

## Empleo de la zeolita en la alimentación del Camarón Blanco *Litopenaeus schmitti*

José Galindo, Barbarito Jaime, Iliana Fraga, J Susana Alvarez

Centro de Investigaciones Pesqueras, Ministerio de la Industria Pesquera, La Habana (Cuba)

### Resumen

Se evaluó el efecto de la zeolita como aditivo en el alimento de postlarvas y juveniles de camarón blanco *Litopenaeus schmitti* ( $0.8 \pm 0.02$  mg y  $2.35 \pm 0.1$  g de peso inicial promedio respectivamente). Los bioensayos tuvieron una duración entre 30–50 días y se ensayaron alimentos balanceados elaborados a base de materias primas convencionales con diferentes niveles de inclusión de zeolita. Los niveles de zeolita ensayados no afectaron la supervivencia de las postlarvas y juveniles. Las postlarvas que consumieron la dieta con 1% de zeolita alcanzaron los mayores crecimientos ( $p < 0.05$ ). La inclusión de este ingrediente mejoró significativamente el factor de conversión del alimento en ambos grupos experimentales. La relación entre el nivel de inclusión de zeolita (Z) en la dieta de las postlarvas con el peso final (PF) se describió a través de la ecuación  $PF = 25.587 + 4.9327 Z - 2.7455 Z^2$  ( $R^2=0.69$ ), la que sugiere un nivel óptimo de inclusión de zeolita de 0.9%.

### Summary

#### Use of zeolite in White Shrimp *Litopenaeus schmitti* feeding

The effect of zeolite as feed additive in postlarvae and juvenile *Litopenaeus schmitti* was evaluated ( $0.8 \pm 0.02$  mg and  $2.35 \pm 0.1$  g initial average weight respectively). The bioassays had duration of 30–50 days. Practical diets that were elaborated with conventional raw materials and including different zeolite levels were attempted. Survival in post larvae and juveniles was not affected by zeolite levels tested. Postlarvae fed with diet containing 1% of zeolite reached the highest growth ( $p < 0.05$ ). Feed conversion ratio was improvement when zeolite was included in diets in both experimental groups. The relation of zeolite inclusion level (Z) in post larvae diet with final weight (FW) was described by the following quadratic equation:  $FW = 25.587 + 4.9327 Z - 2.7455 Z^2$  ( $R^2=0.69$ ), which suggested that optimum zeolite inclusion level in practical diets was 0.9%.

## Introducción

Por sus características, las zeolitas han sido utilizadas desde hace varios años con diferentes propósitos en la agricultura y en la cría de animales (1, 2, 3, 4). En particular, se ha sugerido su empleo en la acuicultura para mejorar la calidad del agua a través del intercambio de sus cationes mono y divalentes con desechos tóxicos tales como el amonio, en sistemas de recirculación y de acuarios (5) o en tanques para la transportación de peces (6), para tratar los efluentes y obtener niveles aceptables de descarga (7) y para mantener la calidad de agua apropiada en los estanques de engorde (8, 9).

Aunque con algunos resultados contradictorios, la adición de zeolitas al alimento para peces ha mejorado el crecimiento o la supervivencia (10, 11), posiblemente debido a la absorción de compuestos tóxicos o al incremento de la eficiencia de asimilación del alimento (12). También ha sido utilizada con éxito en el cultivo masivo de microalgas (13, 14, 15, 16).

La mayoría de los resultados informados, respecto al empleo de las zeolitas, se refieren a especies y hábitat dulceacuícolas. La información disponible indica que las zeolitas no son intercambiadores de amonio efectivos en aguas duras y marinas (17, 18). Jory (19) y Cervantes *et al.* (20) se refieren a la influencia de este recurso sobre la asimilación del alimento y el crecimiento de camarones peneidos.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la zeolita como aditivo en la dieta de postlarvas y juveniles de camarón blanco *Litopenaeus schmitti*.

## Material y métodos

Se desarrollaron dos diseños experimentales completamente aleatorizados (Experimentos A y B) con tres réplicas por tratamiento. Los tratamientos consistieron en dietas para postlarvas y juveniles con diferentes niveles de inclusión de zeolita.

La composición de las dietas experimentales se muestra en la Tabla I.

**Tabla I**

Composición porcentual de las dietas utilizadas en los experimentos para postlarvas (A) y juveniles (B).

