

## Evaluación de la harina de hollejo para pectina de cítrico en el alimento para camarón rosado *Farfantepenaeus notialis*

### Effect of citrus skin for pectin meal in feed for pink shrimp *Farfantepenaeus notialis*

Iliana Fraga y Barbarito Jaime

Centro de Investigaciones Pesqueras, 5ta. Ave. y calle 246, Santa Fe, Playa,  
La Habana, Cuba, CP: 19100, Teléfono: (537) 209-7107,  
E-mail: ifraga@cip.telemar.cu

#### RESUMEN

Un diseño experimental completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos y tres réplicas por cada uno, se desarrolló en condiciones controladas durante nueve semanas para evaluar el efecto de la harina de hollejo para pectina (HPP) en la dieta sobre el engorde del camarón rosado *Farfantepenaeus notialis* ( $0,45 \pm 0,13$  g) procedente del medio natural. Los organismos se distribuyeron aleatoriamente a razón de  $83,3$  g/m<sup>2</sup>, en 12 tanques plásticos rectangulares (65 x 40 x 27 cm) con aireación constante y circulación de agua de mar filtrada. Se ensayaron alimentos con 0; 5; 10 y 15 % de inclusión de HPP. Niveles de inclusión de 5 y 10 % de HPP en el granulado estimularon significativamente el crecimiento de los camarones y la conversión del alimento ( $p < 0,05$ ) respecto al tratamiento del 15 % de HPP. Relaciones significativas se encontraron entre los pesos finales, FCA y niveles de HPP en la dieta,  $R^2 = 0,967$  4 y  $R^2 = 0,996$  respectivamente, con un nivel óptimo de inclusión de HPP = 5 %. La supervivencia varió entre 71-86 %, resultando menor para los camarones que consumieron el balanceado con 15 % de HPP.

*Palabras clave:* dietas, camarón rosado, *Farfantepenaeus notialis*, hollejo para pectina.

#### ABSTRACT

A completely randomized experimental design with four treatments and three replicates each, was developed under controlled conditions for nine weeks to assess the effect of citrus skin for pectin (HPP) in feed for pink shrimp *Farfantepenaeus notialis* ( $0,45 \pm 0,13$  g) from the wild. Shrimp were distributed randomly at stock density  $83,3$  g/m<sup>2</sup> in 12 rectangular plastic tanks (65 x 40 x 27 cm) with constant aeration and circulation of filtered seawater. Diets were tested with 0; 5; 10 and 15 % inclusion of HPP. Diets used levels of 5 and 10 %, HPP, promoted significantly higher growth ( $p < 0,05$ ) that with diet 15 % of PPH. Significant relationships were found between the final weights, food conversion rate (FCA) and levels of HPP in the diet,  $R^2 = 0,967$  4 and  $R^2 = 0,996$ , respectively, with an optimum level of inclusion of HPP = 5 %. The survival ranged between 71-86 %, resulting in less for shrimp fed the diet 15 % of PPH.

*Keywords:* diets, pink shrimp, *Farfantepenaeus notialis*, citrus skins for pectin.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos principales que afronta el cultivo comercial de especies marinas, es la obtención de un alimento balanceado de calidad. El incremento progresivo del precio de las materias primas en el mercado internacional, ha motivado que los ingredientes del alimento balanceado para camarón, represente más del 80 % de los costos de elaboración, por lo que resulta conveniente contar con ingredientes locales atractivos en la fabricación de los mismos (Galindo, 2000) y buscar la posibilidad

de sustituirlos por otros que presenten un contenido nutricional aceptable de menos costo.

Cuba es uno de los principales productores de cítricos en el mundo, donde se han obtenido cosechas superiores a las 500 000 t de cítricos al año (Pino, 2008). Los subproductos de esta industria constituyen una fuente primaria en la alimentación animal o en la elaboración de nuevos alimentos y obtención de materias primas (Fernández, 2008), lo que ayuda a reducir serios problemas de impacto ambiental (Arvanitoyannis & Varzakas, 2008).

La fase industrial de la cadena productiva de cítricos incluye productos como jugos, concentrados, néctares,

purés, pastas, pulpas, jaleas y mermeladas (Espinal *et al.*, 2006). Los subproductos en la industria de jugos, constituidos por cáscaras, semillas, membranas y vesículas de jugo, representan aproximadamente el 50 % del peso de la fruta entera original (Marín *et al.*, 2007). Los mismos pueden emplearse como nutrientes en la alimentación animal y comercializados en forma de *pellets* para proporcionar rentabilidad al proceso de aprovechamiento (Wilkins *et al.*, 2007), de manera que el desarrollo de productos alternativos de mayor valor agregado beneficie a los procesadores de cítricos (Rojas *et al.*, 2009). No obstante, en algunos países, la forma de utilización de los desechos cítricos (cáscara, membrana y vesículas) puede ser en fresco, ensilados o deshidratados y se comercializan a precios muy bajos.

