

ESTIMULADORES DEL CONSUMO DE ALIMENTOS CON ALTO CONTENIDO DE HARINA DE SOYA PARA EL ENGORDE DEL CAMARON *Litopenaeus schmitti*

J. Susana Alvarez ^{1*}, Humberto Villarreal ², Tsai García ³, José Galindo ¹ y Elda Pelegrin ¹.

(1) Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP), 5ta Ave y 246, Playa, Ciudad Habana, Cuba.

(2) Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) Playa Palo Santa Rita, La Paz, Baja California Sur, 23090, México.

(3) Centro de Investigaciones Marinas, Universidad Habana, Calle 16 No. 114, Playa, Ciudad Habana, Cuba.

(*) Autor correspondiente: icapote04@cibnor.mx, camaronc@cip.telemar.cu

RESUMEN

Ante la necesidad de lograr una mayor eficiencia durante la alimentación en el engorde del camarón blanco *Litopenaeus schmitti*, se formularon 3 dietas: una primera dieta Control con 35% de harina de soya desgrasada y 15% de harina de pescado como principales fuentes proteicas; una segunda con 5% de harina de cabezas de camarón en sustitución de harina de pescado (CC5%) y una tercera, semejante al Control pero revestida con 0.5% de aceite de pescado (RAHT0.5%). Inicialmente se evaluó la capacidad de atracción, incitación y estimulación al consumo de los alimentos bajo condiciones de laboratorio. Para determinar el comportamiento productivo de los organismos alimentados con las dietas, se utilizaron estanques de tierra de 250 m² por triplicado para cada tratamiento, durante 60 días. Juveniles de 0.32± 0.01g, se sembraron a una densidad de 10 organismos/m². Los alimentos CC5% y RAHT0.5% fueron más atractantes, incitantes y estimulantes del consumo que la dieta Control. Hubo diferencias significativas (P<0,05) de crecimiento entre los tratamientos. El Control produjo un peso final de 7.59 ± 0.46 g, mientras que las dietas CC5% y RAHT0.5%, mostraron pesos finales de 8.95 ± 0.3 g y 8.83 ± 0.28 g, respectivamente, lo que significó un incremento de las tallas del 18 y 16%. La eficiencia proteica (EP) presentó incrementos significativos de 28 y 26%. El factor de conversión del alimento (FCA) disminuyó significativamente (P<0,05) de 1.74 para el Control, a 1.30 para las dietas con los atrayentes. La supervivencia fue más alta con éstos últimos. Se reduce el costo por kilogramo de camarón producido.

Palabras clave: cultivo de camarones; nutrición; estimulantes; engorde, *Litopenaeus schmitti*

ABSTRACT

To achieve better feeding efficiency during *Litopenaeus schmitti* grow out, three rations were formulated: the first diet Control with 35% degreased soybean meal and 15% fishmeal as main protein sources; the second with 5% shrimp-head meal substituting fishmeal (CC5%), and one third diet similar to the Control but sprayed with 0.5% of fish oil (RAHT0.5%). Initially was evaluated the capacity of attraction, incitement and stimulation to the consumption of foods, in the laboratory under controlled conditions. Triplicate 250 m² earth ponds were used in order to determine the productive behavior for a 60 day trial. Juveniles (0.32±0.01g), were stocked at a density of 10 organisms/m². Diets CC5% and RAHT0.5% were more attractants, inciters and stimulators of consumption. There were significant differences (P<0,05) in grow out between treatments. The Control resulted in a final weight of 7.59 ± 0.46 g, while diets CC5% and RAHT0.5%, produced final weights of 8.95 ± 0.3 g y 8.83 ± 0.28 g, respectively, representing a weight increase of 18 and 16%. The proteic efficiency rate (PER) increased significantly with values of 28 and 26%. Food conversion ratio diminished significantly (P<0.05) with values of 1.74 for the Control and 1.30 for the diets with attractants. Survival was higher for the latter pair. The cost by kilogram of produced shrimp was reduced.

Key words: shrimp culture; nutrition; attractants; growout; *Litopenaeus schmitti*.

