REVITECA

Revista en Tecnología y Ciencia Alimentaria

ISSN 1022-031

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

ISSN 1022-0321

REVITECA

Revista en Tecnología y Ciencia Alimentaria

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 - Babcok B-300), de 42 semanas de edad; alimentadas por 5 semanas con raciones conteniendo 0% (control) y 10% de harina de cefalótorax 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 período 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*

REVITECA

Revista en Tecnología y Ciencia Alimentaria

Volumen 5 - 1996

ISSN 1022-0321

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@cariari.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

COMPOSICIÓN QUÍMICA, RENDIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA PIANGUA *(Anadara tuberculosa)* ALMACENADA EN REFRIGERACIÓN (4 °C)

José E. CARBALLO-AVENDAÑO, Carlos H. HERRERA-RAMIREZ ***

ABSTRACT

CHEMICAL COMPOSITION, YIELD AND QUALITY EVALUATION OF *Anadara tuberculosa* STORED AT 4°C

Chemical composition (moisture: 85,6%, protein: 8,52%, fat: 0,535 and mineral content: 1,89%) and a yield of 40,7% were determined for ***Anadara tuberculosa*** collected in Jicaral, Puntarenas, Costa Rica during April, 1990. After a depuration process, the molluscs were stored at 4 °C. Twice a week, the bivalves were subjected to sensory, chemical and physical evaluation. Under these conditions, a storage time of 17-19 days for ***Anadara tuberculosa*** was established.

* Departamento de Química. Universidad Nacional de Heredia. Costa Rica

** Escuela de Química. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica.

RESUMEN

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. Muestras representativas de los moluscos fueron sometidas a evaluación sensorial, química y física dos veces por semana. Bajo estas condiciones se estableció un tiempo de almacenamiento de 17 a 19 días para las pianguas.

INTRODUCCION

Los bilvalvos ***Mollusca, Bivalavia*** son organismos que pueden identificarse por la carencia de cabeza, tentáculos y ojos, lo que determina una vida sésil o sedentaria. Por lo general habitan la zona mareal de litorales rocosos o esteros rodeados de bosques de mangle, siendo grande la variedad de especies comerciales en Costa Rica que prefieren este ecosistema para vivir (Madrigal, 1979; Cruz y Palacios, 1983).

Las familias de bivalvos que tradicionalmente han sido utilizadas comercialmente son: ***Arcidae, Mytilidae*** y ***Ostreidae***. En la primera de estas familias merece atención la especie ***Anadara tuberculosa*** (piangua) cuyo valor nutritivo es comparable con el de otras especies de moluscos utilizados en otras latitudes del mundo (Soto, 1987).

La recolección de pianguas en zonas estuarinas cercanas a núcleos de población humana, está asociada a graves problemas de contaminación de orden microbiológico. Los bilvalvos son capaces de concentrar dentro de su organismo todo tipo de gérmenes presentes en el medio acuático, muchos de los cuales se vinculan a enfermedades en los humanos, tales como las causadas por las bacterias ***Clostridium botulinum, Vibrio parahaemolyticus*** y el bacilo de la tifoidea; así como algunos virus entéricos entre los que se destacan los causantes de la hepatitis infecciosa y la poliomielitis (Wood, 1976; Pérez, 1985). En Costa Rica se han reportado enfermedades e intoxicaciones asociadas al consumo de mariscos, no sólo por problemas de contaminación, sino también por el mal manejo del producto (Trejos, 1987).

En las zonas costeras de nuestro país, por lo general las pianguas no son sometidas a tratamiento alguno por lo cual estos organismos experimentan una pérdida rápida de su calidad nutricional, físico-química y microbiológica, que imposibilita su consumo. A nivel internacional, la FAO (Lima dos Santos ***et al.***, 1981) recomienda someter los bilvalvos a un tratamiento de depuración con agua de mar (o agua salada) libre de microorganismos patógenos y posterior almacenamiento en frío (refrigeración o hielo).

Se han hecho numerosos intentos para establecer una prueba confiable para determinar el grado de frescura de los productos marinos. Existen algunos ensayos o pruebas objetivas que se relacionan satisfactoriamente con la evaluación sensorial. Para el caso particular, de los bivalvos, se pueden determinar algunos parámetros físicos como el índice de moluscos abiertos y el índice de líquido escurrido, los cuales se relacionan directamente con aspectos nutritivos y características de vitalidad del animal (Maza, 1988). La determinación del pH y del contenido de amoníaco en el tejido muscular, son algunos de los criterios químicos utilizados como índices de pérdida de la calidad. La importancia de los métodos químicos radica en la detección de compuestos derivados de los principales nutrimentos presentes en el músculo, no sólo por su significado toxicológico, sino también por la posibilidad de establecer correlaciones de orden estadístico con otros parámetros de evaluación. El análisis sensorial es el método más rápido y asequible y la eficacia de cualquier método físico o químico se juzga por su correlación con la evaluación organoléptica.

En nuestro país existe escasa información sobre la composición química, cambios en calidad y tiempo de almacenamiento en hielo o en otras condiciones, de los productos marinos de mayor consumo. Es insuficiente también la información existente respecto a técnicas adecuadas de manejo y descontaminación del pescado y los mariscos. Considerando la piangua ***(Anadara tuberculosa)*** como uno de los moluscos de mayor consumo en Costa Rica y con mayor probabilidad de contaminación, se propone en este estudio determinar su composición química, rendimiento, vida útil y cambios en calidad durante el almacenamiento en refrigeración; previa depuración de las mismas de acuerdo con las normas internacionales.

MATERIALES Y METODOS

Recolección y manejo de la muestra

Una muestra de 800 especímenes de piangua ***(Anadara tuberculosa)*** se recolectó al azar en el estero de Jicaral, Puntarenas, en abril de 1990. Los bivalvos fueron sometidos a un proceso de depuración durante tres días, utilizando agua salada (2,5% de NaCl), pretratada con 10 ppm de cloro y eliminación posterior del exceso de cloro con tiosulfato de sodio (Wood, 1976).

Análisis microbiológico

El efecto del proceso de depuración de las pianguas fue determinado a través de una evaluación microbiológica que incluyó el conteo total de bacterias, el NMP de coliformes totales, y el recuento de *Staphylococcus aureus* (coagulasa positivos) antes y después del tratamiento de depuración, según los métodos descritos por la ICMSF (1981).

Biometría y composición química

Se utilizó una muestra de 100 pianguas para la determinación de algunas características biométricas de los bivalvos: longitud total, masa total y masa de la porción comestible (tejido muscular y líquido intervalvar), rendimiento porcentual (m/m) de la porción comestible y la composición química del tejido muscular de las pianguas: contenido de humedad, materia mineral, proteína (nitrógeno total x 6,25) y lípidos (extracto etéreo). Los análisis indicados se realizaron por triplicado (en una muestra homogeneizada del tejido muscular de las pianguas) utilizando la metodología propuesta por la AOAC (1980). Los resultados se expresan en % (m/m).

Estudio de almacenamiento en refrigeración

Las pianguas sometidas previamente al proceso de depuración, fueron almacenadas en refrigeración (4 °C) por un período de 28 días. La calidad de las pianguas fue evaluada dos veces por semana utilizando la metodología de Lima dos Santos *et al.* (1981). Se determinó el pH y el contenido de amoníaco (mg N%) en el tejido muscular de los bivalvos. El índice de moluscos abiertos (%) y el índice de líquido escurrido (%, m/m) se determinó siguiendo la metodología de Maza (1988). Los análisis anteriores se realizaron por triplicado, en una muestra de aproximadamente 100 pianguas, tomada cada día de evaluación. Se evaluó la calidad sensorial de las pianguas, mediante doce jueces semientrenados, con experiencia en el manejo y características del producto, que calificaron el grado de frescura de las pianguas, utilizando una escala descriptiva de 1 a 10 establecida específicamente con este fin (Cuadro 3), donde el valor máximo (10) representa un producto fresco, de excelente calidad y el valor mínimo (1) un producto totalmente pútrido. El límite de aceptabilidad para consumo humano de los bivalvos se definió en un valor de 6 de acuerdo con la escala empleada y la opinión de los evaluadores. Un análisis de regresión lineal de los resultados de la evaluación organoléptica con el tiempo, permitió determinar el tiempo máximo de almacenamiento de las pianguas, bajo condiciones de refrigeración.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se muestran las características biométricas, el rendimiento porcentual de la porción comestible y la composición química de las pianguas. Algunos de los moluscos no cumplen con la talla mínima comercial (47 mm) establecida por la Dirección General de Pesca y Acuacultura del Ministerio de Agricultura y Ganadería para la captura de estos bivalvos (Madrigal, 1979). Lo anterior refleja una explotación excesiva del recurso e incumplimiento de las regulaciones gubernamentales de parte del sector recolector de pianguas. De la información analizada, se obtiene un coeficiente de correlación de 0,937 entre la longitud de las pianguas y su contenido intervalvar. El incumplimiento en la talla mínima de captura de estos bivalvos se refleja en un bajo rendimiento de su porción

comestible, aproximadamente 40% (m/m), lo cual indica una baja proporción de carne respecto a la masa total de los individuos.

La composición química del tejido muscular de las pianguas se encuentra dentro del ámbito reportado en la literatura para bivalvos de los géneros ***Crassostrea, Ostrea,*** y ***Mytilus***; caracterizada por un alto contenido de humedad, bajo contenido de proteína y una proporción relativamente alta de materia mineral (Pérez, 1985; Bonilla, 1972; Cruz y Palacios, 1983; Wheeler y Hebard, 1981; Jiménez, 1985).

Cuadro 1. Características biométricas y composición química de la piangua *Anadara tuberculosa*

Variable	Ambito	Promedio
Longitud total (mm)	30,8 - 59,6	43,6
Masa total (g)	6,30 - 38,2	21,1
Rendimiento (porción comestible) (%, m/m)	26,7 - 61,0	40,7
Humedad (%, m/m)	—*	85,6
Proteína (N total * 6,25) (%, m/m)	8,48 - 8,60	8,52
Lípidos (extracto etéreo) (%, m/m)	0,47 - 0,64	0,53
Materia mineral (%, m/m)	1,84 - 2,00	1,89

* no hubo diferencias

La evaluación microbiológica inicial de los bivalvos (Cuadro 2) dio como resultado un alto conteo de bacterias totales, lo cual indica que las pianguas recién recolectadas se encuentran en el límite para el consumo humano, ya que a nivel internacional se ha establecido un máximo 10^6 UFC/g en este parámetro. Las pianguas presentan contenidos elevados de coliformes totales (5×10^5 NMP/g) y ***Staphylococcus aureus*** ($4,5 \times 10^5$ UFC/g). El análisis microbiológico refleja una deficiente calidad sanitaria del producto, un mal manejo del mismo y un alto grado de contaminación en la zona de recolección; por lo cual las pianguas, sin un proceso previo de depuración, no son aptas para el consumo humano (Fernández y Brunker, 1977). Sin embargo, los bivalvos después de ser sometidos al proceso de depuración, muestran una reducción significativa en los índices de contaminación bacteriana, lo cual concuerda con lo encontrado por Wood (1976).

Cuadro 2. Evaluación microbiológica de la piangua *Anadara tuberculosa* antes y después del proceso de depuración

Parámetro	Antes	Después
Conteo total de bacterias (UFC/g)	$1,0 \times 10^6$	$2,0 \times 10^3$
Coliformes totales (NMP/g)	$5,0 \times 10^5$ (*E. coli* ausente)	(-)
Staphylcoccus aureus (UFC/g)	$4,5 \times 10^5$	(-)

(-) Menos de 1000 g.