El hollejo para pectina no es más que la pulpa de cítrico húmeda, formada por membrana y vesícula, que se obtiene después de la extracción del jugo. Aunque su uso se ha restringido exclusivamente a la alimentación de rumiantes (ONIDU, 2007; Cerisuelo & Piquer, 2009), y la información sobre su aplicación en la acuicultura es limitada, se conoce que la harina de cáscara de naranja ha sido empleada exitosamente en la alimentación del híbrido de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) mezclada con el alimento comercial, redujo significativamente el costo de producción (Moreno *et al.*, 2000).

Este trabajo se realizó con el objetivo de conocer el efecto de diferentes niveles de inclusión de la harina de hollejo para pectina de cítrico en el alimento sobre la respuesta nutricional de juveniles de camarón rosado *Farfantepenaeus notialis*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Un diseño experimental completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y tres réplicas cada uno, se desarrolló en condiciones controladas, en el Laboratorio de Nutrición del Centro de Investigaciones Pesqueras, del Municipio Playa, en la provincia de La Habana, Cuba.

Los juveniles de camarón rosado *Farfantepenaeus notialis* con un peso medio inicial de  $0,45 \pm 0,13$  g, procedentes del medio natural, se capturaron en la ensenada de la Broa, ubicada al sur de la provincia Mayabeque y se trasladaron al Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP) en bolsas de nailon con 10 L de agua de mar y 10 L de oxígeno medicinal. En el laboratorio, los organismos, después de una semana de adaptación, se distribuyeron aleatoriamente a razón de  $83,3 \text{ g/m}^2$ , en 12 tanques plásticos rectangulares (65 x 40 x 27 cm) con aireación constante y circulación de agua de mar filtrada por arena, gravilla y carbón activado (10 mm). La limpieza de los recipientes se realizó diariamente eliminando del

fondo los restos de alimento, heces fecales, animales muertos y se midieron los parámetros físicos y químicos del agua: temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), oxígeno disuelto (mg/L), salinidad (ups) y pH. El oxígeno disuelto y la temperatura se midieron diariamente con un oxímetro japonés marca UC-112 con 0,1 mg/L de precisión; y la salinidad con un refractómetro Atago (ups). Semanalmente se determinó el pH con un phmetro Kensell 3055 y los niveles de amonio se determinaron por métodos químicos (FAO, 1975).

Durante todo el experimento se empleó un fotoperíodo de 12:12 horas luz: oscuridad.

El experimento tuvo una duración de nueve semanas y como objetivo se evaluó la respuesta nutricional de juveniles del camarón rosado *Farfantepenaeus notialis* al emplear dietas con diferentes niveles de inclusión de harina de hollejo para pectina (HPP) de cítrico, para lo cual los alimentos se elaboraron isoproteicos e isolipídicos con 0; 5; 10 y 15 % de inclusión de HPP (TABLA 1), teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales de la especie (Galindo *et al.*, 2000).

La elaboración de las dietas se realizó según Galindo (2009). Las mismas se asignaron aleatoriamente entre los recipientes. Tanto a la harina de HPP como a los alimentos experimentales se les determinó la composición química proximal siguiendo las técnicas descritas por AOAC (1995) (TABLA 2).

La estimación de los valores energéticos de los alimentos se realizó según lo reportado por Cho *et al.* (1982). Donde los valores para los lípidos, proteínas y carbohidratos fueron de 39,8 kJ/g, 23,4 kJ/g y 17,2 kJ/g respectivamente.

El alimento se distribuyó manualmente dos veces al día, con una ración del 10 % de la biomasa (40 % a las 08:00 h y 60 % a las 16:00 h). Al final del experimento se contaron y pesaron individualmente todos los camarones por tratamiento para calcular crecimiento, factor de conversión del alimento (FCA = alimento añadido/ganancia en peso); eficiencia proteica (EP = ganancia en peso/proteína ingerida); crecimiento relativo (CR = peso final – peso inicial/peso inicial x 100); ganancia en peso (GP = peso final – peso inicial) y supervivencia (S = cantidad de camarones al final/cantidad de camarones al inicio x 100).

Los resultados de pesos finales, crecimiento, factor de conversión del alimento y supervivencia se compararon a través de un ANOVA de clasificación simple y la prueba de Tukey ( $p = 0,05$ ), luego de comprobar su normalidad mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de varianzas, a través de la prueba de Bartlett. Los valores de crecimiento relativo, eficiencia proteica y supervivencia se transformaron a arco seno y todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica (StatSoft, Tulsa, OK, USA).

