

EFECTO DE ALIMENTOS NATURALES SOBRE LA MADURACIÓN Y REPRODUCCIÓN DEL CAMARÓN BLANCO (*PENAEUS SCHMITTI*)

ERNESTO REGUEIRA¹, RAFAEL TIZOL² Y MIGUEL A. ARTELES²

¹Empresa Cultisur, Santa Cruz del Sur- Camagüey

²Centro de Investigaciones Pesqueras, MIP - 5^{ta} Ave.
No. 248, Jaimanitas, C. de la Habana
E-mail: cubacip@ceniai.inf.cu

RESUMEN.- Se evaluó el efecto de alimentos naturales en combinación con el alimento balanceado NIPPAI® para la maduración y reproducción del camarón blanco (*Penaeus schmitti*). Los adultos fueron alimentados con tres dietas diferentes en tanques circulares de 3,6 m de diámetro: 1) NIPPAI® + camarón entero, 2) NIPPAI® + calamar, y 3) NIPPAI® + biomasa de *Artemia*. Se midieron los siguientes parámetros: número de desove/hembra/mes, número promedio de huevos/desove, número total de nauplios/desove, y el porcentaje de supervivencia (eclosión) para cada tratamiento. El tratamiento con NIPPAI® + camarón entero produjo el número más alto (2,42) de desoves/hembra/mes, y el más alto número (20.611.200) de nauplios/tratamiento, pero la más baja supervivencia (59,8%) de hembras reproductoras ($P > 0,05$). No se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) en el resto de las variables. Se sugiere incluir en la dieta de adultos reproductores de *Penaeus schmitti* camarón fresco, de tamaño no comercial. *Recibido:* 30 Julio 1999, *aceptado:* 10 Noviembre 1999.

Palabras claves: Acuicultura, alimento natural, camarón blanco, camarones peneidos, Cuba, maduración, nutrición, *Penaeus schmitti*, Penaeidae, reproducción.

EFFECT OF NATURAL FOODS ON MATURATION AND REPRODUCTION OF THE WHITE SHRIMP (*PENAEUS SCHMITTI*)

ABSTRACT.- We evaluated the effect of natural foods (in combination with the balanced artificial food NIPPAL®) on maturation and reproduction of the white shrimp (*Penaeus schmitti*). Three different diets were fed to adults in circular tanks, 3.6 m in diameter: 1) NIPPAL® + whole shrimp, 2) NIPPAL® + squid, and 3) NIPPAL® + *Artemia* biomass. The following parameters were measured: Number of spawns/female/month, mean number of eggs/spawn, total number of nauplii/spawn, and percent of survival (hatching) for each treatment. The treatment with NIPPAL® + whole shrimp produced the highest (2.42) number of spawns/female/month, and, thus, the highest (20,611,200) number of nauplii/treatment, but the lowest (59.8%) survival of reproductive females ($P > 0.05$). We found no significant differences ($P > 0.05$) among the other parameters. The diet of reproductive adult *Penaeus schmitti* should include fresh, noncommercial-sized shrimp. Received: 30 July 1999, accepted: 10 November 1999.

Key words: Aquaculture, Cuba, maturation, natural foods, nutrition, Penaeidae, *Penaeus schmitti*, penaeid shrimp, reproduction, white shrimp.

INTRODUCCIÓN

La maduración y reproducción de camarones peneidos en cautiverio ha sido objeto de diferentes estudios. Son varios los factores físicos, químicos y biológicos que afectan este proceso; sin embargo, la nutrición es considerada uno de los más importantes, existiendo numerosas investigaciones para evaluar diferentes tipos de alimentos. Se han empleado combinaciones de productos naturales entre los que se incluyen gusanos, moluscos bivalvos, cefalópodos, crustáceos y peces (Arnstein y Beard 1975, Brown *et al.* 1979, Kelemec y Smith 1980, y Gómez y Arellano 1993), contrario a otros autores que utilizan un sólo alimento como moluscos (Primavera *et al.* 1978, Lumare 1979, San Feliú y Oltra 1987), camarones

(Alikunhi *et al.* 1975, Nujara y Yang 1976), peces (Lichatowich *et al.* 1978) y la biomasa de *Artemia* enriquecida con ácidos grasos polinsaturados (PUFA) (Naessens *et al.* 1995). En otros reportes se emplean combinaciones de alimentos naturales y artificiales (Primavera *et al.* 1979, Ramos y García 1992, Verstraete *et al.* 1995). Además, se ha intentado sustituir totalmente los alimentos naturales por artificiales, provocando generalmente una disminución en el rendimiento por lo que se ha planteado que los resultados al reemplazar alimento fresco por dietas artificiales no pueden ser comparados (Browdy 1992).