La evaluación sensorial de los moluscos bivalvos considera características de frescura tales como: el estado de las valvas; el olor, el color y la cantidad del tejido muscular y

líquido intervalar, así como algunas de las características de vitalidad como la reacción del músculo a estímulos externos (Wheeler y Hebard, 1981; Pérez, 1985; Maza, 1988). Considerando esas características se elaboró la escala de evaluación sensorial presentada en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Evaluación sensorial de moluscos bivalvos

Características principales	Puntos	Grado de calidad
Concha fuertemente cerrada. Carne firme, lozana, rechoncha y regordeta. El cuello o sifón se mueve al tacto. Olor suave, moderado, fresco. Líquido intervalvar claro o ligeramente opalescente, libre de partículas. No más de un 15% de líquido intervalvar.	10	Máximo grado de frescura. Calidad excelente.
	9	Producto muy fresco Muy buena calidad
Concha cerrada. Carne menos firme y lozana. No hay movimiento del animal al tacto. Olor neutro, no identificable con productos en descomposición. Líquido opalescente. Mayor proporción de líquido intervalvar.	8	Producto fresco. Buena calidad.
	7	Producto no fresco. Calidad media
Concha entreabierta, o se puede abrir fácilmente con las uñas. La carne ha perdido su lozanía y se muestra arrugada o agrietada. Olor dulzón, acre o rancio. Líquido más abundante y oscuro.	6	Producto no fresco Calidad regular Límite de aceptabilidad para consumo humano
Características similares a las anteriores, pero más pronunciadas.	5	Producto en proceso de descomposición. Mala calidad. No comercial
Presencia de fermentación gaseosa. Olores fuertes y ofensivos. Olor a NH3 y H2S.	4	Producto descompuesto. Muy mala calidad.
Características más pronunciadas que las descritas.	3	Producto descompuesto. Pésima calidad.
Olor pútrido, nauseabundo.	2	Producto totalmente putrefacto.
La carne se encuentra casi licuada.	1	

La muestra de pianguas recién recolectada presentó las siguientes características: valvas fuertemente cerradas; músculo húmedo, compacto y elástico, capaz de reaccionar a estímulos externos. El pie es de color amarillo-naranja; branquias en filamentos consistentes y bien diferenciados. Presenta abundante líquido intervalvar y olor a fresco, por lo cual se le asignó un puntaje de 10 en la evaluación organoléptica.

Durante el almacenamiento, las características sensoriales de las pianguas decaen en forma regresiva hasta obtener un producto no apto para el consumo humano. Bajo estas condiciones se tienen las siguientes características: valvas abiertas o semiabiertas, pie decolorado con manchas negruzcas, branquias deshilachadas, sin líquido intervalvar y presencia de mal olor.

La regresión lineal de los valores obtenidos en la evaluación organoléptica y el límite de aceptabilidad para consumo humano, permitió definir entre 17-19 días, como el tiempo máximo de almacenamiento de las pianguas en refrigeración. Del análisis de regresión lineal se obtiene una pendiente igual a -0.23, que equivale a la velocidad de descomposición de las pianguas bajo las condiciones descritas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Variación en la calidad sensorial y regresión lineal del proceso de descomposición de la piangua *Anadara tuberculosa* almacenada en refrigeración

Tiempo de Almacenamiento (días)	Calidad Sensorial (*) (puntos)	Desviación Estándar
0	10,0	---
4	9,1	0,3
7	8,2	0,7
11	7,4	0,7
14	6,6	0,6
18	6,0	0,5
21	5,2	0,6
25	4,2	0,7
28	3,5	0,7
Intercepto (A)	9,9	0,6
Pendiente (B)	-0,23	0,01
Coeficiente de correlación (r)	-0,998	---

(*) Valor promedio de 12 evaluaciones.

Los ensayos físicos y químicos realizados a las pianguas durante su almacenamiento, permitieron corroborar la confiabilidad de la evaluación organoléptica. El Cuadro 5 muestra los resultados obtenidos con el índice de moluscos abiertos y el índice de líquido escurrido. Ambos índices se relacionan directamente con las características de vitalidad y frescura de los bivalvos. El índice de moluscos abiertos indica la proporción porcentual de organismos muertos (con las valvas abiertas o semiabiertas) respecto al total y se ha definido en 25% el límite de aceptabilidad para consumo humano (Maza, 1988). Para el índice de líquido escurrido se acepta un valor máximo de 15%.

La cantidad de líquido intervalvar aumenta durante el alcenamiento del bivalvo y refleja la condición nutricional del animal. Las pianguas almacenadas en refrigeración no disponen de una fuente externa de nutrimentos, por lo cual agota sus reservas energéticas, disminuyendo la proporción de carne respecto a la de líquido intervalvar (Maza, 1988; Pérez, 1985).

En el mismo cuadro se observa un aumento gradual del pH y del contenido de amoníaco del mismo en el tejido muscular de las pianguas. Lima dos Santos ***et al.*** (1981), indican que tales cambios son una respuesta a los procesos de descomposición del músculo provocados por enzimas de origen bacteriano que generan diversos compuestos (H_2S, NH_3 y aminas) causantes del mal olor y sabor del producto. Para los moluscos no existe información en la literatura respecto a los valores máximos aceptables en estos parámetros. Para pescado y crustáceos, la FAO (Lima dos Santos ***et al.***, 1981) ha establecido un máximo 25-30 mg N/100 g de tejido muscular. Utilizando este criterio para evaluar la calidad de las pianguas, se observa que después del día 21 de almacenamiento en refrigeración, estas han sobrepasado el límite máximo aceptable, lo cual indica un avanzado grado de descomposición, no siendo aptos para el consumo humano desde el punto de vista químico.

Cuadro 5. Variación de los índices de moluscos abiertos, líquido escurrido, contenido de amoníaco (mg N%) y pH del tejido muscular de la piangua *(Anadara tuberculosa)* almacenada en refrigeración (4 °C)

Tiempo de almacenamiento (días)	Indice de moluscos abiertos (%)	Indice de líquido escurrido (% m/m)	Contenido de amoníaco (mg N%)	pH
0	---	---	---	---
4	0	10,9	3,5	6,20
7	0	13,2	6,3	6,30
11	2	11,5	7,6	6,30
14	6	13,8	13	6,40
18	14	16,5	17	6,60
21	18	18,6	24	6,80
25	32	22,8	32	7,10
28	45	22,6	44	7,30

BIBLIOGRAFIA

AOAC. 1980. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists. 13 ed. Washington, DC.

BONILLA, J. 1972 Variación mensual de la composición química del ostión de mangle y ostión cultivado. Bol. Inst. Oceanogr. 11(2): 115.

CRUZ, R. & PALACIOS, J. A. 1983. Algunas características biométricas del molusco ***Anadara tuberculosa (Pelecypoda: Arcidae)*** en Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 31(2): 175.

FERNÁNDEZ, B. & BRUNKER, T. 1977. Estudio bacteriologíco de bivalvos del Golfo de Nicoya, Costa Rica. (I) Condición del molusco recién colectado. Rev. Biol. Trop. 25(1): 101.

ICMSF. 1981. Microorganismos de los alimentos: Métodos de muestreo para análisis microbiológicos: principios y aplicaciones. Zaragoza. Acribia. V. 2.

JIMENEZ, R. 1985. Composición bioquímica y madurez sexual de *Anadara tuberculosa (Pelecypoda:Arcidae)* del manglar de Colorado de Abangares, Costa Rica. Proyecto de Investigación , Bachillerato en Biología Marina. Universidad Nacional. 50 p.

LIMA DOS SANTOS, C. A. M., JAMES, D & TEUTSCHER, F. 1981. Guidelines for chilled fish storage experiments. FAO Fish . Tech. Paper. Nº 210: 22 p.

MADRIGAL, E. A. 1979 Algunos moluscos de importancia comercial del litoral Pacífico costarricense. Serie de publicaciones Biología Marina Pesquera. MAG 1-8 p.

MAZA, S. 1988. Control de calidad de moluscos bivalvos . V Curso internacional de tecnología de procesamiento de productos pesqueros. ITP/ JICA. Lima, Perú.

PÉREZ, L. S. 1985 Higiene de los productos de la pesca. México. D. F., Continental.

SOTO, W. A. 1987. La importancia de la inspección del pescado desde el punto de vista deteriorización y parasitológico en la salud animal. Guía agropecuaria de Costa Rica. Sección Pecuaria. 5(10) : 103.

TREJOS, E. 1987. Control de calidad y sanidad en las embarcaciones. Guía Agropecuaria de Costa Rica. Sección Pecuaria. 5(10): 93.

WHEELER, J & HEBARD, C. 1981. Seafood products: teacher's resource guide. Food Science and Technology Departement. University of Virginia.

WOOD, P. C. 1976. Guide to shellfish hygiene. WHO, No. 37.

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 x 10^6 CFU/g, mold and yeast 3,0 x 10^2 CFU/g, total coliforms (MPN/g) > 2400 and faecal coliforms (MPN/g) < 3.

A biological study was carried out on chicks *Arbor acress* 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).

* 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

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 x 10^6 UFC/g, hongos y levaduras 3,0 x 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 isocáloricas 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.

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 analizo 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 acress*** 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

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**
Cenizas totales:	**22,3**
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
Lípidos:	
totales	4,23
extracto etéreo	3,86
Proteína:	
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 enraciamiento. 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_1, B_2, B_6 y B_{12} (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)	$1,4 \times 10^6$
Hongos y levaduras (UFC/g)	$3,0 \times 10^2$
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. Facultadad de Farmacia y Alimentos. Habana.

LARMONA, E. 1977. Laboratory methods for sensory evaluation of food. Ottawa. Dapartment 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 Departament 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 analisys 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.

EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE LA HARINA DE DESECHOS DE CAMARÓN Y SU EFECTO EN EL CONTENIDO DE COLESTEROL EN LA CARNE Y PIEL DE POLLO

Arlette CHAVARRIA-BARRANTES, Carlos H. HERRERA-RAMIREZ **, Mario ZUMBADO-ALPIZAR ****

ABSTRACT

BIOLOGICAL EVALUATION OF SHRIMP WASTE MEAL, AND ITS EFFECT ON CHOLESTEROL LEVEL IN CHICKEN MEAT AND SKIN

Chemical composition of shrimp waste meal revealed 5,9% moisture, 35% protein, 5,5% lipids, 34,4% mineral content: 2,0% phosphorus, 5,6% calcium, 0,75% salt, 15% chitin, 0,2 mg astaxantine/g and an enzimatic digestibility of 56%.

A biologic study was carried out on ***Indian river*** chicks at initiation period (0-28 days), and at developing period (29- 42 days) to evaluate shrimp waste meal substitution of soybean meal (0, 5 and 10%) in isocaloric and isoproteic diets. Weight gain, food consumption, food convertion and protein efficiency ratio (PER) were measured during the study. No statistical differences ($P < 0,05$) were found among the treatments for any of the parameters evaluated.

After 42 days, chickens were sacrificed and the cholesterol content of chicken breast, leg and skin was determined. A significant difference ($P < 0,05$) in cholesterol content of chicken breast and leg was found between the treatments with 5 and 10% of shrimp waste meal and the control. Using 5 and 10% of shrimp waste meal in chicken diets, the cholesterol content decreased respectively 40 and 60% on chicken breast, and 40 and 50% on chicken leg. No significant differencs ($P < 0,05$) were found among the treatments in cholesterol content of chicken skin.

