

Uso de la harina de *Spirulina platensis* como atrayente en el alimento para el camarón *Litopenaeus schmitti*

Use of *Spirulina platensis* meal as feed attractant in diets for shrimp *Litopenaeus schmitti*

Barbarito Jaime-Ceballos¹, Roberto Civera Cerecedo²,
Humberto Villarreal² José Galindo López¹ y Lourdes Pérez-Jar¹.

¹ Centro de Investigaciones Pesqueras. MIP. Cuba 5ª ave. y 246. Barlovento. La Habana. Cuba.

² Centro de Investigaciones Biológicas de Noroeste, S. C. Mar Bermejo No 195, Colonia Playa Palo de Santa Rita. La Paz, 23090, B. C. S., México.
Email: rcivera04@cibnor.mx

Jaime-Ceballos B., R. Civera Cerecedo, H. Villarreal, J. Galindo López y L. Pérez-Jar. 2007. Uso de la harina de *Spirulina platensis* como atrayente en el alimento para el camarón *Litopenaeus schmitti*, *Hidrobiológica* 17(2): 113-117

RESUMEN

Con el objetivo de conocer el poder atrayente de la harina de *Spirulina platensis* como aditivo en la alimentación de *Litopenaeus schmitti*, se realizó un experimento en el laboratorio húmedo del Centro de Investigaciones Pesqueras, La Habana, Cuba, con un diseño totalmente aleatorizado (4 tratamientos con 6 repeticiones) donde se ensayaron 2 alimentos: uno con 5% de *Spirulina platensis*, y un control sin la microalga, y dos posiciones del alimento dentro de un dispositivo experimental consistente en un acuario rectangular al que se le colocaron dos divisiones de vidrio, que permitieron que el acuario quedara dividido en tres compartimentos iguales. Diez camarones con una masa promedio de 0.503 ± 0.018 g se colocaron en la sección central, con acceso a los otros dos compartimentos del acuario, en los cuales se situaron los alimentos experimentales. Un análisis bifactorial mostró que el tipo de alimento influyó significativamente en la atracción y que la posición no tuvo efecto significativo alguno, aunque hubo interacción entre los factores. El mayor porcentaje de camarones (68%) se desplazó a la posición donde se encontraba el alimento con inclusión de harina de *Spirulina platensis* y lo ingirió. Se concluye que la adición de 5% de harina de *Spirulina platensis* mejora la atractabilidad del alimento para *Litopenaeus schmitti*.

Palabras clave: *Spirulina platensis*, atrayente, camarón, *Litopenaeus schmitti*.

ABSTRACT

An experiment was conducted at the wet laboratory of the Fisheries Research Centre, Havana, Cuba, to evaluate the attractability of a pelleted diet containing *Spirulina platensis* meal for *Litopenaeus schmitti* juvenile. The design was completely randomized with 4 treatments and 6 repetitions. Two diets: a diet containing 5% of *Spirulina platensis* meal and a control diet without it, and two positions of the feed were assayed inside an experimental device consisting in a rectangular glass aquarium in which two internal glass walls were placed in order to have three equal sections. Ten shrimps with mean weight of 0.503 ± 0.018 g were placed in the central section of the aquarium, with access to the other two sections, where the experimental diets were placed. A bifactorial analysis showed that the attraction was significantly affected by type of feed, although the position did not have any significant effect. A greater percentage of shrimp (68%) moved toward the position where the diet containing *Spirulina platensis* meal was placed, and ingested the diet. It is concluded that the inclusion of 5% of *Spirulina platensis* meal improved the attractability of the feed for *Litopenaeus schmitti*.

Key words: *Spirulina platensis* meal, attractant, shrimp, *Litopenaeus schmitti*.

INTRODUCCIÓN

El empleo de alimentos balanceados contribuye a incrementar de forma importante los resultados productivos y las utilidades en los cultivos comerciales de organismos acuáticos, sin embargo, estos alimentos son costosos y pueden variar entre el 50 y el 70% del total de gastos de operación de la producción (Tacon, 1995).

