

Evaluación del efecto de dietas artificiales experimentales en el rendimiento reproductivo de *Penaeus vannamei*.

Marcos Espin¹, Roeland Wouters²

¹ Licenciado en Acuicultura, ESPOL, 2000

² Director de Tesis, Centro Nacional de Investigaciones Marinas, CENAIM, Campus Politécnico, Casilla 0901 4519, Guayaquil, Ecuador

RESUMEN

Dos ensayos nutricionales a escala comercial, fueron realizados para comprobar el efecto de la utilización de dietas artificiales y la sustitución parcial de los alimentos frescos, en el rendimiento reproductivo de *Penaeus vannamei*. Hembras ablacionadas e identificadas con anillos numerados fueron sembradas en seis tanques de maduración, con una relación macho: hembra de 1:1. Tres tratamientos fueron evaluados en cada experimento. El primero (A) se basó en la sustitución del 50% de los alimentos frescos del régimen alimenticio, con una dieta artificial. El segundo tratamiento (B) similar al primero incluyó una dieta artificial, a la que se incorporó un suplemento de harina de *Artemia*, y el tercer tratamiento (control -C) basado en el régimen alimenticio del laboratorio comercial.

Los resultados estadísticos del primer experimento, no demostraron diferencias significativas en lo referente a los datos generales de producción por desove y producción por hembra, debido a las altas mortalidades presentadas en este ensayo. En este experimento, sólo hubieron indicativos de un posible efecto de las dietas artificiales sobre los reproductores. Este mismo efecto se pudo observar en el segundo experimento, donde el tratamiento que incluía harina de *Artemia* en la sustitución parcial de los alimentos frescos, fue superior a los otros tratamientos. Por otra parte, diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos, fueron detectadas en cuanto a los resultados obtenidos por hembra productiva (número de huevos, eclosión y % de zoeas). Estos resultados llevaron a concluir que la sustitución del 50% alimentos frescos con una dieta artificial, así como la total independencia de la biomasa de *Artemia* y poliqueto, es factible, y el rendimiento reproductivo de *P. vannamei* se ve mejorado con la inclusión de harina de *Artemia* en la dieta artificial.

INTRODUCCION

En el Ecuador, las camaronas dependen de la captura de postlarvas o semillas que son recolectadas en estuarios y áreas costeras por pescadores artesanales, pero éstas desafortunadamente escasean en determinadas épocas del año (Arellano *et al.*, 1984). Por esta razón, y en vista que el 13% de los laboratorios comerciales existentes están en capacidad de desovar hembras y criar larvas, y sólo el 7% puede inducir la gravidez de las hembras, además de criar larvas (Krauss *et al.*, 1998), es necesario optimizar las técnicas de maduración de reproductores en cautiverio con el fin de no depender del medio natural.

Un punto muy importante constituye la elaboración de dietas artificiales para maduración de reproductores, ya que ofrecen algunas ventajas sobre el uso de alimentos frescos entre las que tenemos: son de fácil uso, suministro de nutrientes necesarios para inducir la maduración, se puede manipular la constitución de la dieta cuando se requiera, etc., cosas que no se pueden lograr con los alimentos frescos cuyos principales licitantes son la disponibilidad y la contaminación que pueden ocasionar al descomponerse en el agua.

Actualmente, las dietas utilizadas para reproducción de camarones a nivel comercial son utilizadas para sustituir sólo del 5 al 20% del alimento fresco, considerándose como ideal que el porcentaje de sustitución sea elevado al 50% de la dieta, para obtener un impacto significativo. Con este valor se han obtenido buenos resultados en ensayos preliminares dentro del CENAIM, con lo cual se espera que se repitan al aplicarse las dietas en pruebas dentro de un laboratorio comercial.