En Cuba las investigaciones en este campo han estado encaminadas a la búsqueda de alternativas que sustituyan total o parcialmente alimentos importados o de difícil adquisición como el calamar, así como elevar la calidad y los resultados productivos en los desoves. El objetivo de este trabajo es valorar el efecto de diferentes combinaciones de alimentos sobre la maduración y reproducción del *Penaeus schmitti*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se llevó a cabo en la sala de maduración del Centro de Desove y Producción de Postlarvas de Santa Cruz del Sur, Camagüey (CEDESUR) durante 45 días, en los meses de Enero hasta Marzo, utilizando camarones adultos capturados en el medio natural mediante arrastres de 15 a 20 min.

Los camarones al llegar a los laboratorios fueron seleccionados atendiendo al peso y estado físico general y se colocaron en tanques circulares de 3,6 m de diámetro, de fibra de vidrio y color negro, con tubos de reboso central para la descarga de agua durante el intercambio, aireación a través de dos piedras difusoras y con altura de la columna de agua de 0,35 m sin el empleo de sustrato. En éstos se aclimataron durante nueve días antes de realizar la ablación unilateral del pedúnculo ocular a las hembras, según el método de Primavera (1978).

El peso promedio fue de 47,5 g para las hembras y 30,3 g para los machos. La densidad inicial fue de 56 camarones/tanque con una relación de sexo 1:1. Se realizó aproximadamente un 300% intercambio de agua diario, manteniéndose durante 16 horas. La limpieza de los tanques se realizaba diariamente en horas de la mañana, eliminando restos de alimento no consumido, desechos fecales y exoesqueletos. Se garantizó un fotoperíodo de 14 h luz: 10 h oscuridad empleando iluminación artificial mediante combinación de lámparas fluorescentes e incandescentes situadas a diferentes niveles de la superficie del agua de los tanques, con una intensidad máxima de 150 lux.

ALIMENTACIÓN

Se utilizaron tres combinaciones de dietas, atendiendo a cada tratamiento, con tres réplicas cada uno:

Tratamiento I: Balanceado NIPPAI® + camarón. El camarón consistió en los ejemplares enteros menores de 7 g provenientes de las cosechas de los estanques de engorde de la Camaronera.

Tratamiento II: Balanceado NIPPAI®+ calamar congelado.

Tratamiento III: Balanceado NIPPAI® + Biomasa de *Artemia* congelada. La *Artemia* fue cultivada de forma extensiva en salinas de Caimanera.

A cada tratamiento se le suministró un 12% del alimento natural y un 1,5% de balanceado NIPPAI® durante el día, distribuido en cinco raciones (dos de balanceado NIPPAI® y tres de alimento natural), a las 01:00 h, 06:00 h, 11:00 h, 14:00 h y 20:00 h, de forma alterna.

Maduración y desove.- Al tercer día de la ablación se inició la revisión nocturna para colectar las hembras copuladas, colocando a éstas individualmente en tanques cilíndricos, de fondo cónico y 200 L de capacidad.

Posterior al desove, las hembras se devolvieron a sus tanques de origen. Los huevos se cosechaban entre 6-8 h posteriores al desove, lavados con abundante agua de mar filtrada y para la eclosión se colocaba cada desove, en tanques cilíndricos de fondo cónico y 100 L de capacidad.

Tanto para el desove como para la eclosión, se utilizó agua de mar filtrada por cartuchos de 5 μ , añadiéndole 10 mg/L de sal disódica de EDTA y 1 mg/L de sulfato de eritromicina.

Los nauplios eran cosechados por rebozo central, utilizando flujo de agua continuo e iluminación superior, durante 30 min, aprovechando el fototaxismo positivo de éstos. Tanto los huevos como los nauplios fueron contados mediante método volumétrico, tomando ocho muestras/desove.

Análisis de los datos.- Para el análisis de los tratamientos se emplearon las variables nauplios/desove, huevos/desove y desove/hembra/mes, para las que aplicó un análisis de varianza de clasificación simple y el test de Rangos Múltiples de Duncan. Además, se analizó el porcentaje de eclosión y el porcentaje de supervivencia de los reproductores, utilizando para su análisis el test de Chi-cuadrado.