Un alimento nutricionalmente balanceado no tendría valor alguno si no es consumido por la especie que se cultiva, por lo que la adición de atrayentes alimenticios incrementa la respuesta de la especie hacia un cierto alimento y reduce las pérdidas debido a una mala palatabilidad del mismo.

Los estudios para medir la telorrecepción en crustáceos incluyen el diseño espacial de tanques o cámaras en donde al animal se le somete a una corriente de agua que contiene el estímulo químico. La fuente del estímulo se localiza en el lado opuesto de la posición original del organismo y se mide el número de animales que llegan a ella. Generalmente se presentan dos o más opciones al mismo tiempo para registrar preferencias (Zimmer-Faust, 1991; Banfield & Aldrich, 1991, 1992, 1994; Costero & Meyers, 1993; Ache, 1994). Recientemente se ha prestado especial atención al tema de los atrayentes, así como a los protocolos y métodos que deben ser utilizados para evaluar este aspecto (Dominy *et al.*, 2004; Lawrence *et al.*, 2004)

Las harinas de algas han sido empleadas como aditivos en los alimentos para promover el crecimiento, la eficiencia alimenticia, los constituyentes corporales, la calidad de la carne, las características fisiológicas, la respuesta al estrés y la resistencia a enfermedades en varias especies de peces (Nakagawa, 1985; Mustafa & Nakagawa, 1995). Los efectos positivos de incluir algas en los alimentos se derivan de su composición en fibra dietética, carotenoides, atrayentes químicos, fuentes de vitaminas y minerales, entre otros (Mustafa *et al.*, 1997). Sin embargo, los mecanismos benéficos de la inclusión de algas en los alimentos para el camarón blanco *Litopenaeus schmitti* (Pérez-Farfante & Kensley, 1997) han sido poco estudiados.

El objetivo de este trabajo fue demostrar el poder atrayente de la harina de la microalga *Spirulina platensis* Turpini, 1827 en la alimentación de *Litopenaeus schmitti*, bajo condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el objetivo de demostrar el poder atrayente de la harina de *Spirulina platensis* (HSP) como aditivo alimentario en la dieta de *Litopenaeus schmitti*, en el laboratorio húmedo del Centro de Investigaciones Pesqueras, La Habana, Cuba, se desarrolló un experimento con un diseño totalmente aleatorizado con 4

Tabla 1. Composición en ingredientes, química e hidroestabilidad de los alimentos (g/100 g materia seca).

Ingrediente	Dieta I	Dieta II
Harina de pescado ¹	35.0	30.0
Harina de espirulina ²	0.0	5.0
Harina de soya ³	13.0	13.0
Harina de camarón ⁴	15.0	15.0
Harina de calamar ⁴	16.0	16.0
Aceite de girasol	4.5	4.5
Aceite de hígado de tiburón	4.5	4.5
Vitamina C	0.5	0.5
Colesterol	0.5	0.5
Premezcla Vit+Min ⁵	5.0	5.0
Carboximetilcelulosa	5.0	5.0
Proteína cruda	46.00 ± 0.08	47.00 ± 0.07
Extracto etéreo	13.90 ± 0.04	14.40 ± 0.02
Fibra cruda	2.50 ± 0.02	2.70 ± 0.05
Humedad	8.40 ± 0.06	7.90 ± 0.07
Ceniza	8.30 ± 0.02	8.50 ± 0.03
Pigmentos totales	0.05 ± 0.003	0.84 ± 0.08
Hidroestabilidad	92.26	92.23

1 Harina de anchoveta (*Engraulis* sp.) CORPESCA S.A. Chile.

2 *Spirulina platensis*. GENIX, La Habana, Cuba.

3 Molinera de Santiago de Cuba. Cuba

4 Harina de camarón entero (*Litopenaeus schmitti* y *Farfantepenaeus notialis*) y harina de calamar (*Loligo* sp.), fabricadas en el laboratorio.

