

# REVITECA

Revista en  
Tecnología  
y Ciencia  
Alimentaria

ISSN 1022-0321

Publicación Anual del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos \* Volumen 5- 1996 \*

---

## CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE HARINA DE PESCADO ELABORADA A PARTIR DE LA FAUNA ACOMPAÑANTE DEL CAMARÓN EN COSTA RICA

**Evaluación biológica de la harina de desechos de camarón y su efecto en el contenido de colesterol en la carne y piel de pollo**

La harina de cefalotórax de camarón (HCC) presentó las siguientes características: humedad 5,9%; proteína 35%; lípidos 5,5%; materia 34,4%; fósforo 2,0%; calcio 5,6%; sal 0,755; quitina 15%; una digestibilidad proteica *"in vitro"* de 56,4% y 0,2 mg de astaxantina/g de harina.

Utilizando esta harina se llevó a cabo un estudio biológico con pollos de engorde *Indian river* durante los ... *Página 16*



**Efecto de la harina de cefalotórax de camarón sobre la pigmentación y contenido de colesterol en la yema del huevo**

Se estudió la variación en la tasa de pigmentación y contenido de colesterol de la yema de los huevos de las gallinas ponedoras (ISA - Babcock B-300), de 42 semanas de edad; alimentadas por 5 semanas con raciones conteniendo 0% (control) y 10% de harina de cefalotórax de camarón (HCC). Se determinó el grado de pigmentación y el contenido de colesterol de la yema de los huevos, cada 3-4 días durante el periodo de estudio. Los resultados se analizaron ... *Página 34*

**Composición química, rendimiento y evaluación de la calidad de la piangua (*Anadara tuberculosa*) almacenada en refrigeración (4 °C)**

Se determinó la composición química (humedad: 85,6%, proteína: 8,52%, grasa: 0,53% y materia mineral: 1,89%) así como el rendimiento de la porción comestible (40,7%) de *Anadara tuberculosa*. Después de un tratamiento de depuración, los bivalvos fueron almacenados en refrigeración a una temperatura de 4 °C. Las muestras representativas de los moluscos fueron sometidas a evaluación sensorial, química y física ... *Página 1*

**Implementación del método de secado con tambores para elaborar un puré de papa instantáneo a partir de papas de segunda calidad de la variedad *Atzimba***

Se realizaron ensayos de secado en tambores de puré elaborado a partir de papa de segunda calidad, tomando en cuenta variaciones en pretratamientos (escaldado y sulfitado), en métodos de molienda, acondicionamiento del puré y variaciones en las condiciones de secado (velocidad de rotación, presión de vapor en los tambores y distancia entre ellos), para establecer un método adecuado de elaboración del puré instantáneo ... *Página 24*

Revista Anual publicada por el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

**Director del CITA**

Luis Fernando Arias Molina

**Editor**

Ricardo Quirós Castro

**Consejo Editorial**

Ing. Luis Fernando Arias Molina

Ing. Fernando Aguilar Villarreal

Ana Ruth Bonilla Leiva, Ph. D.

Lic. Vera García Cortes

**Diagramación**

Jeanina García Ureña

La responsabilidad de los trabajos firmados es de sus autores y no del CITA, excepto cuando se indique expresamente lo contrario.

La mención de cualquier empresa o procedimiento patentado no supone su aprobación por parte del CITA.

Los artículos incluidos en REVITECA pueden reproducirse libremente siempre y cuando se haga mención expresa de su procedencia y se envíe copia al Consejo Editorial.

Correspondencia por canje y suscripciones  
Universidad de Costa Rica - Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos REVITECA  
San José - Costa Rica  
Email: [citaucr@carari.ucr.ac.cr](mailto:citaucr@carari.ucr.ac.cr)  
Tels. 207-3067 / 207-3031 / 207-3057 / 207-4212 / 207-4701

La presente edición de REVITECA es patrocinada por la Fundación para la Investigación Agroindustrial Alimentaria (FIAA).