La tendencia a sustituir ingredientes de origen marino de alta demanda y costo como la harina de pescado, por materias primas de origen vegetal de buena calidad nutricional en dietas para acuicultura, ha ido en aumento desde hace unos años (Smith, *et al.*, 2000). En Cuba, los productores comerciales de camarón demandan dietas que incorporen harina de pescado en niveles reducidos, a fin de reducir el impacto ambiental y hacer más rentable la producción. Entre las

fuentes proteicas de origen vegetal la más utilizada es la harina de soya por su alto valor nutricional y de más bajo costo que la harina de pescado (Hardy, 1999), sin embargo, contiene factores antinutricionales que afectan la atractabilidad y palatabilidad, reduciendo la ingestión de los alimentos cuando es incluida en niveles elevados en la dieta (Webster, *et al.*, 1992; Sudaryono, 1995).

Los camarones son organismos que detectan, aceptan o rechazan el alimento por medio de receptores químicos asociados con el sentido del olfato (receptores de distancia) y receptores sensitivos o de contacto que funcionan como el sentido del gusto (Mendoza, *et al.*, 1999). Por ello, el uso de estimulantes alimenticios aparece como una necesidad para incrementar el consumo de alimentos con altas cantidades de proteína vegetal (Smith, *et al.*, 2005), que permitan optimizar las tasas de conversión alimenticia y reducir el desperdicio de alimento, evitando además que se conviertan en fuente de contaminantes (Tacon, 1995).

Se ha determinado que los L-aminoácidos, la betaína amino cuaternaria, los ácidos grasos, así como, los compuestos lipídicos y extractos de subproductos de origen marino entre ellos las harinas de subproductos de camarón, aceleran la detección e ingestión del alimento e indirectamente mejoran la eficiencia alimenticia en animales acuáticos (Métallier and Guillaume, 2001). De igual forma Sarac y Smith (1998) reportaron que el derivado de desperdicios de camarón fue un atrayente efectivo en dietas para *Penaeus monodon*.

El objetivo de este estudio fue valorar la inclusión de la harina de cabezas de camarón y el recubrimiento del alimento con aceite de pescado como estimulantes del consumo de dietas con alto nivel de harina de soya en la alimentación del camarón *Litopenaeus schmitti* (Pérez-Farfante and Kensley, 1997) y la respuesta productiva en condiciones de cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una evaluación de la capacidad de atracción, incitación y estimulación al consumo a tres alimentos. Para cada uno se utilizó un sistema de 3 unidades experimentales de 0.65 x 0.43 m y 40 litros de capacidad, con una división removible en un extremo que permitió mantener encerrados a los camarones hasta la evaluación. Se colocaron en cada unidad experimental 5 juveniles de 0.32 ± 0.01 g de peso promedio, procedentes de precriaderos, sometidos previamente a un ayuno de 24 horas. En el centro del extremo opuesto de cada unidad, se colocó 1g del alimento a evaluar. Se levantaron las divisiones y se cuantificó el número de animales que acudían al alimento (atracción) a los 2, 5 y 10 minutos. Adicionalmente, se observó la conducta respecto al

comienzo de la alimentación (incitación) y permanencia en la ingestión (estimulación) hasta 30 min (Akiyama y Chwang, 1993; Lee y Meyers, 1996).

La composición y análisis proximal de los alimentos se presenta en la Tabla 1. La formulación de las dietas fue similar a fin de que la evaluación de atrayentes fuera más precisa (Lawrence, 2004). Al Control no se le adicionó un atrayente; el alimento CC5% incluía 5% de harina de cabezas de camarón en sustitución de harina de pescado y el alimento RAHT 0.5% estaba recubierto, por asperjado, con 0.5% de aceite de pescado.

Para conocer la respuesta productiva de los camarones ante los diferentes alimentos, se realizó un diseño experimental completamente aleatorizado en estanques de tierra fertilizados de 250 m², pertenecientes al Complejo Camaronero de Tunas de Zaza, provincia Sti. Spiritus, Cuba. Se sembraron juveniles de 0.32 ± 0.01 g de peso medio, procedentes de precriaderos, a una densidad de 10 camarones/m². Los estanques fueron manejados según la metodología para el engorde de *L. schmitti* en Cuba (Anónimo, 2003). La fertilización se realizó de acuerdo a Jaime *et al.*, (2003). La temperatura y el oxígeno disuelto fueron registrados dos veces al día (8:00 am 3:00 pm), la salinidad y transparencia una vez al día (8:00 am) y el pH una vez/semana.