Los objetivos planteados fueron: (1) evaluar el rendimiento reproductivo de *Penaeus vannamei* como respuesta al suministro de dietas artificiales experimentales, (2) comprobar los efectos de la sustitución parcial del alimento natural con la dieta experimental en un laboratorio comercial, y (3) determinar el potencial de la harina de *Artemia* como ingrediente de dietas artificiales dentro de la maduración y reproducción de *Penaeus vannamei*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en el Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (Fundación CENAIM-ESPOL). Para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación, dos experimentos fueron realizados en las instalaciones del laboratorio Granjas Marinas – Pta. Barandúa, durante el período Mayo - Octubre de 1999.

Para cada ensayo, la metodología aplicada se basó en la descrita por Wouters *et al.* (1999), en sus ensayos en CENAIM, y la aplicada en el laboratorio comercial, con las respectivas variantes en el régimen alimenticio (Tabla 1) y la utilización de fotoperiodo natural durante los dos experimentos.

Tabla 1. Porcentaje diario de alimentación (25% de la biomasa en base seca)

Tratamiento	Calamar	Poliqueto	Artemia	Pellet
A	12%			1%
B	12%			1%
C	12%	6%	7%	

RESULTADOS

EXPERIMENTO 1

Para este experimento, la poca cantidad de datos obtenidos, además de no tener una distribución normal, y que no se hayan cumplido todas las asunciones para el análisis de varianza (ANOVA), fueron motivos para que no se pudiera realizar una estadística confiable, que hubiera podido ayudar a detectar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (ver Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Tamaño y calidad de los desoves

	Tratamiento		
	A	B	C
Huevos / desove ($\times 10^3$)	146.1 ± 82.4^a (21)	125.8 ± 106.6^a (17)	133.9 ± 73.2^a (15)
Huevos fértiles (%)	58.8 ± 31.7^a (17)	53.9 ± 28.6^a (13)	53.4 ± 39.5^a (12)
Eclosión (%)	65.4 ± 26.2^a (14)	62.3 ± 18.4^a (11)	61.4 ± 32.1^a (8)
Zoeal (%) *	77.3 ± 19.4^a (9)	74.6 ± 30.7^a (7)	62.7 ± 33.7^a (4)

Los números entre paréntesis representan el número de observaciones con que se realizó el análisis

* Constituye el porcentaje de nauplios que llegaron a zoea 1

Tabla 4. Resultados de producción por hembra

	Tratamientos		
	A	B	C
Huevos ($\times 10^3$)	205.4 ± 193.6^a (15)	186.7 ± 170.9^a (12)	209.9 ± 110.7^a (10)
Nauplios ($\times 10^3$)	171.8 ± 181.7^a (9)	113.8 ± 78.2^a (9)	102.8 ± 86.6^a (7)
Zoeal ($\times 10^3$)*	140.1 ± 181.6^a (6)	76.5 ± 76.7^a (7)	109.8 ± 138.9^a (3)

Los números entre paréntesis representan el número de observaciones con que se realizó el análisis

* Constituye la cantidad de nauplios que llegaron a zoea 1

En cuanto a los resultados de producción total por tratamiento (figura 1), se puede observar que la producción de huevos obtenida en los tratamientos A y B, es ligeramente superior que en el tratamiento C (control). Sin embargo, la producción de nauplios y zoeas es mucho mayor en estos tratamientos que en el control (tratamiento C), denotándose así un posible efecto positivo de las dietas secas al sustituir los alimentos frescos.

