

Research Article

Primer registro de la utilización de harinas de *Salicornia bigelovii* y *Scomber japonicus* en dietas prácticas para el cultivo súper-intensivo de camarón *Litopenaeus stylirostris*

Manuel de J. Acosta-Ruiz¹, J. Paniagua-Michel¹, J. Olmos-Soto¹ & E. Paredes-Escalona¹

¹Departamento de Biotecnología Marina

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, México

RESUMEN. Se evaluó el efecto de las harinas de *Salicornia bigelovii* (SA) y *Scomber japonicus*, semiprocesada (HPS) como ingredientes en la formulación de dietas para camarón azul *Litopenaeus stylirostris*, en cultivo súper-intensivo. Se formularon tres diferentes dietas isoproteicas (40%) e isocalóricas (6 kcal g⁻¹): (DSA), (DHPS), basal (DBA) y una dieta control (DCO). El peso obtenido con DSA y DHPS (0,9 ± 0,014 y 0,8 ± 0,015 g) fue similar a la dieta comercial DCO (0,9 ± 0,07 g), no existieron diferencias significativas ($P > 0,05$) en talla (cm), peso (g) y factor de conversión alimenticio (FCA). Los resultados obtenidos sugieren que DSA y DHPS son factibles de utilizar en la formulación de dietas para camarón por ser ingredientes de bajo costo que pueden sustituir a la harina de maíz y pescado tradicional, respectivamente sin efectos detrimentales en el crecimiento y supervivencia.

Palabras clave: *Salicornia bigelovii*, *Scomber japonicus*, dietas, isoproteica, isocalórica, acuicultura.

First record on the use of *Salicornia bigelovii* and *Scomber japonicus* fishmeals as feed for *Litopenaeus stylirostris* under super-intensive farming

ABSTRACT. The effect of semi-processed fishmeals (HPS) made using *Salicornia bigelovii* (SA) and *Scomber japonicus* as ingredients in the formulation of diets for blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* under super-intensive farming was evaluated. Three different isoproteic (40%) and isocaloric (6 kcal g⁻¹) diets were formulated: DSA, DHPS, basal (DBA); a fourth control diet (DCO) was also used. The weights obtained with DSA and DHPS (0.9 ± 0.014 and 0.8 ± 0.015 g) were similar to those obtained with the commercial diet (DCO; 0.9 ± 0.07 g), and no significant differences ($P > 0.05$) were found for size (cm), weight (g), and the feed conversion ratio (FCR). The results suggest that the use of DSA and DHPS in the formulation of diets for shrimp is feasible as these are low-cost ingredients that can be used as substitutes for cornstarch and traditional fishmeal, respectively, without detrimental effects for shrimp growth and survival.

Keywords: *Salicornia bigelovii*, *Scomber japonicus*, diets, isoproteic, isocaloric, aquaculture.

Corresponding author: Manuel de J. Acosta-Ruiz (macosta@cicese.mx)

INTRODUCCIÓN

La acuicultura ha sido el sector productivo con mayor crecimiento en la generación de alimentos al final de esta década, debido a la amplia variedad de plantas y animales cultivados con una producción mundial de 66,7 millones ton FAO (2008). En la costa oeste de Baja California, la camaronicultura no ha tenido un desarrollo importante, ya que las condiciones climáticas no son del todo aptas. Sin embargo, la introducción de nuevas tecnologías de cultivo en

sistemas de ambiente controlado son alternativas potenciales (Browdy, 1998; Davis & Arnold, 1998; Celis, 2003).

En los cultivos intensivos y súper-intensivos Akiyama *et al.*, (1992) and Moore & Brand, (1993), mencionan que el requerimiento de proteínas en el camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en etapas tempranas es muy alto, lo cual implica un elevado costo en la formulación de la ración. Una gran variedad de ingredientes funcionales han sido evaluados como fuentes alternativas de proteína

animal y vegetal (harinas de mejillón, calamar, menhaden, jojoba, alfalfa y plantas halófitas), y en organismos acuáticos, especialmente en crustáceos peneidos (Rodríguez *et al.*, 1994; Acosta *et al.*, 1997; Brown *et al.*, 1997; Castilla, 1997; Millamena, 2002; Kureshy & Allen, 2002; Reyes *et al.*, 2003).

