

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



Bioensayos de alimentación de larvas de camarón blanco  
*Penaeus vannamei*, mediante dos dietas artificiales  
de diferente perfil de aminoácidos

POR

ADRIAN SALGADO VARGAS

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
Maestro en Ciencias  
con Especialidad en  
RECURSOS ALIMENTICIOS Y PRODUCCION ACUICOLA

OCTUBRE DE 1998

TM

SH380

.62

.M6

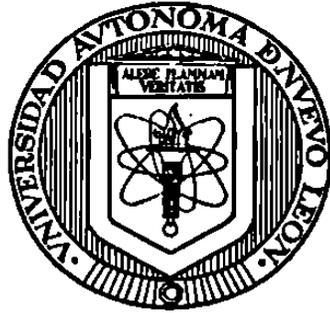
S2

c.1



1080087112

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**Bioensayos de alimentación de larvas de camarón blanco**  
***Penaeus vannamei*, mediante dos dietas artificiales**  
**de diferente perfil de aminoácidos**

**POR**

**ADRIÁN SALGADO VARGAS**

**Como requisito parcial para obtener el grado de**  
**Maestro en Ciencias, con especialidad en**  
**Recursos Alimenticios y Producción Acuícola**

**OCTUBRE DE 1998**

TM  
SH380  
.G2  
.M6  
S2



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Bioensayos de alimentación de larvas de camarón blanco  
*Penaeus vannamei*, mediante dos dietas artificiales  
de diferente perfil de aminoácidos.**

**TESIS**

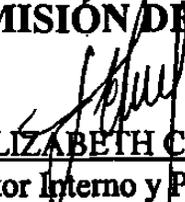
**QUE PRESENTA**

**BIÓL. ADRIÁN SALGADO VARGAS**

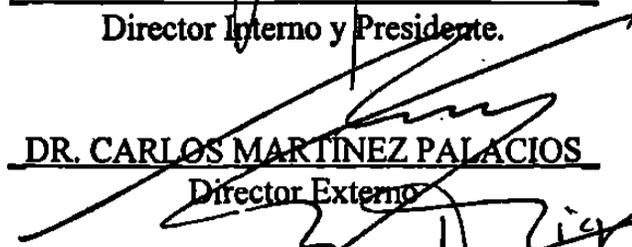
**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO DE**

**Maestro en Ciencias, con especialidad en  
Recursos alimenticios y Producción Acuícola**

**COMISIÓN DE TESIS**

  
DR. L. ELIZABETH CRUZ SUÁREZ

Director Interno y Presidente.

  
DR. CARLOS MARTÍNEZ PALACIOS

Director Externo

  
DR. DENIS RICOUE MARIE

Secretario

DR. JOSÉ MARIA VIADER SALVADÓ

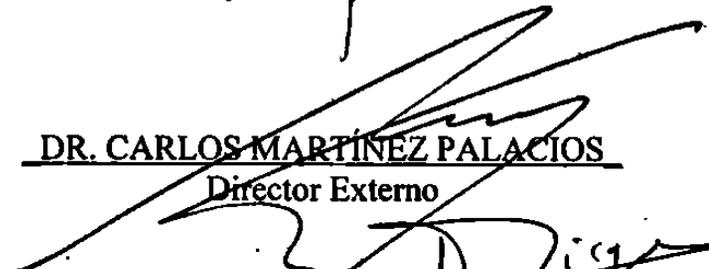
Vocal

## APROBACIÓN

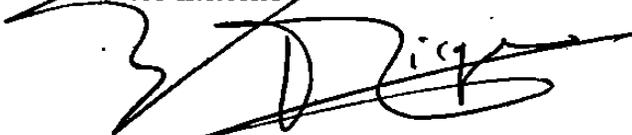
Los miembros del comité designado para revisar la tesis del Biól. Adrián Salgado Vargas, la han encontrado satisfactoria y recomiendan sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias con especialidad en Recursos Alimenticios y Producción Acuícola.



DRA. L. ELIZABETH CRUZ SUÁREZ  
Director/Interno y Presidente.



