Treonina, Metionina, Fenilalanina, Triptófano, Histidina y Valina .

Estudios realizados por Calvin y Brand (1977), también citados por Franco, encontraron que trabajando con *Litopenaeus californiensis*, que 1.5 a 2.0 % y 5.0% de proteína como metionina y lisina, en las dietas de juveniles producen el mejor crecimiento (10).

Para las dietas artificiales de camarones se pueden utilizar diferentes fuentes como lo son: calamar, artemia, proteínas de origen unicelular, pastas de soya, cecio, girasol, harinas de pescado y camarón, gluten de maíz y trigo, entre otros. Se ha observado que las mezclas de ingredientes de origen animal y vegetal dan mejores resultados, aunque la eficiencia con que son utilizadas varía de una especie a otra (10).

### 3.1.3.2 Lípidos

Otra fuente de energía para los crustáceos que usan generalmente bien son las

grasas (10).

El nivel y la composición de los lípidos corporales para el género de *Litopenaeus* varía con la fuente y la proporción de lípidos en la dieta, el ciclo de la muda, con el metabolismo del ovario y la estación. Investigaciones recientes han demostrado que los principales órganos de almacenamiento de los triglicéridos son el ovario y el hepatopáncreas, mientras que el músculo contiene principalmente colesterol y fosfolípidos (10).

Predominan los ácidos grasos omega 3, polinsaturados y los menos frecuentes son los de la familia de linoleico, es decir, omega 6 y linolénico que son los 3, omega 3, lo que sugiere entonces que estos son esenciales. Está comprobado que los crustáceos son incapaces de sintetizar esteroides y ya que éstos están relacionados con los ciclos de vida principales, su presencia es indispensable en la dieta (10).

El colesterol es utilizado como elemento de la estructura celular, pues a medida que se da el ciclo de la muda, aumenta la concentración de colesterol y el peso del camarón. Está comprobado que para el camarón una concentración de 0.5 % de esteroides en la dieta promueve el crecimiento y una mayor del 5 % lo retarda (10).

### **3.1.3.2 Carbohidratos**

Se han encontrado presentes en los jugos digestivos amilasas alfa y beta, maltasa, sacarasa, quitinasa y en algunos celulasas. Los carbohidratos son utilizados como fuente de energía, reserva de glicógeno, en la síntesis de quitina y en la formación de esteroides y ácidos grasos (10).

### **3.1.3.4 Minerales**

Los minerales son importantes en ciertos pasos metabólicos, calcio y fósforo, ya que intervienen en la síntesis del exoesqueleto. Se ha observado que los requerimientos de calcio, sodio y potasio, pueden ser satisfechos por la absorción de agua, pero el fósforo es

necesario agregarlo en la dieta, aunque es importante aclarar que la combinación de calcio: fósforo, ofrece mejores resultados (10).

### 3.1.3.5 Vitaminas

Las vitaminas en combinación con los minerales son importantes para ciertos procesos metabólicos. La adición de mezclas de vitaminas en las dietas han producido un notorio aumento en el crecimiento y sobrevivencia de estos animales (10).

Los crustáceos requieren la mayoría de las vitaminas del grupo B así como las vitaminas C y E. El camarón tiene las enzimas necesarias para obtener vitamina A a partir de precursores (10).

Normalmente las vitaminas son usadas como coenzimas para metabolizar los promotores del crecimiento (10).

Es importante proporcionar a los camarones la dosis adecuada de vitaminas en la dieta, pues el exceso puede ser incosteable y peligroso, por los posibles efectos antagónicos (10).

### 3.1.3.6 Energía

La energía es necesaria para realizar actividades vitales, tales como actividad muscular (trabajo mecánico), funciones metabólicas (trabajo químico), impulsos nerviosos (trabajo eléctrico), etc (10).

La necesidad energética de los animales, en este caso de los camarones, es satisfecha cuando se toma energía de la oxidación del alimento, la cual forma parte del metabolismo de los organismos y la velocidad a la que esta se lleva a cabo depende de la especie, temperatura, edad, condición física, oxígeno disuelto, dióxido de carbono, el pH y la edad (10).

Los requerimientos energéticos para los camarones del género *Litopenaeus*, fluctúan según la especie, pero los valores están entre 3.0 y 4.7 cal/gr de energía total(10).

### **3.1.4 PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CAMARON EN CULTIVO**

En Guatemala el camarón en cultivo se ve afectado por distintos agentes patógenos:

- Protozoos
- Nematodos
- Bacterias intracelulares
- Bacterias del género vibrio
- Virus

Actualmente, se considera que los agentes patógenos son parte de los obstáculos para el desarrollo de la camaronicultura, siendo los virus los que tienen hasta el momento mayor relevancia (27).

Se conocen 14 virus que afectan mundialmente a los camarones del género *Litopenaeus*. Aunque en Guatemala, en muestreos realizados entre el 4 de octubre de 1996 al 5 de septiembre de 1997 se había reportado la presencia de sólo dos de ellos, siendo éstos el virus del Síndrome de Taura (TSV o ST) y el virus Infeccioso Hipodémico Hematopoyético Necrotizante (IHHNV). Recientemente, en la sector camaronero se ha detectado la enfermedad conocida como White Spot o Mancha Blanca (WSV) reportada en los primeros meses de 1999 (febrero-marzo), la cual es una potencial amenaza para la industria (27).

Para Guatemala, el virus del Síndrome de Taura es el de mayor importancia económica, pues afecta en gran manera el cultivo del camarón blanco (*L. vannamei*), que es la especie más cultivada en el país. El virus de IHHNV, afecta levemente al camarón blanco (*L. vannamei*) pero es muy dañino para el camarón azul (*L. stylirostris*) (27).

### **3.1. 4.1 Síndrome de Taura (ST)**

#### **A. Historia del Síndrome de Taura**

El nombre de este virus, Síndrome de Taura (TSV), le fue dado luego que fue reconocido por primera vez a 25 kms al sur del Golfo de Guayaquil (Ecuador) en una región llamada Taura. Este virus apareció en el año de 1992, causando mortalidades hasta del 80 – 90 % en algunos estanques; aunque es importante aclarar que su efecto era limitado a la región del Río Taura inicialmente (27).

En un principio se pensaba que la degradación del ambiente era un factor importante y se atribuía su origen al efecto de dos funguicidas sistémicos, los cuales son conocidos comercialmente como Tilt y Calixin, pero en abril de 1993 fue reconocido por primera vez como un virus (27).

#### **B. Signos clínicos**

La enfermedad se caracteriza por camarones que muestran extremo letargo y músculos opacos en el abdomen. Los camarones más pequeños, entre 0.10 a 5.0 gramos de peso promedio, pueden registrar alta mortalidad. El Síndrome de Taura afecta en mayor proporción entre los 14 – 40 días después de la siembra de post-larvas, aunque vale la pena aclarar que los camarones grandes también pueden ser afectados, pero en menor proporción (9,22).

### C. Patología

Una de las características patológicas es que los animales infectados externamente muestran los cromatóforos expandidos en los urópodos y el telson, dando una apariencia rojiza al animal (9).

Los animales que están infectados se observan débiles, presentan un movimiento natatorio anormal, intestino vacío y exoesqueleto blando (9,22).

Al realizar un corte histológico se encuentran áreas multifocales de necrosis en el epitelio cuticular, las cuales tienen lesiones con abundantes cuerpos de inclusión citoplasmática (22).

Los camarones que sobreviven a esta infección presentan manchas negras en el exoesqueleto parecidas a las presentadas por las infecciones bacterianas. Los camarones que sobrepasan los cinco gramos generalmente sobreviven y crecen normalmente (9).

### D. Distribución geográfica y diseminación

El Síndrome de Taura (TSV) fue identificado por primera vez en el Ecuador -en la región de Taura-, a mediados de 1992, pero estudios anteriores muestran que el TSV existía en por lo menos una granja de la región de Taura (septiembre de 1991); además existen registros más tempranos de granjas de *L. vannamei* en Colombia. Las epidemias de TSV se han desarrollado en Perú, Colombia, Honduras, El Salvador, Brasil, Estados Unidos y Guatemala. Para mediados de 1996 la enfermedad ya estaba presente en casi todas las regiones del cultivo en América (9).

Hasta el momento no se han investigado a profundidad los medios por los que el TSV se disemina, aunque algunas observaciones realizadas en estudios de camarones infectados indican que el TSV se propaga cuando los camarones moribundos son comidos por camarones sanos. También se atribuye la transmisión de dicho virus a insectos acuáticos

como *Trichorixia reticulata*, pues dicho insecto se alimenta de post-larvas infectadas y lleva la infección a otros estanques (9).

Las gaviotas, en especial *Larus articilla* también podría ser un vector potencial del virus, ya que análisis realizados en Texas han encontrado trazas de TSV en las heces de esta ave (9).

Otros posibles vectores podrían ser micro y macrocrustáceos, otras especies de insectos, roedores y serpientes (deposiciones fecales), aunque es importante aclarar que estos animales no han sido estudiados a cabalidad y su posible participación en el desarrollo de la epidemia es puramente especulativa (9).

### E. Impacto económico

En 1992 y 1993, fue cuando el Virus del Síndrome de Taura se mostró como una grave epidemia zoológica de *L. vannamei*, diseminándose por todas las regiones del cultivo en América. Se calcula que *L. vannamei* representó el 90% de la producción Latinoamericana (15 al 20% de la producción mundial), siendo el TSV el responsable de la alta tasa de mortalidad del camarón blanco, causando así serias pérdidas al sector camaronero de Latinoamérica, pérdidas que podrían exceder a los dos billones de dólares.

**CUADRO 2. Impacto de Virus de Síndrome de Taura (TSV) en la sector camaronero de América, 1992 - 1996 (millones de US \$).**

PAIS	1992	1993	1994	1995 - 96	SUBTOTAL
Ecuador	200	400	400	100	1,100
Honduras	0	0	64	40	104
Colombia, Perú, Brasil, Guatemala	0	10	30	10	50
México	0	0	0	25	25
Estados Unidos	0	0	3	20	23

FUENTE: Luis Arboe Florán, 1998 (9)

### **3.1.5 EL USO DE ESTIMULANTES NO ESPECÍFICOS PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES EN ESPECIES DE CAMARÓN DE INTERES COMERCIAL**

Los crustáceos, aunque antiguos desde el punto de vista evolutivo, tienen un relativo sistema sofisticado de inmunidad, bastante limitado que los protege de forma muy efectiva de daños y enfermedades.

Los estudios de los mecanismos internos de defensa de los crustáceos empezaron a finales de los años '80, aunque no ha existido un esfuerzo continuo para el estudio del sistema de inmunidad de ningún grupo. Los estudios de crustáceos más amplios son los referentes a langostas (*Homarus americanus*) y cangrejos (*Astacus astacus*). Sin embargo, en los últimos años se ha incrementado gradualmente el interés en inmunología de peneidos y se han publicado algunos buenos informes (33, 37).

#### **3.1.5.1 Vacunas en crustáceos**

Está ampliamente entendido que el problema número uno que impacta las ganancias del cultivo del camarón son las enfermedades. A pesar de esto, se han hecho esfuerzos relativamente pequeños hacia la comprensión sobre la naturaleza del sistema de inmunidad de peneidos y el desarrollo de herramientas para explotar su sistema de inmunidad. Desafortunadamente, a pesar de este aspecto, no ha habido un esfuerzo concertado para desarrollar "vacunas". Hay varias razones para esto. Quizá el relato más importante para la naturaleza del sistema de inmunidad de los crustáceos y las causas de sus problemas de enfermedad. Su sistema de inmunidad es relativamente primitivo comparado con el de los peces (que son relativamente primitivos cuando se comparan con mamíferos) ya que estos tienen un sistema inmunológico que está dividido en dos componentes, las respuestas inmunes humorales y celulares (30).

Un contraste muy importante de las respuestas de inmunidad humoral en estos animales superiores es la especificidad. Cuando un animal está siendo invadido por un potente patógeno, o cualquier otro material no propio, se inicia una serie de eventos complejos que da como resultado

la generación de proteínas, referidas como anticuerpos, los cuáles están diseñados para reaccionar solo con los materiales que ellos han elaborado para su defensa. Estos anticuerpos pueden actuar en muchas formas y su presencia es esencial para otros tipos de plaquetas útiles para ingerir material extraño (como referencia fagocitosis) así como para eventos de movimiento que resulta en la ruptura y muerte de los patógenos. Este es un mecanismo complejo con comunicación vía diferentes hormonas que tienen lugar entre diferentes tipos de plaquetas. En la respuesta celular, las plaquetas ingieren o tragan y destruyen material extraño, en esencia atacando a el material extraño. La inmunidad celular está basada extensamente en células y la inmunidad humoral está basada en la actividad altamente específica de componentes solubles que operan extracelularmente (30).

Los detalles de estos sistemas no están bien caracterizados en peneidos. Algunos factores que son parte del sistema inmunológico en crustáceos se detallan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 3. Principales componentes del sistema inmunológico del camarón**

Sistema Inmunológico Impulsor	Factor
Celular	Fagocitosis
	Encapsulación
	Coagulación
	Formación de grumos
Celular / Humoral	Profenoloxidasa / melanina
Humoral	Bacteriocidinas naturales
	Hemaglutinación natural tal como anti LPS y beta 1-3 glucano receptor de proteínas.
	Inducción de lectinas (hemaglutinas, opsonización, sustancias presente en las bacterias de la sangre) y bacteriocidinas.