5 Unión de Empresas de Piensos del MINAGRI. Cuba (cantidades por tonelada de premezcla): A (retinol), 0.5 MUI/g 12,500,000 UI; B1 (Tiamina), 100 % 10,000 mg; B2 (Riboflavina), 80 % 20,000 mg; B6 (Piridoxina), 99 % 10,000 mg; B12 (Cianocobalamina), 1 % 40 mg; C (Ac. Ascórbico), 42 % 500,000 mg; D3 (Calciferol), 0.5 MUI/g 2,400,000 UI; E (DL-alfa-tocoferol), 50 % 100,000 mg; K3 (Menadiona), 50 % 4,000 mg; B3 (Ac. Pantoténico), 98 % 40,000 mg (Cloruro Colina). 50 % 1,600,000 mg; Bc (Ac. Fólico), 95 % 2,000 mg; B5 (Ac. Nicotínico, PP), 99.5 % 140,000 mg; H2 (Biotina), 2 % 1,000 mg; Inositol, 100 % 300,000 mg; Ac. Paraminobenzoico, 98.5 % 35,000 mg; Cobalto 45 % 200 mg; Cobre 77 % 2,000 mg; Hierro 41 % 20,000 mg; Yodo 62 % 1,500 mg; Manganeseo 62 % 40,000 mg; Zinc 79.5 % 20,000 mg; Selenio 45 % 100 mg.

tratamientos y 6 repeticiones, donde se ensayaron dos alimentos y dos posiciones del alimento dentro de un dispositivo experimental (acuario de vidrio).

Origen y adaptación de los organismos. Se utilizaron juveniles de camarón blanco *Litopenaeus schmitti*, capturados de un estanque de tierra de 0.5 ha, de la granja Cultizaza (Provincia

de Sancti Spiritus, Cuba). Para su traslado al laboratorio fueron colocados en bolsas de polietileno con 20 litros de agua de mar filtrada, a razón de 20 organismos por bolsa y temperatura de $25 \pm 0.02^\circ\text{C}$. El traslado se realizó en horas de la madrugada, y una vez en el laboratorio, los camarones fueron distribuidos en recipientes rectangulares de fibra de vidrio, llenados con 500 litros de agua de mar filtrada, a razón de 100 juveniles por tanque. Los camarones fueron adaptados a las condiciones del laboratorio durante 15 días y en ese período se alimentaron con la misma fórmula balanceada comercial que estaban recibiendo en la granja (alimento para la fase de cultivo de preengorda), elaborado en la Planta de Alimentos Balanceados ALISAR (Santa Cruz del Sur, Provincia Camagüey, Cuba).

Para el experimento se utilizaron camarones con un peso promedio de 0.503 ± 0.018 g, ya que en esta fase de vida son quimotácticamente más activos que las postlarvas y los sub-adultos (Fernández, 1999).

Elaboración de alimentos experimentales. Se formularon dos alimentos, conteniendo 0 y 5% de harina de *Spirulina platensis* (Tabla 1). Para su elaboración, los ingredientes secos con tamaño de partícula de 50 μm , fueron pesados según las cantidades establecidas en la fórmula y mezclados en una mezcladora doméstica de 1 kg de capacidad. Después, los aceites (aceite de girasol y aceite de hígado de tiburón) fueron añadidos en forma de emulsión, se mezclaron y posteriormente se adicionaron aproximadamente 250 mL de agua/kg de mezcla, hasta su completa homogeneización. La mezcla resultante fue pasada por un molino de carne (criba de 2 mm de diámetro) y los pellets obtenidos fueron cortados con una espátula y secados en una estufa con recirculación de aire forzado a 60°C durante 10 horas.

Los alimentos fueron mantenidos en un refrigerador a 4°C durante el tiempo que duró la investigación. La composición química proximal de los alimentos fue determinada según los procedimientos establecidos por la AOAC (1995), y los pigmentos totales por el método tricromático (Strickland & Parson, 1972).