**Composición química, rendimiento y evaluación de la calidad de la piangua (*Anadara tuberculosa*) almacenada en refrigeración (4 °C)**

1

*José E. CARBALLO-AVENDAÑO*

*Carlos H. HERRERA-RAMIREZ*

**Caracterización y evaluación biológica de harina de pescado elaborada a partir de la fauna acompañante del camarón en Costa Rica**

8

*María Alexandra SANCHO-HERNANDEZ*

*Carlos H. HERRERA-RAMIREZ*

**Evaluación biológica de la harina de desechos de camarón y su efecto en el contenido de colesterol en la carne y piel de pollo**

16

*Arlette CHAVARRIA-BARRANTES*

*Carlos H. HERRERA-RAMIREZ*

*Mario ZUMBADO-ALPIZAR*

**Implementación del método de secado con tambores para elaborar un puré de papa instantáneo a partir de papas de segunda calidad de la variedad *Atzimba***

24

*Ana M. RODRIGUEZ-SIBAJA*

**Efecto de la harina de cefalotórax de camarón sobre la pigmentación y contenido de colesterol en la yema del huevo**

34

*Arlette CHAVARRIA-BARRANTES*

*Carlos H. HERRERA-RAMIREZ*

*Mario ZUMBADO-ALPIZAR*

# CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE HARINA DE PESCADO ELABORADA A PARTIR DE LA FAUNA ACOMPAÑANTE DEL CAMARÓN EN COSTA RICA

María Alexandra SANCHO-HERNANDEZ\*, Carlos H. HERRERA - RAMIREZ \*\*

## ABSTRACT

### CHARACTERIZATION AND BIOLOGICAL EVALUATION OF FISH MEAL PRODUCED FROM COSTARICAN SHRIMP BY-CATCH

Chemical composition of shrimp by-catch fish meal revealed 8,9% moisture, 69,9% protein and 4,2% total fat. High levels of minerals and essential amino acids for animal feed were also observed. Enzymatic digestibility of fish meal was 63,3%. Microbiological characterization of fish meal indicated a total count of  $1,4 \times 10^6$  CFU/g, mold and yeast  $3,0 \times 10^2$  CFU/g, total coliforms (MPN/g) > 2400 and faecal coliforms (MPN/g) < 3.

A biological study was carried out on chicks *Arbor acres* at initiation period: (0 - 4 weeks) to evaluate fish meal substitution of soybean meal (0%, 5%, and 10%) in isocaloric and isoprotein diets. Weight gain, food consumption, food conversion and protein efficiency ratio were measured during the study. No statistical differences were found ( $P < 0,05$ ) between the treatments for any of the parameters evaluated. A sensory analysis (triangle test) to compare the meat flavor of chicks fed with different diets showed that no "fish flavor" is detectable using fish meal in 5% and 10% levels ( $P < 0,05$ ).

## RESUMEN

Se evaluó químicamente harina de pescado elaborada con fauna acompañante del camarón (FACA) capturada en la región del Golfo de Nicoya, obteniéndose los siguientes resultados: humedad 8,9%; proteína 69,9%; grasa total 4,2%. La harina de pescado presentó un alto contenido de minerales y aminoácidos esenciales para la alimentación animal. La digestibilidad enzimática "in vitro" de la proteína fue de 63,3%. La caracterización microbiológica de la harina de pescado indicó un recuento total de bacterias de  $1,4 \times 10^6$  UFC/g, hongos y levaduras  $3,0 \times 10^2$  UFC/g, coliformes totales (NMP/g) > 2400 y coliformes fecales (NMP/g) < 3.

Utilizando esta harina, se realizó un estudio biológico con pollos de engorde durante el período de iniciación (0-4 semanas) para evaluar el efecto de la sustitución (niveles de 0, 5, y 10%) de harina de soya por la harina de pescado en dietas isocalóricas e isoprotéicas, sobre la ganancia de peso, el consumo de alimento, la conversión alimenticia y la relación de eficiencia proteica de los pollos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos para ninguno de los parámetros evaluados.