FUENTE: Stephen G. Newman, 1993 (30)

Aunque hay alguna evidencia para la especificidad parcial de la respuesta de inmunidad en algunos crustáceos, la respuesta de inmunidad, para la mayor parte, se cree es ampliamente de naturaleza no específica (33, 37). Los crustáceos no producen anticuerpos, aunque ellos sí producen una amplia variedad de factores humorales no específicos que son bacteriolíticos (involucrados en o responsables de la lisis de bacterias).

El primero entre estos son las lectinas, una clase de proteínas que se unen exclusivamente a los carbohidratos. Estas lectinas actúan en un sin fin de formas, uno de ellos parece ser como un abrigo invadiendo los organismos, haciéndolos fácilmente fagocitados. En apariencia, a pesar de la relativa naturaleza filogenética primitiva de los crustáceos, ellos han desarrollado una compleja y efectiva serie de mecanismos para la eliminación de patógenos (36, 37).

### **3.1.5.2 Respuestas de Inmunidad no Específicas**

La respuesta de inmunidad no es muy específica asumiendo que la exposición hacia ciertas clases de compuestos derivados de bacterias y hongos puede resultar en un rango de protección bastante amplio. Esta ausencia de especificidad hace el uso del término vacunación en referencia a crustáceos pero está considerado como una mal uso de ese nombre. La mayoría de la información publicada sugiere que los crustáceos, especialmente camarones, no pueden ser realmente vacunados en el contexto clásico de la palabra, y que su respuesta de inmunidad es más general en la naturaleza cayendo en la categoría de una respuesta de inmunidad no específica (29).

A partir de que los crustáceos, notablemente los camarones, son afectados por una amplia variedad de organismos patógenos, no es viable ni necesario desarrollar "vacunas" con patógenos específicos para ellos (con una notable excepción si se trata de langostas). Adicionalmente, los camarones son criados a menudo en ambientes que conducen al desarrollo de una enfermedad. Aguas de baja calidad y bajos niveles de oxígeno disuelto, combinados con elevadas cargas de bacterias con alto potencial de patogenicidad, pueden hacer que sea difícil alcanzar el éxito en inmunostimulación en muchos ambientes de crianza. Solamente al manejar estas variables ambientales se puede lograr darle una oportunidad de éxito a los inmunostimulantes. La experiencia a la fecha, sugiere que la "vacunación" no siempre resultará en una protección, especialmente si los animales que están siendo inmunizados están estresados o enfermos (29).

A la fecha solamente está comercialmente disponible una vacuna para la prevención de enfermedades en crustáceos. Se usa para prevenir una infección específica en cultivos comerciales de langostas. Un número extenso de vacunas han sido probadas para la protección de camarones en contra de enfermedades bacterianas – específicamente vibriosis –.

Éxitosamente la inmunización por las vías de inmersión, inyección y oral han sido observadas en varios escenarios de vida. Desafortunadamente, han habido pocas publicaciones de las observaciones (30).

Ha habido un gran número de reportes en forma de anécdotas documentando la exitosa inmunización en camarones en varios escenarios de vida en conjunto con un poco de observaciones publicadas. Esto ha proveído evidencia prometedora en cuanto a que el camarón de cultivo sí puede ser protegido exitosamente en contra, por lo menos, de vibriosis (30).

### 3.1.5.3 Dos Fases

Los esfuerzos para proteger al camarón de enfermedades pueden ser divididos en dos fases, la fase de crianza y la fase de crecimiento. Es extensamente distinto que en una crianza normal fijar una única inmunización y creer que conferirá una protección duradera. Las estrategias de inmunización deben ser vistas en forma de que le permitirán a los animales ser inmunizados tanto en la fase de crianza como en la de crecimiento. En el curso del desarrollo de los inmunocestimulantes para camarones, hay evidencias de una exitosa inmunización por inmersión en la crianza en varios escenarios de vida, es posible estableciendo rangos desde fases de zoea hasta postlarvas bastante jóvenes. Los niveles de protección observados son variables, aunque existe información que indica que los incrementos en la sobrevivencia pueden ser tan altos como tres veces el incremento entre los testigos y los vacunados. Para la fase de crecimiento, la información sugiere que la inmunización a niveles de postlarvas de 15-20 potencialmente puede resultar en un beneficio positivo duradero. Las principales conclusiones que pueden plasmarse de los reportes publicados es que los animales adultos pueden ser inmunizados por varias rutas de exposición de las "vacunas", y que estas vacunaciones dan como resultado la protección en contra de estímulos por organismos virulentos y otros que no están presentes en las vacunas (30).

Cuadro 4. Métodos de inmunización

Ruta	Pros	Contras
<b>Inyección</b> Por lo general 0.1 a 0.5 ml por pez dentro de la cavidad del cuerpo.	Altos niveles de protección. Muy económicos para peces grandes. Permite un administración lista de adyuvantes.	Labor muy intensiva. Los peces individualmente deben ser manejados en condiciones de estrés.
<b>Inmersión</b> Baño a corto plazo en una dilución de 1:10 a 1:100 por un tiempo de 20 a 120 segundos.  Baño más largo de 1:100 a 1:1000 por 2-30 min.	Altos niveles de protección. Método usado ampliamente. Permite la inmunización <i>in situ</i> en mínimas criaderos, tanques de suspensión, vasos de transporte y redes. Muy bajo estrés.	Los peces y crustáceos deben ser acarreados. Intensiva labor. Las limitaciones de unidades de volumen por peso hacen que sea no económico.
<b>Rociado (derramado)</b>	Altos niveles de protección. De tres a diez veces el impuesto por unidad de inmersión. Existencia de tecnología semiautomática.	Los peces y crustáceos deben ser acarreados. Labor intensiva. Se requiere maquinaria especializada.
<b>Oral (por alimentación o por la boca)</b>	No se requiere de acarrear peces. No se requiere de acarreo de vacunas o maquinaria.	Niveles de protección variables. Probablemente mejor como secundario o una ayuda de vacunación.

FUENTE: Stephen G. Newman, 1993 (30)

Desafortunadamente, la mayoría de estas rutas de inmunización no son viables en un ambiente comercial ya que los camarones no pueden ser acarreados una vez están en los estanques de crecimiento. Las aplicaciones orales se requieren asociadas con un gran número de obstáculos técnicos (30).

Aún existe mucho trabajo por hacer para determinar cuales son las rutas óptimas para el desarrollo de vacunas y cual es el mejor escenario de vida para inmunizar. Ninguno puede esperar ver pronto una variedad de formulaciones que provean altos niveles de inmunización no específica disponible en el mercado (30).

### 3.1.5.4 Estudios en camarón

En general, el término vacunación es caracterizado por tres factores muy importantes:

- Especificidad
- Duración a largo plazo
- Memoria

Toda la información publicada a la fecha, sugiere que si bien ha de haber alguna especificidad en la manera en que los crustáceos responden a la presencia de materiales extraños, es en el mejor de los casos muy extenso (33, 37). Los pocos estudios controlados que han sido reportados en el laboratorio, muestran que el efecto protector en camarón, si esto puede ser nombrado así, no es lo suficientemente duradero como para permitir una exposición única para proteger al animal en su ciclo de vida. Algunos estudios de base en laboratorios han mostrado que la respuesta dura por lo menos de seis a ocho semanas. Esto podría ser suficiente para proveer en forma indirecta larga vida de beneficio para los animales. No existe evidencia directa en los laboratorios de sostener que una única exposición conferirá protección de largo plazo, aunque un gran número de estudios de campo ha demostrado que una sola exposición puede tener beneficios de larga duración. Tampoco existe evidencia directa que los camarones tengan un sistema inmune que sea capaz de conservar en memoria la exposición a un material extraño. En los vertebrados, esto ocasiona la producción de clases específicas de plaquetas con la única tarea de cambiar la respuesta de inmunidad en forma acelerada cuando son expuestas a materiales que han visto antes. Estas son áreas de continua investigación y eventualmente lo referente a cómo es la respuesta de los camarones a los patógenos será mucho mejor caracterizada (30).

Clásicamente, las vacunas son preparadas de patógenos específicos para proteger contra enfermedades específicas. Los animales marinos, específicamente los peces, son expuestos en rutas variadas; inyección, oral, inmersión o rociadas (29). Para probar la capacidad de protección de las vacunas en contra de enfermedades específicas que provocan ciertos organismos, los animales vacunados son expuestos a los patógenos virulentos, de los que las vacunas han sido preparadas y la capacidad relativa de los animales controlados a sobrevivir a la exposición, comparados con animales tratados. Aunque es posible hacer esto en el laboratorio con

camarones, la confirmación en el campo es difícil. Los camarones son afectados por una miríada de enfermedades y variables ambientales que a menudo hacen difícil atribuir la mortalidad de una población a un patógeno en particular. Por esta razón, las observaciones en el campo en cuanto al incremento de la sobrevivencia debida al tratamiento que pretenden las sustancias que aumentan la inmunidad; a veces no pueden ser exactamente documentadas, debido al decremento actual en la incidencia de una enfermedad específica.

Por lo menos tres componentes son conocidos responsables de inducir inmunidad no específica en peneidos. Estos componentes se listan en la Cuadro 5. La premisa relativa de cada uno de estos componentes todavía tiene que ser determinado. Existe evidencia que sugiere que todos ellos no actúan específicamente pero que la especificidad de las lectinas, aunque extensas en la naturaleza, puede tener conexión con el tipo de carbohidrato usado para inducirlos. Los carbohidratos de las bacterias gram negativas, podrían ser mejores al inducir lectinas en contra de bacterias gram negativas luego las paredes celulares de levaduras o de bacterias gram positivas.

**Cuadro 5. Componentes conocidos para obtener respuestas de inmunidad no específicas en peneidos**

Compuesto	Fuente
Glucanos	Pared celular de hongos y algas
Peptidoglucano (PG)	Pared celular de bacterias gram positivas
Lipopolisacaridos (LPS)	Pared celular de bacterias gram negativas

FUENTE: Stephen Newman, 1993 (30)

Algunos reportes de los resultados del trabajo hecho con los Lipopolisacaridos o LPS de bacterias gram negativas en peneidos se detallan a continuación. Las bacterias gram negativas, fundamentalmente las especies de *Vibrio*, son una causa principal de mortalidad bacteriana en las especies cultivadas comercialmente (26). También son a veces patógenos secundarios, matando animales que han sido debilitados por otros patógenos o por cuestiones ambientales. Por esta razón, han sido objeto de mayor publicación.

Los primeros reportes de "inmunización" de peneidos son los de Crowder (4) que reportó el tratamiento de post larvas de *P. stylirostris* por el Dr. Don Lewis de Texas A & M. Sus estudios de campo mostraron un incremento del 8-10% en la producción de dos grupos fuera de 16 grupos

tratados. Cuando los animales tratados fueron regresados al laboratorio y estimulados, los animales testigos murieron por exposiciones de 5000 bacterias/ml; mientras que esto tomó 100 veces más del nivel para matar a los animales tratados. La naturaleza no específica de esto fue demostrada por la observación que en *P. aztecus*, expuesta a *Vibrio anguillarum*, fue producida una bacteriocidina inducible con afinidad por una variedad de bacterias gram negativas.

Lewis y Lawrence, en 1983 reportaron los resultados de experimentos en donde post-larvas 6 - 7 de *P. setiferus* fueron expuestos a una bacteria por 30 min., antes de ser almacenados. Después de seis semanas fueron cosechados, pesados y un pequeño subgrupo fue estimulado por inyección con *V. alginolyticus*. La media en pesos para los grupos tratados fue 7.9, 11.5 y 11.7 gr/camarón contrastado con 4.1 y 7.2 para los testigos. La dosificación requerida de bacterias para matar 50% de los animales tratados en 48 horas fue acerca de 20,000 bacterias contrastadas con solo 11 requeridas para matar a los testigos. Observaron que los animales tratados también tenían altas dosis de aglutinaciones, como lectinas, resaltando dos especies de bacterias gram negativas y no bacterias gram positivas.

A finales de 1980, se reportaron informes adicionales sobre el efecto de la exposición de penicidos a la pared celular de bacterias gram negativas, específicamente de las especies de *Vibrio*. En 1989, Itami *et al.* (17) notó que la exposición con formalina de 20 camarones *P. japonicus* mató especies de *Vibrio* incluso hasta por inyección, inmersión y rociados con estimulantes; luego los resultados subsecuentes de aumento en la sobrevivencia medida 30 días después de la exposición al bacterín (producto utilizado). Aunque los tamaños de sus muestras eran muy pequeñas, los experimentos fueron realizados en replicas y las diferencias se determinaron como estadísticamente significativas. La exposición por inmersión por un período de una hora en una dilución de 1:100 resultó con la más alta sobrevivencia 62.4% contrastado con 21.1% para el testigo.