A cada alimento se le determinó, por triplicado, la hidroestabilidad, según la metodología descrita por Goytortúa-Bores (2000).

Experimentación. El dispositivo experimental consistió en un acuario de vidrio de 75 x 40 x 40 cm, en el cual se colocaron dos paredes internas de vidrio que permitieron que el acuario quedara dividido en tres partes iguales (derecha-central-izquierda) (Fig. 1). Los camarones, en un total de 10, se ubicaron en la parte central del acuario, teniendo acceso a cualquiera de las otras partes; en éstas se depositaron los alimentos a razón del 20% de la biomasa de los camarones, para evitar que la cantidad de alimento pudiera interferir en los resultados.

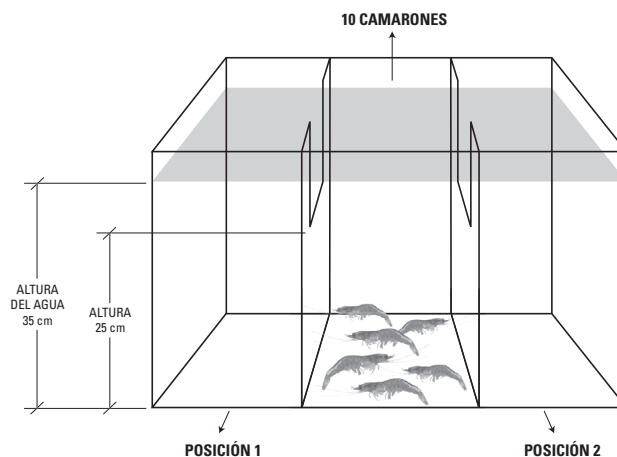


Figura 1. Dispositivo experimental de vidrio diseñado para la evaluación del poder atrayente de los alimentos. Dimensiones: 75 x 40 x 40 cm.

Los juveniles fueron sometidos a un ayuno de 24 horas antes de ser sometidos a las pruebas, y para disminuir la influencia de los factores externos (en cuanto a la posición de los alimentos), el ensayo se repitió en 6 ocasiones, cambiando la posición de los alimentos. En cada una de las pruebas, tras la supresión de la aireación, se situaron los alimentos y se esperó 5 minutos, observándose el desplazamiento de los animales hacia el alimento que más prefirieron. Esto permitió identificar numéricamente cuál era el alimento más atractivo para los camarones. Durante las pruebas se monitorearon la temperatura, la salinidad, el oxígeno disuelto y el pH del agua de mar en el acuario.

Análisis de datos. Al final del ensayo se organizaron los datos del número de animales que se desplazaron hacia cada compartimiento del acuario. Se determinó la normalidad mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y se calculó la homogeneidad de varianza por la Prueba de Bartlett. Posteriormente se aplicó un análisis bifactorial, y al encontrar diferencias significativas en el factor dieta ($p < 0.05$) se aplicó un análisis Duncan de comparación múltiple de medias (Sigarra, 1985). Los datos se presentan en porcentaje para su mejor comprensión. Los cálculos se realizaron en computadora, utilizando el paquete de programas TONYSTAT (Facultad de Biología, Universidad de La Habana).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de las variables físico-químicas registradas durante el experimento se mantuvieron dentro de los intervalos normales reportados para la especie en cultivo, con valores de temperatura entre 27.5 y 28.2°C , salinidad de 32 ‰, oxígeno disuelto entre 5.6 y 8.3 mg/L, y pH entre 8 y 8.3.

El análisis bifactorial mostró que el tipo de alimento influyó significativamente ($p < 0.05$) en la atracción, y que la posición en

el acuario no tuvo efecto alguno, mientras que hubo interacción significativa entre los factores. Del total de camarones experimentales, el 68% se desplazó hacia el alimento con harina de *Spirulina platensis* (HSP) (Fig. 2), demostrando el poder atrayente de la HSP sobre los camarones juveniles de la especie *Litopenaeus schmitti*.