Algunos ingredientes regionales potenciales para estos propósitos, son harina semiprocesada de macarela *Scomber japonicus* y la halófito *Salicornia bigelovii*, que se cultiva para consumo humano y extracción de aceite. El resto de la planta (paja) se puede utilizar en la formulación de alimentos para camarones, ya que tiene un contenido proteico de 5,7%, fibra 17,0% con energía digestible de 78% comparable al trigo (Hodges *et al.*, 1981; Madrid, 1988; Rodríguez *et al.*, 1994).

En este estudio se evaluó el uso de las harinas de *S. bigelovii* y *S. japonicus*, como ingredientes alimenticios en cultivo súper-intensivo, con juveniles de camarón azul *Litopenaeus stylirostris*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La obtención de harina semiprocesada (HPS), proviene de la pesquería local y consiste en macarela *S. japonicus* triturada y prensada sin centrifugar ni secado, contiene app. 30,6% de proteínas. Posteriormente, se sometió a secado indirecto (60°C) durante 24 h para obtener mayor calidad de la proteína y reducir costos. Se pulverizó en un molino de martillos y se tamizó a 1,0-2,0 μm . (Tabla 1). La harina de *S. bigelovii* (SA) se obtuvo de la planta entera semiseca,

la cual se sometió a secado por 24 h hasta obtener $\pm 5\%$ de humedad y se pulverizó de igual manera, el porcentaje de proteína fue de 8,4% (Tabla 1). Las dietas se formularon en base a los requerimientos nutricionales para juveniles de camarón *L. stylirostris* (Kanazawa *et al.*, 1985; Lim & Akiyama, 1998), utilizando un programa de balanceo de raciones de costo mínimo (Mixit®-Win, 2001), para obtener dietas isoproteicas (40%) e isocalóricas (6 kcal g^{-1}) y se conservaron a 10°C. Se compararon con una formulación comercial como testigo (DCO), camarónina $\pm 38,8\%$. La dieta basal (DBA) no contiene HPS y SA (Tablas 1 y 2).

Las raciones formuladas (DHPS, DSA, DBA y DCO) (Tabla 3), fueron analizadas de acuerdo al protocolo descrito por el manual de métodos oficiales de la AOAC (1990). La determinación de energía bruta (kcal g^{-1}), se analizó con un calorímetro Parr semimicro 1425. Los aminoácidos fueron determinados por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (Tabla 4).

La totalidad de los ingredientes fueron mezclados durante 5 min, para obtener mayor homogeneidad. Los pellets fueron extruidos en un molino de tornillo sin aplicar calor, con un diámetro de 2,0 mm y secados por convección durante 12 h a 50°C. Para realizar el bioensayo se utilizaron 12 acuarios con capacidad individual de 12 L. El agua de mar se filtró a 20 μ y se irradió con luz ultravioleta (UV). El sistema utilizado fue semicerrado con una tasa de recirculación de agua de 432 L día^{-1} , equivalente a 300% del volumen total (Fig. 1). Se registró diariamente la temperatura