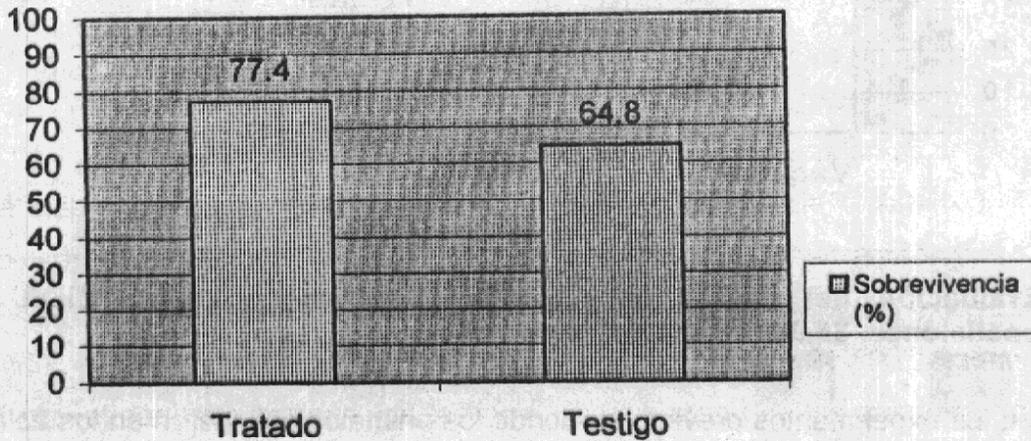
En 1990, Song *et al.* (39) reportó observaciones con un bacterín preparado a partir de *Vibrio vulnificus*, molido dentro de alimento artificial a 0.1%. Se observó que cuando se alimentó a *P. monodon* (post-larvas 30) tres veces diariamente, por un período de tiempo extenso, hubo un incremento en la relación de crecimiento en contraste con una única exposición por inmersión en post-larva 15. No se observó protección en inyección ni en estímulos flotantes. En 1991, Song *et al.* (39) repitió la porción de inmersión de la prueba y notó un efecto estimulante en el crecimiento

de un único tratamiento en post-larva 13, aunque los animales habían sido expuestos a una dilución de 1:10 del bacterín, se considera una dilución no práctica para la mayoría de criaderos. Su análisis de protección falló por razones técnicas. Los estímulos pueden fallar por muchas razones junto a la escasez de un efecto de protección (observaciones personales de Newman). Esto incluye la ruta de exposición al patógeno, la virulencia del patógeno y todas las condiciones del animal que está siendo estimulado.

Itami *et al.*, en 1991 (18), alimentó con células muertas de *Vibrio* a larvas de *P. monodon* y encontró diferencias significativas en la sobrevivencia entre los alimentados y el grupo testigo. Estos animales no fueron estimulados artificialmente. Con una concentración tan bajo como 0.05% en peso seco de células bacterianas en la dieta, se observó una diferencia significativa en la sobrevivencia entre los animales alimentados y el testigo (39% versus 19.5%). Además, ellos notaron que había un aumento significativo en el número de sobrevivencia del estadio larval mysis de los grupos tratados. Este beneficio fue especulado debido tanto a la provisión de algún suplemento nutricional importante provisto por las bacterias muertas o por la activación de mecanismos de defensa.

En 1992, Itami *et al.* (19) fomentó sus observaciones en la habilidad de que los *P. japonicus* tratados con una suspensión inactiva de formalina de especies de *Vibrio* podían resistir un estímulo artificial. Al poner en inmersión a 15 animales gram negativos en una dilución de 1:100 por cinco horas, observaron un aparente incremento significativo en la sobrevivencia 50 días después de que los animales fueron estimulados. No se proporcionó análisis estadístico. Más adelante, examinaron este fenómeno (20) y notaron que una variedad de preparaciones eran "protectivas" y que este material estaba en las células del caldo de cultivo siendo estable al calor (como LPS).

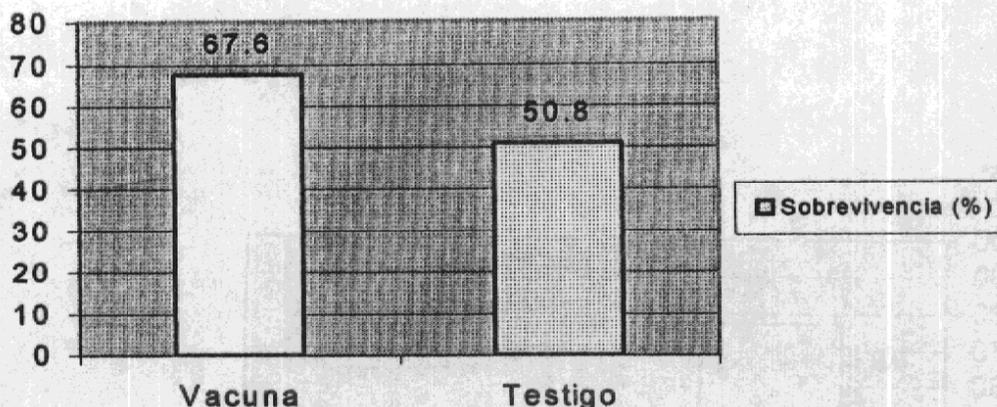
En 1992, Laramore (25) reportó en sus resultados de campo, estudios basados en que las post larvas de *P. vannamei* fueron expuestas a una suspensión neutra de formalina de *Vibrio*. La sobrevivencia fue seguida a través de la fase de precriadero y la cosecha subsiguiente. Las relaciones de sobrevivencia diferenciales se representan en la siguiente figura:



**FIGURA 2.** Estudios de precriadero de *Litopenaeus vannamei*, 36 días post- tratamiento. Cuatro repeticiones; 600,000 animales / acre.

El promedio de sobrevivencia en cuatro repeticiones fue de 77.4% para animales tratados y 64.8% para los testigos. Esto es una diferencia de 12.6% o de casi el 20% de en la producción (lbs/acre) en los grupos tratados. Las diferencias observadas en la sobrevivencia no fueron aparentes en la cosecha (116 días post tratamiento) después de cultivados en los estanques a 41,000 por acre, con sobrevivencias en ambos grupos siendo la mitad 80 %. Si el beneficio del tratamiento podría ser atribuido hacia un impacto en la enfermedad, entonces altas sobrevivencias pudieron haber mostrado tendencias a no prestarse y ver un beneficio; no hubo problemas de enfermedad que el tratamiento pudo haber protegido a los animales de organismos en su contra. Sin embargo, el incremento en el rendimiento persistió en los estanques que contenían a los animales tratados desplegando un 17% de mucho mayor rendimiento.

El Dr. Laramore también reportó en los resultados de pruebas hechas en cooperación con el Ministerio de Desarrollo Agrícola de Panamá, en donde las post-larvas tratadas fueron directamente preparadas. Estos resultados se representan en la figura 3.



**FIGURA 3. Evaluación del cultivo de *Litopenaeus vannamei*, Estudio MIDA. Cuatro repeticiones, 35,000 animales / acre.**

Distintos a los experimentos previos, en donde los animales estuvieron en los estanques de precriaderos antes de la preparación o cualesquiera diferencias en la sobrevivencia entre los testigos y los grupos tratados desaparecieron en los estanques de crecimiento, hubo un incremento significativo en la sobrevivencia entre los grupos tratados hasta la cosecha. Hubo un 17% de diferencia entre los grupos y un 33% de incremento en la sobrevivencia. Las producciones de los animales tratados también fueron arriba del 40%.

En la mayoría de los estudios de campo aquí descritos, el impacto de estos tratamientos en la actual incidencia de la enfermedad puede ser solamente especulada hasta que no se tenga hecho un diagnóstico para determinar si alguna de las diferencias podrían relacionarse con la incidencia de la enfermedad. Sin embargo, existe una pequeña duda de que los incrementos de la sobrevivencia fueron estadísticamente significativos. Estas observaciones sugieren que se confirma algún beneficio en los animales tratados. El consistente incremento en las producciones podría ser atribuido a un conjunto general de resistencia en aumento hacia la enfermedad o hacia otros factores desconocidos. La observación respecto a cuando las sobrevivencias fueron altas, así como que no ocurrieron los incrementos en la sobrevivencia y que cuando las sobrevivencias fueron bajas hubo un incremento significativo en las mismas, indica que es similar a las observadas en experimentos subsecuentes reportados por Newman *et. al.* (30)

Newman *et al.*, reportó observaciones similares con alta densidad de material con *Vibrio*. Los animales fueron tratados con altas diluciones del material altamente concentrado y fue observado durante la fase de precriadero. Los resultados se señalan en las figuras 4 y 5.

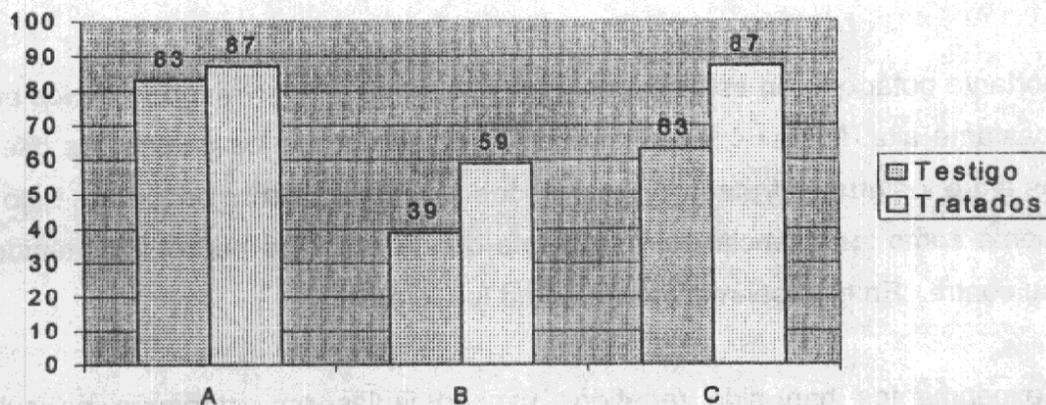


FIGURA 4. Prueba de precriaderos en Honduras. [Fuente: Stephen Newman (29)].

Los experimentos desarrollados en la figura 4, tomaron lugar en dos hectáreas de estanques de precriaderos preparados con altas densidades, 200-300 post-larvas/m<sup>2</sup>. Estas observaciones se hicieron en cerca de 50 días post-preparación (tratamiento). La diferencia promedio en sobrevivencia observada en los grupos tratados fue de 14.7% con un incremento del 21%.

La figura 5 muestra los resultados de otro estudio en estanques de precriaderos.

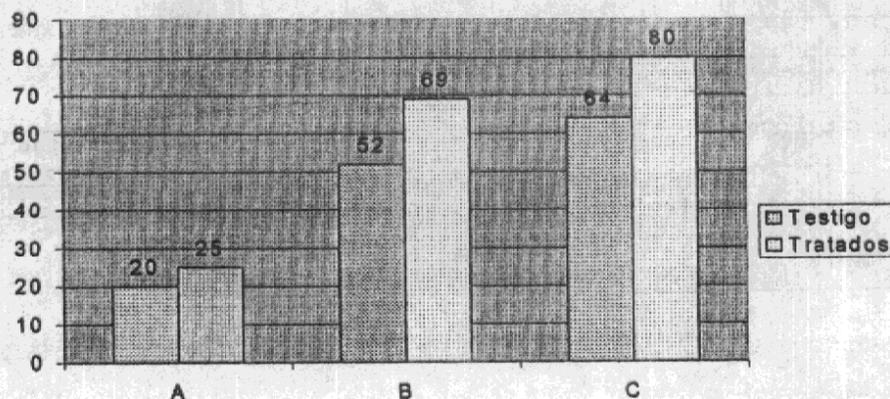


FIGURA 5. Pruebas de precriaderos en Honduras. [Fuente: Stephen Newman (30)].

Estos resultados fueron de un precriadero localizado en un reservorio final hecho 28 días post preparación. Descontando el grupo con baja sobrevivencia, (todavía había un incremento en la sobrevivencia) había una diferencia promedio de 8.5% y un incremento en la sobrevivencia de 42%.

Es importante notar que en estos experimentos, cuando la sobrevivencia de los animales no tratados fue bastante alta, figura 4, experimento A y C, en uno de los grupos, las diferencias en sobrevivencias entre los grupos tratados y no tratados fue relativamente pequeña. Esto puede ser tomado en cuenta como la ausencia a un problema que el producto pudo haber tenido como un beneficio en su contra. En el experimento B, este no fue el caso.

Estos experimentos han sido repetidos usando jaulas en estanques de cultivo y los resultados se detallan en la figura 6 (observaciones no publicadas). Se examinaron dos sitios, con diferencias de sobrevivencias en un sitio del 28% y de 8% en el otro.

Este material también ha sido probado extensamente en *P. monodon* con indicaciones de que en el corto plazo, la sobrevivencia en la crianza está realzada además de haber demostrado un incremento en la resistencia a la enfermedad (observaciones no publicadas). Las pruebas han sido conducidas en India y Tailandia.

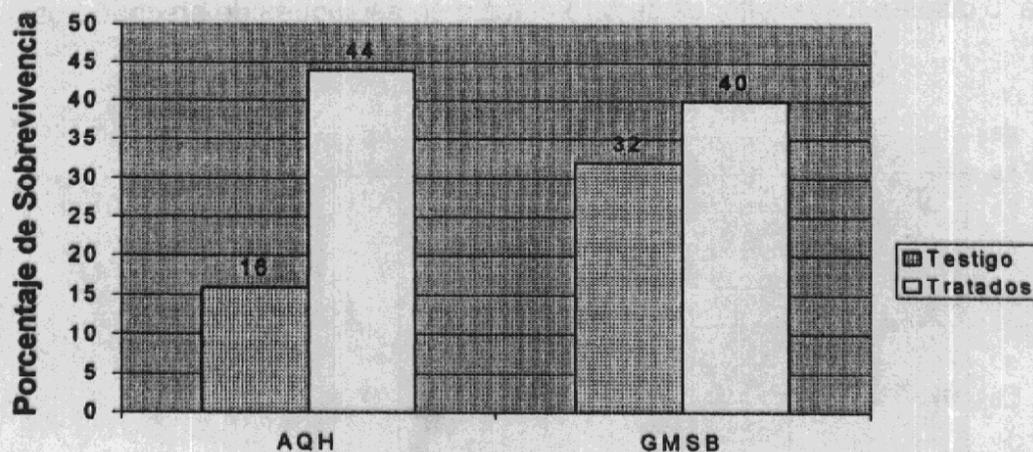


FIGURA 6. Estudio de jaulas, 1995. [Fuente: Stephen Newman (30)].