RESUMEN

La harina de cefalotórax de camarón (HCC) presentó las siguientes características: humedad 5,9%; proteína 35%; lípidos 5,5%; materia mineral 34,4%; fósforo 2,0%; calcio 5,6%; sal 0,755; quitina 15%; una digestibilidad proteica ***"in vitro"*** de 56% 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 períodos de iniciación (0-28 días de edad) y desarrollo (29-42 días de edad) con dietas isocalóricas e isoproteicas con niveles de 0% (control), 5% y 10% de la HCC. Para ambos períodos, los parámetros de evaluación utilizados fueron: la ganancia de peso, el consumo de alimento, la conversión alimenticia y la relación de eficiencia proteica (PER). No se detectaron diferentes significativas ($P < 0,05$) en ninguna de las variables estudiadas, entre los tratamientos conteniendo 5 y 10% HCC y la dieta control. A los 42 días, los pollos se sacrificaron y se determinó el contenido de colesterol en la piel, pechuga y cuarto de muslo. El contenido de colesterol en la carne de pollo (pechuga y cuarto de muslo) fue significativamente menor ($P < 0,05$) en aquellos pollos alimentados con HCC que con la dieta control. Al usar 5 y 10% de HCC se obtuvo una disminución del contenido de colesterol de 40 y 60% en pechuga y 40 y 50% en cuarto de muslo respectivamente. No se detectaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el contenido de colesterol de la piel, entre los tratamientos.

Se concluye que a partir de la HCC se puede obtener un producto con las características apropiadas para ser utilizado en la formulación de alimento para pollos, lográndose además disminuir significativamente los niveles de colesterol en la carne.

* Lic. Tecnología de Alimentos

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

*** Escuela de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica.

INTRODUCCION

Las industrias de alimentos deben enfrentar el problema de eliminar sus desechos o de convertirlos en productos secundarios rentables. En Costa Rica se produce gran cantidad de desechos en las plantas procesadoras de camarón, a los que no se les da ninguna utilidad. Estos desechos representan en términos numéricos de un 30 - 50% de la masa del camarón y son lanzados al mar o descartados en áreas cercanas a las instalaciones camaroneras o pesqueras, lo cual crea serios problemas de contaminación ambiental. Las cabezas de camarón (cefalotórax) son separadas de las colas (porción comestible del camarón) para aumentar el espacio disponible en las cámaras de enfriamiento y para evitar una pronta descomposición del producto (NORAD-FAO OLDEPESCA, 1990; Clayton, 1990).

Estos desechos pueden utilizarse en la elaboración de harina para consumo animal, ya que presentan una proteína de buena calidad y un elevado contenido de materia mineral (Vargas, 1991). Aguilar (1989) concluye que la harina elaborada a partir del cefalotórax del camarón ***Penaeus stylirostris y P. vannamei***, presenta las características nutricionales apropiadas para ser utilizada en la formulación de dietas, además su digestibilidad y estabilidad durante el almacenamiento la hacen un recurso valioso en la alimentación animal.

Otro componente importante que se obtiene de los desechos de cefalotórax del camarón es el complejo quitina/quitosano, el cual no es tóxico y posee actividad hipocolesterolémica. Es así como la tendencia actual de consumir alimentos con bajo contenido de colesterol se puede ver beneficiada al alimentar el animal con una harina cuya fuente de quitina sea elevada (Johnson y Peniston, 1982; Sugano ***et al.***, 1988; Knorr, 1991).

El presente trabajo estudia el efecto de la alimentación de pollos con harina de cefalotórax de camarón sobre su crecimiento y sobre el contenido de colesterol en la carne y la piel.

MATERIALES Y METODOS

Recolección y manejo de la materia prima

Las especies de camarón utilizadas fueron: ***Penaeus brevirostris, Heterocarpus viacrius y Solenocera agasizzi***, capturadas con redes de arrastre en barcos camaroneros comerciales en la región del litoral Pacífico de Costa Rica, entre los meses de marzo y abril de 1993. Las colas (porción comestible) fueron separadas manualmente de las cabezas (cefalotórax). La mezcla de desechos se mantuvo en hielo, a bordo de las embarcaciones y en tierra se almacenó a -10 °C, hasta su utilización en la elaboración de la harina (Herrera, 1994).

Elaboración de la harina

Se siguió el procedimiento descrito por Sancho (1992). El rendimiento del proceso se calculó porcentualmente, relacionando la masa total de la harina obtenida a la masa total de la materia prima.

Caracterización química de la harina

Cada análisis se realizó por triplicado y sus resultados se expresan como % (m/m). En la HCC se determinaron el contenido de humedad, proteína, extracto etéreo y cenizas, siguiendo la metodología descrita por Hart y Johnstone (1984).

El contenido de minerales (fósforo y calcio), sal común (NaCl) y quitina se determinaron según los métodos descritos por Fick (1979), Orion (1989) y Díaz y Mata (1993), respectivamente.

Los pigmentos totales se determinaron por el método de Chen y Meyers (1984) expresándose como mg de astaxantina/g de muestra.

En la determinación de la digestibilidad enzimática ***"in vitro"*** con pepsina y pancreatina, se siguió el método descrito por Lantero ***et al.*** (1987).

Estudio biológico con pollos de engorde

Se realizó en la granja experimental de PIPASA, en San Antonio de Belén. Un total de 132 pollos (machos) de engorde de la línea ***Indian river*** de un día de edad, fueron distribuidos en tres grupos denominados A, B y C y se alimentaron con raciones conteniendo 0, 5 y 10% de harina de cefalotórax de camarón. Cada tratamiento estaba formado por 4 réplicas de 11 pollos cada una. Las raciones (isoproteicas e isocalóricas) fueron elaboradas y suministradas a los pollos en dos etapas, según la edad del animal: etapa 1 (de 0 a 28 días, alimento iniciador) y etapa 2 (de 29 a 49 días, alimento finalizador). La composición de las raciones utilizadas se muestra en los Cuadros 1 y 2. En cada etapa de alimentación de los pollos se realizó un análisis de rendimientos. Se midió el consumo de alimento y la ganancia de peso. Con estos datos se determinó la conversión alimenticia y la relación de eficiencia proteica (PER).

Cuadro 1. Composición porcentual (%, m/m) de las raciones utilizadas en la alimentación de los pollos

Ingredientes	*RACIONES* Etapa 1			Etapa 2		
	A	B	C	A	B	C
Maíz amarillo	62	60,4	59,3	59,5	57,4	59
Harina de soya	30	27	24	26,5	25	19
Harina de cefalotórax de camarón	—	5	10	—	5	10
Tortave *	4	4	4	5	5	5
Aceite de palma	—	—	—	4	4	3
Fosfato	1,1	2	1,2	0,6	1	0,2
$CaCO_3$	1,4	1	0,6	1,14	1	0,11
Harina de carne	1,8	—	—	2,3	—	2,3
Sal común	0,25	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Lisina	—	0,063	0,125	—	—	—
Premix C1 **	0,75	0,75	0,75	—	—	—
PremixC2 **	—	—	—	0,75	0,75	0,75

* Harina elaborada con subproductos de aves

** Mezcla de vitaminas y aminoácidos en las etapas inicial y final respectivamente

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

Ingredientes	*RACIONES* Etapa 1			Etapa 2		
	A	B	C	A	B	C
Proteína	22,47	22,47	22,47	21,00	21,00	21,00
Metionina + cisteína	0,95	0,95	0,93	0,88	0,87	0,84
Calcio	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90	0,95
Fósforo	0,68	0,67	0,67	0,58	0,59	0,55
Energía metabolizable (kcal/kg)	3000	3000	3000	3200	3200	3200

A los 42 días, los pollos se sacrificaron. Se separaron la pechuga, el cuarto de muslo y la piel, se empacaron en bolsas plásticas y se almacenaron a -20 °C para su posterior análisis. Se determinó el contenido de lípidos totales en la carne y la piel de los pollos, utilizando el método de Bligh y Dyer (1959). La extracción y determinación del contenido de colesterol se llevó a cabo utilizando los métodos de Bohac *et al.* (1988) y Schosinsky *et al.* (1993), respectivamente.

Análisis estadístico

En todos los casos se utilizó un análisis de variancia con modelo completamente aleatorio y un conjunto de contrastes ortogonales, con un 95% de confianza. Se compararon los datos obtenidos en los tres tratamientos: control y tratamientos con 5 y 10% de harina de cabezas de camarón.

RESULTADOS Y DISCUSION

Elaboración y composición química de la HCC

A partir de 100 kg de materia prima (mezcla de cabezas de camarón de diferentes especies) se obtuvieron 15 kg de harina. La etapa de escaldado presentó un rendimiento del 59%. Las mayores pérdidas del proceso se presentaron en la etapa de prensado (rendimiento de 29% respecto a la masa inicial), debido a que se eliminan los sólidos solubles, el aceite y el agua. En la etapa de molienda las pérdidas fueron despreciables, ya que la adhesión de las partículas al molino fue mínima debido al bajo contenido de humedad del producto. El rendimiento total del proceso de elaboración de harina a partir del cefalotórax de camarón fue de un 15%.

La composición química de la HCC se muestra en el Cuadro 3. La harina elaborada presentó un contenido de humedad de 5,9%, que se encuentra dentro de las especificaciones recomendadas a nivel internacional. Humedades mayores el 10% provocan deterioro de estas harinas, ya que son susceptibles al ataque de bacterias y mohos (FAO,1986).

Cuadro 3. Composición química y digestibilidad proteica de la harina de cefalotórax de camarón

Análisis	% (m/m)	DE*
Humedad	5,9	0,1
Proteína	35	1
Lípidos	8,5	0,2
Cenizas	34,4	0,4
Fósforo	2,00	0,02
Calcio	5,00	0,01
NaCl	0,75	0,03
Quitina/quitosano	15	1
Pigmentos totales (mg astaxantina/g)	0,20	0,01
Digestibilidad enzimática *"in vitro"*	56	1

* Desviación estándar

El contenido de los lípidos en la harina es de 8,5%, el cual se encuentra dentro del ámbito de 5 a 10% establecido por la FAO (1986). Un mayor contenido de lípidos provocaría reacciones de oxidación indeseables y, por lo tanto, olores y sabores desagradables que dan lugar a una disminución del agrado que tengan las aves por el alimento (Aguilar, 1989).

El exoesqueleto de los crustáceos está constituido principalmente por carbonato de calcio ocluido en una matriz glicoproteica (una estructura compleja entre fibras de proteína y del polisacárido quitina / quitosano) (Belitz y Grosch, 1985), lo cual explica el contenido tan elevado de materia mineral (34,4%) encontrado en la harina. A nivel internacional se establece un máximo de 20% de este componente (FAO, 1986).

El contenido de sal (cloruro de sodio) es menor al 1%, lo cual es aceptable ya que contribuye a la palatabilidad del alimento y al proceso de ósmosis celular en las aves (Vaca, 1991).

El exceso o deficiencia de minerales como el calcio o fósforo pueden causar raquitismo en las aves. En la harina obtenida, la razón Ca/P es de 2,5; la cual se aproxima al valor de 2,0 recomendado para la alimentación de pollos (Moreno, 1978).