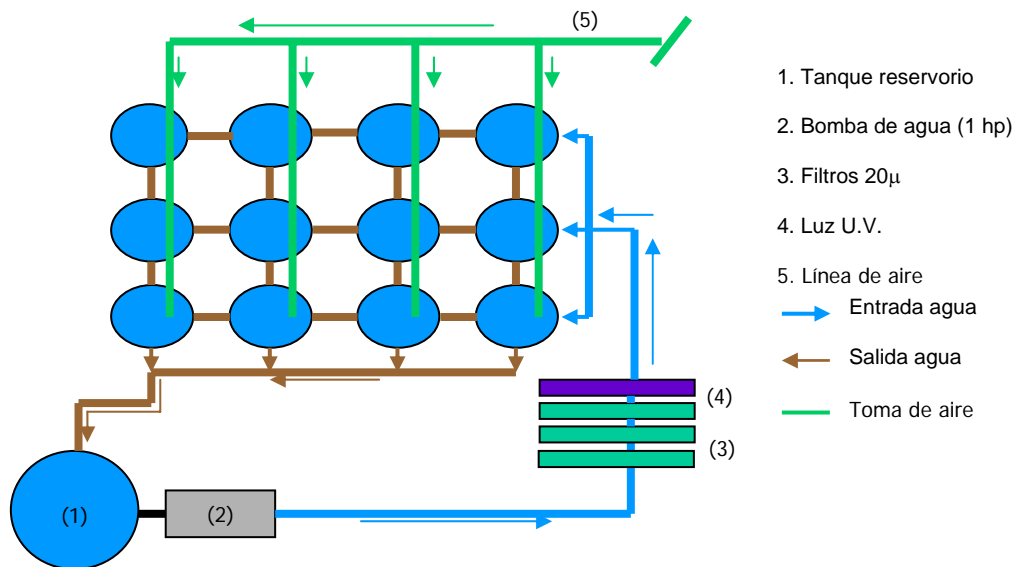


Figura 1. Sistema hidráulico experimental.

Figure 1. Experimental hydraulic system.

Tabla 1. Análisis proximal de las harinas de HPS y SA.**Table 1.** Analysis proximal of the meals of HPS and SA.

	Proteína (%)	Lípidos (%)	Carbohidratos (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)	Fibra cruda (%)
Harina de HPS	30,65	2,03	43,12	8,2	15,0	1,0
Harina de <i>S. bigelovii</i>	8,40	0,34	16,51	5,41	50,84	16,5

Tabla 2. Composición de las dietas experimentales para *Litopenaeus stylirostris*.**Table 2.** Experimental diets composition for *Litopenaeus stylirostris*.

Ingredientes	DBA (%)	DHPS (%)	DSA (%)
Harina de pescado ^a	45,14	-	45,14
Harina de HPS ^a	-	45,14	-
Harina de maíz ^b	14,44	14,44	-
Harina de <i>S. bigelovii</i> ^c	-	-	14,44
Harina de trigo ^d	15,04	15,04	15,04
Semolina ^e	10,03	10,03	10,03
Aceite de pescado ^a	4,09	4,09	4,09
Harina de camarón ^f	3,51	3,51	3,51
Gluten de trigo ^g	2,60	2,60	2,60
Fécula de maíz ^h	1,60	1,60	1,60
Harina de calamar ⁱ	1,50	1,50	1,50
Harina de sangre ⁱ	1,50	1,50	1,50
Caseína ^j	0,50	0,50	0,50
Alginato de sodio ^k	0,10	0,10	0,10
Pre mezcla de vitaminas ^l	0,22	0,22	0,22

a) Fuente: PROESA S.A. de C.V., b) Fuente: Maseca, México, c) Fuente: Saline Seed México S.A. de C.V., d) Fuente: El Rosal, México, e) Fuente: El Rosal, México. f) CICESE, Lab. Nutrición, g) DO-PEP, Australia, h) Fuente: Maizena, México, i) CICESE, Lab. Nutrición, j) Grado alimenticio Atlas Chemical, k) Spectrum Quality Products Lot. No. NCO176, l) Puritan's pride Prod. N° 6224, U.S.A.

($\pm 0,1^{\circ}\text{C}$), salinidad ($\pm 1,0$ psu), pH ($\pm 0,01$) y oxígeno disuelto ($\pm 0,02$ mg L⁻¹). Semanalmente se midió el amonio (NH₃-N), con un equipo (Orión modelo 95-12).

La duración del bioensayo fue de cuatro semanas y las dietas fueron analizadas en triplicado. Se utilizaron juveniles con un peso de 0,46-0,48 g, con una densidad de 12 post-larvas por acuario (Moore & Brand, 1993). La alimentación se determinó en función del peso, empleando el 10% de la biomasa del

estanque dividida en tres raciones diarias (07:00, 12:00 y 18:00 h). Se mantuvo un fotoperiodo de 12 h de luz (L) y 12 h de oscuridad (O). Semanalmente, se midió la longitud (L) y peso húmedo (g) de los ejemplares y al término del experimento se determinó la supervivencia (%). El factor de conversión alimenticia (FCA) se determinó utilizando la relación:

FCA = Alimento suministrado (g) / Peso ganado de la biomasa

Para determinar diferencias entre dietas, se aplicó una prueba de regresión múltiple mediante estadística paramétrica con análisis de covarianza de una vía de efectos fijos. Para determinar diferencias estadísticas se realizó una prueba *a posteriori* de Duncan de rangos múltiples y una $P < 0,05$ con STATISTICA para Windows 5.0.