Factores físicoquímicos.- La temperatura fue medida dos veces al día (08:00 h y 16:00 h), mientras que el Oxígeno, la salinidad y el pH se analizaron una vez al día (08:00 h) en los tanques de maduración.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros físicos se comportaron como aparece en la Tabla 1, sin observar variaciones apreciables entre los tratamientos. Debido a la época del año y el no disponer de calentadores, la temperatura fue inferior al rango óptimo recomendado para la especie de 27-29 °C (Anónimo 1989), aunque esto parece no haber influido en los resultados obtenidos (Tabla 2).

TABLA 1. Mínimum y máximum de temperatura (°C), Oxígeno disuelto (mg/L), salinidad (‰) y pH, medidos en los tres tratamientos (T) en los tanques de maduración durante el experimento.

T	Temperatura		Oxígeno disuelto		Salinidad		pH	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
I	23,6	27,4	5,8	7,6	35	37	7,91	8,32
II	23,8	27,4	5,7	7,7	35	37	7,96	8,38
III	23,7	27,5	5,5	7,6	35	37	7,95	8,31

TABLA 2. Resultados de las tres dietas suministradas al camarón blanco, *Penaeus schmitti*.

PARÁMETRO	TRATAMIENTO		
	I (NIPPAI® + camarón)	II (NIPPAI® + calamar)	III (NIPPAI® + <i>Artemia</i>)
Número de desove/hembra/mes	2,42 ^a	1,45 ^b	1,57 ^b
Promedio de huevos/desove	202.400 ^a	210.200 ^a	289.800 ^a
Promedio de nauplios/desove	94.800 ^a	110.900 ^a	89.900 ^a
Nauplios totales/tratamiento	20.611.200	11.641.770	10.251.450
% de eclosión	46,8 ^a	52,8 ^a	47,4 ^a

Nota: Letras iguales no difieren significativamente ($P > 0,05$).

En todos los tratamientos los resultados fueron superiores a los reportados para el *Penaeus schmitti* en cuanto a nauplios/desove por Ramos (1990) (85.812 nauplios/hembra), Pérez y Ramos (1992) (59.429 nauplios/hembra), y Ramos *et al.* (1994) quienes reportaron un máximo de 72.900 nauplios/desove para el mes de Mayo. Bueno (1990) señala para la misma especie en Brasil, 78.961 nauplios/desove como promedio de 524 desoves.

Igual que para el promedio de nauplios/desove, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) en cuanto al número de huevos/desove y porcentaje de eclosión, siendo ligeramente superiores los alcanzados con el tratamiento II (NIPPAI[®] + calamar), donde se alcanzó 210.200 y 52,8% respectivamente (Tabla 2).

Rothlisberg *et al.* (1991) reportaron para el *Penaeus esculentus* un 60,0% de eclosión y 60.325 nauplios/hembra al emplear una dieta consistente en camarón congelado, bivalvos, calamar y poliquetos, superior a lo alcanzado al alimentar solamente con alimento artificial pelletizado (57,3% de eclosión y 24.986 nauplios/hembra).

En cuanto a desoves/hembra/mes, el tratamiento I (camarón + NIPPAI[®]), resultó el mejor (2,42), y fue significativamente diferente ($P < 0,05$) con respecto al resto. Pérez y Ramos (1992) reportaron para la especie una frecuencia de cópula máxima de 1,75 desove/hembra/mes, la cual es inferior a la alcanzada para el tratamiento I.

Para otras especies de peneidos, Rothlisberg *et al.* (1991) reportó en el *P. esculentus* un incremento desde 0,62 desove/hembra/mes hasta 1,24 al sustituir el pienso por la dieta natural. En *Penaeus vannamei*, Fauvel (1986) reportó 2,5 desoves/hembra/mes aunque contando con fecundación artificial más fecundación natural, mientras que Wyban (1988) reportó 0,33, el cual es muy bajo si se compara con los alcanzados para el *P. schmitti*.

Lavens *et al.* (1986) recomendaron suplir la alimentación de reproductores de camarón con *Artemia* para inducir la maduración,

mientras que Gómez y Arellano (1993) igualmente recomendaron su uso con vistas a mejorar la calidad de los nauplios.