El contenido de astaxantina en las harinas de desechos de crustáceos depende del proceso de elaboración utilizado y del posterior manejo del producto, ya que la luz, el calor y el oxígeno provocan la degradación de los pigmentos carotenoides. La harina elaborada presenta un contenido de pigmentos totales de 0,20 mg de astaxantina/g, superior a los reportados en la literatura (Simpson,1982). La astaxantina, al igual que otros pigmentos carotenoides, juega a nivel metabólico un importante papel como antioxidante y agente pigmentante de las patas, de la carne y la yema de los huevos de las aves (Chavarría, 1993).

El contenido total de proteína en la harina de cabezas de camarón es de un 35%, insuficiente respecto al estándar de 50% como mínimo establecido para las harinas de pescado por la FAO (1986). Sin embargo el resultado obtenido se encuentra dentro del ámbito de 33-59% reportado en la literatura para productos similares (Jarquín y Braham, 1972; Moreno, 1978; Aguilar, 1989).

Tenuta y Zucas (1981), Tenuta (1985) y Aguilar (1989) reportan valores entre 69 y 78% en la digestibilidad enzimatica *"in vitro"* de harinas elaboradas con desechos de camarón. La harina elaborada en este estudio presenta un valor más bajo (56%) para este parámetro, como una consecuencia del alto contenido de minerales y del complejo quitina/quitosano en la misma.

La harina de soya es el sustituto proteico de mayor uso en la alimentación avícola y presenta una digestibilidad proteica superior al 85%, por lo cual la combinación de la harina de soya con la HCC en la alimentación animal permitiría ofrecer un alimento con las ventajas de esta última, con una mejor digestibilidad proteica.

Estudio con pollos de engorde

En un estudio realizado por Jarquín y Braham (1972) con pollos de engorde, por un período de 4 semanas, se concluyó que la utilización de harina de desechos de camarón (10%) no proporciona un aumento en la ganancia de peso, ni una disminución en la conversión alimenticia. En el presente trabajo se encontró que, en la fase inicial de alimentación de los pollos de engorde, existen diferencias significativas ($P<0,05$) en la ganancia de peso entre los tratamientos con 5 y 10% de harina de cabezas de camarón y el control (Cuadro 4). Así mismo, la ganancia de peso y la conversión alimenticia son mejores para el tratamiento con 5% de harina de camarón. La eficiencia proteica y el consumo de alimento de los pollos alimentados con las diversas raciones (incluido el control) fueron similares.

En la fase de alimentación final (Cuadro 5) los análisis estadísticos mostraron una diferencia significativa ($P < 0,05$) en la ganancia de peso entre los pollos alimentados con HCC, siendo mayor para los animales alimentados con la ración que contiene 10% de esta harina. Aunque debe indicarse que en la etapa inicial, estos últimos mostraron una ganancia de peso menor respecto a los alimentados con las otras dos raciones, pero ese efecto se compensó en la etapa final, donde tuvieron una ganancia de peso de 1,04 kg. Este fenómeno se conoce como "crecimiento compensatorio", y es debido a restricciones alimenticias en la etapa inicial, donde las aves requieren de un balance adecuado de aminoácidos esenciales. Es posible que la harina de cefalotórax de camarón tuvieran una menor disponibilidad de los aminoácidos, lo cual afectó el aumento de peso en la etapa inicial, no así en la final, ya que al crecer las aves son menos exigentes en cuanto a sus requerimientos nutricionales (Plavnik y Hurwitz 1985; Torrijos, 1980). En las demás variables, no se detectaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las diferentes raciones utilizadas.

Cuadro 4. Ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y relación de eficiencia proteica de los pollos alimentados con 0, 5 y 10% HCC*, en el período iniciador (0 - 28 días)

Parámetro	*Resultado ± DE*		
	0% HCC	5% HCC	10% HCC
Consumo de alimento (kg)	1,71 ± 0,02	1,66 ± 0,03	1,56 ± 0,05
Ganancia en peso (kg)	1,05 ± 0,02	1,05 ± 0,02	0,89 ± 0,03
Conversión alimenticia	1,62 ± 0,03	1,59 ± 0,02	1,75 ± 0,05
PER	2,75 ± 0,06	2,79 ± 0,04	2,56 ± 0,09

* Harina de Cefalotórax de Camarón

Cuadro 5. Ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y relación de eficiencia proteica de los pollos alimentados con 0, 5 y 10% HCC*,en el período finalizador (29-42)

Parámetro	*Resultado ± DE*		
	0% HCC	5% HCC	10% HCC
Consumo de alimento (kg)	2,03 ± 0,05	1,96 ± 0,05	2,04 ± 0,1
Ganancia en peso (kg)	0,89 ± 0,05	0,91 ± 0,01	1,04 ± 0,02
Conversión alimenticia	2,27 ± 0,08	2,19 ± 0,04	1,97 ± 0,09
PER	2,26 ± 0,08	2,3 ± 70,07	2,62 ± 0,08

* Harina de Cefalotórax de Camarón

Uniendo ambas etapas (Cuadro 6), no se detectaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos en ninguna de las variables estudiadas. Se concluye que la HCC presenta las características nutricionales apropiadas para ser utilizadas en la formulación de dietas para pollos, ya que los diferentes parámetros evaluados son comparables con los de la dieta control, cuyo suplemento proteínico estaba determinado por la harina de soya.

Cuadro 6. Ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y relación de eficiencia proteica de los pollos alimentados con 0, 5 y 10% HCC*, en el período total (0 - 42 días)

Parámetro	*Resultado ± DE* **		
	0% HCC	5% HCC	10% HCC
Consumo de alimento (kg)	3,76 ± 0,10	3,62 ± 0,05	3,60 ± 0,10
Ganancia en peso (kg)	1,95 ± 0,03	1,05 ± 0,03	1,93 ± 0,04
Conversión alimenticia	1,93 ± 0,02	1,85 ± 0,03	1,86 ± 0,07
PER	2,51 ± 0,02	2,58 ± 0,04	25,9 ± 0,10

* Harina Cefalotórax de Camarón

** No hay diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los diferentes parámetros evaluados y los diferentes tratamientos

Contenido de colesterol en carne y piel de pollo

El Cuadro 7 muestra claramente una tendencia decreciente en el contenido de colesterol en la pechuga y el cuarto de muslo con los tratamientos de 5 y 10% de HCC en relación con el control. El análisis estadístico mostró diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los dos tratamientos con HCC y el control, tanto para la pechuga como para el cuarto de muslo. La disminución porcentual en el contenido de colesterol al usar 5 y 10% de HCC fue de 40 y 60% en la pechuga y de 40 y 45% en el cuarto de muslo, respectivamente. Sugano ***et al.*** (1988), en un estudio realizado con ratas alimentadas con dietas altas en colesterol y con 2 y 5% de quitosano por un período de 20 días, lograron una disminución de 25-30% en el colesterol sérico, sin influir en el desarrollo de las ratas. Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con los obtenidos por los autores mencionados, ya que se logró disminuir significativamente el contenido de colesterol en los pollos, sin afectar negativamente su crecimiento.

Con respecto al contenido de colesterol en la piel de pollo, no se logró detectar una disminución significativa ($P < 0,05$) al suministrar las diferentes dietas; por lo que se recomienda la eliminación de la piel al consumir productos avícolas, ya que presenta un alto nivel de triglicéridos, colesterol y un elevado valor calórico.

Cuadro 7. Contenido de colesterol (mg/100 g) de la piel, la pechuga y el cuarto de muslo de los pollos alimentados con 0, 5 y 10% de HCC*

Parámetro	*Resultado ± DE*		
	0% HCC	5% HCC	10% HCC
Pechuga	123,4 ± 8,6	62,0 ± 9,1	42,7 ± 8,0
Cuarto de muslo	101,3 ± 2,0	73,8 ± 2,8	66,0 ± 4,1
Piel	134,0 ± 2,9	134,4 ± 1,5	126,0 ± 5,3

* Harina Cefalotórax de Camarón

Contenido de lípidos totales en la carne y piel de pollo

No se detectó diferencias significativas ($P < 0,05$) en el contenido de lípidos totales en piel, pechuga y cuarto de muslo, al utilizar raciones conteniendo 0, 5 y 10% de HCC.

El contenido de lípidos totales en la pechuga, muslo y piel de los pollos fue de 0,8; 1,1 y 26% respectivamente. Estos valores son menores a los especificados para productos avícolas en los Estados Unidos de América por el "Consumer and Food Economics Institute" (1979).

BIBLIOGRAFIA

AGUILAR , I. 1989. Determinación de la composición química, digestibilidad enzimática y estabilidad de una harina elaborada a partir del cefalotórax de *Peneaus stylirostris* y *P. vannamei*. Proyecto de investigación por tutoría. Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional.

BELITZ, H.D. & GROSCH, W. 1985. Química de los alimentos. Zaragoza. Acribia.

BLIGH, E & DYER, W. 1959. Rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37: 911.

BOHAC, C.; RHEE, K & CROSS, H. 1988. Assessment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. J. Food Sc. 53(6): 1642.

CLAYTON, G. 1990. Aquaculture growth potential. Feed Int. 11(2): 10.

CONSUMER AND FOOD ECONOMICS INSTITUTE. 1979. Composition of food, poultry products: raw, processed, prepared. Oregon. United States Departament of Agriculture Science and Education Administration. Agriculture Handbook No. 8.5.

CHAVARRÍA, A. 1993. Efecto de la harina de cefalotórax de camarón sobre la pigmentación en la yema de huevo y el contenido de colesterol en carne de pollo y huevos. San José. Tesis de Lic en Tecnología de Alimentos. Escuela de Tecnología de Alimentos. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica.

CHEN, H. & MEYERS, S. 1984. A rapid quantitative method for determination of astaxanthin pigment concentration in oil extracts. JAOCS 61(6): 1045.

DÍAZ, L. & MATA, J. 1993. Método de fraccionamiento diferencial de quitina. Escuela de Química. Universidad de Costa Rica. Comunicación personal.

FAO, Fishery Industries Division. 1986. The production of fish meal and oil. FAO Fish. Tech. Pap. 142 Rev. 1.

FICK, K. 1979. Método de análisis de minerales. University of Florida. Florida.

HART, L. & JOHNSTONE, H. 1984. Análisis moderno de los alimentos. Zaragoza. Acribia.

HERRERA, C. 1994. Informe final del proyecto: Aprovechamiento integral de la fauna acompañante del camarón en Costa Rica. Escuela de Química. Universidad de Costa Rica.

JARQUÍN, R. & BRAHAM, J. 1972. Evaluación del valor nutritivo de los subproductos del camarón en la alimentación de pollos. Turrialba 22(2): 160.

JOHNSON, E. & PENISTON, Q. 1982. Utilization of shellfish waste for chitin and chitosan production. In: Martin, R.E. ed. Chemistry and biochemistry of marine food products. New York. AVI.

KNORR, D. 1991. Recovery and utilization of chitin and chitosan in food processing waste management. Food Technol. 45 (1): 114.

LANTERO, M. ; LLAMA, E. & COLOMINA, M. 1987. Manual de prácticas de laboratorio de bioquímica de la carne y la leche. Facultadad de Farmacia y Alimentos. Habana.

MORENO, J. 1978. Sustitución de la harina de pescado por harina de cáscara de camarón en la alimentación de pollos de engorde. San José. Tesis Ing. Agrónomo. Escuela de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José.

NORAD/FAO/OLDEPESCA. 1990. Diagnóstico de la actividad pesquera en Costa Rica. Proyecto Regional sobre Ordenación y Planificación Pesquera. San José. V. 1.