RESULTADOS

Análisis proximal de las dietas experimentales

El porcentaje de proteínas en DBA, DHPS y DSA varió en 42,54, 42,23 y 41,68% respectivamente. La dieta DCO mostró un porcentaje menor de proteínas al mencionado por el proveedor 38,89%. Los porcentajes de lípidos en DBA y DSA fueron muy cercanos 12,15 y 11,79%, a diferencia de DHPS 7,69% y DCO 9,74% (Tabla 3).

Análisis de aminoácidos de las dietas

La dieta de macarela *S. japonicus* (HPS) registró porcentajes bajos en lisina y treonina. Esta condición fue similar en DBA, mientras que la DCO mostró deficiencias en arginina (Tabla 4).

Factores abióticos

La operación del sistema hidráulico mantuvo una recirculación del 300% diario, esto permitió que las variables medidas durante el bioensayo se mantuvieran en los rangos de 27,5-28°C, 35-37 psu, 6,1-7,6 mL L⁻¹, pH 7,46-8,63. El pH se mantuvo constante durante las primeras semanas, pero al final del bioensayo se incrementó por sobre 8,0. Los valores de amonio se mantuvieron por debajo del límite aceptable $< 0,015$ mg L⁻¹.

Tabla 3. Análisis de las dietas en base húmeda.**Table 3.** Analysis of diets in humid base.

Parámetros	DBA (%)	DHPS (%)	DSA (%)	DCO (%)
Humedad	5,12	2,56	2,87	8,03
Cenizas	8,11	7,92	8,54	13,06
Proteína (NX6.25)	42,54	42,23	41,68	38,89
Lípidos	12,15	7,69	11,79	9,74
Carbohidratos	31,34	39,10	33,74	22,16
Energía (kcal g ⁻¹)	6,55	6,63	6,51	6,53
Fibra cruda	0,731	0,493	1,36	2,08

Crecimiento en longitud total

El crecimiento registrado en los juveniles de *L. stylirostris* durante el bioensayo, alimentados con DHPS y DSA fue de $5,21 \pm 0,33$ y $5,05 \pm 0,01$ cm respectivamente, con promedio semanal de $0,21 \pm 0,10$ y $0,19 \pm 0,04$ cm. Los organismos alimentados con DBA y DCO reflejaron un crecimiento de $5,17 \pm 0,19$ y $5,22 \pm 0,18$ cm respectivamente, con un

promedio semanal de $0,21 \pm 0,11$ y $0,11 \pm 0,17$ cm respectivamente. El análisis estadístico indicó que no existieron diferencias significativas en longitud ($P = 0,9165$) entre las dietas experimentales y el control (Fig. 2).

Crecimiento en peso húmedo

Los juveniles de *L. stylirostris* alimentados con DHPS y DSA durante el bioensayo, reflejaron un crecimiento de $0,81 \pm 0,01$ y $0,90 \pm 0,01$ g, con un promedio semanal de $0,08 \pm 0,01$ y $0,11 \pm 0,05$ g, respectivamente. La ganancia en peso obtenida en las dietas DBA y DCO fue de $0,90 \pm 0,08$ y $0,92 \pm 0,07$ g, con un promedio semanal de $0,10 \pm 0,04$ y $0,10 \pm 0,04$ g. El análisis estadístico demostró que no existen diferencias significativas ($P = 0,398$) en peso, entre las dietas experimentales y control (Fig. 3).

Supervivencia

Los porcentajes de supervivencia de *L. stylirostris*, con las diferentes dietas estuvieron por encima del

Tabla 4. Contenido de aminoácidos en las dietas experimentales.**Table 4.** Amino acid content in experimental diets.

Aminoácidos	DBA (%)	DHPS (%)	DSA (%)	DCO (%)	Recomendado* (%)
Lisina	4,06	3,84	15,07**	5,70	5,30
Leucina	7,79	8,02	7,83	8,36	5,40
Isoleucina	5,05	5,22	5,92	6,96	3,50
Histidina	5,25	5,74	3,26	4,32	2,10
Fenilalanina	7,00	7,49	6,09	7,85	4,00
Treonina	3,16	1,65	4,56	6,64	3,60
Arginina	9,12	7,71	5,66	1,78	5,80
Metionina	3,76	3,87	2,81	3,79	2,40
Valina	9,36	9,85	5,98	6,88	4,00

