

EFFECTO DE LA DENSIDAD Y TEMPERATURA EN EL CULTIVO DE *PENAEUS VANNAMEI* (BOONE, 1931) (CRUSTACEA, PENAEIDAE) *

Oscar Zúñiga, Roberto Ramos, Rodolfo Wilson y Ernesto Retamales **

ABSTRACT. Effects of the density and temperature in the *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) culture (Crustacea, Penaeidae).

Panamanian juveniles shrimp of *Penaeus vannamei* reproduced in Chile were stocked at two different density (12 and 24 shrimp/m²) in ambiental ponds and protected greenhouse ponds (approximately 50 m³) and cultured for 99 days. The initial body weight average 1.45 ± 0.50 g. Commercial dry pellet feed was given to the shrimp.

Shrimp were sampled fortnightly for body weight measurements. Water quality parameters such as temperature, salinity, pH, DO and turbidity were recorded twice daily. The weekly growth of shrimp was between 0.65 and 1.05 g.

Survival, growth and yield were compared among treatments. The maximum yield in the greenhouse ponds was 2,596 kg/ha and the maximum yield at the external ponds was 1,586 kg/ha.

Results of the experiment indicated that the effect of different stocking densities was not significant ($P > 0.05$) on growth in both treatment, but was the temperature dependent, showed more high growth in the greenhouse.

Is necessary an exploratory economics study for greenhouse operation in North of Chile.

Key words: Culture, density, temperature, greenhouse, *Penaeus vannamei*.

* Proyecto FONDECYT 2010

** Departamento de Acuicultura, Facultad de Recursos del Mar, Universidad de Antofagasta, Casilla 170, Antofagasta, Chile.

INTRODUCCION

Desde el inicio de las investigaciones tendientes a desarrollar y optimizar el cultivo del camarón *Penaeus vannamei* en el norte de Chile (Wilson et al. 1987, Zúñiga et al. 1988) y teniendo en consideración la limitación climática que restringe el cultivo a los meses de primavera y verano, el objetivo principal ha sido buscar alternativas que permitan ser competitivos con granjas camaroneras como las de Ecuador y Panamá. Estas áreas tropicales presentan enormes ventajas climáticas, pero utilizan sistemas de cultivos extensivos con densidades máximas de 5 ind/m² (Yoong & Reinoso 1982; Pretto 1984).

La sobrevivencia de los camarones, tasa de crecimiento y densidad de cultivo son los factores más importantes en el análisis económico (Wyban et al. 1987). Por ello la alternativa que se propone para el cultivo de camarones en climas templados, es maximizar la producción durante esta restringida estación de crecimiento, mediante la utilización de sistemas de cultivos intensivos que involucren altas densidades de siembra, aireación suplementaria, altas tasas de recambio de agua, gran cantidad de alimento y de alta calidad (Parker et al. 1974, Salser et al. 1978; Sandifer et al. 1987, Sandifer et al. 1988, Wyban et al. 1988,

Wyban & Sweeney 1989), todo lo cual requiere una alta inversión.

Una segunda posibilidad de maximizar la producción se refiere al uso de sistemas de Invernadero que cubra los estanques de crecimiento, lo cual ha demostrado ser eficaz en su propósito de mantener elevadas temperaturas del agua, adecuadas tasas de crecimiento y sobrevivencia a altas densidades de cultivo, como se ha comprobado en *Penaeus semisulcatus* (Kneale et al. 1981; Seldman & Issar 1988) o en el cultivo intensivo de *Macrobrachium rosenbergii* (Sandifer & Smith 1978). Este tipo de sistema también implica un alto costo por la infraestructura inicial necesaria y además restringe el tamaño de los estanques de crecimiento.

Sabiendo que ambas alternativas pueden ser viables si los niveles de producción son adecuados, el presente trabajo ha sido diseñado para comparar las tasas de crecimiento y sobrevivencia de *P. vannamei* cultivado a densidades de 12 y 24 ind/m² en estanques bajo Invernadero y en estanques exteriores. Además, de determinar cual diseño y sistemas de manejo podría optimizar estas variables para su aplicación en la zona norte de Chile.