ORION RESEARCH MICROPROCESSOR pH-millivolts meter Model 811. 1989. ORION pH meter Instruction Manual. Owens. Ill., Inc.

PLAVNIK, I & HURWITZ, S. 1985. The performance of broiler chicks during and following a severe feed restriction at an early age. Poultry Sci. 64(5): 348.

SANCHO, M. 1992. Elaboración de harina de pescado para el aprovechamiento de la fauna acompañante del camarón en Costa Rica. San José. Tesis de Lic en Tecnología de Alimentos. Escuela de Tecnología de Alimentos. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica.

SCHOSINSKY, K.; VARGAS, M.; VINOCOUR, E.; BRILLA, E. & GUTIERREZ,A. 1983. Manual de técnicas de laboratorio. Facultad de Microbiológia. Universidad de Costa Rica.

SIMPSON, K. 1982. Carotenoid pigments in seafood. In: Martin, R.E. ed. Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products. New York. AVI.

SUGANO, M.; WATANABE, S.; KISHI, A. & OHTAKARA, A. 1988. Hipocholesterolemic action of chitosans with different viscosity in rats. Lipids 23(3): 187.

TENUTA, F. 1985. The cephalotorax of pink shrimps: characterization of nutritional and functional properties of recovered protein. Ciencia e Tecnología de Alimentos 55(2): 86.

TENUTA, F. & ZUCAS, S. 1981. Cefalotórax de camarón-rosa: valor nutricional da proteína de sua farinha. Bolm. Inst. Oceanogr. 30(1): 41.

TORRIJOS, A. 1980. Cría del pollo de carne. Barcelona. AEDOS.

VACA, L. 1991. Producción avícola. San José. UNED.

VARGAS, J. 1991. Lo mejor del mar: camarones para la exportación. Alimentos Procesados 10 (7): 44.

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*

*Ana M. RODRIGUEZ-SIBAJA**

ABSTRACT

IMPLEMENTTION OF DRUM DRYING METHOD TO PREPARE INSTANT MASHED POTATOES FROM SECOND QUALITY POTATOES (VAR. *ATZIMBA*)

Variations in the processing of mashed potato flakes were evaluated. Second grade potatoes (var. ***Atzimba***) were used as raw material. The variables studied were two pretreatments (blanching and sulphiting) grinding method, conditioning and drying conditions (drier speed, steam pressure and drum separation). Sensory analysis was carried out to compare three products obtained with a commercially available product.

The pretreatment selected included blanching by direct steam for 12 min, followed by inmersion in a 0.1% solution of sodium metabisulphite for 5 min. The use of a meat grinder with 4,5 mm mesh yielded the best results. The addition of 40% w/w water helped to obtain an even distribution of the mashed potatoes in the drum dryer. The drying conditions selected were 60 psi of steam pressure in the drums, rotation speed of 2,75 rpm and 0.016 inches of separation between the drums.

The products obtained were selected over the commercial brand in the sensory analysis trials.

RESUMEN

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. Se realizaron análisis sensoriales de tres diferentes productos obtenidos y se compararon con un puré de papa elaborado comercialmente.

Se seleccionó como pretratamiento el escaldado con vapor directo por 12 min, seguido de una inmersión en una solución de 0,1% de metabisulfito de sodio por 5 min. Asimismo, se encontró que la molienda realizada en un molino de carne con un dado de 4,5 mm de diámetro, permite la obtención de un puré con buenas características de textura y sabor. La adición de 40% p/p de agua al puré antes de secar, permite una distribución uniforme en la alimentación a los tambores, cuyas condiciones de operación seleccionadas fueron: 60lb/plg^2 de presión de vapor en los tambores, una velocidad de rotación de 2,75 rpm y una distancia entre los cilindros de 0,016 plg.

Al comparar los purés de papa elaborados en la investigación y el de la casa comercial, se encontró una mayor aceptación para los desarrollados en el estudio a partir de las papas de segunda calidad.

INTRODUCCION

La utilización y producción de las papas frescas como un alimento de bajo costo en los países en desarrollo, puede causar ciertos problemas por el almacenamiento, transporte y mercadeo, debido a que es un alimento pesado, de alto

* Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

contenido de humedad y que tiene grandes fluctuaciones en el precio (Lescano, 1981). Las razones anteriores han creado la necesidad de una búsqueda de alternativas tecnológicas de aprovechamiento de la papa, presentándose la deshidratación como una excelente opción de procesamiento. Este producto es usado normalmente en la fabricación de sopas o puede consumirse directamente como producto rehidratado.

El puré de papa deshidratado se encuentra dentro de los principales productos secos de comercialización a nivel de Estados Unidos y Europa (UNCTAD/GATT, 1993). Las exigencias del mercado han servido para desarrollar una serie de investigaciones con el fin de determinar las características óptimas de la materia prima empleada en la elaboración del puré. Entre ellas se pueden citar: un alto contenido en sólidos (20% mínimo); color homogéneo ya sean blancas o amarillas y bajo contenido de azúcares (menos 2%); de buena textura, libres de enfermedades y que den pocas pérdidas durante el pelado (Greensmith, 1971; Torrey, 1974; Van der Schild, 1977).

Asimismo se han realizado investigaciones para determinar las características sensoriales del puré de papa rehidratado, las cuales incluyen la ausencia de decoloración del producto y que después de preparado tenga una textura firme, manteniendo la forma (Greensmith, 1971; Van der Schild, 1977).

En Costa Rica, las papas de "segunda calidad" (diámetro menor a 4,5 cm) presentan problemas en su comercialización, por lo que se hace necesario buscar alternativas para su aprovechamiento. Este estudio pretende determinar las características físico-químicas de las papas de "segunda calidad" de la variedad Atzimba, establecer un procedimiento utilizando el secador de tambores para elaborar puré de papa deshidratado y evaluar la aceptación del puré rehidratado por medio del análisis sensorial.

MATERIALES Y METODOS

Materia Prima

Las papas *Solanum tuberosum* empleadas en el desarrollo del proyecto fueron de la variedad *Atzimba*, provenientes de la ciudad de Pacayas, provincia de Cartago, Costa Rica. Se utilizaron las papas clasificadas en la categoría de "segunda calidad" equivalentes a papas con un diámetro entre 3,5 y 4,5 cm.

Análisis físicos y químicos

Los análisis realizados en la investigación, tanto a la materia prima como al producto terminado, fueron: azúcares reductores y totales mediante el HPLC, humedad, actividad de agua, sulfitos, ácido ascórbico, color y proteína según los métodos establecidos por la AOAC (1990).

Elaboración del puré

Se utilizó el procedimiento general descrito por Segura (1982) esquematizado en la Figura 1. El lavado de las papas se realizó manualmente, sumergiéndolas en agua y frotándolas para ayudar al desprendimiento de las impurezas. Para el pelado se empleó un pelador abrasivo, con una carga de 2 kg de papas por un período de 2 min. Se trocearon las papas en cubos de 1 cm de arista y posteriormente se evaluaron diferentes pretratamientos y métodos de molienda, para luego realizar ensayos evaluando diferentes condiciones de secado en tambores.

Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de puré de papa deshidratado

Para evitar el oscurecimiento se aplicaron en forma preliminar los siguientes tratamientos:

a- Escaldado de los cubos 12 min con vapor (capa de 5 cm de espesor en el escaldador) y posterior lavado superficial.

b- Escaldado por 12 min con vapor (capa de 5 cm de espesor en el escaldador), posterior lavado superficial y finalmente sulfitado de los cubos de papa por inmersión en metabisulfito de sodio al 0,1% por 5 min.

El efecto de los pretratamientos en el puré seco fueron evaluados utilizando el secador de tambores bajo las siguientes condiciones: presión de vapor de 60 lb/plg^2, una rotación de 2 rpm y una distancia entre los tambores de 0,014 pulgadas.

Una vez seleccionado el mejor pretratamiento para evitar el oscurecimiento se ensayaron diversas formas de acondicionar el puré adicionando diferentes proporciones de agua (10-20 y 40% p/p). Posteriormente, se evaluó la adición de algunos mejoradores de textura como lo son los monoglicéridos y la pectina, en una proporción de 0,5% en base seca (bs) utilizando el mejor producto obtenido después del acondicionamiento. Esto dio como resultado la elaboración de tres productos finales:

a- Puré escaldado, sulfitado, y con 40% agua (puré simple)

b- Puré simple con la adición de 0,5% (bs) de monoglicéridos

c- Puré simple con la adición de 0,5% (bs) de pectina

El estudio de las condiciones de secado se llevó a cabo únicamente con el puré simple. Las variables evaluadas fueron: diferentes presiones de vapor (30, 40, 50 y 60 lb/plg^2) en los tambores, distintas velocidades de rotación (entre 0,5 y 3,5 rpm) y diferentes distancias entre los tambores (desde 0,010 hasta 0,016 plg).

Para estudiar el efecto de la temperatura en la rehidratación del puré, se trabajó con dos métodos de rehidratación: agua fría (19 °C) y agua en ebullición (96 °C), utilizando en ambos una relación p/p de 1 : 8,5, esto es, para 1 g de puré de papa seco se adicionaron 8,5 g de agua, con agitación constante. Se evaluó como alternativa de rehidratación el empleo de agua fría seguido por un calentamiento en microondas por 20 s con un nivel de 100% de energía (120v, 13A, 60Hz).

Análisis sensorial de los productos terminados

Los productos secos obtenidos en el estudio de secado, fueron evaluados sensorialmente por 8 jueces, en cuanto a color, espesor y apariencia de las hojuelas. El análisis se llevó a cabo de una manera informal, donde únicamente se recopilaron las opiniones generales de los jueces.

Las papas deshidratadas obtenidas de la aplicación de los pretratamientos y/o distintas condiciones de secado, cuya humedad final oscilaba entre un 5 y 10%, fueron rehidratadas y analizadas informalmente en sus características sensoriales, para evaluar su aceptación y así poder seleccionar un tratamiento previo al secado y las mejores condiciones de trabajo del secador. Para realizar el análisis las muestras se rehidrataron empleando el método del microondas descrito en la sección anterior.

Se realizó un análisis sensorial informal con 8-10 jueces utilizando una escala de 150 puntos, para calificar el olor, sabor, textura, color y apariencia de los productos terminados. Al ser el número de jueces tan pequeño, no se realizaron los análisis de varianza para determinar diferencias significativas, sino que se tomaron en cuenta únicamente las opiniones generales de cada uno de los panelistas.

Además, se compararon sensorialmente el puré obtenido con el mejor proceso de escaldado y sulfitado (puré simple), los purés obtenidos con la adición de monoglicéridos, con pectina y el puré de la marca comercial "Idahoan". Este análisis se realizó luego de ser rehidratados con leche en una proporción en peso de 1: 8,5 con 0,2% de sal y 6,2% de mantequilla para el caso de los purés elaborados en la investigación y rehidratando el puré de la casa comercial según las recomendaciones del empaque, con la adición de sal y mantequilla en la misma cantidad que en los purés de prueba.

Por último, se analizó formalmente mediante un análisis de aceptación general, el puré de papa seleccionado como el mejor. Para ello se empleó una escala hedónica estructurada de 150 puntos con las siguientes características sensoriales: sabor a papa, agrado del sabor, color amarillo, agrado del color, olor, textura, agrado de la textura apariencia y gomosidad.