El análisis proximal de los alimentos se realizó según las técnicas descritas en AOAC (1990). La dosis de alimento a suministrar se determinó mediante el empleo de la tabla propuesta por Fraga *et al.*, (2003). La ración se distribuyó al voleo en dos frecuencias diarias, a las 9:00 am (40%) y a las 4:00 pm (60%), con un día de ayuno a la semana.

Después de 60 días, los estanques fueron cosechados, se determinó el peso promedio final (P_f) y el porcentaje de supervivencia. El factor de conversión del alimento (FCA), la eficiencia proteica (EP) y el costo de producción por concepto de alimentación (CP), se determinaron de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$FCA = \text{alimento añadido (g)} / B_f - B_i \text{ (g);}$$

$$EP = B_f - B_i \text{ (g)} / \text{proteína consumida (g);}$$

Tabla 1. Composición y análisis proximal (%) de los alimentos experimentales para juveniles de *L. schmitti*

Ingredientes	Dietas		
	Control	CC5%	RAHT 0.5%
Harina de pescado	15	10	15
H. cabezas de camarón	-	5	-
H. de soya desgrasada	35	35	35
Trigo entero molido	40	40	40
Aceite pescado	1.5	1.5	1.0 *
Aceite de girasol	1.5	1.5	1.5
Premezcla Vit+min	2	2	2
Carbonato de calcio	3	3	3
Fosfato dicálcico	2	2	2
Análisis proximal:			
Proteína cruda	28.5 ± 0.08	28.0 ± 0.04	28.7 ± 0.07
Lípidos totales	6.07 ± 0.02	6.01 ± 0.04	6.04 ± 0.02
Fibra cruda	3.76 ± 0.06	4.03 ± 0.03	3.75 ± 0.06

* 0.5 % de aceite de pescado cubre por asperjado la superficie del alimento.

CP (US\$/kg) = Costo del alimento (A) x FCA,

donde A representa uno de los alimentos experimentales.

Se evaluó el ajuste de distribución normal a los datos P_f , FCA y EP mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la de homocedasticidad por medio de la Prueba de Bartlett antes de realizar un ANOVA Simple y la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para un nivel de confianza de 0,05. Se utilizó el paquete de programas STATISTICA (Stat Sofá Inc.) versión 5.0 para WINDOWS.

RESULTADOS

En términos de atractabilidad, los alimentos CC5% y RAHT0.5% provocaron que un número mayor de camarones se acercaran al alimento, después de dos y cinco minutos (Tabla 2).

Tabla 2. Respuesta de atractabilidad de juveniles de *L. schmitti* a diferentes dietas experimentales.

Tratamientos	Número de animales junto al alimento		
	2 min	5 min	10 min
Control	2	6	15
CC5%	8	15	15
RAHT0.5%	9	15	15

Se observó que una vez que los camarones tomaban el alimento en los tratamientos CC5% o RAHT0.5%, no lo soltaban, resultando en tubos digestivos llenos después de 30 minutos del inicio de la ingestión. Para el Control, se observó que los

camarones tomaban el alimento de manera intermitente, consumiéndolo más lentamente ya que, a los 30 minutos, los tubos digestivos no estaban completamente llenos.

En los estanques, los parámetros de calidad de agua se mantuvieron en un intervalo normal para la especie (Anónimo, 2003) con valores de temperatura promedio de 28.4 ± 2.4° C, O₂ de 5.4 ± 1.4 mg/L, salinidad de 30.0 ± 1.6ups y pH de 8.1 ± 0.06. La transparencia se mantuvo entre 40 y 50cm de profundidad.

Se presentaron diferencias significativas (P< 0.05) en peso final, en donde los camarones alimentados con las dietas CC5% y RAHT0.5% tuvieron un incremento de 17.9 y 16.3%, respectivamente, con respecto al control (Tabla 3). El FCA disminuyó significativamente (P< 0.05) con el empleo de las dietas con atrayentes, representando una reducción del 25 % y la supervivencia se incrementó.

Tabla 3. Peso final (P_f), factor de conversión del alimento (FCA) y supervivencia de *L. schmitti* alimentado con dietas enriquecidas con atrayentes.