Los datos de Laramore y Newman *et. al.*, las observaciones de Itami, Song, Lewis y Crowder demuestran que el tratamiento con LPS puede tener beneficios significativos en la sobrevivencia y crecimiento, además consideran que esto es un efecto reproducible. A partir de que los datos en los estudios de Laramore y Newman fueron todos estudios de campo con ninguna corroboración de que la enfermedad era responsable de las diferencias observadas, no puede estar condicionado que el beneficio fue a partir de una susceptibilidad decreciente de la enfermedad. Solamente los estudios controlados bajo condiciones de laboratorio responderán estas preguntas. Aunque por último la ejecución en el campo es mucho más importante que los resultados experimentales basados a nivel de laboratorio.

Está claro que la exposición de los camarones a LPS puede tener un efecto benéfico en términos de incremento en la sobrevivencia y producción altas. Las observaciones no publicadas han demostrado que las post-larvas tratadas en la crianza sobreviven al brote de *Vibrio* y esto se reitera en repetidas observaciones en el campo. Las observaciones en el laboratorio de Itami corroboran estos descubrimientos y sugieren que el beneficio puede persistir por 50 días o más. Esta duración también ha sido confirmada por estudios de campo. La naturaleza exacta del beneficio observado en los estudios de campo aquí descritos, no han sido científicamente explicados aunque existe la evidencia para apoyar la hipótesis de que el beneficio puede ser debido a un incremento en la resistencia a la enfermedad o posiblemente a la provisión de uno o varios nutrientes que no han sido identificados. Indiferente a la causa actual por el efecto, esto es real.

El ambiente en donde los camarones se cultivan es uno bastante complejo que se impacta por muchos factores diferentes. Algunos de estos pueden afectar negativamente en el sentido de que puede existir algún impacto positivo en un único tratamiento. Sin embargo, el beneficio costo es sustancial con tratamientos únicos, siendo en pocas centésimas de un centavo por animal. El rol de los productos basados en LPS en procedimientos de operación estándar en crianza, se dirige a las facilidades del cultivo y maduración. Habrán algunas variaciones en cuanto a lo bien que estas herramientas trabajan, pero en la larga carrera existe una pequeña duda de que su uso conferirá un beneficio consistente. Su uso está en relativas mantillas y todavía queda más trabajo por hacer para optimizar su uso.

### 3.1.6 PROBIOTICOS

Los probióticos consisten una mezcla de bacterias en un líquido en suspensión, el cual fue desarrollado para usarse en sistemas de producción. Históricamente, estos productos han sido utilizados principalmente en producciones animales para promover mejores crecimientos, conversiones alimenticias, salud y limitar la exposición a la susceptibilidad patógena. El inoculo bacterial puede mejorar la calidad del agua y suelo en los estanques donde las comunidades bacteriales naturales no son adecuadas. Algunos probióticos contienen productos adicionales con enzimas extracelulares que pueden improvisar la calidad de agua y suelo en situaciones donde hay escasez de producción natural, de actividad microbial de enzimas extracelulares. Acuicultores asiáticos y europeos han aprovechado las bacterias probióticas como un producto y herramienta medica preventiva en acuicultura, pero su uso en Estados Unidos y Latinoamérica en los cultivos marinos ha sido restringido debido a limitaciones de disponibilidad y metodología (24). Algunos estudios con probióticos en diferentes cultivos de especies importantes de acuicultura se citan a continuación.

Algunos peces y larvas de crustáceos fueron criados en sistemas de cultivos cerrados y alimentados con dietas artificiales. Estos peces fueron cultivados en agua fresca (dulce), mientras los crustáceos fueron cultivados en agua salada, a una salinidad de 30 ppt., cuatro tanques para cada especie, fueron tratados diariamente con el probiótico mezclado en 10 ppm., mientras cuatro de los otros tanques fueron dejados como testigos. Semanalmente se monitoreo en el agua la materia orgánica, sedimentos, amonio, nitritos, nitratos y nitrógeno total. La sobrevivencia de los peces y crustáceos fue significativamente mejor en los tanques tratados, esta mejora en la producción fue correlativa, pues se debe a la reducción de materia orgánica y amonio observada en los tanques tratados. Un programa de monitoreo bacteriológico fue dirigido en los cultivos de crustáceos y semanalmente se realizaron conteos totales de bacterias suspendidas en columnas de agua: Trypticase soya agar (TSA) y tiosulfato bilis-citrato-sal (TCBS) agar. Los conteos totales de bacterias no fueron diferentes bajo los diferentes tratamientos. Sin embargo, las concentraciones de vibrio fueron reducidas significativamente en cultivos tratados con el probiótico comparado con los testigos (7).

El experimento con crustáceos fue repetido, pero esta vez los ocho tanques completos fueron inoculados con una clase de vibrio patógena (en una concentración final de 100,000

células en 0.1 ml). El patógeno fue agregado tan rápido como los crustáceos fueron transferidos a su tanque. La mezcla de probiótico fue agregada diariamente a cuatro de los tanques en 10 ppm. Conteos de vibrio en columnas de agua fueron significativamente reducidos en los tanques tratados comparados con los testigos y la mortalidad de los crustáceos fue significativamente más alta en los testigos que en los tanques tratados (7).

El uso de la mezcla de estas bacterias (probióticos) mejoró la calidad del agua en los cultivos de peces y crustáceos reduciendo las concentraciones de materia orgánica y amonio. Este procedimiento fue llevado por una serie de procesos enzimáticos que ocurrieron en sucesión por diferentes clases presentes en la mezcla de probióticos. La adición de la mezcla al sistema de cultivos redujo la concentración de las clases de vibrio y así fueron controladas las enfermedades causadas por las especies de vibrio probadas. Pruebas "in vitro" han demostrado que algunas de las clases en la mezcla tienen un efecto inhibitorio directo en el desarrollo del vibrio patológico probado. Además, un par de clases de bacillus presentes en la mezcla de probióticos fueron aislados de la capa viscosa de un pez y caracterizados por sus productos viscosos, estos productos viscosos han sido utilizados para proteger a los peces de bacterias patológicas y hongos presentes en el agua (7).

Algunas de las bacterias inoculadas probadas en la Universidad de Auburn tuvieron una pequeña influencia en la calidad de agua y suelo del estanque tratado. El pez gato en estanques con un inoculo consistente de muchas especies de bacilos, sufrieron menos mortalidad a causa de enfermedades y tuvieron una mejor producción que el testigo. Aplicaciones de la preparación de enzimas comerciales acelera el proceso microbioal en estanques, pero la producción del pez gato fue similar a la producción del testigo. Resultados de estos estudios revelan la dificultad en la evaluación de aspectos de los estanques acuícolas. Los probióticos no causan cambios drásticos en la calidad de suelo y agua, o en la producción acuícola. A causa de la larga variación inherente en tanques experimentales era imposible tener suficientes tanques iguales para demostrar diferencias en la mayoría de variables. Además, los probióticos son probablemente los más beneficiosos bajo específicas condiciones, las cuales podrían no haber ocurrido durante los estudios. Entre los beneficios de la utilización de probióticos se encuentran la eliminación de sopa verde azulada del agua, ayuda a mantener el pH apropiado y acelera el proceso natural de descomposición de desechos, ayuda a eliminar olores ofensivos y sabores no deseados, trabaja en agua dulce o salada, es beneficioso y sano para plantas y organismos acuáticos, disuelve

restos de comida, desechos orgánicos, hace disponible más oxígeno disuelto (DO) necesario para mayores poblaciones de peces y crustáceos en la tasa de crecimiento (12,13, 14).

## 3.2 MARCO REFERENCIAL

### 3.2.1 Ubicación geográfica

La finca está ubicada en la Aldea El Salitrillo, Municipio de Pasaco, Departamento de Jutiapa. Se encuentra a una distancia de 165.5 kms de la ciudad capital, sus coordenadas son  $90^{\circ}13'35''$  longitud oeste y  $13^{\circ}49'20''$  latitud norte. La finca se encuentra a una altitud de 3 msnm y colinda al norte con La Aldea El Salitrillo y la Finca Nueva Providencia, al sur con un área de manglar, al oriente con La Aldea El Paraíso y al occidente con La Aldea La Ginebra.

### 3.2.2 Vías de acceso

La finca cuenta con vías de acceso todo el año, no obstante, durante la época lluviosa las vías de comunicación se ven afectadas por las lluvias debido a la falta de mantenimiento. Para llegar a la finca se cuenta con una carretera de terracería de aproximadamente 5 km, la cual le permite conectarse con la Carretera Interamericana del Pacífico, este contacto se da en la Comunidad de Casas Viejas.

### 3.2.3 Infraestructura

La infraestructura de la finca es la siguiente:

- Aunque no cuenta con una Escuela, apoya económicamente a las Escuelas de El Salitrillo, La Ginebra y El Paraíso.
- Planta de preprocesado del camarón donde se llevan a cabo actividades como enhielado, descabezado y en general, procesos de preparación del camarón.
- Un campo de football que actualmente se encuentra en buenas condiciones.
- Energía eléctrica introducida aproximadamente hace tres años.

- Una oficina para llevar a cabo actividades administrativas.
- Dos estaciones de bombeo de agua.
- Veintiséis piscinas, veinticinco precriaderos y un canal reservorio que hacen un total de 280 hectáreas de espejo de agua.
- Un taller de mecánica.
- Varias casas, entre las cuales están las casas patronales, las de los técnicos y algunos empleados de la finca.

#### **3.2.4 Edefología**

Según Simmons, el suelo de la finca pertenece a la serie de Tecojate, los cuales son poco profundos, mal drenados, en algunos lugares salinos y están desarrollados sobre depósitos marinos en un clima cálido, húmedo-seco. Ocupan relieves casi planos a altitudes bajas en el Sur de Guatemala. Están asociados con los suelos Tiquisate y Bucul, pero no están tan bien drenados como el primero y tienen un subsuelo más pesado y más alcalino que los segundos (36).

#### **3.2.5 Hidrografía**

La finca está ubicada en la cuenca del Río Paz, la cual cubre un área de 2,231 kilómetros cuadrados. Esta finca está prácticamente rodeada de afluentes de agua.

#### **3.2.6 Climatología**

La estación meteorológica del INSIVUMEH más cercana a la finca, está situada en el Parcelamiento Montúfar, Municipio de Moyuta, Departamento de Jutiapa, siendo identificada como la Estación Montufar (código de estación es 101101), situada a 13°48'32" latitud norte y 90°9'10" longitud oeste, a una elevación de 10 msnm, estos datos son puramente referencia ya que esta estación cerró hace 10 años exactamente.

**CUADRO 6. Datos meteorológicos del Parcelamiento Montufar, Moyuta, Jutiapa (1965 - 1989).**

PARAMETRO MES	TEMPERATURAS ° C			ABSOLUTAS		PRECIPITACION	BRILLO SOLAR	HUMEDAD RELATIVA	VEL. VIENTO	EVAPORACION INTERPERNE
	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Mm	Total/hr	%	Km/hr	mm
Enero	31.3	10.2	27.0	37.3	8.2	0.9	250.9	67	4.1	188.8
Febrero	33.8	10.6	27.3	38.1	8.2	0.8	288.9	67	3.8	171.9
Marzo	34.5	10.9	26.1	40.0	10.0	6.6	247.1	71	2.6	178.7
Abril	36.0	20.6	28.1	38.6	11.0	47.4	237.1	72	2.0	177.9
Mayo	34.2	21.4	28.8	38.8	9.2	287.6	208.9	79	1.2	162.1
Junio	33.7	20.9	27.6	37.4	10.0	277.7	194.8	84	1.0	123.8
Julio	33.9	20.3	27.8	37.3	10.0	202.6	230.7	80	1.8	137.3
Agosto	33.6	20.4	27.5	40.0	12.0	210.2	210.6	82	1.2	140.3
Septiembre	32.4	19.9	26.8	40.0	8.2	266.0	178.5	87	1.1	118.8
Octubre	32.7	19.5	26.8	40.0	8.2	126.7	211.8	81	1.8	134.3
Noviembre	32.8	19.5	27.3	37.2	10.2	38.9	238.8	74	2.3	142.9
Diciembre	32.8	19.8	27.2	38.2	10.0	2.1	238.8	69	3.3	188.9
Anual	33.6	19.9	27.8	40.0	8.2	1389.4	226.4	76	2.1	108.8

FUENTE: INIVUMEN, 1990 (15)

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 GENERAL

- 4.1.1 Determinar la producción (sobrevivencia y peso obtenidos) en el cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) con un alimento con aditivo inmunológico, un probiótico y un alimento con 35 % de proteína en la finca camaronera Mayasal.

### 4.2 ESPECIFICOS

- 4.2.1 Determinar si existe diferencia en las sobrevivencias de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en los estanques tratados con un alimento con aditivo inmunológico, un alimento con 35 % de proteína y un probiótico.
- 4.2.2 Determinar si existe diferencia entre los pesos del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en los estanques tratados con un alimento con un aditivo inmunológico, un alimento con 35 % de proteína y un probiótico.

## 5. HIPÓTESIS

Las sobrevivencias del camarón en cultivo obtenidas, con alimentos con 35% de proteína, alimento con un aditivo inmunológico y un probiótico son diferentes.

Los pesos del camarón en cultivo obtenidos, con el alimento con 35 % de proteína, alimento con aditivo inmunológico y un probiótico son diferentes.

## 6. MATERIALES Y METODOS

### 6.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

Esta investigación se llevó a cabo en La Finca Camaronera Mayasal, Pasaco, Jutiapa, durante la época lluviosa (mayo – noviembre) de 1999, abarcando todo el ciclo del cultivo de camarón.