Naessens *et al.* (1995) con el uso de biomasa de *Artemia* lograron incrementar la producción de nauplios en el *P. vannamei* en un 73% y en 189% al emplearla, con respecto a una dieta consistente en poliquetos marinos + calamar.

A pesar de estar demostrada la influencia positiva de la *Artemia* en la maduración y reproducción de peneidos, en este trabajo los resultados más bajos se alcanzaron con el tratamiento III (biomasa de *Artemia* + NIPPAI®), posiblemente debido a que la *Artemia* empleada tenía mucho tiempo en congelación, lo que pudo haber afectado su calidad nutricional.

En la Tabla 3, se presentan los porcentajes de supervivencia alcanzados al finalizar el experimento. Si bien para los machos no hay diferencias significativas ($P > 0,05$), para las hembras se obtuvo el índice más bajo con el tratamiento I, debido posiblemente al mayor estrés que se le ocasionó por la mayor manipulación a que fueron sometidas al copular con mayor frecuencia.

TABLA 3. Supervivencia (%) de los camarones, *Penaeus schmitti*, reproductores al finalizar el experimento.

SEXO	TRATAMIENTO		
	I (NIPPAI® + camarón)	II (NIPPAI® + calamar)	III (NIPPAI® + <i>Artemia</i>)
Hembras	59,8 ^a	78,5 ^b	75,0 ^b
Machos	93,2 ^a	95,4 ^a	93,9 ^a

Nota: Letras iguales no difieren significativamente ($P > 0,05$).

CONCLUSIONES

Al alimentar con camarón se logró la mayor cantidad de desove/hembra/mes (2,42), debido a lo cual aumentó considerablemente el total de nauplios en ese tratamiento (20.611.200).

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos, respecto al número de huevos/desove, al porcentaje de eclosión y al promedio de nauplios/ desove.

Es posible la sustitución parcial o total del calamar en la maduración y reproducción del *P. schmitti*, sin afectar significativamente los resultados productivos.

RECOMENDACIONES

Incluir el camarón fresco que no alcanza la talla comercial obtenido en la cosecha de los estanques de engorde, en la dieta de los reproductores de *P. schmitti*.

Realizar estudios sobre la maduración y reproducción del *P. schmitti* utilizando biomasa de *Artemia* cultivada en el laboratorio y enriquecida con ácidos grasos polinsaturados de la serie omega 3.

LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. 1989. Maduración inducida sin ablación de *Penaeus schmitti*. Procedimiento. NEP-2516-012. MIP.
- ALIKUNHI, K. H., A. POERNOMO, S. ADISUKRESNO Y M. BUSMAN. 1975. Preliminary observations on induction of maturity and spawning in *Penaeus monodon* (Fabricius) and *Penaeus merguensis* (De Mann) by eyestalk extirpation. Bull. Shrimp Cult. Res. Center. 1: 1-11.
- ARNSTEIN, D. R. Y T. W. BEARD. 1975. Induced maturation of prawn *Penaeus orientalis* (Kishinouyi) in the laboratory by means of eyestalk removal. Aquaculture 5: 411-412.

- BROWDY, C. 1992. A review of the reproductive biology of *Penaeus* species: Perspectives on controlled shrimps maturation systems for high quality nauplii production. Pp. 22-51, *en* J. Wyban (ed.), Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture Soc., Baton Rouge, LA.
- BUENO, S. L. DE S. 1990. Maturation and spawning of the white shrimp *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, under large scale rearing conditions. J. World Aquaculture Soc. 21(3): 170-179.
- BROWN, A., JR., J. MCVEY, B. S. MIDDLEDITCH Y A. L. LAWRENCE. 1979. The maturation of white shrimp (*Penaeus setiferus*) in captivity. Proceedings World Mariculture Soc. 10: 435-444.
- FAUVEL, C. 1986. Hatcheries techniques: Control of maturation and reproduction. International Workshop on Marine Crustacean Culture, Development and Management. Nov. 5-7, Venezia, 12 pp.
- GÓMEZ, L. Y E. ARELLANO. 1993. Guías prácticas preliminares para la maduración y desove en cautiverio de camarones peneidos en el Ecuador. Pp. 87-120, *en* J. Calderón V. y S. Sonnenholener S. (eds.), Memorias de Edgar Arellano M. Once años dedicados a la investigación y desarrollo de la acuicultura en el Ecuador.
- KELEMEC, J. A. Y E. I. R. SMITH. 1980. Induced ovarian development and spawning of *Penaeus plebejus* in a recirculating laboratory tank after unilateral eyestalk enucleation. Aquaculture 21: 55-62.
- LAVENS, P., P. LÉGER. Y P. SORGELOOS. 1986. Production, utilization and manipulation of *Artemia* as a food source for shrimp and fish larvae. Aquaculture Europe 12(4): 229-248.
- LICHATOWICH, T., T. SMALLEY Y F. D. MATE. 1978. The natural reproduction of *Penaeus merguensis* (De Man) in an earthen pond in Fiji. Aquaculture 15: 377-378.