MATERIAL Y METODOS

Durante 99 días de cultivo entre Febrero y Mayo de 1989 se realizó un experimento en las dependencias de la

Facultad de Recursos del Mar de la Universidad de Antofagasta para evaluar el crecimiento de juveniles de *Penaeus*

vannamei, especie originaria de Panamá. La experiencia se realizó en 4 estanques de concreto de 5 x 10 x 1m (50 m³) con agua de mar hasta un nivel de 80 cm.

El diseño experimental fue al azar en un arreglo factorial sin réplicas, determinándose el efecto de dos densidades de siembra (12 y 24 Ind/m²) y de la temperatura en el crecimiento y sobrevivencia. En todos los tratamientos se sembraron camarones juveniles con un peso promedio inicial de $1,45 \pm 0,5$ g provenientes de los laboratorios de la Universidad Católica del Norte (Sede Coquimbo).

Dos de los cuatro estanques fueron cubiertos por un Invernadero construido con una estructura metálica tubular revestida con polietileno (0,15 mm de espesor) transparente de alta duración y estabilizado contra la acción de los rayos ultravioleta.

Diariamente (08.00 y 18.00 h) se registró la temperatura (termómetro digital Oyster), salinidad (refractómetro Atago), concentración de oxígeno (oxígenoímetro YSI), pH (peachímetro Hatch) y turbidez (disco Secchi). A todos los estanques se le efectuó un recambio diario de agua del 10% del volumen útil, tratando de mantener los parámetros físicos-químicos recomendados por Yoong & Reinoso (1982).

Los estanques fueron abastecidos con agua de mar de aproximadamente 35‰, que previamente fue almacenada en un estanque de 16 m³ para su decantación y luego distribuida mediante una bomba de 3 HP con una descarga de 60 l/min. Ocasionalmente, se adicionó agua pota-

ble clorada para compensar las pérdidas por evaporación.

Durante el período experimental se utilizó como alimento una dieta comercial pelletizada para salmones de 3,5 mm de diámetro con un 55% de proteínas. Diariamente a las 18.00 h se entregó la ración de alimento dejándolo caer por los bordes de los estanques. La tasa alimenticia fue dosificada según lo sugerido por Pretto (1984).

Para evaluar el crecimiento en peso de los camarones se capturaron quince-nalmente 100 individuos por estanque. Estos previa eliminación del exceso de agua de los pleópodos y resto del cuerpo fueron pesados en una balanza digital Sartorius con precisión de ± 0.01 g. Finalizado el pesaje, los camarones fueron reintegrados a sus respectivos estanques.

Los valores de crecimientos obtenidos en los distintos tratamientos se analizaron a un nivel de significancia del 5% aplicando un análisis de covarianza (Sokal & Rohlf 1969). Para todos los cálculos estadísticos se determinó la tasa de crecimiento instantánea (G) y se modeló una ecuación de crecimiento según Ricker (1975).

El porcentaje de sobrevivencia para cada sistema de cultivo y en ambas densidades fue determinado al final del experimento, contabilizando todos los organismos de los estanques.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se resumen los resultados de crecimiento obtenido en ambas condiciones experimentales y a las dos densidades de siembra (12 y 24 Ind/m²) en los 99 días de cultivo.

Se determinó un mejor rendimiento en el sistema bajo Invernadero, lográndose tasas de crecimiento semanal entre 0,92 y 1,05 g a diferencia de los cultivos en estanques exteriores cuyas tasas de crecimiento semanal fueron inferiores a 0,71 g. Igualmente la sobrevivencia fue menor en aquellos individuos cultivados en piscinas exteriores con 82,9 y 67,3% para las densidades de siembra de 12 y 24 Ind/m², respectivamente.

En el Único aspecto que se nota superioridad de los camarones cultivados en el exterior es en el índice de conversión alimenticia con alrededor de 2,1 a diferencia de los individuos cultivados en piscinas bajo Invernadero cuyo valor fue 2,8.

En las Fig. 1 y 2 se presenta los resultados de las distribuciones porcentuales de frecuencia de pesos encontradas para *Penaeus vannamei* en ambas condiciones experimentales, donde se aprecia claramente una menor dispersión modal para los camarones cultivados en estanques exteriores; no obstante, los mejores crecimientos en promedio de peso fueron obtenidos por los camarones mantenidos en condiciones de Invernadero. Esto último se confirma en la Fig. 3 donde se grafican las curvas de crecimiento en peso alcanzados durante el período experimental.