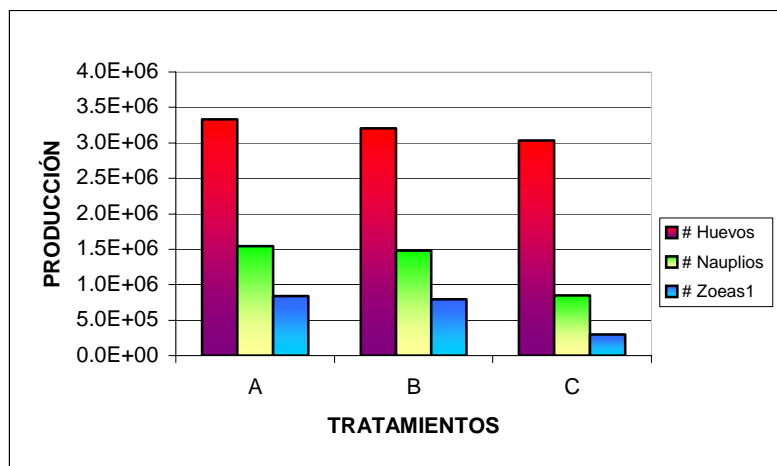


Figura 1. Producción total por tratamiento.

Sin embargo, por lo observado en los resultados de producción general, se desarrolló un segundo experimento, para verificar si existió un efecto positivo sobre los reproductores al sustituir de los alimentos frescos con dietas secas.

EXPERIMENTO 2

En este experimento cabe indicar que la supervivencia fue mayor que la presentada en el experimento anterior, originándose por una mejor calidad de los reproductores. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$).

También podemos observar que el orden del desove se encuentra correlacionado con los parámetros de producción de huevos, nauplios y zoea1. Esto se determinó de acuerdo a los valores de p y r^2 calculados durante el análisis de regresión lineal, con lo que se consideró al orden del desove como covariante de los parámetros descritos anteriormente, y la utilización del análisis de covarianza (ANCOVA) para la prueba estadística correspondiente.

Tabla 5. Tamaño y calidad de los desoves

	Tratamiento		
	A	B	C
Huevos / desove	192254 ± 88310 ^a (39)	231236 ± 109628 ^a (57)	195889 ± 89436 ^a (36)
% de huevos fértiles	75.9 ± 27.0 ^a (39)	83.17 ± 24.15 ^a (57)	75.22 ± 30.63 ^a (36)
% de eclosión	74.72 ± 27.50 ^a (39)	81.14 ± 25.66 ^a (57)	72.50 ± 33.09 ^a (36)
% Zoea1*	77.77 ± 19.42 ^a (31)	69.19 ± 20.21 ^a (52)	77.15 ± 20.82 ^a (31)

Los números entre paréntesis representan el número de observaciones con que se realizó el análisis

Las observaciones marcadas con letras comunes dentro de una misma fila, no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

* Constituye el porcentaje de nauplios que llegaron a zoea1

La tabla 5 no presenta diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$), en cuanto a los parámetros de calidad de los desoves (huevos fértiles, eclosión y % de nauplios que llegan zoea 1).

Tabla 6. Resultados de producción por hembra productiva

	Tratamientos		
	A	B	C
# de hembras productivas	25	31	25
Desoves/día	0.04 ± 0.19 ^a	0.05 ± 0.23 ^a	0.06 ± 0.44 ^a
Huevos (x10 ³)	239.2 ± 211.8 ^{ab}	425.2 ± 200.4 ^b	282.1 ± 187.5 ^a
Nauplios (x10 ³)	222.4 ± 223.9 ^{ab}	341.6 ± 195.9 ^b	206.2 ± 172.5 ^a
Zoea1*(x10 ³)	153.2 ± 201.6 ^{ab}	254.2 ± 169.9 ^b	130.6 ± 132.2 ^a

Los números entre paréntesis representan el número de observaciones con que se realizó el análisis

Las observaciones marcadas con letras comunes dentro de una misma fila, no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

* Constituye la cantidad de nauplios que llegaron a zoea 1

De acuerdo al análisis estadístico realizado (Tabla 6), no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos A y B ($p > 0.05$), en cuanto a la producción de huevos, nauplios y la cantidad de zoeas 1 obtenidas. Sin embargo, entre los tratamientos B y C, se pudo observar que en estos mismos parámetros, el tratamiento B fue superior ($p \leq 0.05$).