TABLA 1. Composición porcentual (g/100 g de dieta) y nutricional (g/100 g de peso) de las dietas experimentales

Ingrediente	Tratamientos (Composición porcentual)			
	A (patrón)	A1	A2	A3
Harina de pescado	30	30	30	30
Harina de carne	9	9	9	9
Harina de soya	22	22	22	22
Trigo entero molido	13	13	13	13
Levadura torula	5	5	5	5
H. de hollejo para pectina	0	5	10	15
Aceite de pescado	2	2	2	2
Premezcla de vitaminas y minerales	2	2	2	2
Miel final	2	2	2	2
Relleno (alfa celulosa)	15	10	5	-
Proteína cruda	43,5	44,3	44,8	44,0
Humedad	5,58	4,98	4,37	6,25
Cenizas	10,7	11,3	12,6	13,3
Extracto etéreo	5,28	5,18	5,80	5,44
Extracto libre de nitrógeno	31,76	30,63	28,41	25,11
Fibra bruta	3,20	3,57	4,01	5,90
Energía (kj/g)	1 774,3	1 770,6	1 768,3	1 678,0

TABLA 2. Composición nutricional (g/100 g de peso) de la harina de hollejo para pectina

Subproducto cítrico	Materia seca (%)	Proteína bruta (%)	Fibra bruta (%)	Extracto etéreo (%)	Extracto libre de nitrógeno (%)
Pulpa de cítrico deshidratada	90,1	6,5	12,8	3,4	69,6

Se realizaron análisis de regresión y correlación entre crecimiento y niveles de inclusión de HPP, así como FCA y niveles de HPP, ajustándolos a una ecuación polinomial cuadrática (Shearer, 2000; Hernandez-Llamas, 2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores (promedio  $\pm$  DE) de las variables ambientales registradas durante el experimento se comportaron como se presenta en la TABLA 3.

Las dietas A, A1 y A2 promovieron crecimientos significativamente superiores ( $p < 0,05$ ) al obtenido con

la dieta A3 (15 % HPP), con mejores FCA, crecimiento relativo y eficiencia proteica (TABLA 4).

TABLA 3. Valores promedio, mínimos y máximos de las variables físicas y químicas durante el experimento. (Los valores se expresan en valores promedio  $\pm$  DE)

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS	VALORES MEDIOS	VALORES MÍNIMOS	VALORES MÁXIMOS
Temperatura (°C)	26 $\pm$ 0,6	25	27,2
Oxígeno (mg/L)	5,6 $\pm$ 1,2	4,5	7,1
Salinidad (ups)	36 $\pm$ 1,0	36	37
pH	7,95 $\pm$ 0,21	7,73	8,26
Amonio (mg/L)	0,01 $\pm$ 0,02	0,005	0,011

TABLA 4. Resultados de crecimiento, factor de conversión del alimento (FCA), eficiencia proteica (EP) y supervivencia de juveniles de camarón rosado *F. notialis* alimentados con diferentes niveles de harina de hollejo para pectina en la dieta (los resultados se expresan en valores promedio  $\pm$  DE)

INDICADORES EVALUADOS	TRATAMIENTOS			
	A (patrón)	A1	A2	A3
Peso medio final (g)	2,04 <sup>a</sup> $\pm$ 0,1	2,11 <sup>a</sup> $\pm$ 0,09	2,01 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,07	1,84 <sup>b</sup> $\pm$ 0,08
Ganancia en peso (g)	1,59 <sup>a</sup> $\pm$ 0,02	1,66 <sup>a</sup> $\pm$ 0,03	1,56 <sup>a</sup> $\pm$ 0,05	1,39 <sup>b</sup> $\pm$ 0,04
FCA	1,78 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,05	1,71 <sup>a</sup> $\pm$ 0,03	1,82 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,08	2,04 <sup>c</sup> $\pm$ 0,1
Crecimiento relativo (%)	353 <sup>ab</sup>	369 <sup>a</sup>	344 <sup>ab</sup>	309 <sup>b</sup>
Eficiencia proteica (%)	1,26 <sup>a</sup>	1,31 <sup>a</sup>	1,26 <sup>ab</sup>	1,17 <sup>b</sup>
Supervivencia (%)	79 <sup>a</sup>	83 <sup>a</sup>	81 <sup>a</sup>	71 <sup>b</sup>

Exponentes iguales por fila no presentan diferencias significativas para  $p > 0,05$ .