Ingredientes	Experimento A				Experimento B	
	ZP0%	ZP0.5%	ZP1%	ZP2%	ZJ0%	ZJ3%
Harina de pescado	20	20	20	20	29	29
Harina de calamar	5	5	5	5	-	-
Levadura torula	10	10	10	10	5	5
Harina de soya	40	40	40	40	25	25
Trigo entero molido	-	-	-	-	27	27
Almidón de maíz	7	6.5	6	5	-	-
Aceite de pescado	3	3	3	3	1	1
Aceite vegetal	3	3	3	3	1	1
Lecitina de soya	1	1	1	1	-	-
Colesterol	0.5	0.5	0.5	0.5	-	-
Premezcla vitaminas y minerales	5	5	5	5	2	2
Vitamina C	0.5	0.5	0.5	0.5	-	-
Fosfato dicálcico	-	-	-	-	2	2
Carbonato de calcio	-	-	-	-	3	3
Carboximetil celulosa	5	5	5	5	2	2
Relleno	-	-	-	-	3	-
Zeolita	-	0.5	1	2	-	3
Proteína bruta (%)	37.57	37.576	37.56	37.56	34.59	33.94
Lípidos totales (%)	6.66	9.65	9.65	9.64	5.79	5.63
Carbohidratos (%)	21.11	20.68	20.25	19.39	28.49	27.94

La zeolita empleada en la elaboración de los alimentos balanceados fue del tipo natural (clinoptilolita y mordenita) procedente del yacimiento de Tasajeras en la provincia de Villa Clara, Cuba (Tabla II).

El análisis químico proximal de las materias primas y las dietas se realizó según las técnicas bromatológicas de la AOAC (21).

**Tabla II**

Composición química de la zeolita base (70%) procedente del yacimiento de Tasajeras, provincia de Villa Clara, Cuba.

	%		%
SiO <sub>2</sub>	68	MgO	1
AlO <sub>3</sub>	11	Na <sub>2</sub> O	1
CaO	3	K <sub>2</sub> O	2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3	H <sub>2</sub> O	10

## Experimento A

El experimento se desarrolló durante 30 días y se emplearon postlarvas 5 (PL<sub>5</sub>) con un peso inicial promedio de  $0.08 \pm 0.02$  mg, las que fueron distribuidas a razón de 100 ejemplares/m<sup>2</sup>. Se utilizaron 12 tanques de cemento con una capacidad de 10 m<sup>3</sup> de agua y 30 m<sup>2</sup> de superficie, techado con tejas traslucidas verdes. Diariamente se intercambiaba alrededor de un 10% del agua para evitar el crecimiento de las algas.

El alimento se suministró en dos dosis diarias y la ración se calculó de acuerdo a la tabla recomendada por Fernández de Alaiza y Jaime (22). Se realizaron muestreos decenales con el objetivo de ajustar la cantidad de alimento a adicionar. La supervivencia se estimó desde PL<sub>5</sub> hasta PL<sub>35</sub>, realizándose el conteo de las mismas por métodos volumétricos al inicio y final del ensayo.

## Experimento B

En este experimento se utilizaron juveniles de camarón blanco ( $2.35 \pm 0.1$  g de peso inicial promedio) que fueron distribuidos a razón de 20 ejemplares por reservorio. El dispositivo experimental consistió en recipientes plásticos rectangulares (0.65 x 0.40 x 0.265 m) que contenían 30 l de agua de mar filtrada por filtros de arena (20 µm) y de cartucho (5 µm) y tratada con luz UV.

Se proporcionó aireación constante a los dispositivos experimentales mediante un soplador. Los animales se alimentaron a razón del 10% de la biomasa durante los 50 días de experimentación. Los muestreos para el ajuste de la ración se efectuaron cada 15 días. Diariamente, el fondo de los tanques fue sifoneado con la finalidad de recoger los desechos alimenticios y las heces fecales.

En ambos experimentos la temperatura y el oxígeno disuelto fueron registrados usando un oxímetro YSI modelo 58 con precisión de 1°C y 0.01 mg/l. La salinidad fue determinada usando un refractómetro ATAGO con precisión de 0.01 ups y el pH con un pH-metro UC-12 de precisión 0.1.

Al final de los experimentos se determinó el peso final (PF), la supervivencia ( $S = [(\text{número de animales al final}) / (\text{número de animales al inicio})] \times 100$ ) y el factor de conversión del alimento ( $FCA = \text{alimento ofrecido} / [(\text{biomasa final} - \text{biomasa inicial}) + \frac{1}{2} (\text{peso promedio inicial} + \text{peso promedio final}) (\text{número de organismos muertos})]$ ).

## Análisis estadístico

A los datos de PF, FCA y S se les comprobó la normalidad y la homocedasticidad por medio de las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Bartlett respectivamente.