Hasta donde se sabe, no hay antecedentes sobre la inclusión de harina de *Spirulina platensis* como atrayente en alimentos para juveniles de camarones peneidos, y se desconocen las causas específicas que le confieren su propiedad atrayente. Álvarez et al. (2005) obtuvieron resultados similares al evaluar el poder atrayente de la harina de crustáceos y aceites de pescado en la formulación para juveniles de *L. schmitti*, atribuyendo este efecto a su contenido de aminoácidos y ácidos grasos, respectivamente. Así, es posible que el resultado obtenido en la presente investigación esté relacionado con la presencia de nucleótidos, aminoácidos y pigmentos en la harina de la microalga y/o al efecto conjunto de estos compuestos en el alimento.

Un tiempo de inanición de 24 horas fue aplicado en este ensayo para lograr que los camarones se sintieran estimulados frente a los alimentos experimentales.

En este sentido, Costero & Meyers (1993) encontraron que para *Litopenaeus vannamei*, períodos de inanición de 24 a 48 horas acentuaban la respuesta, evitando cualquier condicionamiento del camarón a alguna dieta en particular y no afectando a los resultados, en cuanto a la preferencia alimenticia.

En nuestro ensayo, después de 30 min de haber suministrado los alimentos, los camarones los habían consumido y tenían el estómago lleno, demostrando que los dos alimentos fueron aceptados por la especie. No obstante, los resultados muestran que la

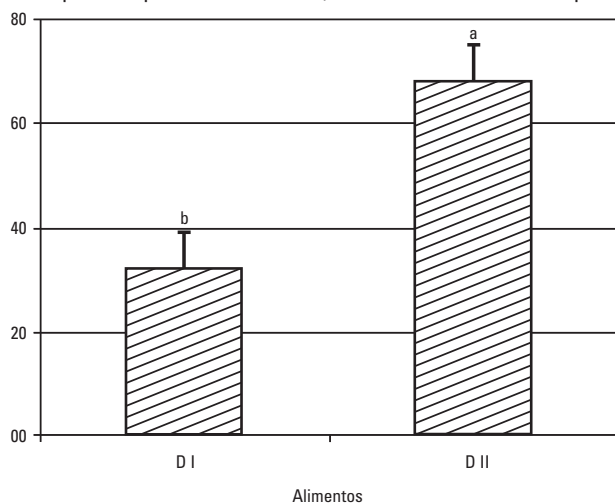


Figura 2. Porcentaje de camarones (promedio \pm DE) que se desplazaron hacia los alimentos: sin harina de *Spirulina* (DI), con harina de *Spirulina* (DII). Letras diferentes sobre las barras, indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

atracción del alimento con HSP fue mayor, lo que representa una ventaja, pues cuando el alimento es rápidamente detectado por el organismo y éste lo consume, hay menos pérdidas de alimento y sus nutrientes por efecto de la lixiviación, así como menor contaminación del agua.

Uno de los factores que pudiera haber influido en la preferencia de los camarones hacia algún alimento en específico es la hidroestabilidad de los alimentos; sin embargo, ésta fue similar en ambos, al alcanzar valores cercanos al 92% de materia seca retenida, por lo que la respuesta de los camarones se puede atribuir a la composición del alimento.

Se concluye que la inclusión de 5% de harina de *Spirulina platensis* mejora la atractabilidad del alimento para juveniles del camarón blanco *Litopenaeus schmitti*.

AGRADECIMIENTOS

Al CIBNOR y al CIP, por haber brindado las facilidades para la realización del estudio. A Sonia Rocha Meza y Dolores Rondero Astorga por los análisis químicos proximales. A Ernesto Goytortúa por su apoyo para determinar la hidroestabilidad de los alimentos. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México por la beca de doctorado No. 182857 otorgada a B. Jaime Ceballos.