Parámetro	Tratamientos		
	Control	CC 5%	RAHT 0.5%
P_f (g)	7.59 ± 0.46 ^b	8.95 ± 0.3 ^a	8.83 ± 0.28 ^a
FCA	1.74 ± 0.16 ^b	1.30 ± 0.12 ^a	1.30 ± 0.10 ^a
Supervivencia (%)	80.6 ± 1.11	90.4 ± 1.37	91.8 ± 1.0

* Exponentes diferentes para cada renglón indican diferencias significativas (p <0.05).

La supervivencia incrementó al menos 10% en tratamientos con dietas conteniendo los aditivos. La EP al alimentarse con las dietas CC5% o RAHT0.5% fue significativamente superior ($P < 0.05$) (Fig. 1), con incrementos de 28 y 26% respecto al control.

El análisis de costos por manufactura del alimento mostró que los ingredientes de la dieta CC5% fueron aproximadamente 3% más baratos, por sustitución de harina de pescado por harina de cabezas de camarón. El alimento control tuvo un costo por ingredientes de 0.60 US\$/kg, mientras que el alimento CC5%, tuvo un costo de 0.58 US\$/kg. El costo de producción del camarón (CP) fue significativamente menor (28%) con la dieta CC5%, al considerar las ganancias en peso y la reducción en alimento utilizado. El alimento RAHT0.5%, produjo una reducción del CP equivalente al 25%.

DISCUSIÓN

El comportamiento de los camarones ante los diferentes alimentos permite afirmar que CC5% y RAHT0.5% tuvieron mayor atractabilidad, fueron más incitantes y estimulantes del consumo que el Control, lo que se reflejó en mejores resultados de producción. Un comportamiento semejante fue obtenido por Cruz-Suárez *et al.*, (1993) al obtener mejoras en la tasa de crecimiento y tasa de conversión alimenticia al alimentar juveniles de *Litopenaeus vannamei* con alimentos que contenían harina de cabezas de camarón al 6%, considerando que la causa fundamental es el poder atrayente que estimula a los animales a consumir rápidamente el alimento, reduciéndose la lixiviación de nutrientes en el agua.

Sobre las riquezas de las harinas de crustáceos, que las hacen favorables para ser incluidas en el alimento de organismos acuáticos pueden encontrarse aspectos como los obtenidos por Valdés-Martínez (1983) y Carr *et al.*, (1996) que determinaron que la betaína se presenta en niveles significativos en el tejido de crustáceos, siendo ésta un excelente atrayente para organismos acuáticos (Guerin, 2000; Métallier and Guillaume, 2001). Carr *et al.*, (1996) cuantificaron altas cantidades de taurina en algunos invertebrados marinos, como el camarón y Zimmer-Faust (1987) demostró que dicho aminoácido induce a los camarones a alimentarse. Meyers (1986) señaló que las harinas de camarón y sus subproductos son ricas en

quitina y al igual que Akiyama *et al.*, (1993), indicó que ésta parece tener efectos promotores del crecimiento.

En el presente estudio, los alimentos experimentales fueron isoproteicos y de composición similar. Por ello, se considera que la presencia de atrayentes favoreció positivamente el aprovechamiento de proteína, como lo muestra la EP. Esto se refleja en un menor FCA y mayores tasas de crecimiento y supervivencia.

Los incrementos significativos en crecimiento, reducción del FCA, mejoras en la EP, la supervivencia, atractabilidad y palatabilidad presentados al colocar aceite de pescado sobre la superficie externa del alimento (RAHT0.5%) corroboran lo expresado por Moncada (1999), quien plantea que recubrir el producto terminado con aceite de pescado o de origen marino, permite aumentar la atractabilidad y palatabilidad del alimento, debido a la presencia de ácidos grasos poli-insaturados, además de mejorar la hidroestabilidad al servir de aislante que retarda la entrada del agua al interior del alimento, lo que contribuye a reducir las pérdidas de nutrientes por lixiviación (Tacon, 1989).

La reducción en la tasa de conversión del alimento, producto de la atractabilidad del alimento con aditivos, representa un beneficio económico para producir un kilogramo de camarón. Esto, unido a las tallas alcanzadas, que pueden tener precios de venta superior, convierten a estos dos alimentos en económicamente más rentables.