Los valores de supervivencia fueron previamente transformados a  $\arcsen\sqrt{p}$ . Se utilizó un ANOVA y la prueba de Tukey en el Bioensayo A, y la prueba t de Student en el Experimento B, para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

En el Experimento A se determinó la dependencia del PF con el porcentaje de inclusión de zeolita en el alimento usando la ecuación cuadrática (23):

$$PF = a_0 + a_1Z + a_2Z^2$$

Donde:  $a_0$ ,  $a_1$  y  $a_2$  son coeficientes de regresión y Z es el nivel de inclusión de zeolita. El valor de inclusión óptimo fue calculado de la anterior ecuación como:

$$Y_m = - a_1(2a_2)^{-1}$$

Este modelo cuadrático ajusta las relaciones dosis–respuesta sobre la base de principios matemáticos y/o biológicos (24).

Los cálculos se realizaron en computadora y se utilizó el paquete de programas estadísticos Sigma Stat 3.1 (Systat Software, Inc. Point Richmond, CA 94804-2028, USA).

## Resultados y discusión

Los factores abióticos durante los experimentos (Tabla III) se mantuvieron dentro del rango de valores recomendados para el cultivo de camarones peneidos (25) y para la especie *Litopenaeus schmitti* (26).

**Tabla III**

Valores promedios, mínimos y máximos de las determinaciones de las variables físico-químicas durante los experimentos.

		Experimentos	
		A	B
Temperatura (° C)	Mínimo	23.0	26.8
	Medio	25.4	27.2
	Máximo	27.3	30.2
Oxígeno disuelto (mg/ l)	Mínimo	5.3	4.4
	Medio	7.0	5.9
	Máximo	8.1	7.0
Salinidad (ups)	Mínimo	37	35
	Medio	38	36
	Máximo	39	38
pH	Mínimo	8.07	7.8
	Medio	8.26	8.3
	Máximo	8.48	8.7

En el Experimento A (Tabla IV) las postlarvas que consumieron el alimento que contenía 1% de zeolita (ZP1%) alcanzaron el mayor crecimiento ( $p < 0.05$ ). Los mejores valores de FCA se obtuvieron con las dietas que contenían 1 y 2% de zeolita (ZP1% y ZP2%).

**Tabla IV**

Peso final, supervivencia y factor de conversión del alimento (FCA) de postlarvas de *Litopenaeus schmitti* alimentados con dietas con diferentes niveles de inclusión de zeolita (Experimento A).

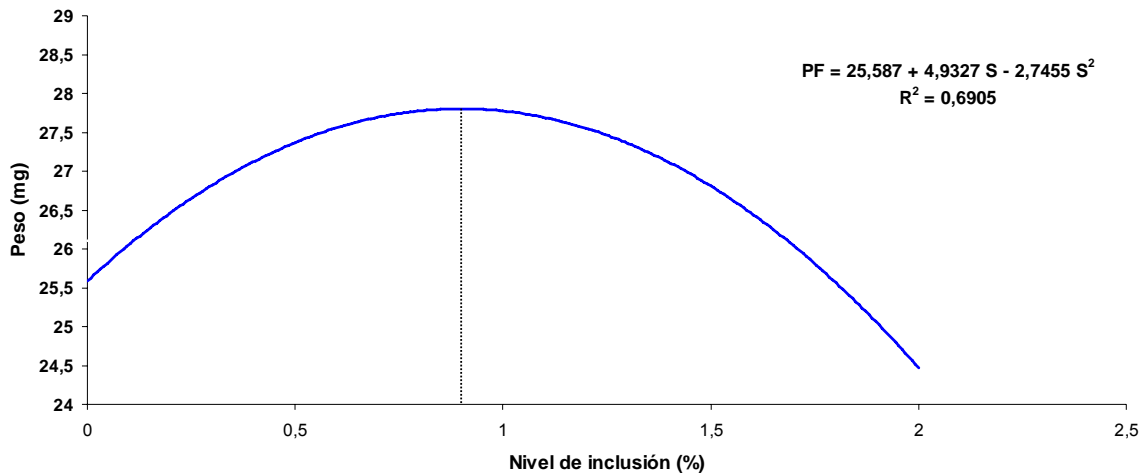
	ZP0%	ZP0.5%	ZP1%	ZP2%
Peso final promedio (mg)	26.1 ± 2.1 <sup>b</sup>	26.0 ± 2.3 <sup>b</sup>	28.8 ± 1.3 <sup>a</sup>	24.3 ± 2.7 <sup>b</sup>
FCA	2.60 ± 0.09 <sup>d</sup>	2.50 ± 0.013 <sup>d</sup>	2.4 ± 0.035 <sup>c</sup>	2.25 ± 0.02 <sup>c</sup>
Supervivencia (%)	84 <sup>a</sup>	83 <sup>a</sup>	85 <sup>a</sup>	87 <sup>a</sup>

Cada valor representa la media ± desviación estándar (n = 3). Exponentes diferentes en la misma fila difieren significativamente ( $p < 0.05$ ).