Estudio preliminar de almacenamiento y vida útil

Los productos elaborados con diferentes pretratamientos de escaldado y sulfitado, secados bajo las mejores condiciones obtenidas en el estudio, fueron almacenados durante un mes a temperatura de refrigeración (5 °C), ambiente (22-24 °C) y a 37 °C. El tipo de empaque empleado fue el polietileno de alta densidad.

Durante el almacenamiento se observó el color de las muestras obtenidas con los diferentes pretratamientos y éste se comparó con un control (sin pretratamientos). Además se evaluó preliminarmente el olor, color y sabor de estos productos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de la materia prima y elaboración del puré

La importancia de conocer a fondo las características de la materia prima con la que se va a trabajar radica principalmente en la necesidad de controlar todos aquellos parámetros que pueden intervenir en el proceso de deshidratación. Además, es necesario asegurarse que todos los lotes empleados tienen las mismas características físicas y químicas para así evitar que éstas se conviertan en una variable del proceso.

Como se puede observar en el Cuadro 1, el contenido de sólidos totales en las papas se encuentra alrededor del 20% recomendado por Greensmith (1971) para obtener buenos rendimientos en el proceso de secado. Además, el bajo contenido de azúcares reductores reduce la posibilidad de que se presente el oscurecimiento no enzimático de la hortaliza por la unión de los grupos carbonilo de los azúcares reductores con los grupos amino libres, reacción que se acelera con el calor (Cheftel, *et al.*, 1983).

Cuadro 1. Análisis químicos de las papas frescas

Análisis	Resultado (%)
Humedad	78,8 ± 0,3
Proteínas	2,0 ± 0,2
Azúcares totales	0,45 ± 0,1
Azúcares reductores	0,45 ± 0,1
Sólidos solubles	3,75 ± 0,2
Cenizas	0,85 ± 0,1
Almidón	12,6 ± 1,0

Uno de los principales factores que afecta la calidad del puré de papa deshidratado es la "pastosidad" una vez rehidratado el producto, la cual se debe básicamente a la ruptura de las células durante el proceso de triturado, con la consecuente liberación del almidón (Torrey, 1974). Los resultados de la evaluación de los diversos métodos de trituración de los cubos de papa se presentan en el Cuadro 2.

Según los datos obtenidos, el molino de carne con la malla de 4,5 mm de diámetro en los orificios, es el más adecuado para la elaboración del puré, pues se obtiene un producto con sabor característico a papa cocida. Los pequeños grumos que se presentan no son un problema, ya que son eliminados al ser pasados por los cilindros del secador de tambores. Con los otros métodos empleados se presentó un sabor característico a almidón en el puré recién molido, el cual no es aceptable. Lo anterior evidencia la ruptura de los gránulos de almidón durante la trituración.

Cuadro 2. Resultados de las pruebas preliminares de trituración de las papas para la elaboración del puré*

Tipo de triturador		Observaciones
Molino de carne	malla 4,5 mm	Molienda adecuada, gruesa. Puré no "gomoso"
	malla 3,0 mm	Molienda muy fina que desprende el almidón. Puré "gomoso"
Molino de martillos		Molienda muy fina que desprende el almidón. Puré "gomoso"
"Cutter"		Se desprende el almidón. Puré "gomoso"
Licuadora		Molienda muy fina que desprende el almidón. Puré "gomoso"

* Se refiere al puré obtenido que será posteriormente deshidratado.

Luego de llevar a cabo la deshidratación del puré por medio del secador de tambores, este sabor "almidonoso" se intensifica en aquellos casos en los que desde el inicio se presentó el problema, lo cual es un indicador de que al formarse la película que se adhiere a los tambores, se rompen algunas células que liberan el almidón. El puré instantáneo obtenido usando el molino de carne con malla de 4,5 mm, luego de la rehidratación, presentaba la textura gomosa casi imperceptible, por lo que se decidió seleccionar este equipo para la elaboración del puré.

Estudio de los tratamientos preliminares

Con respecto a las pruebas de escaldado, se encontró que tiempos inferiores a 12 min con una capa de 5 cm de cubos en la canasta del escaldador, no son suficientes para provocar una cocción de los cubos de papa por lo que el puré obtenido presenta un sabor crudo y a almidón muy fuerte. Además, un proceso de escaldado ineficiente provoca colores grises debidos al pardeamiento enzimático. Se observó que con 12 min de escaldado se obtiene una cocción adecuada para la elaboración del puré. Asimismo se observó que después del escaldado es necesario realizar un lavado de las papas para eliminar el almidón superficial que se desprende durante el proceso de cocción.

Al usar el método combinado de escaldado y sulfitado no se encontraron diferencias visibles en el color de los productos, sin embargo durante el almacenamiento del producto, el sulfito adquiere una mayor importancia debido a que ayuda a conservar el color del puré y favorece la vida útil del producto terminado.

Tal y como lo mencionan Wadsworth *et al.* (1967), el grosor y la uniformidad de la película de puré adherida a la superficie de los tambores son factores de suma importancia en la determinación de la máxima eficiencia del proceso. Al encontrarse que el paso del puré por los tambores del secador se llevó a cabo en forma heterogénea, fue necesaria la adición de agua a la masa para hacerlo más fluido y ayudar a la homogeneidad del producto final. Se probaron diferentes proporciones de agua adicionadas al puré (10, 20 y 40% p/p) y se determinó que con un 40% p/p de agua se logra este objetivo, ya que se obtiene un puré con una cantidad de sólidos solubles entre 18 y 20%, lo cual es recomendable para ser utilizado en este tipo de secadores (Wadsworth *et al.*, 1967; Onayemi y Potter, 1974; Espeleta, 1992).

A pesar de que en el puré simple (únicamente con papas escaldadas, sulfitadas y con un 40% de agua) el sabor y la textura almidonosa fueron aceptables, se elaboraron dos purés evaluando en uno la adición de monoglicéridos y en el otro la adición de pectina, con el fin de ver si se obtenía un mejor producto. Se encontró que con el uso de estos aditivos en una concentración de 0,5% p/p en base seca, se logra una leve mejora en el sabor y en la textura del producto final. Además, los monoglicéridos dan una textura más suave y agradable que la pectina. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas en el análisis sensorial de los productos con y sin aditivos (monoglicéridos o pectina) después de rehidratados.

Con respecto al grosor de la película de puré (el cual es directamente proporcional a la separación entre los tambores), se probaron diferentes distancias entre los cilindros, que oscilaron entre 0,010 y 0,016 plg, encontrándose que menos de 0,014 plg de distancia provoca productos sumamente finos, polvorientos y difíciles de despegar de los tambores. Por esta razón se seleccionó un espesor de 0,016 plg, siendo además uno de los espesores recomendados por Wadsworth *et al.* (1967) en su estudio de puré de camote y está dentro de los límites que menciona Torrey (1974) para puré de papa.

La Figura 3 presenta una comparación entre las diferentes condiciones de secado ensayadas en el secador de tambores para el puré de papa. Tomando en cuenta que la norma Centroamericana para puré de papa instantáneo (ICAITI, 1983) permite un máximo de 10% de humedad en el producto final, es posible establecer diferentes condiciones de proceso según se muestra en dicha figura. Sin embargo hay que tomar en cuenta las características sensoriales del puré deshidratado antes de hacer una selección final de las condiciones del proceso.

Un aumento en la presión de vapor de los tambores, manteniendo constante la velocidad de rotación y la distancia entre los mismos, así como una misma carga de alimentación al secador, provoca una mayor y mejor deshidratación del producto. Para una misma presión de vapor en los tambores, al aumentar la velocidad de los mismos, manteniendo constante las demás condiciones, se obtiene una humedad mayor en el producto final debido básicamente a que el tiempo de exposición al calor de la película de papa es menor.

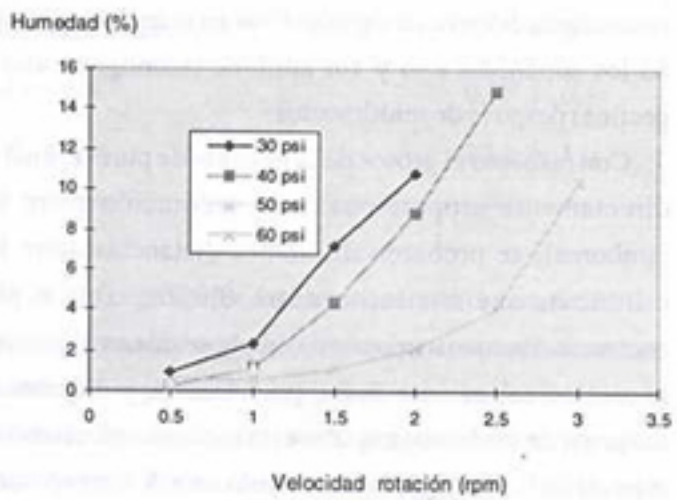

Figura 3. Cinéticas de secado del puré de papa elaborado en secador de tambores a diferentes condiciones del proceso

En la Figura 3 es posible observar que para obtener una humedad final del 10% aproximadamente, se requiere de 3 rpm a 40 lb/plg², mientras que a 30 lb/plg² se necesitará de 1,7 rpm, lo cual implica un mayor tiempo de secado puesto que los tambores van a una velocidad inferior. Esta observación de que el incremento de la presión de vapor disminuye relativamente el tiempo de retención de la muestra y provoca un aumento en los rangos de producción, concuerda con lo planteado por Ziegler y Spadaro (1968). Sin embargo, el aumento de la presión de vapor en los tambores tiene un límite máximo, puesto que después de ciertas presiones de vapor los tambores se encuentran tan calientes que tienden a repeler el puré en la alimentación y por lo tanto la película no es uniforme (Wadsworth ***et al.,*** 1967). Además, la temperatura tan alta puede llegar a quemar el producto si no se controla bien el tiempo de retención de la muestra en los tambores.

Se encontró que al aumentar la velocidad de los tambores para una misma presión de vapor, la película de puré se hace más uniforme debido a que la cantidad de muestra adherida a los tambores es menor, lo cual provoca que dicha capa disminuya el efecto de rugosidad en la superficie de los tambores y se disminuya el factor de fricción. Además, cuando el grosor de la película disminuye y la velocidad de los tambores se incrementa se obtiene como resultado un aumento en el rango de secado (Wadsworth ***et al.***, 1967). Lo anterior implica que es más conveniente secar con la velocidad de rotación más alta que provea una humedad final adecuada y a una temperatura a la cual no se deteriore la calidad del producto.

Para determinar cual de los productos obtenidos presentaba la mejor calidad, se llevó a cabo un análisis sensorial informal con los purés cuya humedad se encontró dentro del rango de 5 a 10%, establecido por la norma del ICAITI (1983) y que corresponden a las siguientes condiciones de secado: 40 lb/plg² y 1,5 rpm; 50 lb/plg² y 2 rpm y 60 lb/plg² y 2,75 rpm. La opinión general de los panelistas indicó que no hay diferencias aparentes en cuanto a las propiedades organolépticas de estos productos, por lo que es indiferente desde el punto de vista sensorial, elegir cualquiera de estas condiciones para la elaboración del puré. El color se mantuvo amarillo claro en todas las muestras; el sabor fue característico a papa pero poco intenso y finalmente la textura no presentó problemas de pastosidad o textura "almidonosa". Lo anterior indica que la elaboración de puré de papa instantáneo puede hacerse bajo cualquiera de las condiciones de secado anteriormente

mencionadas y el factor de mayor peso será el costo del proceso de elaboración, por lo que se eligió 60 lb/plg² y 2,75 rpm ya que es la que emplea un menor tiempo de proceso.