DR. CARLOS MARTÍNEZ PALACIOS  
Director Externo



DR. DENIS RICOUE MARIE  
Secretario

DR. JOSÉ MARIA VIADER SALVADÓ  
Vocal



## **DEDICATORIA**

### **A mi familia**

**Por todo su amor y su apoyo.**

**Por ser la motivación para mantener el rumbo  
en las empresas que me he propuesto en la vida.**

**Por ser el viento que impulsa la pequeña barca  
con la cual se cruzan los torrenciales y apacibles mares.**

**Gracias por compartir mis planes,  
mis alegrías y mis tristezas.**

**Gracias por estar cuando los necesito.**

**Gracias por estar siempre junto a mí  
aún cuando nos encontremos lejos.**



## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo otorgado en la realización de los estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), en especial al Departamento de Postgrado de la Facultad de Ciencias Biológicas por aceptarme como alumno para realizar los estudios de postgrado dentro de esta institución.

A la Dra. Elizabeth Cruz Suárez por su invaluable apoyo como directora de este trabajo y por su apreciable amistad. Mi reconocimiento por ser una persona de espíritu incansable y de gran apego al trabajo arduo y constante.

Al Dr. Denis Ricque Marie excelente investigador y amigo, siempre presto para verter sus conocimientos y apoyo.

Al Dr. Roberto Mendoza Alfaro siempre dispuesto a compartir sus valiosos conocimientos, sus consejos, así como su amistad.

Al Dr. José Ma. Viader Salvadó, por sus atinadas observaciones y ayuda, sobre todo en lo que se refirió a los análisis y estimación de requerimientos de aminoácidos en las larvas de camarón.

Al Dr. Carlos Martínez por su apoyo, su confianza y amistad durante el trabajo realizado en el CIAD-Mazatlán.

A la Dra. Guadalupe Alanís y la M.C. Graciela García, por su capacidad, dedicación y entusiasmo para transmitir los conocimientos.

**A todos los profesores que formaron parte de la planta docente de la Maestría en Recursos Alimenticios y Producción Acuícola. Gracias por transmitirme sus conocimientos.**

**Al M. C. Jorge Luis Hernández Piñero, por su ayuda en la fotografía de las microcápsulas de alimento, en el microscopio electrónico.**

**A Martha G. Nieto López, Alejandra Rocha Estrada y Martín Camarena Conchas, por ser los mejores compañeros de estudio que pude haber tenido.**

**A los compañeros y amigos que de una u otra forma participan en el programa Maricultura de la UANL, Adriana García, Mario Pelcastre, Alma Melo, Lourdes Castillo, Mireya Tapia, David Montaña, Beatriz Ponce, Oscar Loaiza, José Alfredo T. Chavana, Claudio Guajardo y Alma Delia Vázquez. Gracias por el agradable ambiente de trabajo.**

**A Ana Puello y Ravinder S. Sangha del CIAD-Mazatlán, por transmitirme sus conocimientos y experiencias, por sus valiosos comentarios y su amistad.**

**A Irma E. Martínez del CIAD-Mazatlán por su invaluable ayuda en la determinación de aminoácidos de las dietas, por su apoyo y por los momentos compartidos.**

**A los compañeros y amigos del CIAD-Mazatlán. A Isabel Abdo, Blanca González, Leonor Tripp, Patricia Domínguez, y Rosa Medina, quienes me apoyaron con su experiencia y en algunas determinaciones de laboratorio. Sobre todo gracias por su amistad y por los momentos compartidos.**

# CONTENIDO

<b>Tema</b>	<b>Página</b>
 <b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	ix
 <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xi
 <b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	xiii
 <b>1) RESUMEN</b> .....	1
 <b>2) ABSTRACT</b> .....	2
 <b>3) INTRODUCCIÓN</b> .....	3
 <b>4) ANTECEDENTES</b> .....	6
4.1) INICIO DEL CULTIVO DE LARVAS DE CAMARÓN.....	6
4.2) CULTIVOS LARVARIOS CON ALIMENTO VIVO.....	7
4.3) DIETAS ARTIFICIALES PARA LARVICULTURA.....	9
4.4) CULTIVOS LARVARIOS CON DIETAS ARTIFICIALES.....	10
4.5) REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LAS LARVAS.....	13
4.6) REQUERIMIENTOS DE PROTEÍNA Y AMINOÁCIDOS.....	14
 <b>5) OBJETIVOS</b> .....	17
5.1) OBJETIVO GENERAL.....	17
5.2) OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
 <b>6) HIPÓTESIS</b> .....	17
 <b>7) METODOLOGÍA</b> .....	18
7.1) ESTABLECIMIENTO DEL REQUERIMIENTO DE AMINOÁCIDOS.....	18
7.2) DIETAS EXPERIMENTALES.....	19
7.2.1) FABRICACIÓN DE LAS DIETAS.....	19