REFERENCIAS

- ACHE, B. W. 1994. Towards common strategy for transducing olfactory information. *Cellular Biology* 5: 55-63.
- ÁLVAREZ, J. S., H. VILLARREAL, T. GARCÍA, J. GALINDO Y E. PELEGRIN, 2005. Estimuladores del consumo de alimentos con alto contenido de harina de soya para el engorde del camarón *Litopenaeus schmitti*. *Revista de Investigaciones Marinas* 26(3): 243-248.
- AOAC, 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. Vol. I, 16th ed. Washington, D. C., USA. 1234 p.
- BANFIELD, M. C. & B. W. ALDRICH. 1991. A laminar flow choice chamber for testing the responses of postlarval penaeids to olfactants. *Contributions in Marine Science* 52: 73-88.
- BANFIELD, M. C. & B. W. ALDRICH. 1992. Attraction of postlarval *Penaeus aztecus* Ives and *Penaeus setiferus* (L) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) to estuarine water in lamina-flow choice chamber. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology* 156: 39-52.
- BANFIELD, M. C. & B. W. ALDRICH. 1994. Avoidance of penta chlorophenol by postlarval brown shrimp (*P. aztecus*) (Decapoda; Penaeidae) in a lamina-flow choice chamber. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 51: 784-791.

- COSTERO, M. C. & S. P. MEYERS. 1993. Evaluation of chemoreception of *Penaeus vannamei* under experimental conditions. *The Progressive Fisheries-Culturist* 55: 157-162.
- DOMINY, W., I. FOSTER, K. TERSTRA, K. NAKACHI, T. TAKAMORI, D. LUM, & W. KAYASHIWA. 2004. Effect of attractants and palatability aids on shrimp *Litopenaeus vannamei* feeding behavior. Abstract Book, Aquaculture 2004, Hawaii Convention Center, Honolulu, Hawaii, USA. Pp. 168.
- FERNÁNDEZ, C. H. 1999. Chemoreception studies in relation to feeding responses in the marine shrimp H. Milne Edwards (*Penaeus indicus*) and Miers (*Metapenaeus dobsonii*). *Naga*, 22(2): 20-21.
- GOYTORTÚA-BORES, E. 2000. Evaluación del valor nutricional de un extracto lipídico y un concentrado proteínico de langostilla *Pleuroncodes planipes* para camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Tesis de Maestría en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima. México. 86 p.
- LAWRENCE A. L., E. WALKER, J. BREISTER, D. HICKS & P. LEE. 2004. Shrimp chemoattraction and feeding stimulation: Methods, progress and significance. Abstract Book, World Aquaculture 2004, Hawaii Convention Center, Honolulu, Hawaii, USA. Pp 168.
- MUSTAFA M.G. & H. NAKAGAWA. 1995. A review: Dietary benefits of algae as an additive in fish feed. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*. 47(3-4): 155-162.
- NAKAGAWA H. 1985. Usefulness of chlorella extracts for improvement of the physiological condition of cultured ayu, *Plecoglossus altivelis* (Pisces). *Tethys* 11: 328-334.
- MUSTAFA, M. G., T. UMINO & H. NAKAGAWA. 1997. Limited synergistic effect of dietary *Spirulina* on vitamin C nutrition of red sea bream, *Pagrus major*. *Journal of Marine Biotechnology* 5: 129-132.
- PÉREZ-FARFANTE I. & B. KENSLEY. 1997. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world, keys and diagnoses for the families and genera. *Mémoires Muséum National d' Histoire Naturelle, Zoologie*, 175: 233-235 .
- SIGARROA, A. 1985. *Manual de prácticas de biometría y diseño experimental*. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cuba. 793 p.
- STRIKLAND J. D. H. & T. R. PARSONS. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Fisheries Research Board of Canada Bulletin. 310 p.
- TACON, A. 1995. Feed formulation and on-farm feed management. FAO Fish. *Technology Papers* 343: 61-74.
- ZIMMER-FAUST, R. K. 1991. Chemical signal-to-noise detection by spiny lobsters. *Biological Bulletin* 181: 419-426.

Recibido: 19 de octubre de 2005.

Aceptado: 16 de mayo de 2007.