El análisis de regresión mostró una interrelación significativa entre el PF y el porcentaje de inclusión de zeolita en el alimento de las postlarvas, la ecuación cuadrática (Figura 1) indicó que el porcentaje óptimo de inclusión de este material en el alimento fue de 0.89 ( $PF = 25.587 + 4.9327 Z - 2.7455 Z^2$ ,  $R^2 = 0.6905$ ,  $p < 0.05$ ).

**Figura 1**

Efecto de diferentes porcentajes de inclusión de zeolita en la dieta sobre el peso final de postlarvas de *Litopenaeus schmitti*.



La línea discontinua indica el porcentaje óptimo de inclusión donde se alcanza la mayor respuesta.

En el Experimento B no se observaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los juveniles que consumieron el alimento con y sin zeolita (Tabla V), pero sí entre los valores de FCA, lo que evidencia el mejor aprovechamiento del alimento que incluyó a la zeolita.

**Tabla V**

Peso final, supervivencia y factor de conversión del alimento (FCA) de juveniles de *Litopenaeus schmitti* alimentados con dietas con y sin zeolita (Experimento B).

	ZJ0%	ZJ3%
Peso final promedio (g)	$3.30 \pm 0.06^a$	$3.31 \pm 0.04^a$
FCA	$6.5 \pm 0.22^c$	$4.5 \pm 0.25^b$
Supervivencia (%)	$100^d$	$100^d$

Cada valor representa la media  $\pm$  desviación estándar ( $n = 3$ ). Exponentes diferentes en la misma fila difieren significativamente ( $p < 0.05$ ).

En ambos experimentos la supervivencia no se vio afectada por la inclusión de zeolita en el alimento. Aunque existe una gran cantidad de literatura científica sobre el uso de las zeolitas como aditivo, el efecto positivo de su adición en la dieta sólo ha sido demostrado en organismos terrestres y en peces de agua dulce.

Cervantes *et al.* (20) al evaluar la inclusión de diferentes niveles de dos productos a base de zeolitas sintéticas no encontraron diferencias en cuanto al crecimiento de postlarvas de *Litopenaeus stylirostris* y los valores de supervivencia que informan están muy por debajo de los obtenidos en este estudio.

Akiyama *et al.* (27) recomiendan su inclusión en la dieta hasta un 2% y sugieren su posible influencia sobre el paso de los nutrientes a través del tracto digestivo. Sin embargo, niveles superiores no son recomendables, debido a que los iones de calcio y sodio presentes en el agua de mar y salobres, compiten por los sitios de unión al amonio, por lo que su eficiencia para eliminar el amonio en este medio es cuestionable.

La utilización de las zeolitas (cliptonilolita y mordenita) en dietas prácticas para la precría y el engorde del camarón blanco *Litopenaeus schmitti* es recomendable de acuerdo a los resultados del presente estudio, sin embargo se debe realizar más investigación para

profundizar en la influencia de este aditivo sobre aspectos fisiológicos de los organismos y del medio donde se desarrollan.