Las proyecciones de crecimiento basadas en la ecuación de Ricker (1975) permiten determinar que en 120 días de cultivo se obtendrían camarones comerciales con un peso promedio de 20 g en piscinas exteriores sujetas a fluctuaciones térmicas y de 30 g en estanques bajo Invernadero (Fig.4).

El análisis estadístico no demostró un efecto significativo de la densidad ($P>0,05$). En cambio la temperatura afectó significativamente el crecimiento ($P<0,05$), análisis que resulta al comparar el crecimiento de ambos tratamientos (camarones cultivados en estanques exteriores e Invernadero).

La Tabla 2 resume los rangos mínimos y máximos de los parámetros físicos y químicos del agua registrados durante la etapa experimental y los recomendados en el cultivo comercial de camarones penéidos en países tropicales (Yoong & Reinoso 1982).

Se observa que los valores no presentan variaciones notorias que afecten la sobrevivencia de *P.vannameli* en ambos grupos experimentales.

La concentración de oxígeno disuelto en los estanques exteriores presentó valores muy superiores al mínimo recomendable; en cambio, en los estanques bajo Invernadero hubo registros de 2,5 mg/l, aunque están por debajo del límite indicado para el buen crecimiento y sobrevivencia de la especie, estos no se alejan del valor mínimo.

La turbidez mostró cambios notorios

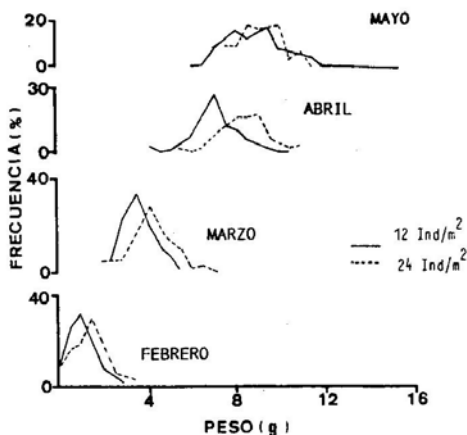


Fig. 1. Distribución porcentual de frecuencia de peso de *Penaeus vannamei* cultivado en piscinas exteriores.

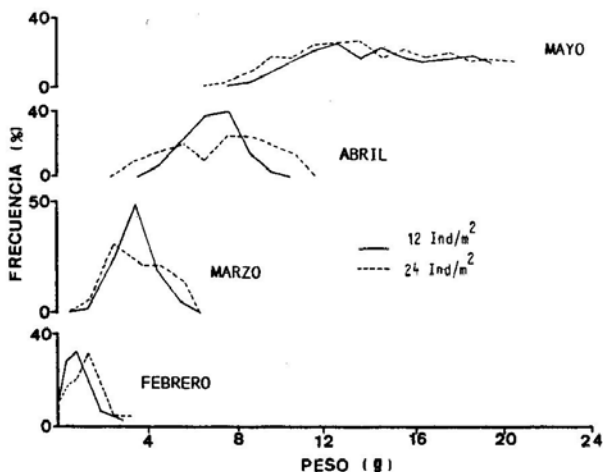


Fig. 2. Distribución porcentual de frecuencia de peso de *Penaeus vannamei* cultivado en piscinas bajo invernadero.

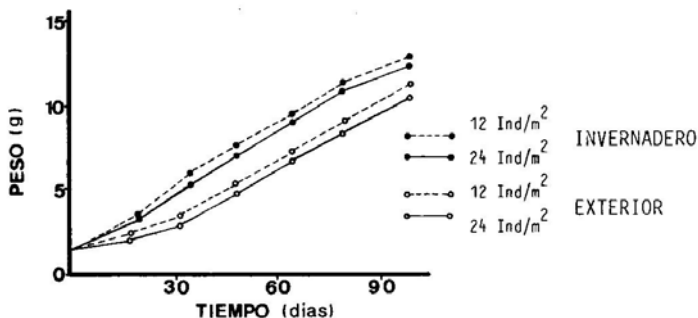


Fig. 3. Crecimiento de *Penaeus vannamei* cultivado en piscinas exteriores y bajo invernadero.

durante la fase experimental de cultivo, con una mayor oscilación de sus valores en las piscinas exteriores sujetas a las diferencias de temperatura entre el día y la noche. En ocasiones la transparencia era de 100%, así como también se registraron valores de 20%, todo esto producto de los rápidos cambios de productividad primaria, corroborado por la coloración observada en el agua según lo sugerido por Pretto (1984).