El análisis de regresión mostró una relación significativa entre los pesos finales y los niveles de inclusión de HPP en la dieta (Fig. 1) que se describen a través de la ecuación cuadrática:  $PF = -0,0022x^2 + 0,0186x + 2,048$  con un coeficiente de correlación  $R^2 = 0,9674$ , y nivel óptimo de inclusión de HPP = 5 %.

De igual forma se alcanzó una respuesta significativa entre el FCA y los niveles de inclusión de HPP en las dietas (Fig. 2) que se describe a través de la ecuación  $y = 0,0029 - 0,0257x + 1,7765$ , con un coeficiente de correlación de 0,996 y un nivel óptimo de inclusión de HPP = 5 %.

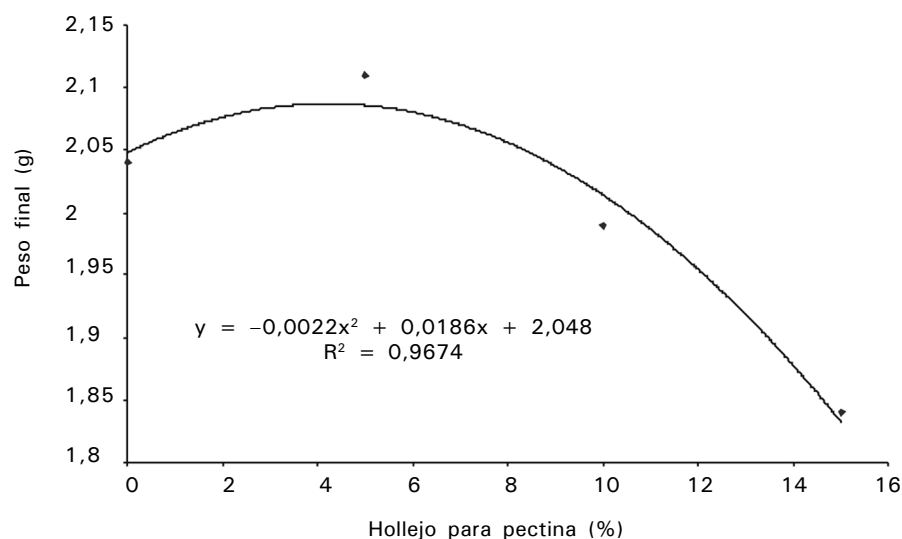


Fig. 1. Variación del peso final según niveles de inclusión de hollejo para pectina en la dieta.

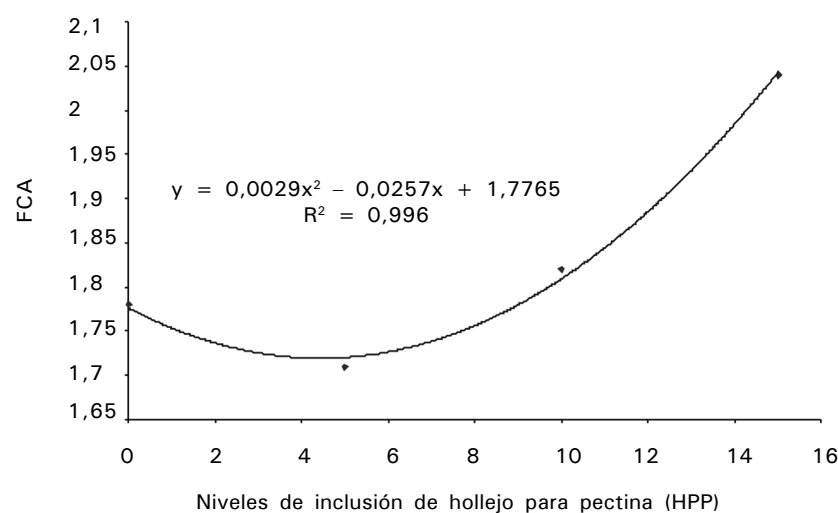


Fig. 2. Variación del factor de conversión del alimento según niveles de inclusión de hollejo para pectina en la dieta.

El hollejo para pectina además de ser una fuente rica en energía, brinda un aporte importante de vitaminas del complejo B hidrosoluble, especialmente inositol (Leighlou, 1960), así como, citratos y sales de ácido cítrico, que propician una mayor absorción de calcio en el tracto digestivo. La habilidad del camarón para absorber calcio de ciertos tejidos como huesos y escamas, se ve restringida por la carencia de una sección acídica de su tracto digestivo (Lovell, 1982).