### 6.2 MATERIALES EXPERIMENTALES

- Estanques
- Post-larva de camarón
- Alimentos
- Probióticos
- Lancha
- Implementos para muestreo
- Instrumentos para medir parámetros hidrobiológicos
- Hojas de control semanal de crecimiento

### 6.3 FACTOR A ESTUDIAR

Alimento con un aditivo inmunológico y un probiótico en el cultivo del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

### 6.4 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS A EVALUAR

#### 6.4.1 Alimento inmunológico

Este alimento está fabricado utilizando como materia prima los péptidoglucanos que son componentes de la pared celular de las bacterias Gram-positivas. Estos péptidoglucanos varían en alguna forma en su naturaleza química, pero en general todos comparten

un plan básico. Una parte de la pared, el esqueleto de péptidoglucanos, consta de una alternancia de residuos de *N*-acetilglucosamina (AGA) y ácido *N*-acetilmurámico (AMA) unidos entre sí por enlaces  $\beta$ , 1-4. Además de la repetición de disacáridos, estos compuestos tienen pequeñas cadenas de aminoácidos (en número de 4 a 5) unidas entre sí covalentemente por enlaces cruzados. Estos aminoácidos tienen una característica poco común y es la existencia de D-aminoácidos, los cuales nunca se encuentran presentes en las proteínas.

Los péptidoglucanos que se encuentran presentes en el alimento serán los encargados de alterar el sistema inmunológico del camarón (Ver sección 3.1.5.4).

Este alimento se aplicó al voleo diariamente desde el primer día, iniciando con 9 kg de concentrado/ha la cual fue modificada semanalmente de acuerdo a la población identificada en los muestreos. El rango del alimento osciló entre 9 kg – 5 kg por/ha diarios durante todo el ciclo del cultivo.

#### 6.4.2 Testigo

Este tratamiento es un concentrado que tiene 35 % de proteína (de origen animal y vegetal), 8.5 % de grasa, 3.5 % de fibra, 10.5 % de ceniza, 3.5 % de calcio, 0.94 de fósforo, 12 % de humedad y 26.06 % de material inerte, también fue aplicado diariamente al voleo. Manteniéndose en un rango de 9 kg – 5 kg por/ha, durante todo el ciclo del cultivo.

#### 6.4.3 Probiótico

Son especies específicas de bacilos y enzimas, que actúan de una manera efectiva limitando la dominancia de especies patogénicas en ambientes acuáticos y en el suelo, creando un ambiente hostil e indeseable para los patógenos. En este estudio se utilizaron BRF-2 AQUAKIT (aplicado en concentraciones de 10 ppm) y PBD-31 AQUAKIT (aplicado en concentraciones de 15 ppm), este producto tiene una presentación en polvo y el día que se utilizó fue disuelto en agua, obteniendo 25 galones por cada libra del producto, para tratamiento de una hectárea se aplicaron 160 galones

de BRF-2 AQUAKIT y 180 galones de PBD-31 AQUAKIT, derramándolo en el estanque semanalmente siguiendo un patrón de zig-zag. Estos estanques fueron alimentados diariamente con un concentrado con 35 % de proteína aplicado al voleo, en un rango de 9 kg – 5 kg durante todo el ciclo del cultivo.

## 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación se realizó utilizando un diseño experimental Completamente al Azar. El cual sigue el modelo estadístico que se presenta a continuación:

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

$Y_{ij}$  = observación del i-ésimo tratamiento, j-ésimo estanque

$M$  = efecto de la media general

$T_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$E_{ij}$  = error experimental

A continuación un detalle de los tratamientos evaluados:

**CUADRO 7.** Tratamientos evaluados durante todo el ciclo del cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei*.

ESTANQUE NUMERO	TRATAMIENTO
10	Alimento inmunológico
11	Alimento 35 % de proteína
12	Probiótico + alimento 35 % de proteína
13	Alimento inmunológico
15	Alimento 35 % de proteína
20	Alimento inmunológico
21	Probiótico + alimento 35 % de proteína
22	Alimento inmunológico
23	Alimento 35 % de proteína
25	Probiótico + alimento 35 % de proteína

## 6.6 VARIABLES DE RESPUESTA

### 6.6.1 Peso al momento de la cosecha

La noche de la cosecha se tomaron varias submuestras de cada uno de los estanques, para hacer una muestra compuesta, la cual será la muestra del estanque, esta es congelada la noche de la cosecha y pesada al siguiente día para obtener el peso promedio de los camarones de la piscinas. (Ver Anexo III)

### 6.6.2 Porcentaje de sobrevivencia

El día de la siembra se utilizó un método de conteo volumétrico para saber cuantos camarones se estaban sembrando en cada uno de los estanque, y la noche de la cosecha se drena toda el agua de la piscina de tal forma que fue cosechado hasta el último camarón. Estos datos fueron registrados en una hoja de datos históricos para cada uno de los estanques, esto con el fin de poder hacer la siguiente relación:

$$\frac{\text{Número de camarones cosechados}}{\text{Número de camarones sembrados}} \times 100 = \text{Porcentaje de sobrevivencia de los camarones}$$

Por ejemplo el estanque # 12:

$$\frac{43,218}{141,781} \times 100 = 30.48 \%$$

## 6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo formada por cada uno de los estanques que formaron parte del experimento, es decir, que se tenían 12 unidades experimentales haciendo un total de 7.65 has de espejo de agua, pero solo se utilizaron 10 unidades experimentales para el análisis estadístico.

## 6.8 MANEJO DEL EXPERIMENTO

### 6.8.1 Siembra

La siembra de cada uno de los estanques se realizó de tal manera que la densidad de cada uno de ellos fuese de 30 camarones/mt<sup>2</sup>. Al momento de sembrar la postlarva, esta es recibida en un tinaco en donde se mantiene con oxígeno, para obtener dos muestras que sirven para saber que cantidad de postlarva se siembra en las piscinas, dichas muestras se toman luego que el agua ha sido agitada homogéneamente por dos personas ubicadas a los lados opuestos del tinaco con los brazos extendidos hacia abajo haciendo semicírculos, dichas muestras que se esperan sean representativas se toman con la ayuda de un beaker, se cuentan y se saca un promedio de ellas, y haciendo una relación con el volumen del tinaco que es conocido se obtiene la cantidad total a sembrar. Otro método utilizado para cuantificar en la finca tiene el mismo principio que el anterior pero se diferencia de este porque utiliza una cuantificadora, que es un recipiente de fibra de vidrio de 300 lt que consta de un agitador conectado por una manguera a una botella de oxígeno(haciendo la función de las personas para mover el agua homogéneamente) y así obtener las muestras y hacer la relación volumétrica.

### 6.8.2 Alimentación

Con respecto a la alimentación, esta se inició con 9 kg de concentrado/ha para cada estanque, la cual fue modificada semanalmente de acuerdo a una tabla de racionamiento alimenticio cuya base es el peso promedio de la población (obtenido en el muestreo semanal de crecimiento) que es una herramienta de apoyo para el camaronero, ya que entran en juego muchos factores que dependen de su experiencia y criterio, como lo son la población identificada en los muestreos, las condiciones de cada uno de los estanques ya que cada uno de ellos es diferente, por ejemplo cuando se habla de aspectos fisicoquímicos (Ver Anexo IV). La tabla de racionamiento alimenticio es para alimentar un estanque de una ha, alimentando diariamente a todos los estanques bajo condiciones normales.

### **6.8.3 Muestreo de crecimiento**

Para monitorear el crecimiento de la población de camarones en todos los estanques, se hizo un primer muestreo a los ocho días de sembrados, esto con el fin de tener información temprana del estanque, y se continuaron con los mismos semanalmente durante todo el ciclo del cultivo. Estos muestreo consistieron en tomar 10 camarones del estanque y luego pesarlos llevando un control de estos datos. Estas lecturas semanales permitieron dar seguimiento a los pesos del camarón y a su respuesta a los tratamientos ensayados (Ver Anexo II).

### **6.8.4 Muestreo de población**

El muestreo de población se inició a los quince días de sembrado cada estanque, utilizando la misma atarraya para todas las piscinas, estos datos son anotados para poder obtener la cantidad de camarones por atarrayazo. Estos datos semanales son los que permitieron dar seguimiento a la sobrevivencia de los estanques (Ver anexos). Es importante aclarar que los muestreos de crecimiento como de población que se realizaron semanalmente fueron con fines únicamente de producción, pues los datos analizados por el ANDEVA fueron los obtenidos en el muestreo de cosecha.

### **6.8.5 Cosecha**

La cosecha de las piscinas fue programada cuando los camarones alcanzaran un peso adecuado para cumplir con las exigencias del mercado, siendo el peso mínimo de 10 gr y el peso máximo 12 gr (para el mercado francés).

## **6.9 ANALISIS DE LA INFORMACIÓN**

Para las variables de respuesta se hizo un análisis de varianza (ANDEVA), para el Diseño Completamente al Azar Desbalanceado con tres tratamientos, además se elaboraron algunos cuadros y figuras para facilitar la interpretación de los datos.

## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 8.1 VARIABLE DE RESPUESTA: PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

A la variable de respuesta de porcentaje de sobrevivencia se le practicó un análisis de varianza, el cual se presenta en el cuadro 7.

**CUADRO 7. Análisis de varianza para la variable de respuesta porcentaje de sobrevivencia.**

FV	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	Ft
Tratamientos	2	14.50	7.25	0.46	4.74
Error	7	110.57	15.79		
Total	9	125.07			

$$CV = 13.67 \%$$

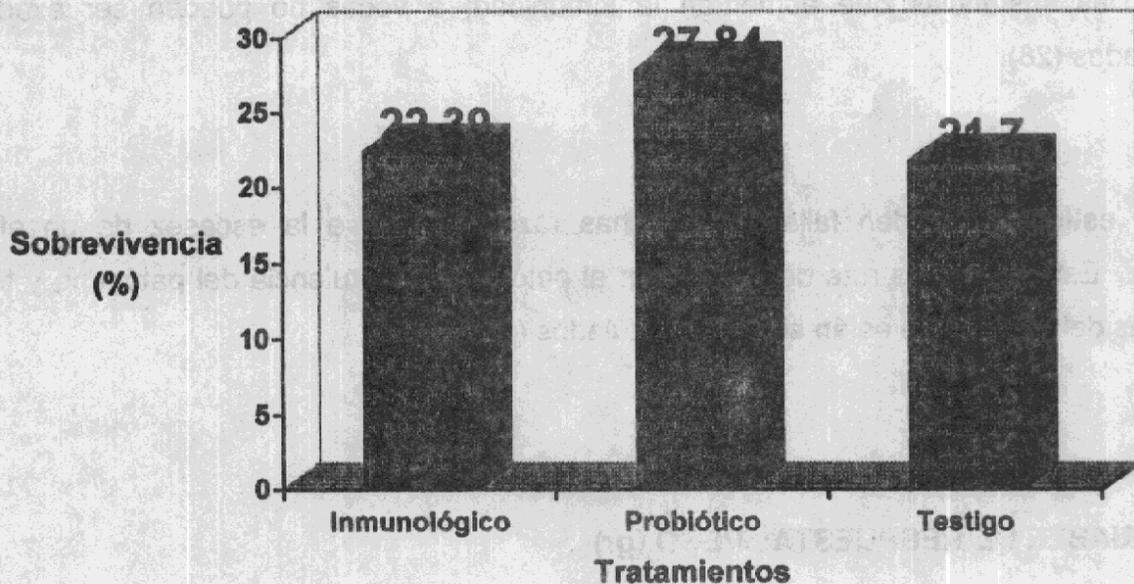
Como se puede observar en el cuadro 7, no se detectaron diferencias significativas (\*) entre los tratamientos evaluados.

Es importante aclarar que dicho análisis fue efectuado al 5 % de significancia y que los datos utilizados para realizar el análisis de varianza fueron transformados utilizando la fórmula de arco seno ( $\text{sen}^{-1}x$ ), para inducir su normalidad.

Dos unidades experimentales no fueron incluidas en el análisis estadístico debido a que se tuvo problemas causados por la presencia de mejillones (*Mytella* sp.), los cuales son organismos

filtradores del agua, es decir, que estos organismos para alimentarse aclaran el agua, pudiendo filtrar de 800 a 900 lt. al día, limpiando de esta manera el estanque y además de esto, la población tan alta de mejillones excreta amoníaco el cual en altas concentraciones causa la muerte de los camarones.

Antes de 1994, año en el que se diagnosticó por primera vez el virus del Síndrome de Taura en Guatemala, las sobrevivencias en el cultivo de camarón eran de un 80 %, pero a partir de este año, éstas bajaron a un 50 % y desde este momento las sobrevivencias han bajado año con año. Actualmente, las sobrevivencias están aproximadamente entre 20 % y 30 % (sin ningún tratamiento). Como se puede observar en la figura 7, no se tuvo ningún incremento en esta variable a pesar de los tratamientos aplicados.



**FIGURA 7. Porcentajes promedio / tratamiento de la sobrevivencia del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* al momento de la cosecha**

Es importante mencionar que si se tuvieron casos del Virus del Síndrome de Taura, en los estanques, los cuales aparecieron aproximadamente a los 15 días de sembrada la post-larva, estos casos fueron diagnosticados por varios métodos como lo es el análisis histopatológico mediante tinción de Hematoxilina & Eosina, o por métodos de diagnóstico más sensibles y especializados, como lo es el método de Inmunohistoquímica en el cual se utilizan anticuerpos monoclonales para detectar la presencia del virus del síndrome de Taura en cortes histológicos.