Los registros de temperatura superficial del agua para ambos tratamientos se ajustaron dentro de los límites establecidos para la especie, detectándose valores por sobre el límite superior en los estanques bajo Invernadero (31°C). Las temperaturas del agua en el Invernadero fueron superiores en 3 a 4°C en relación a las exteriores. Los promedios mensuales de temperatura del

agua para ambas condiciones experimentaron una disminución paulatina y proporcional a la variación estacional (verano - otoño).

El pH se mantuvo constante en ambos sistemas de cultivo durante toda la fase experimental. Los valores registrados son levemente superiores a lo recomendado (Tabla 2), sin embargo no afectó la sobrevivencia y crecimiento de los camarones.

En cuanto a la salinidad se observó que presentó poca variación, manteniéndose en el límite superior del rango recomendado. Se evidenció una tendencia al aumento en los estanques bajo Invernadero debido a la elevada tasa de evaporación, lo que se compensó por la renovación diaria de agua y adición de agua potable.

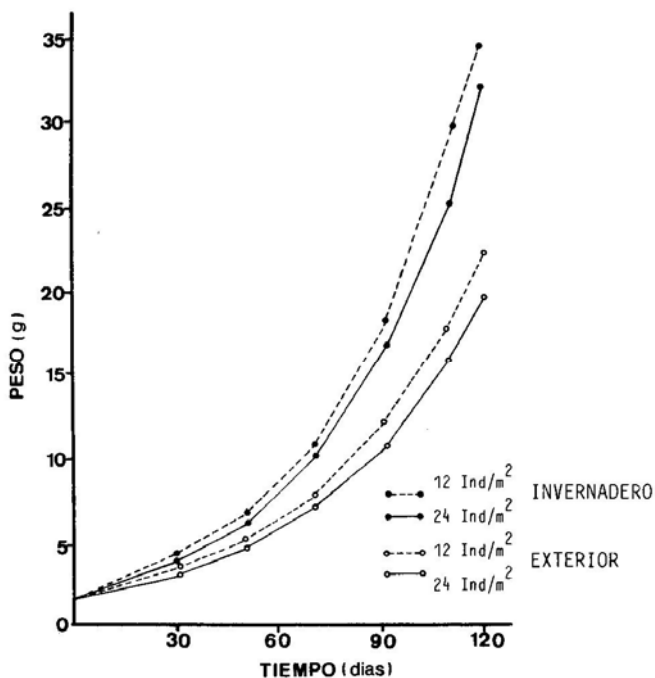


Fig. 4. Crecimiento proyectado según modelo de Ricker (1975) para *Penaeus vannamei* en ambos tratamientos.

Tabla 1. Datos de producción de *P. vannamei* en 99 días de cultivo.

INVERNADERO		EXTERIOR	
Densidad de cultivo (ind/m ²)	12	24	24
Tiempo de cultivo (días)	99	99	99
Promedio peso inicial (g)	1,5 ± 0,4	1,3 ± 0,5	1,4 ± 0,4
Promedio peso final (g)	16,3 ± 2,1	14,3 ± 1,2	11,4 ± 1,3
Crecimiento promedio (g/sem)	1,05	0,92	0,71
Sobrevivencia (%)	100	85	82,9
Incremento biomasa (g/m ²)	176,6	259,6	122,7
Factor de conversión	2,8	2,7	2,1
Producción (Kg/ha)	1.766	2.596	1.227

Tabla 2. Parámetros de calidad de agua en estanques de cultivo.