Un análisis sensorial (prueba triangular) para evaluar el sabor de la carne de los pollos alimentados con raciones que contenían 5 y 10% de la harina de pescado, mostró que no se produce "sabor a pescado" en la carne del pollo ( $P < 0,05$ ).

La harina elaborada a partir de este material de desecho (FACA) presenta las características nutricionales apropiadas para ser utilizada en la formulación de dietas para pollos, ya que los rendimientos obtenidos son comparables con la dieta control.

\* DEMASA, División de Conservas del Campo

\*\* Investigador Principal del Proyecto: "Aprovechamiento Integral de la Fauna acompañante del Camarón en Costa Rica". Escuela de Química, Universidad de Costa Rica

## INTRODUCCION

La expresión "fauna acompañante del camarón (FACA)", se refiere a todas las especies de pescado y otros organismos accidentalmente capturados durante las operaciones de arrastre del camarón. En el pasado, toda la FACA se devolvía nuevamente al mar y sólo se retenía el camarón. Actualmente es cada vez más común seleccionar y retener algunas especies de valor comercial. En Costa Rica, Campos (1986) estimó que se desechan al mar un promedio de 4 500 toneladas métricas (TM)/año; la cual podría utilizarse para elaborar harina de pescado para consumo animal. Lo anterior cobra importancia si se toma en cuenta que el consumo mensual de harina de pescado en este país es de 13 750 TM.

Las raciones suministradas a los animales están compuestas en mayor proporción de fuentes energéticas (granos y subproductos) que no suplen los requerimientos dietéticos; de ahí que sea necesario suplementar las dietas con otras materias primas ricas en aminoácidos, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. La harina de pescado es considerada una de las mejores fuentes de proteína para la alimentación animal por su excelente composición y balance de aminoácidos (Achio, 1979); principalmente en la elaboración de dietas para monogástricos y rumiantes jóvenes, los cuales tienen una alta demanda de proteína y aminoácidos esenciales. Normalmente la harina de pescado se utiliza en una proporción (base seca) de 15% en animales jóvenes y de 5% en animales viejos (Vargas, 1977).

Estudios realizados con pollos de engorde muestran que la utilización de harina de pescado en niveles entre 6 y 9%, garantiza una buena conversión alimenticia, alta ganancia de peso y consumo de alimento elevado (Moreno, 1978; Retana, 1984).

Por la importancia que reviste para nuestro país una mejor utilización de los recursos marinos actualmente descartados, se presenta en este trabajo una caracterización y evaluación biológica de harina de pescado elaborada con la fauna acompañante del camarón.

## MATERIALES Y METODOS

### Caracterización de la harina de pescado

Se elaboró harina de pescado siguiendo la metodología descrita por Sancho y Herrera (1992), utilizando FACA capturada con redes de arrastre (a bordo de barcos camaroneros) en marzo y abril de 1991 en la zona del Golfo de Nicoya.

La FACA se caracterizó por una gran diversidad de especies de pescado magro y con longitudes menores a los 15 cm.

Se determinó la composición química de la harina elaborada (humedad, proteína, grasa y minerales) según los métodos descritos por Hart y Johnstone (1984) y Fick (1979).

El contenido de aminoácidos fue realizado en Novus International Inc. Research Center, utilizando un analizador automático de aminoácidos (Simpson *et al.*, 1976).

La digestibilidad enzimática "*in vitro*" se determinó siguiendo el método de Lantero *et al.* (1987).

La harina de pescado se analizó microbiológicamente (recuento total de bacterias, hongos, levaduras, coliformes totales y fecales) siguiendo la metodología de la Comisión Internacional sobre Especificaciones Microbiológicas de Alimentos (ICMSF, 1978).