CONCLUSIONES

La inclusión de harina de cabezas de camarón como aditivo en un 5% o el revestimiento del alimento con 0.5% de aceite de pescado, son alternativas que mejoran el crecimiento, FCA y EP de forma significativa, brindan mayor atractabilidad y palatabilidad a los alimentos de elevado contenido de proteína vegetal como la harina de soya, y reducen el costo por kilogramo de camarón producido.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Grupo Empresarial GEDECAM de Cuba por el uso de sus instalaciones, al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) de México y Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP) de Cuba por la asistencia técnica. J. Susana Álvarez agradece al CONACYT de México por financiar estudios de doctorado del que forma parte este artículo.

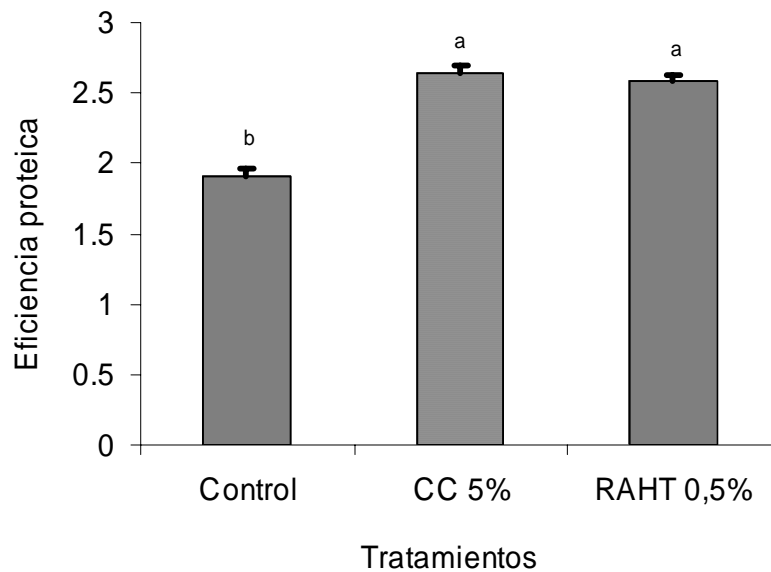


Fig. 1. Eficiencia proteica (EP) de los alimentos utilizados al alimentar juveniles de *L. schmitti* en estanques de cultivo.

REFERENCIAS

Akiyama, D. y N. Chwang (1993): Requerimientos nutricionales del camarón y manejo del alimento. *Memorias del 1er. Simposio Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura*. Monterrey, Nuevo León, México, pp: 479-491.

Akiyama, D., W.G. Dominy y A. Lawrence (1993): Nutrición de camarones peneidos para la industria de alimentos comerciales. *Memorias del 1er. Simposio Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura*. Monterrey, Nuevo León, México, pp: 43-79.

Anónimo (2003): Engorde de juveniles de camarón de cultivo *Litopenaeus schmitti*. Proceso Biotecnológico. *Manual de Procedimiento Operativo*. Centro de Investigaciones Pesqueras, Ciudad Habana, Cuba, 20 pp.

AOAC (1990): *Official methods of analysis*. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. 1230 pp.

Carr, W.E., J.C. Netherton, R.A. Gleeson and C.D. Derby (1996): Stimulants of feeding behavior in fish: analyses of tissues of diverse marine organisms. *Biological Bulletin*. 190: 149-160.

Cruz-Suárez, L.E., D. Ricque y A. Martínez (1993): Evaluación de dos subproductos de camarón en

forma de harina como fuente proteica en dietas balanceadas para *Penaeus vannamei*. *Memorias del 1er. Simposio Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura*. Monterrey, Nuevo León, México, pp: 205-234.

Fraga, I., J. Galindo y E. Pelegrin (2003): Influencia de diferentes tasas de alimentación, niveles de proteína y densidades de siembra en el crecimiento y supervivencia de *Litopenaeus schmitti*. *VI Congreso de Ciencias del Mar*, Palacio de las Convenciones de la Habana, Ciudad Habana, Cuba., pp: 58-65.

Guerin, M. (2000): Uso de betaina en alimentos acuícolas: Atractante, osmoregulador o metabolito lipotrófico?. *Avances en Nutrición Acuicola IV. Memorias del IV Simposio Internacional de Nutrición Acuicola*, La Paz, B. C. S., México, pp: 492-508.