En el Cuadro 3 se puede observar los resultados de los análisis físicos y químicos del puré de papa simple obtenido bajo las siguientes condiciones de secado: 60 lb/plg², 0,016 plg, 2,75 rpm. Es importante destacar que todos los parámetros se encuentran dentro de lo establecido por la norma (ICAITI, 1983).

Cuadro 3. Caracterización físico-química del puré de papa deshidratado

Tipo de análisis	Resultado
Azúcares totales (%)	5,9 ± 0,3
Azúcares reductores (%)	2,4 ± 0,3
Sulfito (ppm)	254 ± 10
Humedad (%)	8,1 ± 0,3

De todos los métodos de rehidratación ensayados, la adición de agua a ebullición en una proporción de 1:8,5 con agitación constante resultó ser el mejor. El uso de agua con menor temperatura (19 °C) no favorece la rehidratación y el puré se vuelve granuloso y poco homogéneo. Para una rápida rehidratación del puré, la adición de agua fría con un posterior calentamiento en un horno de microondas por 20 s, con una energía máxima (120v, 13 A, 60 Hz) favorece la textura y la homogeneidad del producto.

Se encontró una marcada diferencia entre los purés desarrollados en esta investigación y el de la casa comercial "Idahoan"; destacándose una notable preferencia por los primeros. La textura, el sabor y el color de los purés obtenidos en este estudio fueron las características mejor evaluadas. El "Idahoan" tiene una textura de compota o comida de bebé no característica a la de un puré, un color pálido y es muy insípido, mientras que los otros se parecen más a un puré recién elaborado, con un color amarillo más intenso y un sabor un poco más fuerte; aunque cabe destacar que el sabor sigue siendo débil. Es importante señalar que en ninguno de los purés evaluados se presentó la "gomosidad" que es frecuente en este tipo de productos.

De todos los purés estudiados el que se elaboró utilizando un 0,5% de monoglicéridos tuvo la mayor aceptación de los panelistas en cuanto a sabor, y además una preferencia ligeramente superior en textura y agrado general. No obstante, el puré sin aditivos (puré simple) fue bien calificado, por lo que se podría decir que, tomando en cuenta únicamente la textura, es indiferente el uso o no de monoglicéridos o pectina.

Se determinó que la aceptación general del puré obtenido bajo las mejores condiciones de proceso (60 lb/plg², 2,75 rpm y 0,016 plg entre tambores), es muy buena, tanto por el sabor como por el color. Además, según se observa en el Cuadro 4, a pesar de que la textura no obtuvo puntuaciones muy altas, la "gomosidad" del puré no fue un factor relevante en este producto.

Es posible observar en dicho cuadro que las puntuaciones

Cuadro 4. Aceptación del puré de papa simple deshidratado bajo las mejores condiciones establecidas para el proceso*

Característica evaluada	Promedio (puntos)**
Color amarillo	84
Agrado del color	126
Sabor a papa	105
Agrado del sabor	108
Textura	85
Agrado de la textura	90
Gomosidad	20

* 60 lb/plg2, 2.75 rpm, 0,016 plg entre tambores

** Máximo 150 ptos

para el sabor y para color corresponden a la categoría de "aceptable" (105-150 pts) y la textura se encuentra dentro de la categoría de "indiferencia" (75-104 pts).

Estudio preliminar de almacenamiento y vida útil

Se analizaron los cambios de color, textura, olor y sabor y el efecto de los pretratamientos en el puré de papa deshidratado durante un mes de almacenamiento a 5, 22 y 37 °C. Los resultados se encuentran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Estudio de almacenamiento del puré de papa deshidratado en secador de tambores

Tiempo (días)	Pretratamiento	Atributo	Observaciones		
0	Escaldado	color	(±)		
		olor	suave, característico		
		sabor	característico, cocido fuerte		
	Escaldado sulfitado	color	(±)		
		olor	característico		
		sabor	característico, cocido fuerte		
			Temperatura		
			5 °C	22 °C	37 °C
10 días	Escaldado	color	(±)	(±)	(±)
		olor	característico	débil	débil
		sabor	característico	característico	débil-añejo
	Escaldado-sulfitado	color	(±)	(±)	(±)
		olor	característico	débil	débil
		sabor	característico	característico	débil-añejo
1 mes	Escaldado	color	(±)	(±)	(±)
		olor	caract. débil	inoloro	añejo
		sabor	característico	caráct. débil	añejo
	Escaldado-sulfitado	color	(±)	(±)	(±)
		olor	característico	débil	añejo
		sabor	característico	caráct. débil	añejo

(±) amarillo-característico

El escaldado de las papas da como resultado un color amarillo característico de este tipo de alimento y el sulfitado provoca que este color se mantenga por más tiempo en el almacenamiento. Para todos los casos, las muestras que han sido escaldadas y sulfitadas son las que presentan mejores características organolépticas y las que mantienen dichas características por más tiempo.

El mayor deterioro de los productos se observa en el almacenamiento en incubación (37 °C), de donde se puede destacar que después de 10 días de almacenados, los productos presentan sabor "añejo" y son prácticamente inoloros. Es en refrigeración donde las características sensoriales de los productos se mantienen en mejores condiciones.

BIBLIOGRAFIA

Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official methods of analysis. 15 ed. Washington D. C. V. 2.

CHEFTEL, J; CHEFTEL, H. & BESACON, P. 1983. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. España, Acribia. V. 2.

ESPELETA, I. 1992. Departamento de Control de Calidad. Productos GERBER Centroamericanos S.A. San José. Comunicación personal.

GREENSMITH, M. 1971. Practical dehydration. London, Food Trade Press.

ICAITI,. 1983. Norma Centroamericana 34-146. Puré de papa instantáneo: especificaciones. Instituto Centroamericano de Investigacion y Tecnologia Industrial. Guatemala, 4 p.

LESCANO, C. 1981. Drying of potaotes in Perú. In Yaciuk, G. ed. Food drying proceedings of a work shop held at Edmonton, Alberta, 6-9 jul. Ottawa, IDRC.

ONAYEMI, O & POTTER, N. 1974. Preparation and storage properties of drum-dryed white yam *Dioscorea rotundata* flakes. J. Food Sci. 39(3): 559.

SEGURA, E. 1982. Producción de puré de papa deshidratada. Alimentos. 2: 14.

TORREY, M. 1974. Dehydration of fruits and vegetables. New Jersey, Noyes Data.

UNCTAD/GATT. 1993. Market study. Dehydrated vegetables. A survey of mayor markets. Geneva, International Trade Centre.

VAN DER SCHILD, J. 1977. Industrial processing of potato products. Institute for storage and processing of agricultural produce (IBUL).

WADSWORTH, J.; ZIEGLER, G.; GALLO, A. & SPADARO, J. 1967. Factors affecting film thickness and uniformity on double drum dryer during dehydration of sweet potato flakes. Food Technol. 21(4): 182.

ZIEGLER, G. & SPADARO, J. 1968. Drum-dried carrot puree. Food Eng. 40(12): 101.

EFECTO DE LA HARINA DE CEFALOTORAX DE CAMARON SOBRE LA PIGMENTACION Y CONTENIDO DE COLESTEROL EN LA YEMA DEL HUEVO

Arlette CHAVARRIA-BARRANTES, Carlos H. HERRERA-RAMIREZ**, Mario ZUMBADO-ALPIZAR****

ABSTRACT

EFFECT OF SHRIMP TAIL MEAL ON PIGMENTATION AND CHOLESTEROL LEVEL IN EGG YOLK

A comparative study was carried out using egg laying hens (ISA-Babcok B-300), 42 weeks old, fed for 5 weeks with isocaloric and isoprotein diets containing 0% (control treatment) and 10% of a shirmp waste meal. Every 3 or 4 days pigmentation grade and cholesterol content were measured in egg yolks. Stability and uniformity of yolk pigmentation were reached in both treatments after 10 days. The egg yolk color, Roche's colorimetric scale, was 11 for the control and 14 for the 10% shrimp waste meal treatment. During the study period, no significant differences were found in the cholesterol content of egg yolk in both treatments.

* Escuela de Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica.

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

*** Escuela de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica.

RESUMEN

Se estudió la variación en la tasa de pigmentación y contenido de colesterol de la yema de los huevos de las gallinas ponedoras (ISA - Babcok B-300), de 42 semanas de edad; alimentadas por 5 semanas con raciones conteniendo 0% (control) y 10% de harina de cefalótorax 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 período de estudio. Los resultados se analizaron estadísticamente (95% de confianza) para detectar diferencias significativas entre ambos tratamientos. La coloración de la yema de huevo al suministrar a las gallinas HCC en un 10%, fue de 14 en la escala del abanico colorimétrico de Roche, en comparación con el valor de 11 obtenido con la dieta control. La estabilidad y uniformidad de los pigmentos de la yema del huevo se obtuvo después de 10 días de alimentar a las gallinas con las dietas estudiadas. Durante el período de estudio no se detectó una disminución significativa del contenido de colesterol en la yema de huevo para las gallinas alimentadas con 10% de HCC con respecto a la dieta control.

INTRODUCCION

En Costa Rica se produce gran cantidad de desechos de camarón (cefalotórax) tanto en el barco camaronero (al eliminar la cabeza para ahorrar espacio en las cámaras de refrigeración) como en las plantas procesadoras, representando de un 30 a un 48% de la masa del camarón. Considerando la masa total de camarón capturada (de diferentes especies) se puede estimar un volumen de desechos del orden de 2000-3000 TM anuales (Herrera, 1994).

Estos desechos pueden utilizarse en la elaboración de harina para consumo animal, ya que se considera como una buena fuente de minerales, proteína, quitina-quitosano, entre otros componentes. El aporte de esta harina a la alimentación animal, en especial la avícola, es de gran utilidad, ya que la mayor proporción de la ración suministrada a aves está compuesta por granos, los cuales no suministran los aminoácidos esenciales, siendo principalmente fuentes energéticas, por lo que se hace necesario complementar estas dietas con alimentos ricos en minerales, vitaminas, así como proteína de alta calidad y otros componentes como pigmentos y quitina (Chawan y Gerry, 1974; Hirano *et al.*, 1990).

La pigmentación de la yema de huevo está basada en la absorción y deposición de los oxicarotenoides presentes en las raciones alimentarias (Arce, 1991 y Belyavin, 1988). Entre los pigmentos encontrados en la harina de cefalotórax de camarón se encuentra la astaxantina ($C_{40}H_{52}O_4$; 3,3´ dihidroxi-4,4´diceto-caroteno), la cual ha sido utilizada en combinación con el maíz amarillo y la alfalfa en la alimentación de pollos de engorde para intensificar la tonalidad de la piel y de las patas, así como la pigmentación de la yema de huevo (Simpson, 1982). Los huevos con yemas bien pigmentadas aumentan la preferencia del consumidor por considerar que provienen de aves más saludables, son de mejor calidad y tienen una apariencia más apetecible (Bixler, 1971; Morales, 1987 y Mejía y González, 1990).

La quitina, otro componente importante encontrado en HCC, es un homopolisacárido lineal formado por unidades de N-acetil-ß-D-glucosamina unidas por enlaces ß-(1,4); y el quitosano es el producto resultante de la N-deacetilación de la quitina. Ambos polisacáridos se han usado de forma efectiva en la clarificación de aguas y bebidas, elaboración de nematicidas y en la industria farmacéutica. Más recientemente se han utilizado la quitina y el quitosano como agentes hipocolesterolémicos; ya que lograron disminuir los niveles de colesterol sérico en diferentes animales (Knorr, 1991; Sugano *et al.*, 1988).