PARAMETROS AGUA DE CULTIVO	RANGO RECOMENDADO	RANGO MEDIDO ESTANQUES INVERNADERO	RANGO MEDIDO ESTANQUES EXTERIORES
Temperatura (°C)	23,0 - 30,0	26,0 - 31,0	23,0 - 25,6
Oxígeno disuelto (mg/l)	> 3,0	2,5 - 8,0	7,3 - 9,5
Salinidad (‰)	20,0 - 35,0	35,0 - 37,0	35,3 - 35,7
pH	7,0 - 8,0	8,0 - 9,5	8,0 - 9,1
Turbidez (%)	20 - 30	20 - 40	20 - 100

DISCUSION

Las diferencias detectadas en las tasas de crecimiento en ambos tratamientos, son atribuibles al efecto de la temperatura, ya que los valores

medidos en el agua de los estanques bajo Invernadero, coinciden con los óptimos superiores recomendados para los países donde la especie es nativa.

Es así como Pretto (1984), plantea que las temperaturas óptimas del agua para el crecimiento rápido del camarón son superiores a 25°C e inferiores a los 30°C.

En términos globales, todos los parámetros físicos y químicos del agua de los estanques de cultivo en ambos tratamientos se ajustan a los óptimos sugeridos por Yoong & Reinoso (1982) para *P. vannamei*, exceptuando la salinidad que registró valores constantes en el límite superior recomendado, aunque en este estudio no tuvo incidencia en el crecimiento debido, a la renovación permanente de agua.

Cun (1982) plantea que la especie es eurihalina, pero disminuye su tasa de crecimiento cuando la salinidad excede las 35‰ o es inferior a 20‰.

Los bajos valores de mortalidad al final del experimento a la densidad de 24 Ind/m² y la ausencia de ésta en 12 Ind/m² en los estanques bajo Invernadero, muestran una notable superioridad a pesar de las diferencias metodológicas y sistemas de cultivo utilizados por otros autores. Al respecto, Sandifer et al. (1987) trabajando con postlarvas de *P. vannamei* con un peso promedio de 1,3 g en estanques exteriores y a densidades de 10, 20 y 30 Ind/m², determinó porcentajes de sobrevivencia de 66,3, 68,0 y 63,3%, respectivamente.

Por otra parte, Lawrence et al. (1984) en Texas (USA) en estudios con la misma especie, registraron porcentajes de sobrevivencia inferiores (89%) a los del presente estudio con una densidad de 6,7 Ind/m² en 90 días de cultivo. De igual manera, Sandifer et

al. (1988), establecieron un valor promedio de $90,3 \pm 4,5\%$ con densidades de 20, 40, 60 y 100 Ind/m² en sistemas intensivos de producción, utilizando aireación suplementaria. Estos mismos autores, concluyeron que la densidad no tiene un efecto significativo sobre las tasas de crecimiento, sobrevivencia y conversión alimenticia, pero la producción se incrementa directamente con su aumento. Esta situación se comprobó en este estudio (Fig. 3 y Tabla 1), donde las diferencias que se aprecian no son atribuibles a la densidad, sino más bien a la estabilidad térmica y mayor temperatura alcanzada en el sistema de estanques bajo Invernadero, respecto a los estanques exteriores.

Por otra parte, los niveles de productividad primaria en los estanques bajo condiciones de Invernadero fueron superiores en relación a los exteriores, aunque esta afirmación se basó en la coloración que presenta el agua de cultivo según lo propuesto por Pretto (1984). De esta manera, podría justificarse los mejores índices de conversión alimenticia alcanzados por los camarones en los estanques exteriores, ya que al no disponer de una cantidad importante de alimento natural, consumieron preferentemente el pellet entregado, a diferencia de los camarones en la otra condición experimental que dispusieron de un aporte constante durante todo el período de estudio, ya que la presencia de fitoplancton y especialmente de diatomeas se considera una condición indispensable en los estanques de cultivo (Phillips 1984, Shigueno 1985), por el aporte a la nutrición de los camarones debido a la alta concentración de ácidos grasos polinsaturados (Orcutt &

Peterson 1974), lo que promueve el crecimiento (Kanazawa et al. 1979).