### Estudio biológico

Un total de 120 pollos de engorde (machos de un día de edad) *Arbor acrest* fueron distribuidos en tres tratamientos de alimentación y alojados en baterías termoregulables por un período experimental de 28 días (etapa de iniciación). Los tratamientos evaluados fueron denominados A, B y C

# CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE HARINA DE PESCADO ELABORADA A PARTIR DE LA BAUNA ACUICOLA DEL CARACÓN EN COSTA RICA

y contenían respectivamente 0%, 5% y 10% de harina de pescado, según se presenta en el Cuadro 1. Cada tratamiento se repitió en cinco oportunidades y cada grupo estaba constituido por 8 pollos. El Cuadro 2 muestra el contenido nutricional de las raciones (isocalóricas e isoprotéicas) suministradas a los pollos (National Research Council, 1984).

**Cuadro 1. Composición porcentual (m/m) de las raciones A, B y C**

Ingredientes	Ración A	Ración B	Ración C
Maíz amarillo	57,19	61,26	65,30
Harina de soya	35,19	27,36	19,52
Carbonato de calcio	1,77	2,13	2,48
Fosfato de calcio	1,57	0,94	0,31
Sal común	0,31	0,23	0,15
Vitaminas y minerales			
PREMIX	0,25	0,25	0,25
Aceite de soya	3,58	2,75	1,92
Metionina	0,0139	0,091	0,0055
Harina de pescado	0,00	5,00	10,00

**Cuadro 2. Contenido nutricional (% , m/m) de las diferentes raciones experimentales**

Ingredientes	Ración A	Ración B	Ración C
Proteína	22,0	22,0	22,0
Calcio	1,000	1,000	1,000
Fósforo disponible	0,450	0,450	0,450
Energía disponible (kcal/g)	3100	3100	3100
Metionina	0,480	0,480	0,493
Metionina + Cisteína	0,825	0,806	0,806
Lisina	1,199	1,220	1,241
Sodio	0,150	0,150	0,150
Cloro	0,228	0,228	0,187

Semanalmente se determinó el consumo de alimento, la ganancia de peso, la conversión alimenticia (consumo de alimento/ganancia de peso) y la relación de eficiencia proteica (ganancia de peso/proteína consumida). Los datos fueron sometidos a un análisis de variancia aleatorio con un 95% de confianza (Daniel, 1987).

### Análisis sensorial

Se analizó organolépticamente la carne de los pollos alimentados con las raciones A, B y C; para determinar si existía algún sabor u olor característico a pescado. Se utilizó la prueba triangular, según el método descrito por Larmona (1977). El análisis se realizó por duplicado; la primera vez con 18 evaluadores y la segunda vez con 24 evaluadores familiarizados con este tipo de pruebas. Los resultados fueron analizados según indica Larmona (1977).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Caracterización de la harina de pescado

Windsor (1981) define la harina de pescado como el producto sólido obtenido por remoción de la mayoría del agua y aceite a través de los procesos de secado y molido de pescado o desechos de pescado. El producto debe contener entre un 9-10% de humedad, 5-6% de aceite y un 85% de sólidos no grasos.

A nivel internacional se han establecido una serie de parámetros para caracterizar una harina de pescado: el contenido de proteína debe tener un valor mínimo del 50%, el contenido de humedad no debe ser mayor del 10%, la materia mineral (cenizas) no debe ser mayor del 20% y el

contenido de sal (cloruro de sodio) debe ser menor de 2,5% (Etoh, 1982).

Los resultados de la caracterización química de la harina de pescado elaborada a nivel de planta piloto se observan en el Cuadro 3. Como se puede observar, los niveles de los diferentes nutrimentos se encuentran dentro de los márgenes establecidos a nivel internacional antes mencionados.