La dieta A3, que incluyó 15 % del HPP, aportó un crecimiento significativamente menor al resto de los tratamientos, probablemente debido a niveles elevados de celulosa contenida en el HPP. Yocoe & Yasumasu (1964) detectaron actividad celulasa en el hepatopáncreas de diferentes especies de camarones, y aunque no han sido determinados aún los límites de inclusión de fibra en las dietas de *F. notialis*, es posible que sea la causa del elevado FCA obtenido con la dieta A3. De igual forma se manifestó el crecimiento relativo.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La inclusión de harina de HPP en las dietas para camarón estimula el crecimiento a niveles de inclusión de 5 y 10 %, así como mejora la conversión del alimento, pudiendo valorarse en sustitución de la harina de trigo, cuyo precio en el mercado internacional se incrementa cada año.
2. Se alcanzaron relaciones significativas entre los pesos finales, conversión del alimento y niveles de inclusión de harina de HPP en la dieta,  $R^2 = 0,9674$  y  $R^2 = 0,966$  respectivamente, con un nivel óptimo de inclusión del 5 %.
3. Se recomienda emplear la harina del hollejo para pectina de cítrico en la elaboración del alimento para engorde de camarón y evaluar el HPP ensilado en las dietas en aras de incrementar la sustitución de materias primas.

## REFERENCIAS

- AOAC (1995). *Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemist* (16<sup>th</sup> ed., 1018 pp.) Washington, D. C.
- Arvanitoyannis I. S. & Varzakas T. H. (2008). Vegetable Waste Treatment: Comparison and Critical Presentation of Methodologies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 205-247.
- Cerisuelo, A. & Piquer, O. (2009). Subproductos agroindustriales en alimentación animal: herramientas para su utilización. Jornada para el Aprovechamiento de Subproductos y Tratamiento de Residuos de la Industria Alimentaria y la Producción Animal. Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació València, 58 pp.
- Cho, C. Y., Slinger, S. J. & Bayley, H. S. (1982). Bioenergetics of salmonid fishes: Energy intake, expenditure and productivity. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B*, 73, 25-41.
- Espinal, C. F., Martínez, H. J. & Peña, Y. (2006). La cadena de cítricos en Colombia: Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio Agrocadenas Colombia. Extraído el 15 de marzo de 2006 de: <http://www.agrocadenas.gov.co>
- FAO (1975). Manual of Methods in aquatic environment research. *FAO Fisheries Technical. Paper, No. 37*, 226 pp.
- Fernández Ginés, J. M. (2008). Generación de subproductos de la industria agroalimentaria: situación y alternativas para su aprovechamiento y revalorización. *Especial Alimentaria*, 39-42.
- Galindo, J., Fraga, I., Arazoza, M. de, Fajer, E., González, R. & Forrellat, A. (2000). Evaluación de diferentes niveles de proteína en el crecimiento de camarón rosado *Penaeus notialis*. *Rev. Invest. Mar.*, 22 (1), 39-44.
- Hernandez-Llama, A. (2009). Conventional and alternative dose-response model to estimate nutrient requirements of aquaculture species. *Aquaculture*, 292, 207-213.
- Leighlou, R. E. (1960). Dried citrus pulp in the daily ration, Texas. *Agricultural Progress*, 6 (2), 15-17.
- Lovell, T. (1982). Status of penaeids shrimp nutrition and feed practices. *Aquaculture Magazine*, 8 (5), 44 p.
- Marin, R. F., Soler, C, Benavente, O., Castillo, J. & Pérez, J. A. (2007). By-products from different citrus processes as a source of customized functional fibers. *Food Chem.*, 100 (2), 736-741.
- Moreno, M. J., Hernández, J. G., Rovero, R., Tablante, A. & Rangel, L. (2000). Alimentación de tilapia con raciones parciales de cáscara de naranja. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3 (001), 29-33.
- ONUDI (2007). Implementación de la producción más limpia en la agroindustria cubana, 2003-2007. Informe de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, Viena, 20 pp.
- Rojas, J., Jennifer P., Perera, V. & Rstashenko, E. (2009). Obtención de aceites esenciales y pectinas a partir de subproductos de jugos cítricos. Universidad de Antioquia, Colombia, *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 16 (1), 110-115.
- Shearer, K. (2000). Experimental design, statistical analysis and modeling of dietary nutrient requirement studies for fish: a critical review. *Aquacult. Nutr.*, 11, 263-272.
- Wilkins, M. R., Widmer, W., Grohmann, K. & Cameron, R. G. (2007). Hydrolysis of grapefruit peel waste cellulase and pectinase enzymes. *Bioresource Technol.*, 98 (8), 1596-1601.
- Yokoe, Y. & Yasumasu, L. (1964). The distribution of cellulose in invertebrates. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 13, 323-338.