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
Tabla 1.-	Diseño experimental aplicado en el primer bioensayo.....	28
Tabla 2.-	Diseño experimental aplicado en el segundo bioensayo.....	28
Tabla 3.-	Diseño experimental aplicado en el tercer bioensayo.....	29
Tabla 4.-	Diseño experimental aplicado en el cuarto bioensayo.....	30
Tabla 5.-	Análisis del perfil de aminoácidos de subestadios larvarios de camarón <i>Penaeus vannamei</i> (en porcentaje de aminoácidos analizados).....	31
Tabla 6.-	Contenido promedio de aminoácidos en los estadios zoea, misis y postlarva del camarón <i>Penaeus vannamei</i> (en porcentaje de aminoácidos analizados). Se indica la probabilidad obtenida mediante ANOVA de una vía y los aminoácidos donde hubo diferencias significativas (Tukey).....	34
Tabla 7.-	Promedio del porcentaje de aminoácidos esenciales más tirosina encontrados en los estadios larvarios de <i>Penaeus vannamei</i> , respecto del total de aminoácidos analizados.....	35
Tabla 8.-	Promedio del porcentaje de aminoácidos esenciales más tirosina de los estadios larvarios de <i>Penaeus vannamei</i> , donde el 100% lo forman los aminoácidos esenciales más la tirosina que es un aminoácido no esencial.....	36
Tabla 9.-	Valor promedio estimado del requerimiento de aminoácidos esenciales y tirosina en diferentes estadios del camarón <i>Penaeus vannamei</i> (en g/100g de proteína).....	37
Tabla 10.-	Porcentaje de humedad, proteína, grasa y ceniza de las dietas A y B.....	38
Tabla 11.-	Aminoácidos de las dietas experimentales A y B en g/100g de la dieta (materia seca). Las determinaciones se realizaron por triplicado (n = 3).....	39

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
Tabla 12.- Perfil de aminoácidos propuesto como requerimiento y perfiles de aminoácidos analizados de las dietas A y B (en porcentaje de la proteína).....	40
Tabla 13.- Resultados de sobrevivencia, longitud, peso seco promedio individual y tiempo de desarrollo, obtenidos en el tratamiento testigo de alimento vivo (tratamiento I).....	51
Tabla 14.- Resultados de sobrevivencia, longitud, peso seco y tiempo de desarrollo, obtenidos en el tratamiento testigo de alimento vivo (tratamiento I).....	56
Tabla 15.- Sobrevivencia y grado de desarrollo de las larvas de camarón alimentadas con alimento vivo (tratamiento I), con las dietas A y B más alimento vivo (tratamientos II y III, respectivamente) y con las dietas A y B más DUIMA (tratamientos IV y V, respectivamente)....	60
Tabla 16.- Ingredientes y nutrimentos considerados en la elaboración de una dieta microencapsulada para larvas de camarón blanco <i>Penaeus vannamei</i> .....	80
Tabla 17.- Restricciones de ingredientes.....	82
Tabla 18.- Restricción de nutrimentos.....	83
Tabla 19.- Cantidad necesaria de cada ingrediente en la formulación.....	84
Tabla 20.- Perfil de nutrimentos de la dieta formulada.....	85