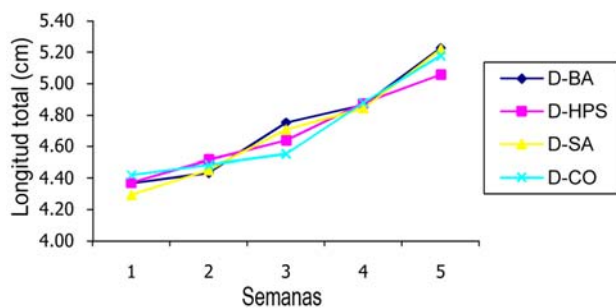
**Figura 2.** Crecimiento en longitud (promedio \pm desviación estándar) de *L. stylirostris* en condiciones experimentales.

Figure 2. Growth (mean \pm standard deviation) of *L. stylirostris* in experimental culture.

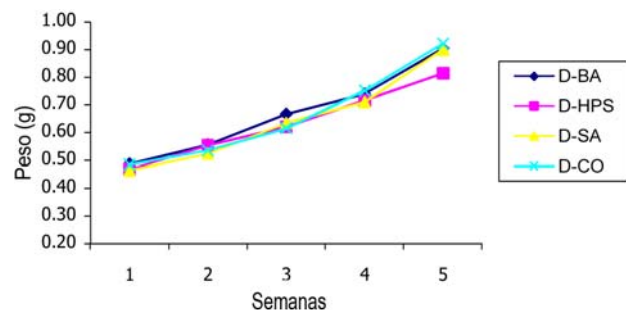
**Figura 3.** Crecimiento en peso (media \pm desviación estándar) de *L. stylirostris* en condiciones experimentales.

Figure 3. Growth (mean \pm standard deviation) in weight of *L. stylirostris* in experimental cultures.

72% y no se encontraron diferencias significativas entre las dietas ($P = 0,8507$) (Fig. 4).

Factor de conversión alimenticia (FCA)

El factor de conversión alimenticia en los organismos, varió según el tipo de alimentación suministrada. Los organismos alimentados con DSA mostraron el valor más bajo (3,61%), seguido de la DCO con 3,94%; DHPS con 3,98% y finalmente la dieta DBA, presentó el valor más alto (4,07%), el estadístico demostró que no se detectaron diferencias significativas entre dietas ($P = 0,6687$) (Fig. 5).

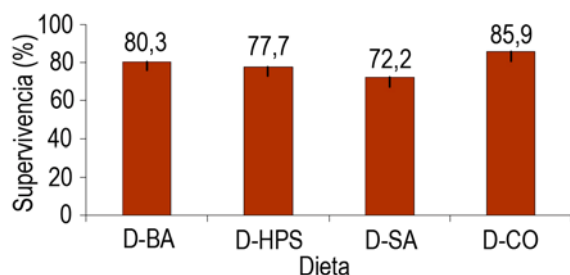


Figura 4. Supervivencia (media \pm desviación estándar) en juveniles de *L. stylirostris* en condiciones experimentales.

Figure 4. Survival (means \pm standard deviation) of juvenile *L. stylirostris* in experimental culture.

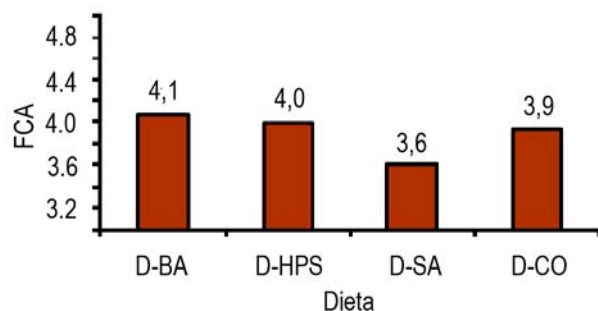


Figura 5. Factor de conversión alimenticia (FCA).

Figure 5. Feed conversion factor (FCR).

DISCUSIÓN

Las variables ambientales como una medida de control en la operación de cultivos, son de vital importancia en el crecimiento y supervivencia de los organismos (Brock & Main, 1999; Timmons *et al.*, 2001). En este estudio, la calidad del agua se mantuvo dentro de los intervalos recomendados para el crecimiento favorable del camarón azul en cultivo súper-intensivo (Davis & Arnold, 1998; Masser *et al.*, 1999; Díaz *et al.*, 2001; Re *et al.*, 2004). Durante el bioensayo, la calidad y alto recambio de agua ($\pm 300\%$ por día) no permitió la productividad primaria como fuente de alimento.