**Cuadro 3. Composición química de la harina de pescado**

Componente	Contenido (%, m/m)
Humedad	8,9
<b>Cenizas totales:</b>	<b>22,3</b>
Fósforo	4,16
Calcio*	8,18
potasio *	0,73
sodio *	1,46
magnesio *	0,82
manganeso (mg/kg.) *	46,5
cobre (mg/kg.)*	13,6
zinc (mg/kg.)*	127,4
hierro(mg/kg.) *	1475,4
sal (cloruro de sodio)	2,57
<b>Lípidos:</b>	
totales	4,23
extracto etéreo	3,86
<b>Proteína:</b>	
Nitrógeno 6,25	69,9
Digestibilidad enzimática "in vitro"	63,3

\* Determinados en base seca.

El porcentaje de humedad obtenido (8,9%) es aceptable ya que contenidos de agua mayores al 10% promueven el desarrollo de microorganismos tales como mohos y bacterias. Por otra parte, humedades mucho menores al 10% revelan una reducción en el valor nutricional de la harina, ya que representa un calentamiento excesivo durante la etapa de secado (FAO, 1986).

El contenido de lípidos presentes en la harina (4,23%) garantiza una buena estabilidad de la misma a las reacciones de enranciamiento. Se recomienda una proporción de lípidos no mayor del 6%, pues valores más elevados generan mal olor y sabor en las harinas de pescado y una reducción apreciable en su valor nutricional.

Las harinas de pescado se consideran una fuente importante de calcio, fósforo, magnesio, potasio, trazas de zinc, iodo, hierro, cobre, manganeso, cobalto, selenio, flúor y de vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> y B<sub>12</sub> (FAO, 1986). Sin embargo, el total de minerales no debe ser mayor del 20%. Proporciones más elevadas indican un uso excesivo de desechos (espinas y huesos) en la materia prima utilizada para elaborar la harina, por lo que representa un parámetro de calidad (Etoh, 1982). En este estudio, el contenido de minerales es de 22,3%, lo cual denota la presencia de huesos y espinas en pequeña proporción en la materia prima.

Por otra parte, Moreno (1978) establece que para efectos de alimentación de pollos, la harina de pescado debe tener una proporción Ca/P aproximadamente igual a 2. Dicha proporción se mantiene en la harina en este estudio.

El contenido de sal común en las raciones suministradas a los pollos no debe ser mayor de 1%, ya que podría producir diarreas y trastornos intestinales a este tipo de animales (Vargas, 1977). Como se puede observar en el Cuadro 3, la harina elaborada contiene un 2,5% de sal, sin embargo, el alimento para pollos preparado con la misma, contiene un máximo de 0,25%.

El contenido de proteína (69,9%) supera el nivel mínimo de 50% reconocido internacionalmente (Etoh, 1982), aspecto positivo en la utilización de esta harina en la alimentación animal. Una harina de pescado tiene valor nutricional no sólo por la cantidad de proteína, sino por la calidad de la misma (FAO, 1986). Una forma de evaluar la calidad nutricional de estos productos es a través del ensayo de digestibilidad proteica "in vitro", el cual puede distinguir entre harinas bien o mal procesadas, ya que se relaciona en forma inversa con la intensidad del tratamiento calórico. Otros factores que afectan la digestibilidad son el tipo de materia prima utilizada, la técnica de elaboración y la cantidad de lípidos y proteínas presentes. La digestibilidad enzimática obtenida para la harina de pescado elaborada con FACA (63,3%) es similar a los valores reportados en la literatura (60-90%), lo cual indica que el tratamiento térmico aplicado durante el secado o la combinación de los otros factores no tuvieron un efecto negativo sobre la misma (Windsor, 1981).

Es importante tener presente que el consumir grandes cantidades de proteína no implica necesariamente que se satisfagan las necesidades de aminoácidos. Es un hecho bien conocido que para que un alimento sea usado con la máxima eficiencia, el organismo debe recibir los aminoácidos esenciales en las cantidades adecuadas y suficientes para satisfacer la demanda metabólica (Neave, 1986).