Con esta investigación se pretende evaluar el efecto de una harina elaborada con desechos de camarón, en la pigmentación y el contenido de colesterol de la yema del huevo.

MATERIALES Y METODOS

Elaboración y composición de la HCC

Se siguió el procedimiento de elaboración utilizado por Sancho (1992).
La composición química de la harina fue determinada en otro estudio (Chavarría, 1993).

Estudio biológico con gallinas ponedoras

La investigación se llevó a cabo en el bioterio de la Escuela de Zootecnia de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica. Se utilizó un total de 10 gallinas ponedoras ISA - Babcok B-300, de 42 semanas de edad, colocadas en jaulas individuales de 40 cm de largo, 20 cm de ancho y 30 cm de alto. Las gallinas recibieron una dieta libre de pigmentos (a base de maíz y soya) por un período de 15 días y luego fueron separadas en 2 grupos de 5; a un grupo se le suministró la ración de prueba conteniendo 10% de HCC y el otro recibió una dieta control (Cuadro 1) por un período de 5 semanas. Cada huevo se consideró como una réplica.

Análisis físico y químico

Las mediciones del grado de pigmentación y contenido de colesterol en los huevos se llevaron a cabo cada tercer o cuarto día después del inicio de la alimentación con las dietas indicadas, y hasta por 5 semanas. Los datos se analizaron por medio de la prueba de "t" de student, para determinar si había diferencias significativas entre el tratamiento control y el de 10% de harina cefalotórax de camarón.

La determinación de la pigmentación de la yema de huevo se realizó según la metodología descrita por el Servicio Científico Roche (Anónimo, 1984).

La extracción y cuantificación del contenido de colesterol (mg de colesterol/g) en la yema del huevo, se realizó siguiendo las metodologías descritas por Washburn y Nix (1974) y Schosinsky *et al.* (1983), respectivamente.

Cuadro 1. Composición de las raciones suministradas a las gallinas

Ingredientes	Ración Control (%)	Ración 10 % HCC** (%)
Fórmula reproductora*	87,5	85,2
HCC**	0	10,0
Tortave ***	9,5	0
Carbonato de Calcio	3,0	2,4
Aceite de soya	0	2,4
Pigmento ****	0,25	0

* Fórmula específica para gallinas reproductoras a base de maíz amarillo (67%) y soya (23%)
** Harina de cefalotórax de camarón
*** Harina elaborada con los desechos obtenidos del proceso de sacrificio de las aves
**** Carophyll rojo (cantaxantina) de la casa Roche

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 2 muestra el comportamiento del contenido de colesterol en la yema de huevo de las gallinas alimentadas con las dos dietas estudiadas al transcurrir el tiempo. No se detectó una diferencia significativa entre el contenido de colesterol de las yemas de los huevos, de las gallinas alimentadas con la dieta control y la dieta con 10% de HCC. Al respecto Naber (1976) encontró que al utilizar agentes hipocolesterolémicos (tirosina, p-clorofenoxi-isobutirato de etilo) en la alimentación de gallinas, se obtenía una disminución del contenido de colesterol en el plasma y algunas veces en la yema del huevo.

Cuadro 2. Contenido de colesterol* (mg de colesterol/g de yema) en huevos de gallina alimentadas con ración control y la ración con 10% de harina de cefalotórax de camarón

Tiempo (días)	Ración control	DE**	Ración 10 % HCC***	DE**
3	22,3	1,4	21,3	1,0
6	20,7	0,4	20,6	0,2
10	20,6	1,7	19,4	2,1
13	23,3	0,8	22,1	0,7
17	22,8	1,0	22,6	0,8
20	18,2	1,5	17,6	0,7
23	19,6	0,2	18,6	0,8
27	20,6	1,5	20,4	0,7
31	14,3	0,7	14,1	0,5
34	13,3	0,5	12,2	1,4

* Valor promedio de 5 repeticiones
** Desviación estándar
*** Harina de cefalotórax de camarón

La disminución del contenido de colesterol en la yema de huevo al utilizar agentes hipocolesterolémicos como la quitina, es más difícil de lograr que en el plasma, ya que en la gallina se tendrían que limitar las reservas de colesterol, debido a que ésta aporta los nutrimentos para el desarrollo del huevo, y el colesterol es una parte vital del funcionamiento de la reproducción de las aves, especialmente en el desarrollo temprano del embrión (Naber, 1990).

Es importante notar que, aunque no hubo una diferencia significativa entre los contenidos de colesterol de las yemas al utilizar ambas raciones, si se observó una tendencia a la disminución del contenido de colesterol en las yemas de los huevos de las gallinas alimentadas con la HCC respecto al control (Cuadro 2). Esta tendencia puede deberse al contenido de quitina en la dieta con HCC (1,6 g/día) ya que un estudio realizado por Herrera y Mata (1993) demostró que, el ácido cólico (producto de la oxidación del colesterol) se absorbe sobre quitina pura a 37 °C; observándose una absorción máxima de 158 µmol de ácido cólico/g de quitina. Cabe mencionar que el tiempo en que se llevó a cabo nuestro experimento (5 semanas) pudo no ser suficiente para lograr una disminución significativa en el contenido de colesterol de las yemas de huevo de las gallinas alimentadas con HCC, con respecto al control.

El análisis estadístico de los resultados de color de la yema mostró una diferencia significativa ($p < 0,05$) siendo mayor la coloración de las yemas de los huevos de las gallinas alimentadas con HCC con respecto al control (Cuadro 3).

Al utilizar solamente pigmentos amarillos (provenientes del maíz amarillo) en la dieta, se consigue un valor máximo de 9 en la escala del abanico de Roche. Sin embargo, al adicionar pequeña cantidades de "carophyll rojo" (cantaxantina) se alcanza un valor de 11, el cual es el valor mínimo de coloración de la yema de huevo aceptado por el consumidor (Belyavin, 1988). Para alcanzar este valor, se requieren 12 mg/kg de xantófilas (pigmentos amarillos naturales en la dieta base) y de 20-25 mg/kg de "carophyll rojo" (Anónimo, 1984).

En las yemas de los huevos de las gallinas alimentadas con la HCC, ración que contenía 11,4 mg/kg de xantófilas y 20,8 mg/kg de astaxantina aportados por la harina misma (Chavarría, 1993), se alcanzó un valor de 14 en la escala de Roche. Si se considera que el costo del "carophyll rojo" es elevado, y que se requiere de 50-60 mg/kg para obtener una coloración en la yema de huevo equivalente, a la que se obtiene al utilizar la HCC, se ve la importancia de utilizar estos desechos, los que además de ser una fuente de pigmentos naturales de gran alcance, suministran nutrimentos de alto valor.

En el Cuadro 3 se observa que después del décimo día, se alcanza estabilidad en la tasa de pigmentación de la yema del huevo, período necesario para obtener la uniformidad en la coloración, ya que según Arce (1991) y Belyavin (1988), los pigmentos se depositan en la yema luego de 48 h de alimentar las aves y la uniformidad en el color se obtiene de 10 a 15 días después de proveer una dieta con oxicarotenoides.

Cuadro 3. Tasa de pigmentación* (escala Roche) de la yema de huevos de gallina alimentadas con la ración control y la ración con 10% de harina de cefalotórax de camarón

Tiempo (días)	Ración control	DE**	Ración 10 % HCC***	DE**
3	6,5	0,3	8,8	0,7
6	9,4	0,3	13,3	0,5
10	11,0	0,3	14,0	0,4
13	11,2	0,2	14,2	0,2
17	10,8	0,3	14,0	0,3
20	11,0	0,0	14,0	0,4
23	11,2	0,2	14,0	0,3
27	11,0	0,0	14,0	0,0
31	11,0	0,0	14,0	0,0
34	11,0	0,0	14,0	0,2

* Valor promedio de 5 repeticiones
** Desviación estándar
*** Harina de cefalotórax de camarón

BIBLIOGRAFIA

ANÓNIMO. 1984. Pigmentación de las yema del huevo. *En:* Carophyll rojo y amarillo. Servicio Científico Roche. San José.

ARCE, K. 1991. Obtención de un éster de bixina para ser usado en la pigmentación de yema de huevo. San José. Tesis Lic en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Carrera Interdisciplinaria en Tecnología de Alimentos. Facultad de Agronomía.

BELYAVIN, C. 1988. The value of natural products for yolk pigmentation. Poultry. No. 45: 14

BIXLER, E. 1971. La pigmentación. Memorias del II Seminario Avícola Centroamericano. Guatemala, Merck Sharp and Dome Corp.

CHAVARRÍA, A. 1993. Efecto de la harina de cefalotórax de camarón sobre la pigmentación de la yema del huevo y contenido de colesterol en carne de pollo y huevos. San José. Tesis Lic en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Escuela de Tecnología de Alimentos. Facultad de Agronomía.

CHAWAN, C. & GERRY, R. 1974. Shrimp waste as a pigment source in broiler diets. **Poultry Sci.** 53(2): 671.

HERRERA, C. 1994. Informe final del proyecto "Aprovechamiento integral de la fauna acompañante del camarón en Costa Rica". San José. Universidad de Costa Rica. Escuela de Química.

HERRERA, F. & MATA, J. 1993. Escuela de Química. Universidad de Costa Rica. Comunicación personal.

HIRANO, H; ITAKURA, C., SEINO, H., & KAWAKANI, T. 1990. Chitosan as an ingredient for domestic animal feeds. **J. Agric. Food Chem.** 38(5): 1214.

KNORR, D. 1991. Recovery and utilization of chitin and chitosan in food processing waste management. **Food Technol.** 45(1): 114.

MEJÍA , L & GONZÁLEZ, E. 1990. Pigmentación de huevo y pollo en el Noroeste de México y su relación con la preferencia del consumidor. **Tec. Aliment.** 23(3): 17.

MORALES, J.D. 1987. Utilización de la astaxantina extraída de los desechos de crustáceos en la pigmentación de la yema del huevo. Heredia. Tesis Lic en Biología. Universidad Nacional. Escuela de Ciencias Biológicas.

NABER, E. 1976. The cholesterol problem, the egg and lipid metabolism in the laying hen. **Poultry Sci.** 55:14.

NABER, E. 1990. Cholesterol content of eggs: can and should it be changed ? **Feedstuffs.** 62 (5): 47.

SANCHO, M. 1992. Elaboración de harina de pescado para el aprovechamiento de la fauna acompañante del camarón en Costa Rica. San José. Tesis Lic en Tecnología de Alimentos. Carrera Interdisciplinaria en Tecnología de Alimentos. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica.

SCHOSINSKY, K.; VARGAS, M.; VINOCOUR, E.; BRILLA, E. & GUTIERREZ, A. 1983. Manual de técnicas de laboratorio de química clínica. Facultad de Microbiología. Universidad de Costa Rica.

SIMPSON, K. 1982. Carotenoid pigments in seafood. *In*: MARTIN, R. E. ed. Chemistry and biochemistry of marine food products. New York, AVI. p 115.

SUGANO, M.; WATANABE, S.; KISHI, A. & OHTAKARA, A. 1988. Hypocholesterolemic action of chitosan with different viscosity in rats. **Lipids** 23 (3): 187.

WASHBURN, K. & NIX, D. 1974. A rapid technique for extraction of yolk cholesterol. **Poultry Sci.** 53(3): 1118.