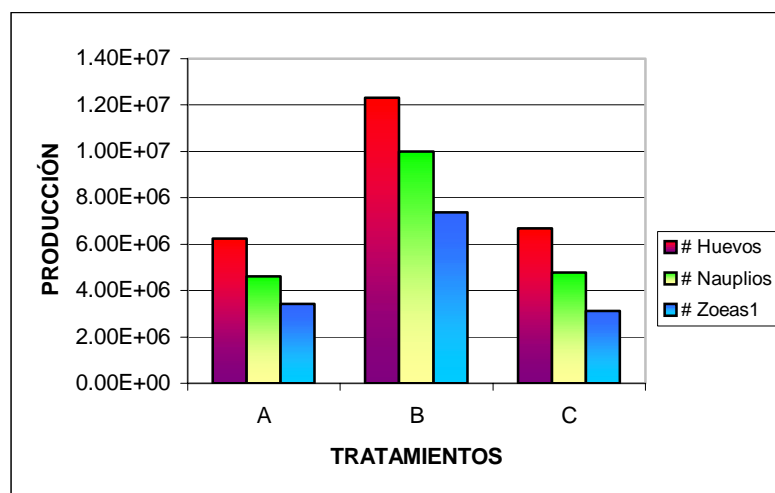


Figura 2. Producción total por tratamiento

La figura 2 demuestra que los resultados totales de producción del tratamiento B, son superiores a los del tratamiento A y C, con lo que se comprueba que si existió un efecto de las dietas secas sobre los reproductores, tal como fue observado en el anterior experimento.

DISCUSION TECNICA

La implementación de dietas que permitan mejorar el rendimiento reproductivo de los camarones peneidos (Harrison, 1997), ha sido fuente de investigación durante las últimas dos décadas. Estudios realizados por Chamberlain y Lawrence (1981), Bray *et al.* (1990) y Nascimento *et al.* (1991), demostraron la importancia de los alimentos frescos para la maduración y reproducción de camarones. Sin embargo, debido a la inconstante disponibilidad, así como el alto costo de los alimentos frescos, se han buscado alternativas que permitan suplantar o permitan disminuir la utilización de los mismos, como lo demostraron Galgani *et al.* (1989a,b), Verstraete *et al.* (1995) y Denece *et al.* (1998), quienes lograron reemplazar de forma efectiva parte de los alimentos frescos con dietas formuladas.

Investigaciones realizadas en CENAIM por Wouters *et al.* (1997), demostraron el potencial de la *Artemia* adulta en la maduración y reproducción de *Penaeus vannamei*, lo que llevó a incluir a la *Artemia* dentro de las dietas artificiales, como harina liofilizada. Recientes ensayos realizados por Zambrano (1999) demostraron que con la inclusión de harina de *Artemia* en las dietas secas, se puede sustituir hasta el 50% de los alimentos frescos utilizados en el régimen alimenticio. En el presente estudio, realizado a nivel comercial, además de comprobar la sustitución de los alimentos frescos (biomasa de *Artemia* y poliqueto) con la dieta que incluía harina de *Artemia*, se pudo observar un efecto positivo en los animales que se encontraban bajo este tratamiento.

Para el segundo experimento, se logró llevar un mejor control del sistema, y se observó que la producción total de los animales del tratamiento B (inclusión de harina de *Artemia*), fue superior a la producción obtenida por el tratamiento A y el tratamiento C. Estos resultados, al igual que los obtenidos por Zambrano (1999), demuestran la factibilidad de la utilización de dietas secas, como sustitutos de los alimentos frescos para reproductores.

En el segundo experimento, se noto un efecto positivo de la dieta artificial, utilizada en el tratamiento B, sobre el rendimiento reproductivo de los animales, en lo que respecta a la cantidad de huevos, nauplios y zoeas producidas por hembra productiva. Estos resultados son un indicativo del aporte nutricional de la harina de *Artemia*, si se relaciona con las investigaciones en las que se utilizó biomasa de *Artemia* como suplemento alimenticio, y en las que se encontraron diferencias significativas similares a las encontradas en este experimento.