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
Figura 1.-	Frasco de vidrio con capacidad aproximada de dos litros en el cual fueron colocados 150 nauplios de <i>Penaeus vannamei</i> . Cada uno de estos recipientes funcionó como unidad experimental.....	23
Figura 2.-	Sistema utilizado para los bioensayos de alimentación larvaria. La tina que se observa en la parte central, cuenta con un sistema de recirculación de agua dulce y un termostato para mantener la temperatura a 28° C. En el interior de la tina se colocaron frascos esféricos de 2 lts de capacidad. Cada frasco cuenta con una manguera de aireación, una llave para regular el aire y un tubo de cristal en la punta para proporcionar aireación desde el fondo.....	24
Figura 3.-	Perfil de aminoácidos propuesto como requerimiento en contraste con los perfiles de las dietas A y B (en porcentaje de la proteína).....	41
Figura 4.-	Fotografía en microscopio electrónico (1000x) de las microcápsulas A.....	43
Figura 5.-	Fotografía en microscopio electrónico (1000x) de las microcápsulas B.....	44
Figura 6.-	Zoea de camarón alimentada exclusivamente con dietas microencapsuladas (tanto A como B), donde se nota la formación de hilos largos de heces y partículas que se enredan y adhieren a diferentes partes del cuerpo.....	47
Figura 7.-	Fotografía de una zoea 2 alimentada con las dietas artificiales (A y B), donde se observan los ojos anormales por ser más pequeños y de forma esférica cuando se comparan con una larva normal que se muestra en la siguiente figura.....	49
Figura 8.-	Fotografía de una zoea 2 normal, alimentada con microalgas, donde se observan los ojos de un tamaño adecuado y de forma ovoide.....	50
Figura 9.-	Sobrevivencia en los diferentes tratamientos (Tratamiento I = alimento vivo, Tratamiento II = Dieta A y Tratamiento III = Dieta B).....	51

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 10.- Aumento de nitritos en los diferentes tratamientos.....	52
Figura 11.- Aumento de amonio en los diferentes tratamientos.....	53
Figura 12.- Supervivencia en los diferentes tratamientos (Tratamiento I = Alimento vivo, Tratamientos II y III = Dietas A y B respectivamente y Tratamientos IV y V = Dietas A y B + DUIMA, respectivamente).....	57
Figura 13.- Nauplios de <i>P. vannamei</i> . A-F: vista ventral. G: vista lateral. A-F: nauplios del 1 al 6. G: primer nauplio. La escala equivale a 0.2 mm. (Tomado de Kitani, 1986).....	74
Figura 14.- Zoeas de <i>P. vannamei</i> . A : zoea 1 a la 3 en vista dorsal. B: primera antena. C: segunda antena. D: mandíbula. E: primer maxila. F: segunda maxila. G: primer maxilipedo. H: segundo maxilipedo. I: vista lateral de zoea 3. Z: zoea. La escala equivale a 0.5 mm (Tomado de Kitani, 1986).....	78
Figura 15.- Los tres estadios de misis y el primero de postlarva de <i>P. vannamei</i> . A: vista lateral. B: primer antena. C: segunda antena. D: telson. E: primer maxila. F: segunda maxila. G: primer maxilipedo. H: segundo maxilipedo. I: primer pereopodo. J: cuarto pereopodo. M1-M3: misis 1 a 3. PL: postlarva. La escala equivale a 0.5 mm (Tomado de Kitani 1986).....	79
Figura 16.- Perfil de aminoácidos del requerimiento, en comparación con el perfil de aminoácidos de los ingredientes que sirven como fuente de proteína.....	86
Figura 17.- Perfil de aminoácidos obtenido, en comparación con el perfil de aminoácidos esperado.....	86



## LISTA DE ABREVIATURAS

Ala	Alanina
aprox	Aproximadamente
Arg	Arginina
Asp	Ácido aspártico
°C	Grados Centígrados
cel	Célula
CLAR	Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución
cm	Centímetros
Cys	Cisteína
DUIMA	Dosis única inicial de microalgas
ELN	Extracto libre de nitrógeno
g	Gramo
Glu	Ácido glutámico
Gly	Glicina
His	Histidina
hr	Hora
Ile	Isoleucina
kg	Kilogramo
Leu	Leucina
lt	Litro
med	valor promedio
Met	Metionina
mg	Miligramo
µg	Microgramos
ml	Mililitro
mm	Milímetros
µm	Micras
mod	modelo
M1	Misis 1
M2	Misis 2
M3	Misis 3
nm	Nanómetros
Phe	Fenilalanina
ppt	Partes por mil
rpm	Revoluciones por minuto
Thr	Treonina
Trat	Tratamiento
Tyr	Tirosina
UV	Luz ultravioleta
Val	Valina
Z1	Zoea 1
Z2	Zoea 2
Z3	Zoea 3