Esta mayor productividad primaria de los estanques bajo invernadero puede atribuirse a las condiciones ambientales que se lograron por efecto de la estabilidad térmica. Yoong & Reinoso (1982), consideran a la luz y al calor como factores físicos indispensables para obtener una elevada producción vegetal y por consiguiente la producción camaronera estará en directa relación con la cantidad de alimento natural presente en el estanque.

Aunque las densidades empleadas fueron muy superiores a las utilizadas en el cultivo comercial en Ecuador y Panamá (Yoong & Reinoso 1982, Cun 1982, Pretto 1984), el crecimiento semanal de 1,0 g alcanzado en estanques bajo invernadero son similares a los logrados en la actividad comercial de esos países para *P. vannamei*. Sin embargo, los valores de crecimiento semanal registrados por Wyban et al. (1988) de 1,4 y 1,5 g partiendo de postlarvas de la misma especie en un sistema intensivo de cultivo, son superiores a los de este estudio trabajando con densidades de 75 y 100 Ind/m², respectivamente.

Wyban & Sweeney (1989) sembraron juveniles a una densidad de 45 Ind/m², alimentados una vez al día lograron 0,7 g/semana. Estos mismos autores mejoraron sustancialmente el crecimiento de *P. vannamei* al dividir en cuatro la ración alimenticia diaria, con lo cual se incrementó la tasa de crecimiento a 1,8 g/semana. Este manejo en la alimentación ha sido utilizado con buen éxito en otras especies (*P. monodon*),

constituyéndose en una alternativa viable para mejorar los crecimientos (Chiang & Liao 1985).

El uso de sistemas de invernadero para incrementar la temperatura del agua se visualiza como una buena alternativa para zonas con climas templados donde no se alcanzan los valores de temperatura de ambientes tropicales (Kneale et al. 1981, Seldman & Issar 1988). Pese a que *P. vannamei* es una especie euriterma, la temperatura juega un importante rol en la mayoría de los procesos biológicos, lo cual permite explicar las diferencias en el crecimiento y sobrevivencia en ambos tratamientos.

Murrieta et al. (1982) y Aquacop (1984) plantean que esta especie se ve afectada en su fisiología a temperaturas inferiores a 23°C.

Aunque los valores de temperatura del agua en los estanques exteriores están dentro del rango apropiado, por encontrarse al aire libre se produce una importante pérdida calórica durante la noche, lo cual incide fuertemente en la actividad metabólica del organismo. Este parámetro actúa como una limitante en la distribución, crecimiento y sobrevivencia como ha sido explicado por Iversen (1971) y Odum (1983), implicando su efecto un mayor gasto energético en los procesos biológicos (Kinne & Rosenthal 1977). Estas consideraciones se refuerzan por los resultados observados por Venkataramiah et al. (1974) en *P. aztecus*, donde la tasa de crecimiento casi se duplica cuando hay un incremento de la temperatura del agua en 5°C (21° a 26°C), pero declina cuando la temperatura sube a 31°C.

Sin duda, que las proyecciones de crecimiento (Fig.4) de los camarones en los sistemas de Invernadero son alentadoras, debido a que en 120 días de cultivo se obtendrían organismos sobre los 30 g de peso total en ambas densidades, con producciones máximas entre 1.766 y 2.596 kg/ha. Pretto (1982), reportó valores de 900 a 1300 Kg/ha/cosecha para la camarucultura comercial de Panamá.

No obstante, la formulación de un alimento específico para la especie, manejando la frecuencia de alimentación, fertilizando los estanques y empleando aireación suplementaria se optimizarían los resultados logrados.

Por otra parte, se visualiza el cultivo de *P. vannamei* como promisorio basándose en la respuesta que tiene a las altas densidades (Parker et al. 1974, Salsar et al. 1978, Sandifer et al. 1988, Wyban et al. 1989) y por los elevados porcentajes de sobrevivencia alcanzados en el presente estudio. De acuerdo con los resultados obtenidos ambas alternativas de cultivo parecen perfectamente viables, recomendando el uso de Invernaderos cuando las variaciones de temperatura día y noche sean marcadas, si se desea acelerar la tasa de crecimiento o bien para prolongar la estación de crecimiento a los meses de otoño.