- LUMARE, F. 1979. Reproduction of *Penaeus kerathurus* using eyestalk ablation. *Aquaculture* 18: 203-214.
- NAESSENS, E., P. LAVENS, L. GÓMEZ, C. L. BROWDY, K. MCGOVERN-HOPKINS, A. W. SPENCER, D. KAWAHIGASHI Y P. SORGELOOS. 1995. Maturation performance of *Penaeus vannamei* co-fed with *Artemia* biomass. Pp. 75-76, en P. Lavens, E. Jaspers y I. Roelants (eds.), Larvi'95 - Fish and Shellfish Larviculture Symposium.
- NUJARA, M. L. Y W. T. YANG. 1976. Induced gonad maturation, spawning and post-larval production of *Penaeus merguensis* (De Man). *Bull. Shrimp Cult. Research Center* 1(2): 177-186.
- PÉREZ, L. Y L. RAMOS. 1992. Determinación de la proporción de sexos del camarón blanco *Penaeus schmitti* en tanques de maduración inducida para el incremento de la cópula natural. *Rev. Inv. Mar.* 13(2): 167-176.
- PRIMAVERA, J. H. 1978. Induced maturation and spawning in five month old *Penaeus monodon* by eyestalk ablation. *Aquaculture* 13: 355-359.
- PRIMAVERA, J. H., E. BORLONGAN Y A. POSADAS. 1978. Mass production in concrete tanks of suggo *Penaeus monodon* (Fabricius), spawners by eyestalk ablation. *Fish. Res. Journal Phillipines* 3: 1-12.
- PRIMAVERA, J. H., C. LIM Y E. BORLONGAN. 1979. Effect of the different feeding regimens on reproduction and survival of ablated *Penaeus monodon* (Fabricius). *Quarterly Research Report* 3:12-14. Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center.
- RAMOS, L. 1990. Fecundación artificial del camarón blanco *Penaeus schmitti*. Fecundación y viabilidad de los desoves. *Rev. Inv. Mar.* 11(2): 157-166.

- RAMOS, L., J. M. MOLINA, L. PÉREZ Y B. TORRES. 1994. Producción de nauplios de *Penaeus schmitti* en instalaciones comerciales de maduración en Cuba. *Rev. Inv. Mar.* 15(1): 28-38.
- RAMOS, L. Y T. GARCÍA. 1992. Maduración y reproducción de *Penaeus schmitti* utilizando como complemento de la alimentación diferentes dietas pelletizadas. *Rev. Inv. Mar.* 13(2): 159-166.
- ROTHLISBERG, P. C., P. J. CROCOS Y D. M. SMITH. 1991. The effect of diet and eyestalk ablation on maturation, spawning, hatching and larval fitness of *Penaeus esculentus*. Pp. 247-250, en P. Lavens, P. Sorgeloos y F. Ollevier (eds.), *Larvi'91 - Fish and Crustacean Larviculture Symposium*.
- SAN FELIÚ, J. M. Y R. OLTRA. 1987. Influencia de la temperatura, fotoperíodo, alimentación y ablación unilateral del pedúnculo ocular, en la maduración de *Penaeus kerathurus*. *Cuad. Marisq. Publ. Tec.* 12: 273-278.
- VERSTRAETE, P. B. DE LA MORA Y P. LAVENS. 1995. Maturation of *Penaeus vannamei* by using dry pellets as a partial substitute of the natural diet. Pp. 76-78, en P. Lavens, E. Jaspers e I. Roelants (eds.), *Larvi'95 - Fish and Shellfish Larviculture Symposium*.
- WYBAN, J. A., J. N. SWEENEY Y W. K. RICHARD, JR. 1988. Design of the Oceanic Institute Shrimps maturation facility. OI. Technical Report No. 88, 45 pp.