Hardy, R.W. (1999): Alternate protein sources. *Feed Management*. 50: 25-28.

Jaime, B., R. Machado y R. Nodar (2003): *Efecto de la fertilización con diferentes razones N:P sobre la productividad primaria en la granja camaronera Cultizaza*. Informe Técnico Centro de Investigaciones Pesqueras. Ciudad Habana, Cuba, 10 pp.

Lawrence, A.L., S. Walker, J. Grister, D. Hicks, W. Bray and J. Fox (2004): Shrimp Chemoattraction and feeding stimulation: Methods, Progress and

- Significance. *Memorias del VII Simposio Internacional de Nutrición Acuícola (Resúmenes)*, Hermosillo, Sonora, México, pp: 278-289.
- Lee, P.G. y S.P. Meyers (1996): Chemoattraction and feeding stimulation in crustacean nutrition. *Aquaculture Nutrition*. 2: 157 -164.
- Mendoza, R., J. Montemayor, J. Verde y C. Aguilera (1999): Quimioatracción en crustáceos: Papel de moléculas homólogas. Avances en Nutrición Acuícola III. *Memorias del Tercer Simposio Internacional de Nutrición Acuícola*. Monterrey, Nuevo León, México, pp: 365-401.
- Métallier, R. y J. Guillaume (2001): Feeding of fish: Applications, raw materials and additives used in fish foods. In: *Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans* (J.S. Guillaume, P. Kaushik, Bergot and R. Métallier, eds.), Praxis Publishing, pp: 279-295.
- Meyers, S.P. (1986): Utilization of shrimp processing wastes. *Infofish Marketing Digest*. 4: 18-19.
- Moncada, L.F. (1999): Puntos de control en la fabricación de alimentos balanceados para acuicultura. Avances en Nutrición Acuícola III. *Memorias del Tercer Simposio Internacional de Nutrición Acuícola*. Monterrey, Nuevo León, México, pp: 543- 555.
- Pérez-Farfante, I. y B. Kensley (1997): Penaeoid and Sergestoid shrimps and prawns of the world, keys and diagnoses for the species and genera. *Mémoires Muséum National d' Histoire Naturelle, Zoologie*, Tome 175, 235 pp.
- Sarac, H.Z. y D.M. Smith (1998): Evaluation of commercial feed attractants and fishmeal replacement in aquaculture feeds for prawns. *Fisheries Research and Development Corporation*, Canberra, pp: 122-137.
- Smith, D.M., G.L. Allan, K.C. Williams y C.G. Barlow (2000): Reemplazos para la harina de pescado. Avances en Nutrición Acuícola V. *Memorias del Quinto Simposio Internacional de Nutrición Acuícola*, Mérida, Yucatán, México, pp: 277-286.
- Smith, D.M., S.J. Tabrett, M.C. Barclay and S.J. Irvin (2005): The efficacy of ingredients included in feeds to stimulate intake. *Aquaculture Nutrition*. 11: 263-272.
- Sudaryono, A., M.J. Hoxey, S.G. Kailis y L.H. Evans (1995): Investigation of alternative protein sources in practical diets for juvenile shrimp *Penaeus monodon*. *Aquaculture*. 134: 313-323.
- Tacon, A. (1989): *Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados*. Manual de Capacitación. Documento de Campo (4). Programa Cooperativo Gubernamental FAO- Italia. Proyecto AQUILA II. GCP/ RLA/102/ITA, 572 pp.
- Tacon, A. (1995): Feed formulation and on-farm feed management. *FAO Fisheries Technical Paper*. 343: 61-74.
- Valdés-Martínez, S.E. (1983): Simultaneous determination of choline and betaine in some fish materials. *Analyst*. 108: 1114-1119.
- Webster, C., J. Tidwell, L. Goodgame, H. Yancy y L. Mackey (1992): Use of soybean meal and distillers grains with solubles as partial of total replacement of fish meal in diets for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture*. 116: 301-309.
- Zimmer-Faust, R.K. (1987): Crustacean chemical perception: towards a theory on optimal chemoreception. *Biological Bulletin*. 172: 10-29.

Aceptado: 19 de noviembre del 2005