Tookwinas & Songsangijinda (1999) mencionan que la productividad primaria asociada con alimentación artificial, es responsable de un mejor crecimiento en cultivos intensivos de camarón. En este estudio, no se determinó esta asociación que permitiera evaluar un efecto colateral en el crecimiento.

El comportamiento agresivo y carnívoro del camarón azul, requiere de un porcentaje mayor de proteína en comparación con el camarón blanco (Clifford III, 1998). En este sentido, las dietas experimentales se basaron en los porcentajes de proteína recomendados (35-40%) para *L. stylirostris* (Colvin & Brand, 1977). El porcentaje de proteína de la DCO también se encontró dentro de lo recomendado. Los análisis bromatológicos de DSA, DHPS y DBA son comparables a los recomendados por Akiyama *et al.* (1992), a excepción de los lípidos en DBA y DSA, ya que presentaron valores superiores a 10%. Se ha demostrado que un bajo crecimiento y alta mortalidad están asociados a niveles de lípidos mayores al 10% y a la calidad de las fuentes lipídicas (New, 1987; Akiyama *et al.*, 1992). Sin embargo, en este estudio el crecimiento y supervivencia no presentaron diferencias significativas con las dietas que mantuvieron valores altos de lípidos (DBA y DSA).

En este trabajo se utilizó la planta de *S. bigelovii* en forma deshidratada (paja), para sustituir la harina de maíz en la dieta de *L. stylirostris*. De acuerdo a Rodríguez *et al.* (1994), el contenido de proteína (5,7%) en paja de *S. europea*, es menor al reportado en *S. bigelovii* (8,4%) (Castilla, 1997), variación que se atribuye al origen, edad y manejo de las plantas. Los niveles de proteína en harina de maíz, no difieren significativamente de *S. bigelovii* pero si en lípidos ($>$ en maíz) y en fibra ($>$ en *S. bigelovii*). El perfil de aminoácidos esenciales y no-esenciales presentes en *S. bigelovii*, se encontraron en mayor proporción, comparado con la harina de maíz (Hess *et al.*, 1998). En el caso de la histidina, las DHPS y DSA estuvieron sobre los valores recomendados, lo cual se reflejó en crecimiento, supervivencia y FCA. En particular, este aminoácido en su proceso de descarboxilación, genera la acumulación de concentraciones de histamina que es una amina biógena que presenta un potencial tóxico para organismos de crianza y/o cultivo; la cual no se determinó en las DHPS y DBA suministradas a *L. stylirostris* (Kim *et al.*, 2001; Tapia-Salazar *et al.*, 2004).

Las dietas con inclusión de harinas de *S. bigelovii* y *S. japonicus*, suministradas a juveniles de camarón azul *L. stylirostris* en condiciones de cultivo súper-intensivo; resultaron favorables para mantener un

crecimiento y supervivencia en base a los estándares establecidos en nutrición de peneidos; mientras que los valores de FCA resultaron ser mayores a los recomendados, (Davis *et al.*, 2000, 2004; Otoshi *et al.*, 2001; Córdova *et al.*, 2002). Los porcentajes de harinas recomendados de SA y HPS ($\pm 14,4$ y $45,1\%$), son posibles de ser utilizados para disminuir costos en la formulación de alimentos para camarón; considerando los precios actuales de las harinas de pescado (1,000 US\$/ton), vs HPS (450 US\$/ton) y de maíz que oscila entre (400-423 US\$/ton), vs la harina de *S. bigelovii* (230-270 US\$/ton). La inclusión de harina de pescado tradicional en la dieta cuesta (0,45 US\$/kg) vs (0,20 US\$/kg) de HPS. El costo de inclusión de harina de maíz cuesta (0,18 US\$/kg) vs (0,036 US\$/kg) de SA. Se espera que desarrollos biotecnológicos de *S. bigelovii*, se incrementen con la finalidad de incorporar esta planta halófila, como fuente de bajo costo en dietas y/o complemento alimenticio de camarones peneidos.