Los camarones son afectados por un gran número de enfermedades y variables ambientales que a menudo hacen difícil atribuir la mortalidad de una población a un patógeno en particular. Por ejemplo, en algunos casos los camarones son afectados por el virus del Síndrome de Taura, pero no mueren por causa de este virus, sino que este solamente los debilita y permite la entrada de otros patógenos secundarios que causaran su muerte ya que estos están enfermos y debilitados por otros patógenos o por cuestiones ambientales. Por esta razón, las observaciones en el campo en cuanto al incremento de sobrevivencia debida al tratamiento que pretenden las sustancias que aumentan la inmunidad; a veces no pueden ser exactamente documentadas (28).

Los estímulos pueden fallar por muchas razones junto a la escasez de un efecto de protección. Esto incluye la ruta de exposición al patógeno, la virulencia del patógeno y todas las condiciones del animal que están siendo estimulados ( 31).

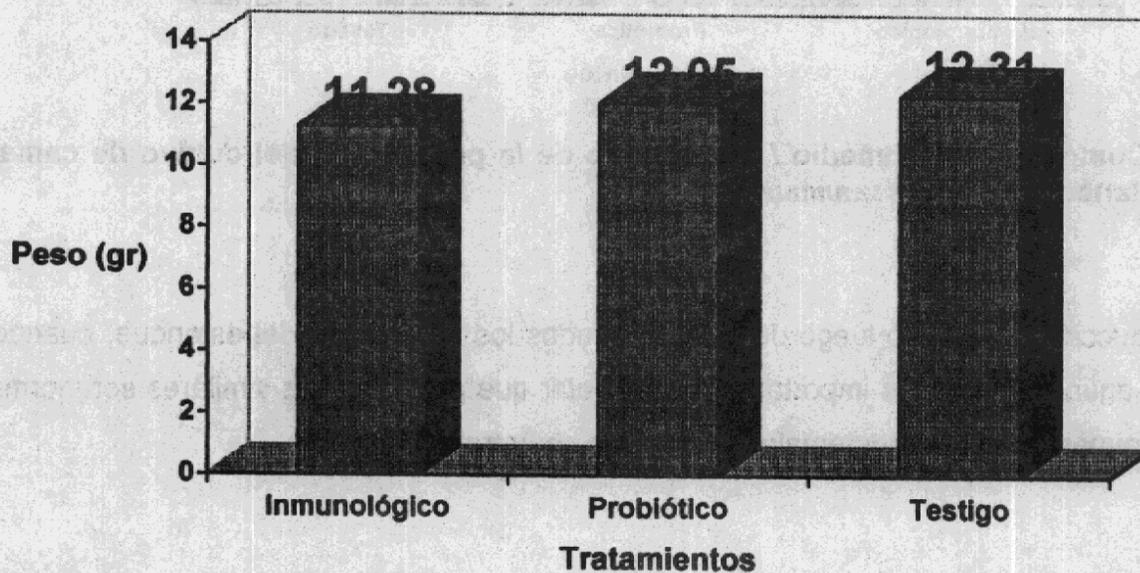
## **8.2 VARIABLE DE RESPUESTA: PESO (gr)**

En la variable de respuesta peso tampoco se detectó diferencia significativa (\*) entre los tratamientos evaluados, como puede verse en el cuadro 9. Los resultados obtenidos se presentan en la figura 8. Es importante aclarar que estos datos no necesitaron transformación.

**CUADRO 9. Análisis de varianza para la variable de respuesta peso (gr)**

FV	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	Ft
Tratamientos	2	2.07	1.03	0.71	4.74
Error	7	10.26	1.46		
Total	9	12.33			

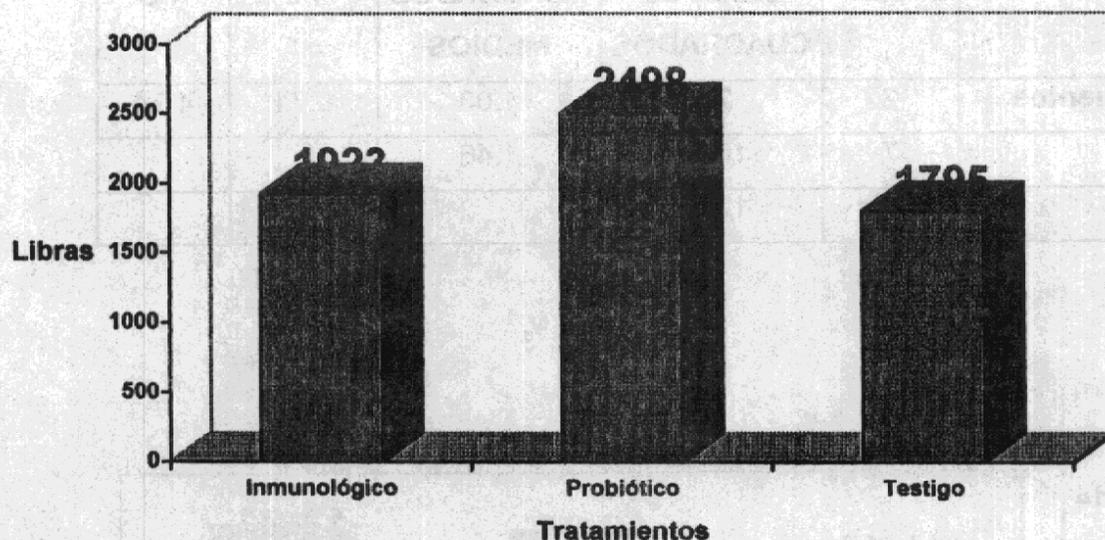
CV = 10.22 %



**FIGURA 8. Peso promedio / tratamiento del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* al momento de la cosecha**

Con respecto a la variable de respuesta peso, está comprobado que cuando en el estanque hay una disminución en la sobrevivencia y por lo tanto, hay una disminución en la densidad, esto resulta en un incremento de peso (41).

En la figura 9, se observa el comportamiento gráfico de la producción promedio de los tratamientos por estanque, expresada en libras por estanque.



**FIGURA 9.** Comparación promedio / tratamiento de la producción del cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*

La producción se calculó luego de cosechar todos los camarones del estanque, cuando se drenó toda el agua de éste. Es importante hacer notar que producciones similares son normales en las fincas camaroneras de Guatemala sin utilizar ningún tratamiento.

Algunos estudios realizados con anterioridad muestran la dificultad en la evaluación de los estanques acuícolas (31), ya que estos están expuestos a condiciones ambientales que están fuera del alcance humano, por lo tanto, es imposible tener estanques iguales; por ejemplo, la aplicación del alimento con un aditivo inmunológico, es lógicamente oral, teniendo este método en su contra que los niveles de protección que produce son variables, probablemente sea mejor como un método secundario o una ayuda de vacunación; aunque todavía existe mucho trabajo para determinar cual es el mejor escenario de la vida para inmunizar (29).

Con respecto a los probióticos, estos productos no causan cambios drásticos en la calidad del agua y suelo, o en la producción acuícola (31), además los probióticos son probablemente los más beneficiosos bajo específicas condiciones, las cuales no podrían haber ocurrido durante el estudio. Otra de las posibles causas por las cuales los probióticos pudieron haber no funcionado es que no se usaron las concentraciones adecuadas o también por que la calidad de agua y suelo de Guatemala en comparación de otros países es muy buena y entonces los probióticos no tuvieron en donde actuar.

## **B. CONCLUSIONES**

- 8.1** La variable de respuesta porcentaje de sobrevivencia no mostró una diferencia significativa a la aplicación de el alimento con aditivo inmunológico, al alimento con 35 % de proteína ni a el probiótico.
- 8.2** La variable de respuesta peso no mostró una diferencia significativa a la aplicación de el alimento con aditivo inmunológico, el alimento con 35 % de proteína ni a el probiótico.
- 8.3** El ambiente en donde se cultivan los camarones, es bastante complejo el cual se puede ver influenciado por muchos factores diferentes, algunos de estos pueden afectar negativamente al grado de no poder tener datos de algunas unidades experimentales como sucedió en este caso.

## 9. RECOMENDACIONES

- 9.1 En estudios futuros es importante monitorear semanalmente en el agua, materia orgánica, sedimentos, amonio, nitritos, nitratos y nitrógeno total.
- 9.2 En los próximos trabajos de investigación considerar evaluar el efecto de otras concentraciones diferentes a 10 y 15 ppm de los probióticos.
- 9.3 Realizar estudios para comprobar si el agua es vehículo de infección para el virus de Taura.
- 9.4 Realizar estudios para detectar si la post-larva de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* está infectada al momento de la siembra.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. ACUICULTURA ORGANICA ; un aporte para el desarrollo mundial de la acuicultura. 1999. Panorama Acuícola (Méx.) 4(2): 14 - 15.
2. AKIYAMA, D.M. 1992. Future considerations for shrimp nutrition and the aquaculture feed industry. In Proceedings of the special session on shrimp farming (1992, Florida, E.E.U.U.). James Wyban. Florida, E.E.U.U. s.e. p. 198 - 205.
3. COCHRAN, W.; COX, G. 1981. Diseños experimentales. México, D.F., Trillas. 661 p.
4. CROWDER, B. 1982. Viral disease control study develops shrimp culture immunization techniques. Aquaculture Magazine. May-june: 12 - 15.
5. CRUZ S., L. E. et al. 1999. Importancia de la digestibilidad en alimentos para camarón. Panorama Acuícola (Méx.) 4(2): 10 - 12.
6. DE BEAUSSET, A. M. 1995. Estado del cultivo de camarón en Guatemala. Guatemala, Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales. (Correspondencia Personal).
7. DOUILLET, P. 1998. Bacterial probiotic for water quality and disease control. In Book of Abstracts Aquaculture '98. Las Vegas, E.E.U.U., Word Aquaculture Society. p. 152
8. EL ROSARIO S.A. s.f. Tablas de alimento. Ecuador. 12 p.
9. FLORIAN A., L.A. 1998. Determinación y distribución de la enfermedad viral Síndrome de Taura en *Penaeus vannamei*, en Costas del Océano Pacífico de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 50 p.
10. FRANCO, A. s. f. Manejo técnico de granjas camaroneras. Panamá, Ed. Unión Europea/ OLDEPESCA. 89 p.

11. **GENERALIDADES DE Acuicultura.** 1985. México, D.F., Dirección General de Ciencias y Tecnología del Mar, Departamento de Comunicación Socioeducativa en Coordinación Japan International Cooperation Agency. 108 p.
12. **GONZALEZ E., J.T.** 1999. Probióticos. Guatemala, Guatemala, IQ Electrónicos División Ambiental. (Correspondencia Personal).
13. \_\_\_\_\_ 1999. BRF - 2 AQUAKIT. Guatemala, Guatemala, IQ Electrónicos División Ambiental. (Correspondencia Personal).
14. \_\_\_\_\_ 1999. PBD - 31 AQUAKIT. Guatemala, Guatemala, IQ Electrónicos División Ambiental (Correspondencia Personal).
15. **GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGIA. SECCION DE CLIMATOLOGÍA.** 1985. Datos meteorológicos de las cabeceras departamentales. Guatemala. 195 p.
16. **GUERIN, M.** 1988. Future role and perspectives of feed additives and biotechnologies in aquafeeds: helping the industry move towards sustainable development. Word aquaculture society. In Book of Abstracts Aquaculture '98. Las Vegas, E.E.U.U., Word Aquaculture Society. p. 217.
17. **ITAMI, T.; TAKAHASHI, Y; NAKUMURA, Y.** 1989. Efficacy of vaccination against vibriosis in cultured kuruma prawns *Penaeus japonicus*. Journal of Aquatic Animal Health. 1: 238 - 242.
18. **ITAMI, T.; et al.** 1991. Survival of larval giant tiger prawns *Penaeus monodon* after addition of killed vibrio cells to a microencapsulated diet. Journal of Aquatic Animal Health. 3: 151- 152.
19. \_\_\_\_\_; **YAN, Y.; TAKAHASHI, Y.** 1992. Studies on vaccination against vibriosis in cultured kuruma prawn *Penaeus japonicus* - I. The Journal of Shimane University of Fisheries. 40 (2): 83 -87.
20. \_\_\_\_\_; **YAN, Y.; TAKAHASHI, Y.** 1992. Studies on vaccination against vibriosis in cultured kuruma prawn *Penaeus japonicus* - II. The Journal of Shimane University of Fisheries. 40 (3): 139 -144.

21. **INTRIAGO, P.; KRAUSS, E.; BARNIOL, R.** 1998. The use of yeast and fungi as probiotics in *Penaeus vannamei* larviculture. In Book of Abstracts Aquaculture '98. Las Vegas, E.E.U.U., Word Aquaculture Society. p. 263.
22. **JIMÉNEZ, R.** 1992. Síndrome de Taura (Resumen). Acuicultura del Ecuador (Ec.) 1: 9 - 16.
23. **KARP, G.** 1990. Biología celular. Trad por Gustavo Longi V. México, D.F., McGraw-Hill. 950 p.
24. **KENNEDY, S.B.; et al.** 1998. Current methodology for the use of probiotic bacteria in the culture of marine fish larvae. In Book of Abstracts Aquaculture '98. Las Vegas, E.E.U.U., Word Aquaculture Society. p. 286.
25. **LARAMORE, R.** 1992. Shrimp culture technologies: research to improve shrimp genetics and health. In Diseases of Cultured Penaeid Shrimp in Asia and the United States. Ed. by Fulks, W. and Main, K.L. Honolulu, Hawaii, Oceanic Institute. p. 305 - 310.
26. **LIGHTNER, D.V.** 1983. Diseases of cultured penaeid shrimp. In "CRC Handbook of Maricultured Crustacean Aquaculture" Ed. McVey, J.P. Boca Ratón, Florida, E.E.U.U., CRC Press. p. 289 - 320.
27. **MATHEU W., L. E. et al.** 1998. Enfermedades infectocontagiosas del camarón en cultivo. Agricultura (Gua.) 1(2): 5 - 8.
28. **MENA M., A.** 1989. La explotación del camarón en América Latina y El Caribe : aspectos económicos y sociales. Roma, Italia. FAO. 29 p.
29. **NEWMAN, S.G.** s.f. The use of non - specific immune stimulants for the prevention of disease in commercially reared shrimp species. Estados Unidos, International Aquaculture Biotechnologies Ltd. (Correspondencia Personal)
30. \_\_\_\_\_ 1993. Immunization of fish and crustaceans. InfoFish International. (E.E.U.U.). 3(93): 39 - 44.
31. **PANAMA. MINISTERIOS DE DESARROLLO AGROPECUARIO. DIRECCION NACIONAL DE ACUICULTURA.** 1984. Manual de cría de camarones pensidos: en estanques de aguas salobres. 2 ed. Santiago de Veraguas, Panamá. 54 p.