CONCLUSIONES:

El rendimiento reproductivo de *Penaeus vannamei*, sobre los parámetros por hembra productiva, se vió mejorado al incorporar dietas artificiales experimentales, que sustituyeron el 50% de los alimentos frescos. Además, se pudo comprobar que es posible lograr una total independencia del poliqueto y biomasa de *Artemia* congelada.

La inclusión de un suplemento de harina de *Artemia*, en las dietas artificiales, se constituye en un aporte importante para la maduración y reproducción de *P. vannamei*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARELLANO, E., Y. AKAMINE & L. GÓMEZ, 1984. Maduración y desove en cautiverio del camarón penaeido *Penaeus vannamei*. En: Memorias de Edgar Arellano M.: Once años dedicados a la investigación y desarrollo de la Acuicultura en el Ecuador, 1993. CENAIM, San Pedro de Manglaralto, Ecuador, 179 - 194.

BRAY, W., A. LAWRENCE & L. LESTER, 1990. Reproduction of eyestalk ablated *Penaeus stylirostris* fed various levels of total dietary lipid. *Journal of the World Aquaculture Society*, 41 – 52.

BRAY, W. & A. LAWRENCE, 1992. Reproduction of *Penaeus* species in captivity. En: *Marine Shrimp Culture: Principles and practices*. A. W. Fast and J. Lester (Eds). Elsevier Science Publishers B.V., 93 - 170.

CHAMBERLAIN, G. & A. LAWRENCE, 1981b. Maturation, reproduction and growth of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* fed natural diets. *Journal of the World Mariculture Society*. Vol. 12, 135 – 136.

DENECE, E., D. PHAM & P. COUTTEAU, 1999 (Abstract). Reproductive response of *Penaeus stylirostris* to a 50% substitution of fresh food by a new shrimp maturation feed. En: *Book of Abstracts. The Annual International Conference and Exposition of the World Aquaculture Society*. 26 April - 2 may. Sydney, Australia, 601

GALGANI, M.L., A.HADANI, T.M. SAMOCHA & Y. LOYA, 1989. Influence du Régime Alimentaire sur la Reproduction en Captivité de *Penaeus vannamei* et *Penaeus stylirostris*. *Aquaculture*, Vol. 80, 97 – 109.

HARRISON, K., 1997. Broodstock nutrition and maturation diets. En: *Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture*. World Aquaculture Society. Vol. 6, 397 - 400.

KRAUSS, E., R. BARNIOL, P. INTRIAGO & X. SALVADOR, 1998. Panorama general de la Acuicultura en Ecuador. En: *Memoria del II Symposium Internacional de Acuicultura*. Mazatlán, Sinaloa, México. 1,2,3 de octubre, 175 - 176.

NASCIMENTO, I., W. BRAY, J. LEUNG – TRUJILLO & A. LAWRENCE, 1991. Reproduction of ablated and unablated *Penaeus schmitti* in captivity using diets consisting of fresh-frozen natural and dried formulated feeds. *Aquaculture*, Vol. 99, 387 – 398.

VERSTRAETE, P., B. DE LA MORA & P. LAVENS, 1995. Maturation of *Penaeus vannamei* by using dry pellets as a partial substitute of the natural diet. *LARVI'95 - Fish & Shellfish Larviculture Symposium*, 76 - 78.

WOUTERS, R., L. GOMEZ, P. LAVENS & J. CALDERON, 1999. Feeding enriched *Artemia* biomass to *Penaeus vannamei* broodstock: its effect on reproductive performance and larval quality. *Journal of Shellfish Research*. 18:2, 651 - 655.

ZAMBRANO, B., 1999. Evaluación de dietas artificiales con *Artemia* adulta en la maduración y reproducción de *Penaeus vannamei*. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Manabí. Facultad de Ciencias Veterinarias. Escuela de Acuicultura, Bahía de Caráquez.