AGRADECIMIENTOS

Al Sistema de Investigadores del Mar de Cortés SIMAC6288-98010608, por el financiamiento de este estudio. A PROESA, S.A. de C.V., por el uso del laboratorio y harina. Además, agradecemos las valiosas sugerencias de los evaluadores anónimos que contribuyeron a mejorar este artículo.

REFERENCIAS

- Acosta-Ruiz, M. de J., J.H. Córdova-Murueta & A.D. Re Araujo. 1997. Alimentación del camarón *Penaeus monodon* (Crustacea: Penaeidae) con productos regionales de Baja California. Rev. Biol. Trop., 45(1): 431-435.
- Akiyama, D.M., G.W. Dominy & L.A. Lawrence. 1992. Penaeid shrimp nutrition. In: A.W. Fast & J. Lester (eds.). Marine shrimp culture: principles and practices. B.V. Elsevier Science Publishers, New York, pp. 535-567.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, 684 pp.
- Brock, J.A. & K.L. Main. 1999. A guide to the common problems and diseases of cultured *Penaeus vannamei*. Baton Rouge, Louisiana, 242 pp.
- Browdy, C.L. 1998. Recent developments in penaeid brood stock and seed production technologies: improving the outlook for superior captive stocks. Aquaculture, 164: 3-21.
- Brown, P.B., R. Twibell, Y. Jonker & K.A. Wilson. 1997. Evaluation of three soybean products in diets fed to juvenile hybrid striped bass *Morone saxatilis* and *M. chrysops*. J. World Aquacult. Soc., 28: 215-223.
- Castilla, G.J. 1997. Estudio de la *Salicornia bigelovii* y su posible implementación en Canarias. Tesis de Maestría en Agronomía, Universidad de Valladolid, Valladolid, 167 pp.
- Celis, C.R. 2003. Efecto de la biomasa sobre la calidad del agua en el cultivo de *Litopenaeus vannamei*, bajo condiciones de recirculación de agua de mar. Tesis de Maestría en Acuicultura. CICESE, Ensenada, Baja California, 60 pp.
- Clifford III, H.C. 1998. Management of ponds stocked with blue shrimp *Litopenaeus stylirostris*. Proceedings of the First Latin American Shrimp Farming Congress. Panamá City, Panamá, 11 pp.
- Colvin, L.B. & C.W. Brand. 1977. The protein requirement of penaeid shrimp at various life cycle stages in controlled environment systems. J. World Maricult. Soc., 8: 821-840.
- Córdova-Murueta, J.H. & F.L. García-Carreño. 2002. Nutritive value of squid and hydrolyzed protein supplement in shrimp feed. Aquaculture, 210: 371-384.
- Davis, D.A. & C.R. Arnold. 1998. The design, management and production of a recirculation raceway system for the production of marine shrimp. Aquacult. Eng., 17: 193-211.
- Davis, D.A., T.M. Samocha, R.A. Bullies, S. Patnaik, C. Browdy, A. Stokes & H. Atwood. 2004. Practical diets for *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931): working towards organic and/or all plant production diets. Avances en Nutrición Acuícola VII. Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Hermosillo, Sonora, 202-214.
- Díaz, F., C. Farfan, E. Sierra & A.D. Re. 2001. Effect of temperature and salinity fluctuation on the ammonium excretion and osmoregulation of juveniles of *Penaeus vannamei* Boone. Mar. Fresh. Behav. Physiol., 34: 93-104.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2008. El estado mundial de la pesca y acuicultura. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma, pp. 1-3.
- Guillaume, J. 1997. Protein and aminoacids. In: D. Abramo, L.R. Conklin & D.E. Akiyama. (eds.). Crustacean nutrition. Adv. World Aquacult., 6: 26-50.
- Hess, J.B., P.L. Mask, A.F. Giesen & N.M. Dale. 1998. Corn screenings: be sure to check your nutrient and mycotoxin profiles. Feed Manage., 49(12): 29-32.