32. QUEIROZ, J.; BOYD, C. 1998. Probiotics: Can they improve water and soil quality and enhance production in aquaculture ponds? In Book of Abstracts Aquaculture '96. Las Vegas, E.E.U.U., World Aquaculture Society. p. 428 - 429.
33. RATCLIFFE, N.A. et al. 1985. Invertebrate immunity: basic concepts and recent advances. *Int. Rev. Cytol.* 97: 183 - 350.
34. REYES C., P. 1981. Diseño de experimentos aplicados. 2 ed. México, D.F., Trillas. 344 p.
35. REYES CH., L.M. 1998. Método práctico para el cálculo de tamaños de muestra en estudios por encuesta. *Tikalía (Gua.)* 16(2): 81 - 89.
36. SIMMONS, C. 1956. Descripciones de los suelos que aparecen en la carta agrológica de reconocimiento de la República. Guatemala, Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura. 150 p.
37. SMITH, V.; JUNE, R.S. 1992. Chisholm. Non- cellular immunity in crustaceans. *Fish & Shellfish Immunology.* 2: 1-31.
38. SODERHALL, K.; HALL, L. 1984. Lipopolysaccharide induced activation of prophenoloxidase activating system in crayfish haemocyte lysate. *Biochem. Biophys.* 797: 99 - 104.
39. SONG, Y.L.; SUNG, H.H. 1990. Enhancement of growth in tiger shrimp (*Penaeus monodon*) by bacterin prepared from *Vibrio vulnificus*. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists.* 10(4): 98.
40. SUNG, H.H.; SONG, Y.L.; KOU, G.H. 1991. Potential uses of bacterin to prevent shrimp vibriosis. *Fish & Shellfish Immunology.* 1: 311-312.
41. \_\_\_\_\_; KOU, G.H.; SONG, Y.L. 1994. Vibriosis resistance induced by glucan treatment in tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Fish Pathology* 29: 11-17.
42. VILLALÓN, J.R. 1994. Manual práctico para la producción comercial semi-intensiva de camarón marino. Texas, E.E.U.U., s.e. 122 p.

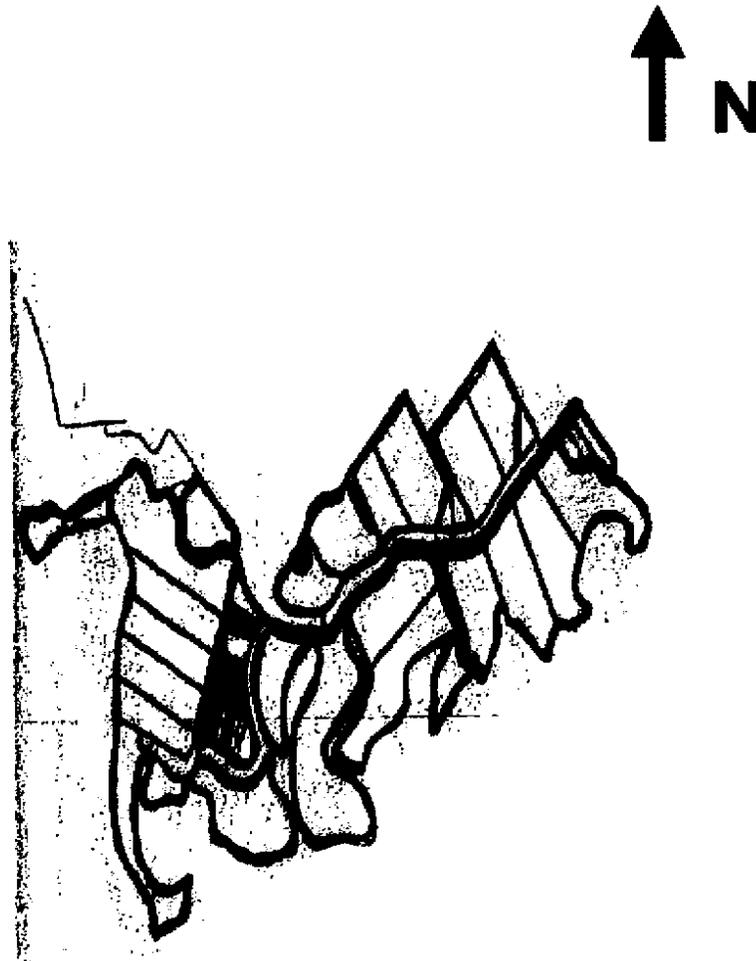
43. YOONG B., F. ; REINOSO N., B. 1983. Manual práctico para la identificación de post-larvas y juveniles de cuatro especies de camarones marinos. . Boletín Científico y Técnico (Ec.) 6(2): 10 -12.

*Vo. Bo.*  
*Bahuaile*



**11. ANEXOS**

## ANEXO I



- Estanques que formaron parte del área experimental.

**Figura 10 "A".** Mapa de la Finca Camaronera. Escala 1:50,000.

## ANEXO II

## MUESTREO DE POBLACIÓN

Estanque 12 (probiótico):

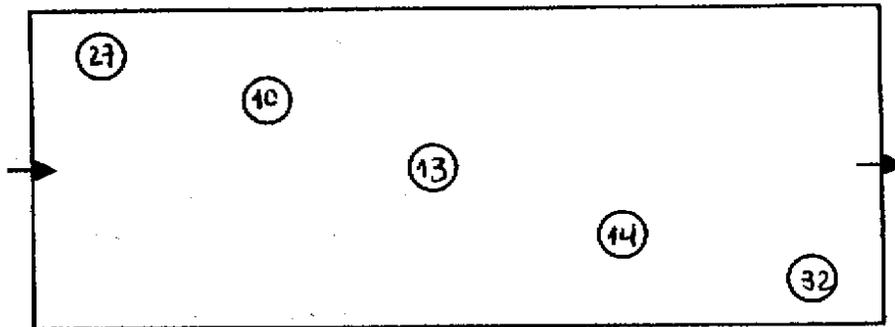


FIGURA 11 "A". Muestreo de población semanal.

*Litopenaeus vannamei* = 96

$$96/5 = 19.2 \text{ camarones}$$

Atarrayazos = 5

Área de pesca = 2.485 mt<sup>2</sup>

Tamaño del estanque = 5,000 mt<sup>2</sup>

Camarón sembrado = 141,781 camarones

$$19.20 \text{ cam.} / 2.485 \text{ mt}^2 = 7.7263 \text{ cam.} / \text{mt}^2 (5,000 \text{ mt}^2) = 38,632 \text{ camarones}$$

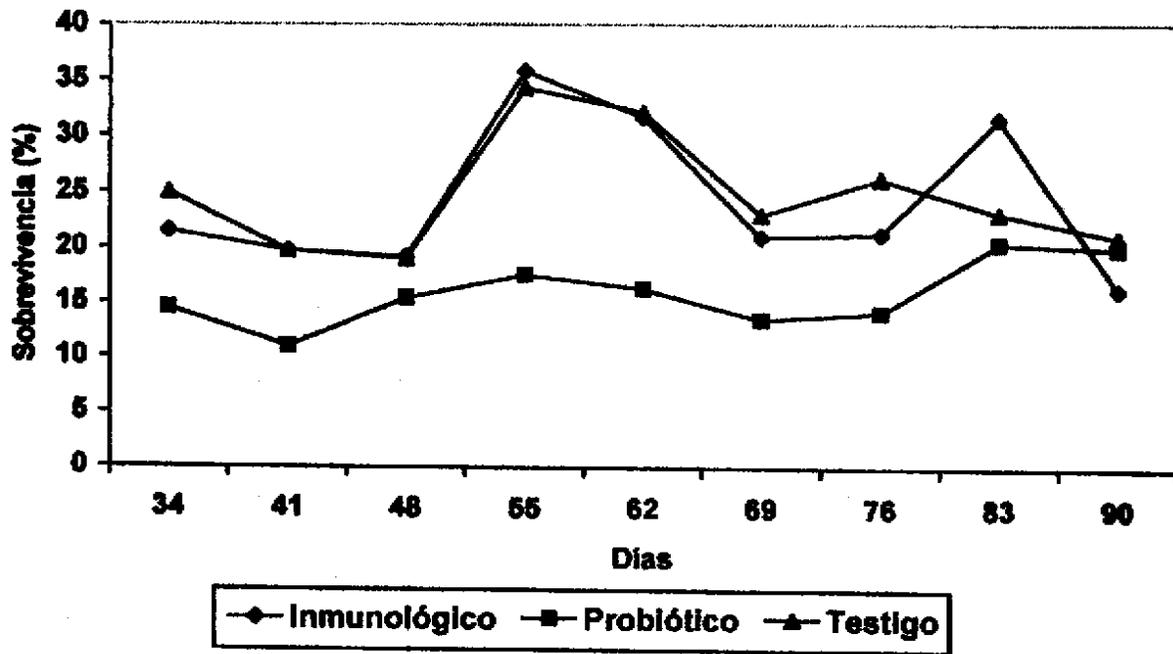
$$(38,632 \text{ cam.} / 141,781 \text{ cam.}) \times 100 = 27.25 \%$$

## MUESTREO DE CRECIMIENTO

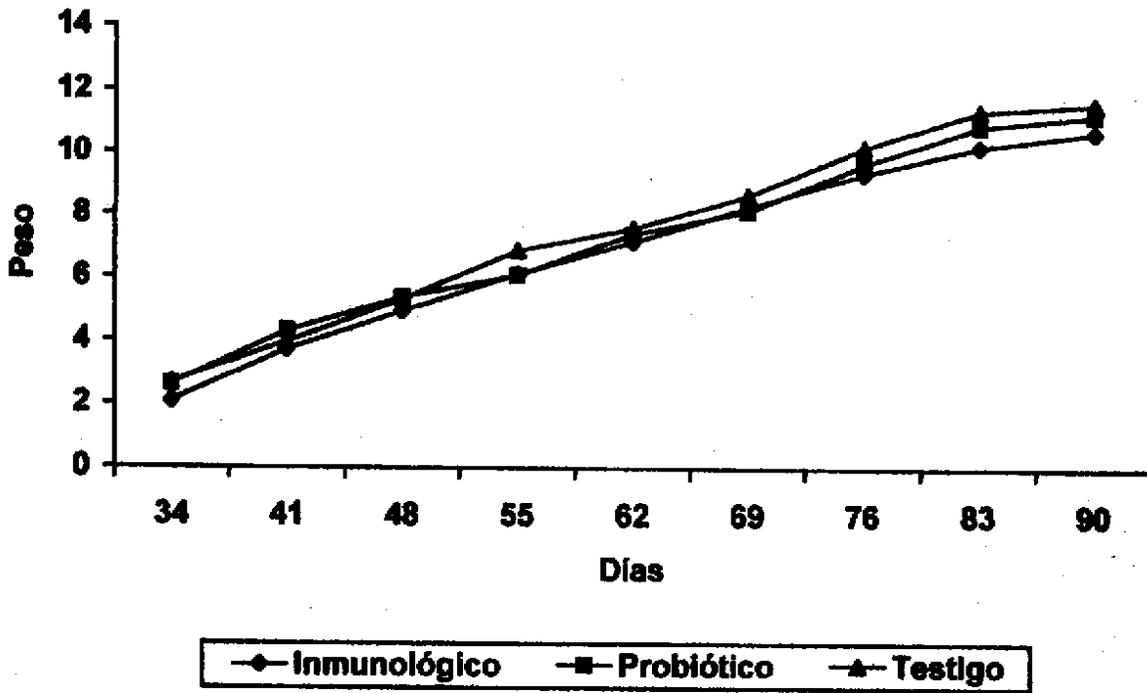
CUADRO 10 "A". Muestreo de crecimiento semanal del estanque # 12

Número de camarones		Peso
4	13.08	3.27
4	8.48	2.12
2	3.30	1.65
10	24.86	2.48

Peso promedio: 2.48 gr



**FIGURA 12 "C".** Comportamiento de los tratamientos durante todo el ciclo del cultivo del camarón blanco (Muestreo semanal de población)



**FIGURA 13 "C".** Comportamiento de los tratamientos durante todo el ciclo del cultivo de camarón (Muestreo semanal de crecimiento)

## ANEXO III

**CUADRO 11 "A". TAMAÑOS DE MUESTRA PARA UN NIVEL DE CONFIANZA DE 95 %, P = 0.5 Y Q = 0.5**

Tamaño de población	d = 0.03 (3 %)	d = 0.05 (5 %)	d = 0.07 (7 %)	d = 0.1 (10 %)
100	100	81	67	51
125	125	96	78	58
150	150	110	86	61
175	175	122	94	64
200	200	134	101	67
225	225	144	107	70
250	250	154	112	72
275	275	163	117	74
300	300	172	121	76
325	325	180	125	77
350	350	187	129	78
375	375	194	132	80
400	400	201	135	81
425	425	207	138	82
450	450	212	140	82
500	500	222	145	83
600	600	240	152	86
700	700	255	158	88
800	800	267	163	89
900	900	277	166	90
1,000	1,000	286	169	91
2,000	714	333	185	95
3,000	811	353	191	97
4,000	870	364	194	98
5,000	909	370	196	98
6,000	938	375	197	98
7,000	959	378	198	99
8,000	976	381	199	99
9,000	989	383	200	99
10,000	1,000	385	201	99
15,000	1,034	390	204	99
20,000	1,053	392	204	100
25,000	1,064	394	204	100
50,000	1,087	397	204	100
100,000	1,099	398	204	100
>100,000	1,111	400	204	100