Los animales monogástricos obtienen los aminoácidos por la hidrólisis de proteínas durante la digestión y la absorción, mientras que en los rumiantes hay una considerable síntesis y degradación de proteínas en el rumen, por lo que el material que queda disponible para ser digerido difiere considerablemente del que estaba presente en el alimento (Neave, 1986). Para los cerdos, el aminoácido limitante es la lisina y para las aves lo son la metionina, la lisina y la arginina.

El Cuadro 4 muestra el perfil de los aminoácidos presentes en la harina de pescado en estudio. Los aminoácidos lisina, metionina, triptófano y arginina, se encuentran presentes en cantidades considerables en esta harina, lo cual es de suma importancia, ya que los productos de origen vegetal utilizados en la elaboración de alimentos concentrados para animales, normalmente son deficientes en estos aminoácidos esenciales (Neave, 1986; FAO, 1986).

**Cuadro 4. Composición porcentual de aminoácidos de la harina de pescado**

Aminoácido	Contenido (%, m/m)
Metionina	2,04
Cistina	0,73
Metionina + Cisteína	2,77
Lisina	5,71
Arginina	4,36
Triptófano	0,72
Tirosina	2,24
Treonina	2,63
Serina	2,03
Fenilalanina	2,74
Acido aspártico	6,58
Acido glutámico	9,87
Prolina	3,29
Glicina	4,77
Alanina	4,44
Valina	3,64
Isoleucina	3,06
Leucina	5,11
Histidina	1,79



Para finalizar la caracterización química de la harina de pescado, debe indicarse que este es un producto rico en energía, pues al utilizar los valores calóricos por grupo de alimento reportados por Neave, 1986 se obtiene una "energía gruesa" de 3,2 kcal/g.

En el Cuadro 5 se muestran los resultados del análisis microbiológico de la harina de pescado. La cantidad de microorganismos en este tipo de alimentos es una medida del grado de contaminación del producto durante el proceso de manufactura y el almacenamiento, lo cual incide considerablemente en la calidad de la harina. Los recuentos de hongos, levaduras, coliformes totales y fecales se encuentran dentro de los estándares microbiológicos establecidos a nivel internacional para este tipo de productos, lo cual indica un buen manejo e higiene adecuada durante el proceso de elaboración de la harina (FAO, 1986; Windsor, 1981).

**Cuadro 5. Perfil microbiológico de la harina de pescado**

Recuento total de bacterias (UFC/g)	1,4 x 10 <sup>6</sup>
Hongos y levaduras (UFC/g)	3,0 x 10 <sup>2</sup>
Coliformes totales (NMP/g)	>2400
Coliformes fecales (NMP/g)	<3

#### Estudio biológico con pollos de engorde

En el Cuadro 6 se muestran los resultados del ensayo biológico realizado con pollos de engorde utilizando raciones con 0, 5 y 10% de harina de pescado. Entre las variables determinadas se encuentra la relación de eficiencia proteica (PER), el cual es un índice apropiado para evaluar la calidad de un alimento en animales monogástricos (Neave, 1986).

**Cuadro 6. Ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y eficiencia proteica de pollos en el período iniciador (0 a 28 días) alimentados con las raciones A, B y C**

Parámetro \ Ración	A*	B**	C***
Consumo de alimento (kg)	1,888	1,924	1,870
Ganancia de peso (kg)	0,991	0,981	0,905
Conversión alimenticia	1,940	1,960	2,083
Relación eficiencia proteica (PER)	2,380	2,321	2,184

- \* 0% harina de pescado
- \*\* 5% harina de pescado
- \*\*\* 10% harina de pescado

Estadísticamente no se presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en el consumo de alimento, la ganancia de peso, la conversión alimenticia y la relación de eficiencia proteica (PER) de las tres raciones utilizadas. Lo anterior indica que no hubo problemas de rechazo del alimento debido a un excesivo sabor u olor a pescado y que el uso de la harina en la alimentación de los pollos es igual de eficiente que la harina control o harina de soya.