- Hodges, C.N., M.R. Fontes & E.P. Glenn. 1981. Seawater based agriculture a food production defense against climate variability. In: Food-Climate Interactions, Kluwer Academic Publications, Norwell, pp. 81-96.
- Kanasawa, A., S. Teshima & M. Sakamoto, 1985. Effects of dietary lipids, fatty acids and phospholipids on growth and survival of prawn (*Penaeus japonicus*) larvae. *Aquaculture*, 50: 39-49.
- Kim, S.H., B. Ben-Gigirey, J. Barros-Velázquez & R.J. Price. 2001. An H. Histamine and biogenic amine production by *Marganella morganii* isolated from temperature abuse albacore. *J. Food Prot.*, 63: 244-255.
- Kureshy, N.D. & D. Allen. 2002. Protein requirement for maintenance and maximum weight gain for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 204: 125-143.
- Lim, C. & D.M. Akiyama. 1998. Nutrients requirements of Penaeidae shrimp. Tropical Aquaculture Research Unit, Hawaii. American Soybean Association, pp. 60-72.
- Madrid, L.A 1988. Utilización de la paja de halófitas en rumiantes. II Congreso Nacional sobre Halófitas. Obregón, Sonora, pp. 59-66.
- Masser, M.P., J. Rackocy & T.M. Lasordo. 1999. Recirculating aquaculture tank production systems. Southern Regional Aquaculture Center. Stoneville, MS. SRAC Publications, 452 pp.
- Masser, M.P., J. Rackocy., & T.M. Lasordo. 1999. Recirculating aquaculture tank production systems. Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publications, Stoneville, 452 pp.
- Millamena, M.O. 2002. Replacement of fish meal by animal by-product meals in a practical diet for grow-out culture of grouper *Epinephelus coioides*. *Aquaculture*, 204: 75-84.
- Mixit-Win. 2001. Agricultural software consultants. Version 3.57 para Windows 95/98/2000.
- Moore, D.W. & C.W. Brand. 1993. The culture of marine shrimp in controlled environment super intensive systems. In: J.P.P. McVey (ed.). CRC Handbook of Mariculture. Crustacean Aquaculture. Boca Raton, Vol. 1, pp. 315-348.
- New, M.B. 1987. Feed and feeding of fish and shrimp. A manual the preparation of compounds feeds for shrimp and fish in aquaculture. FAO, Rome, 275 pp.
- Otoshi, C.A., A.D. Montgomery, A.M. Look. & S.M. Moos. 2001. Effects of diet and water source on the nursery production of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *J. World Aquacult. Soc.*, 32(2): 243-249.
- Re, A.D., F. Díaz, E. Sierra & S. Gómez-Jiménez. 2004. Consumo de oxígeno, excreción de amonio y capacidad osmorreguladora de *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson) expuesto a diferentes combinaciones de temperatura y salinidad. *Cienc.. Mar.*, 30(3): 443-453.
- Reyes-Canino, R., I. Fraga-Castro, J.A. Galindo-López & D. Ramos-Castillo. 2003. Influencia de la alfalfa (*Medicago sativa*) en el crecimiento de postlarvas de camarón rosado (*Farfantepenaeus notialis*). II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, CIVA, Ciudad de la Habana, pp. 900-906.
- Rodríguez-Marín, M.F., J. González-Villalobos & C. Ahumada-Cervantes. 1994. Estudio sobre la digestibilidad de dietas para camarón blanco *Penaeus vannamei* utilizando la planta halófito *Salicornia europea*. In: R. Mendoza-Alfaro, E. Cruz-Suárez & M. Denis-Ricque (eds.). Memorias del II Simposium Internacional de Nutrición Acuicola, Monterrey, pp. 219-301.
- Tapia-Salazar, M., L.E. Cruz-Suárez, D. Ricque-Marie, I.H. Pike, T.K. Smith, A. Harris, E. Nygård & J. Opstvedt. 2004. Effect of fishmeal made from stale versus fresh herring and of added crystalline biogenic amines on growth and survival of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* fed practical diets. *Aquaculture*, 242: 437-453.
- Timmons, M.B., J.M. Ebeling, F.W. Wheaton, S.T. Sumerfelt & B.J. Vinci, 2001. Water quality. In: M.B. Timmons, J.M. Ebeling, F.W. Wheaton, S.T. Sumerfelt & B.J. Vinci (eds.). Recirculation aquaculture systems. Northeastern Regional Aquaculture Center, Cayuga Aqua Ventures, Maryland, pp. 17-41.
- Tookwinas, S. & P. Songsangjinda. 1999. Water quality and phytoplankton communities in intensive shrimp culture ponds in Kung Krabaen Bay, Eastern Thailand. *J. World Aquacult. Soc.*, 30(1): 36-44.

Received: 2 September 2009; Accepted: 2 August 2011