FUENTE: LUIS M. REYES (37). EN NEGRILLA SE PUEDE APRECIAR EL NUMERO DE INDIVIDUOS A MUESTREAR

Estanque 12

Lb. Cosechadas 1,387 *Litopenaeus vannamei*

**CUADRO 12 "A". Muestreo de cosecha del estanque # 12**

ESPECIE	NUMERO CAMARONES	PESO	TAMANO PROMEDIO	CAMARON PISCINA
<b>L. vannamei</b>	63	873.8	13.86	5,972
	336	4,157.9	12.37	31,841
	57	527.8	9.25	5,405
	<b>456</b>	<b>5,559.5</b>	<b>12.19</b>	<b>43,218</b>
<b>83.67 %</b>				
<b>L. stylirostris</b>	20	339.9	16.99	1,899
	51	631.0	12.37	4,842
	71	970.9	13.67	6,741
<b>14.61 %</b>				
<b>Otros</b> <b>1.72 %</b>	37	113.9	3.07	3,549
<b>100 %</b>	<b>564</b>	<b>6,844.3</b>	<b>11.78</b>	<b>53,508</b>

## ANEXO IV

CUADRO 13 "A". Ración alimenticia para *Litopenaeus vannamei*

Peso camarón (gr)	Alimento (kg)	Peso camarón (gr)	Alimento (kg)	Peso camarón (gr)	Alimento (kg)
0.01	8.95	4.70	3.27	9.40	1.84
0.02	8.95	4.80	3.21	9.80	1.82
0.03	8.95	4.90	3.18	9.80	1.81
0.04	8.95	5.00	3.11	9.70	1.80
0.05	8.95	5.10	3.07	9.80	1.78
0.06	8.95	5.20	3.01	9.90	1.81
0.07	8.95	5.30	2.98	10.00	1.78
0.08	8.95	5.40	2.93	10.10	1.74
0.09	8.95	5.50	2.88	10.20	1.73
1.00	8.95	5.60	2.83	10.30	1.71
1.10	8.95	5.70	2.80	10.40	1.70
1.20	8.95	5.80	2.75	10.60	1.69
1.30	8.95	5.90	2.72	10.60	1.69
1.40	8.95	6.00	2.68	10.70	1.67
1.50	8.95	6.10	2.65	10.80	1.66
1.60	8.59	6.20	2.61	10.90	1.66
1.70	8.59	6.30	2.57	11.00	1.64
1.80	7.95	6.40	2.55	11.10	1.63
1.90	7.59	6.50	2.51	11.20	1.62
1.97	7.23	6.60	2.48	11.30	1.61
2.00	7.23	6.70	2.46	11.40	1.60
2.10	6.95	6.80	2.42	11.50	1.59
2.20	6.59	6.90	2.39	11.60	1.58
2.30	6.27	7.00	2.36	11.70	1.57
2.40	5.95	7.10	2.33	11.80	1.56
2.50	5.63	7.20	2.30	11.90	1.55
2.60	5.45	7.30	2.27	12.00	1.55
2.70	5.27	7.40	2.25	12.10	1.54
2.80	5.16	7.50	2.22	12.20	1.53
2.90	5.05	7.60	2.21	12.30	1.53
3.00	4.88	7.70	2.17	12.40	1.51
3.10	4.70	7.80	2.15	12.50	1.50
3.20	4.61	7.90	2.12	12.60	1.50
3.30	4.48	8.00	2.10	12.70	1.50
3.40	4.36	8.10	2.08	12.80	1.49
3.50	4.23	8.20	2.05	12.90	1.48
3.60	4.14	8.30	2.04	13.00	1.48
3.70	4.05	8.40	2.02	13.10	1.48
3.80	3.95	8.50	1.99	13.20	1.48
3.90	3.88	8.60	1.98	13.30	1.48
4.00	3.79	8.70	1.98	13.40	1.48
4.10	3.70	8.80	1.94	13.50	1.44
4.20	3.60	8.90	1.92	13.60	1.44
4.30	3.55	9.00	1.90	13.70	1.43
4.40	3.44	9.10	1.89	13.80	1.43
4.50	3.39	9.20	1.87	13.90	1.42
4.60	3.34	9.30	1.85	14.00	1.41

## ANEXO V

## RESUMEN DE DATOS PARA ANDEVA

CUADRO 14 "A". Variable de respuesta: peso

Trat.	I	II	III	IV
Probiótico	12.19	---	12.87	11.09
Inmunológico	9.84	13.13	9.94	12.19
Testigo	12.89	---	12.08	11.97

CUADRO 15 "B". Variable de respuesta: porcentaje de sobrevivencia (Transformado)

Trat.	I	II	III	IV
Probiótico	36.09	----	31.53	27.61
Inmunológico	31.47	23.37	29.73	27.96
Testigo	30.15	----	22.56	30.10

CUADRO 16 "C". Variable de respuesta porcentaje de sobrevivencia (Sin transformar)

Trat.	I	II	III	IV
Probiótico	34.70	----	27.35	21.48
Inmunológico	27.25	15.73	24.60	21.98
Testigo	25.23	----	14.72	25.15

- D.C.A. DESBALANCEADO (% SOBREVIVENCIA)

1. Calcular el factor de corrección

$$F_c = \frac{Y_{..}^2}{\sum n_i} = \frac{(290.57)^2}{10} = 8,460$$

2. Calcular suma de cuadrados de los tratamientos

$$SC_{\text{Trat}} = \sum_{i=1}^t \frac{Y_i^2}{n_i} - F_c =$$

$$SC_{\text{Trat}} = (95.23^2/3 + 112.53^2/4 + 82.81^2/3) - 8,460 =$$

$$SC_{\text{Trat}} = (8,474.50) - 8,460 = 14.50$$

3. Calcular suma de cuadrados total

$$SC_{\text{Tot}} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - F_c =$$

$$SC_{\text{Tot}} = (30.09^2 + 31.53^2 + \dots + 22.56^2 + 30.10^2) - F_c =$$

$$SC_{\text{Tot}} = (8,585.07) - 8,460 = 125.07$$

4. Calcular suma de cuadrados del error

$$SC_{\text{Error}} = 125.07 - 14.50 = 110.57$$

5. Calcular grados de libertad de los tratamientos

$$GL_{\text{Trat}} = t - 1 = 3 - 1 = 2$$

6. Calcular grados de libertad totales

$$GL_{\text{Tot}} = \sum_{i=1}^t n_i - 1 = (3 + 4 + 3) - 1 = 9$$

7. Calcular grados de libertad del error

$$GL_{\text{Error}} = GL_{\text{Tot}} - GL_{\text{Trat}} = 9 - 2 = 7$$

8. Calcular cuadrado medio de los tratamientos

$$CM_{\text{TRAT}} = SC_{\text{TRAT}} / GL_{\text{TRAT}} = 14.50 / 2 = 7.25$$

9. Calcular cuadrado medio del error experimental

$$CM_{\text{ERROR}} = SC_{\text{ERROR}} / GL_{\text{ERROR}} = 110.57 / 7 = 15.79$$

10. Calcular  $F_c$

$$F_c = CM_{\text{TRAT}} / CM_{\text{ERROR}} = 7.25 / 15.79 = 0.46$$

11. Calcular Coeficiente de variación

$$y = \frac{290.57}{10} = 29.06$$

$$CV = \sqrt{15.79 / 29.06} \times 100 = 13.67 \%$$

• **D.C.A. DESBALANCEADO (PESO)**

1. Calcular el factor de corrección

$$F_c = \frac{Y_{..}^2}{\sum n_i} = \frac{(118.19)^2}{10} = 1,396$$

2. Calcular suma de cuadrados de los tratamientos

$$SC_{\text{Treat}} = \sum_{i=1}^t \frac{Y_i^2}{n_i} - F_c =$$

$$SC_{\text{Treat}} = (38.15^2/3 + 45.10^2/4 + 36.94^2/3) - 1,396 =$$

$$SC_{\text{Treat}} = (1,398.96) - 1,396 = 2.07$$

3. Calcular suma de cuadrados total

$$SC_{\text{Tot}} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - F_c =$$

$$SC_{\text{Tot}} = (12.19^2 + 12.87^2 + \dots + 12.08^2 + 11.97^2) - F_c =$$

$$SC_{\text{Tot}} = (1,409.22) - 1,396.89 = 12.33$$

4. Calcular suma de cuadrados del error

$$SC_{\text{Error}} = 12.33 - 2.07 = 10.26$$

5. Calcular grados de libertad de los tratamientos

$$G_{\text{Treat}} = t - 1 = 3 - 1 = 2$$

6. Calcular grados de libertad totales

$$G_{\text{Tot}} = \sum_{i=1}^t n_i - 1 = (3 + 4 + 3) - 1 = 9$$

7. Calcular grados de libertad del error

$$GL_{\text{Error}} = GL_{\text{Tot}} - GL_{\text{Trat}} = 9 - 2 = 7$$

8. Calcular cuadrado medio de los tratamientos

$$CM_{\text{TRAT}} = SC_{\text{TRAT}} / GL_{\text{TRAT}} = 2.07 / 2 = 1.035$$

9. Calcular cuadrado medio del error experimental

$$CM_{\text{ERROR}} = SC_{\text{ERROR}} / GL_{\text{ERROR}} = 10.26 / 7 = 1.46$$

12. Calcular Fc

$$F_c = CM_{\text{TRAT}} / CM_{\text{ERROR}} = 1.035 / 1.46 = 0.71$$

13. Calcular Coeficiente de variación

$$y = \frac{118.19}{10} = 11.82$$

$$CV = \sqrt{1.46} / 11.82 \times 100 = 10.22 \%$$

## ANEXO VI

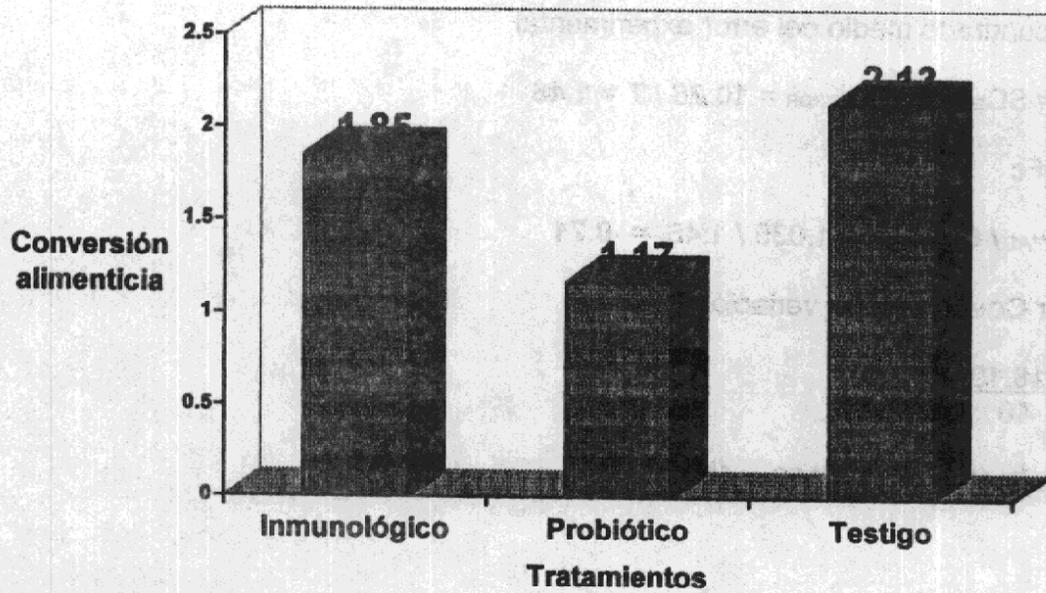


FIGURA 14 "A". Comparación promedio / tratamiento de la conversión alimenticia del cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*



FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE UN ALIMENTO CON ADITIVO INMUNOLOGICO, Y UN PROBIOTICO COMO TRATAMIENTO CONTRA EL VIRUS DE TAURA EN CAMARON BLANCO (Litopenaeus vannamei)"

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: ANA MERCEDES SANCHEZ BARILLAS

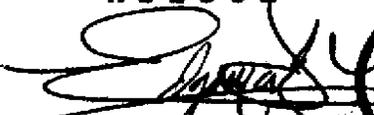
CARNET No: 9414460

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Lic. Mamerto Reyes Hernández  
Inga. Agr. Myrna E. Herrera Sosa  
Ing. Agr. Jorge Omar Samayoa Juárez  
Ing. Agr. Eddi A. Vanegas Chacón

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

  
Ing. Agr. Marco Tullio Acituno Juárez ASESOR

  
Lic. Alexander Macomb de Beausset Stanton ASESOR

  
Ing. Agr. Edgar Adelfar Méndez Tamblón DIRECTOR a.i. IIA.



IMPRIMASE

  
Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera  
DECANO



cc:Control Académico  
IIA.  
Archivo  
EM/prc.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.  
TEL/FAX (502) 476-9794  
e-mail: [ilubec.edu.gt](mailto:ilubec.edu.gt) § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>