#### Análisis sensorial

En la prueba triangular realizada para comparar el sabor de la carne de los pollos alimentados con las diferentes raciones, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ), lo cual indica que no hubo rechazo, por los panelistas, debido al sabor u olor a pescado.

Algunos autores indican que el sabor u olor a pescado en la carne de pollo se debe a una proporción mayor del

1% de aceites de pescado en las dietas de los mismos (Vargas, 1977; Moreno 1978). En este estudio el contenido de lípidos en las dietas suministradas a los pollos osciló entre 0,2 y 0,4% en las raciones que contenían 5 y 10% de harina de pescado, respectivamente.

## BIBLIOGRAFIA

- ACHIO, C. 1979. Efecto de la combinación de diferentes niveles de harina de soya, harina de pescado y frijol gandul sobre el rendimiento de animales de laboratorio. Tesis Ingeniería Agrícola. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía.
- CAMPOS, J. A. 1986. Fauna de acompañamiento del camarón en el Pacífico de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 34 (2): 185.
- DANIEL, W. W. 1987. Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud. México, Limusa.
- ETOH, S. 1982. Fish from by-catch on a cottage industry scale. *Infofish Marketing Digest*. n 5.
- FAO, Fishery Industries Division. 1986. The production of fish meal and oil. *FAO Fish. Tech. Pap.* (142) Rev. 1.
- FICK, K. R. 1979. Método de análisis de minerales. University of Florida.
- HART, L. & JOHNSTONE, H. 1984. Análisis moderno de los alimentos. Zaragoza, Acribia.
- ICMSF. 1978. Microorganismos en los alimentos: su significado y métodos de enumeración. 2 ed. Zaragoza. Acribia.
- LANTERO, M. Y; LLAMA, E. & COLOMINA, M. 1987. Manual de prácticas de laboratorio de bioquímica de la carne y la leche. Facultad de Farmacia y Alimentos. Habana.
- LARMONA, E. 1977. Laboratory methods for sensory evaluation of food. Ottawa. Department of Agriculture. Canada.
- MORENO, J. L. 1978. Sustitución de la harina de pescado por harina de cáscara de camarón en la alimentación de pollos de engorde. San José. Tesis Ingeniería Agrícola. San José. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984. Biological evaluation of protein quality. United States Department of Agriculture. Science and Education Administration. Agriculture Handbook n. 10. 4.
- NEAVE, V. H. R. 1986. Introducción a la tecnología de productos pesqueros. México. D. F. Continental.
- RETANA, R. J. 1984. Evaluación comparativa del efecto de la tortave y la harina de pescado en el rendimiento de pollos de engorde. San José. Tesis Ingeniería Agrícola. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. Escuela de Zootecnia.
- SANCHO, M. A. & HERRERA, C. 1992. Elaboración de harina de pescado para el aprovechamiento de la fauna acompañante del camarón en Costa Rica. *REVITECA* 1(2): 30.

SIMPSON, R. J., NEUBERGER, M. R. & LIU, T. Y.  
1976. Complete aminoacid analysis of protein from a  
single hydrolysate. J. Biol. Chem. 251(7): 1936.

VARGAS, C. E. 1977. Evaluación química y biológica de  
concentrados proteicos de origen animal usados en  
Costa Rica. San José Tesis Ingeniería Agrícola.  
Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía.

WINDSOR, M.L. 1981. Fish meal. Torry Research Station  
Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Scotland.  
Torry Advisory Note n. 49.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación fue realizado al amparo  
del proyecto "Aprovechamiento integral de la fauna  
acompañante del camarón en Costa Rica" (No. 90-341-BID)  
financiado por el CONICIT y la UCR.

Nuestro agradecimiento para Novus International Inc.  
Research Center, por la realización del perfil de aminoácidos  
de la harina de pescado.