## Referencias

1. MUMPTON FA, FISHMAN PH. The application of natural zeolites in animal sciences and aquaculture. *J. Anim. Sci.* 1977; 45:1188-203
2. BARBARICK KA, PIRELA HJ. Agronomi and horticultural uses of zeolites: a review. En: POND WG, MUMPTON FA, EDS. *Zeo-Agriculture. Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture*. Boulder: West-view Press, 1984:93-103
3. MUMPTON FA. Flammae ef fumus proximi sunt: the role of natural zeolites in agriculture and aquaculture. En: POND WG, MUMPTON FA, EDS. *Zeo-Agriculture. Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture*. Boulder: West-view Press, 1984:3-27
4. PAPAIOANNOU D, KATSOULOS PD, PANOUSIS N, KARATZIAS H. The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention and/or the treatment of certain farm animal diseases: A review. *Microporous and Mesoporous Materials* 2005; 84:161-70
5. HORSCH CM. The use of a natural zeolite as both an ion exchanger and biological filter media at Eagle Creek national fish hatchery. *Salmonid* 1984; 7:12-5
6. BERGERO D, BOCCIGNONE M, DINATALE F, FORNERIS G, PALMEGIANO GB, PASSAGLIA E. Efficacia della filtrazione con zeolite a phillipsite nel trasporto di salmonidi. *Riv. Ital. Acquacol.* 1993; 28:147-53
7. EDSAL DA, SMITH CE. Effects of dietary clinoptilolite on levels of effluent ammonia from hatchery coho salmon. *Progr. Fish. Cult.* 1989; 51:98-100
8. LANARI D, D'AGARO E, TURRI C. Use of cuban zeolites in trout diets. *Riv. Ital. Acquacol.* 1996; 3:23-33
9. REYNOLDS WR, WILLIFORD CW. *Zeolite ammonia removal from catfish pond waters*. US Geological Survey, Water Resources Division, Report USGS/G-14301-05
10. DYER A. *Ion-exchange properties and uses of zeolites*. Section B: No. 41 London: British Association for the Advancement of Science, 1980
11. LÓPEZ-RUIZ J. La utilización de productos de naturaleza zeolítica (PNZ) en piensos para peces. *Revista Aquatic* 1997;1. Disponible en URL: <http://www.revistaaquatic.com>
12. BENATTI G, BERGERO D, LADETTO G, SENA C. Effetto di una zeolite a phillipsite su alcuni parametri di digeribilità in suini. *Zoot. Nutr. Anim.* 1994; 20:153-8
13. LÓPEZ-RUIZ J. Productos de naturaleza zeolítica (PNZ): cultivo de microalgas marinas. *Revista Aquatic* 1998;2. Disponible en URL: <http://www.revistaaquatic.com>
14. GÓMEZ VILLA H, VOLTOLINA D, NIEVES M, PIÑA P, LÓPEZ-RUIZ J. Use of artificial zeolites to reduce copper toxicity to two marine microalgae. *J. World Aquacult. Soc.* 2002; 33(2):214-9
15. NIEVES M, VOLTOLINA D, MEDINA A, PIÑA P, LÓPEZ-RUIZ J. Zeolites and diatom growth. *Aquacult. Res.* 2002; 33:75-9
16. LEAL S, NODAR R, DELGADO G, ALMAGUER Y. Efecto de cinco tipos de productos zeolíticos sobre el crecimiento de la microalga marina *Nannochloropsis gaditana*. *Rev. Invest. Mar* 2004; 25(3):241-4
17. CHIAYVAREESAJJA S, BOYD CE. Effects of zeolite, formalin, bacterial augmentation and aeration on total ammonia nitrogen concentrations. *Aquaculture* 1993; 116:33-45
18. BRIGGS MP, FUNGE-SMITH SJ. The effects of zeolites and aluminio-silicate clays on water quality at various salinities. *Aquacult Res.* 1996; 27:304-11
19. JORY DE. Feed management practices for a healthy pond environment. En: *Swimming Through Troubled Waters. Proceeding of the Special Session on Shrimp Farming*.
20. CERVANTES E, VOLTOLINA D, LÓPEZ-RUIZ J. Aggiunta di zeoliti alla dieta di postlarve di *Litopenaeus stylirostris* Stimpson. *Riv. Ital. Acquacol.* 2001; 36:59-64
21. AOAC. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. 16<sup>th</sup> ed. Arlington: AOAC, 1995

22. FERNÁNDEZ DE ALAIZA R, JAIME B. Producción intensiva de juveniles de camarón *Penaeus schmitti* en tanques de concreto de 30 m<sup>2</sup>. *Pesca al Día* 1990; 92:12-23
23. SHEARER K. Experimental design, statistical analysis and modelling of dietary nutrient requirement studies for fish: a critical review. *Aquacult. Nutr.* 2000; 6:91-102
24. GURURE RM, MOCCIA RD, ATKINSON JL. Optimal protein requirements of young Arctic charr (*Sarvelinus alpinus*) fed practical diets. *Aquacult Nutr.* 1995; 1:227-34
25. CLIFFORD HC. El manejo de estanques camaroneros. Paper presented at *Camarón '94. Seminario internacional de cultivo de camarón*. Mazatlán, México, 1994:18
26. NORMA RAMAL NRP 286. *Engorde de juveniles de camarón de cultivo Penaeus schmitti*. Proceso Biotecnológico. Cuba: MIP, 1992
27. AKIYAMA DM, DOMINY WG, LAWRENCE AL. Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry: revised. En: AKIYAMA DM, TAN RKH, EDS. *Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop*. American Soybean Association, Singapore, Sep 12–25, 1991, Thailand and Indonesia. 1991:80-98