LITERATURA CITADA

- Aquacop, 1984. Review of ten year of experimental Penaeid Shrimp Culture in Tahiti and New Caledonia (South Pacific). Journal of the World Mariculture Society, 15:73-91.
- Colvin, L.B. 1985. Intensive growout systems for shrimp. In: G.W. Chamberlain, M.G. Hoby & R.J. Miget (Editors), Texas Shrimp Farming Manual, An Update on Current Technology. Texas Agriculture Extension Service, TX. pp. IV1-IV12.
- Cun, M. 1982. Guía práctica para la cría de camarones comerciales (*Penaeus*) en Ecuador. Boletín Científico y Técnico, 5 (1):28 p. Instituto Nacional de Pesca, Ecuador.
- Chiang, P. & I.C. Liao. 1985 The practice of grass prawn (*Penaeus monodon*) culture in Taiwan from 1968 to 1984. Journal of the World Mariculture Society, 16:297-315.
- Iversen, E.S. 1971. Cultivos Marinos: Peces-Moluscos-Crustáceos, 310 pp. Acribia, Zaragoza, España.

- Kanazawa, A., Teshima S. & K. Ono. 1979. Relationship between essential fatty acid requirements of aquatic animals and the capacity for bioconversion of linolenic acid to highly unsaturated fatty acids. *Comparative Biochemistry and Physiology B* 63:295-298.
- Kinne, O. & H. Rosenthal. 1977. Cultivations of animal: Comercial Cultivation (Aquaculture). In: Kinne, O. (ed) *Marine Ecology*. Vol. 3 Cultivation: 1321-1398. John Wiley & Sons, New York.
- Kneale, D.C., Sulman S.E., Roberts D.K. & H.J. Khalafalla. 1981. Studies on greenhouse temperature control and water flow for intensive shrimp culture. Annual Research Report, Kuwait Institute for Scientific Research, (1981): 96-99.
- Lawrence, A.L., Johns, M.A. & W.L. Griffin. 1984. Shrimp mariculture: State of the art. 12 pp. Texas A & M University, Sea Grant Program, College Station, TAMU-SG-84-502, Texas.
- Murrieta, X., Martinez, L. & C. Villavicencio. 1982. Cultivo de camarón azul *Penaeus stylirostris* en lagunas costeras. *Ciencia Interamericana*, 22(1-2): 38-43.
- Odum, E.O. 1983. *Ecología*, 639 p. 3a. Edición Interamericana, México.
- Orcutt, D.M. & Petterson, G.W. 1974. Effect of light intensity upon lipid composition of *Nitzschia closterium*. *Lipids*, 9: 1000-1003.
- Parker, J.C., Conte, F.S., Macgrath W.S. & B.W. Miller. 1974. An intensive culture system for penaeid shrimp. *Proceeding of the World Mariculture Society*, 5: 65-79.
- Phillips, N.W. 1984. Role of different microbes and sustrates as potential suppliers of specific, essential nutrients to marine detritivores. *Bulletin of the Marine Sciences*, 35(3): 283-298.
- Pretto, R. 1982. Cría de camarones penelidos en Panamá. *Rev. Lat. Acui.* (13): 34-42.
- Pretto, R. 1984. Manual de cría de camarones peneidos en estanques de aguas salobres, 54 p. Ministerio de Desarrollo Agropecuario. Dirección Nacional de Acuicultura, Panamá.
- Ricker, W.R. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of fisheries Research Board of Canada* (191): 382 p.

- Salser, B., Mahler, L., Lightner, D., Ure, J., Donald, D., Brand, C., Stamp, N., Moore, D. & B. Colvin. 1978. Controlled environment aquaculture of penaeids. In: P.M. Kaul and C.J. Sinderman (Editors), *Drugs and food from the Sea, Myth or Reality?*. University of Oklahoma Press, Norman, OK, pp. 345-355.
- Sandifer, P. & T. Smith. 1978. Aquaculture of Malaysian Prawns in controlled environments. *Food Technology*, 32 (7): 36-38, 40-42, 44-45, 83.
- Sandifer, P., Hopkins, N.S. & A.D. Stokes. 1987. Intensive culture potential of *Penaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 18 (2): 94-100.
- Sandifer, P., Hopkins, N.S. & A.D. Stokes. 1988. Intensification of shrimp culture in earthen ponds in South Carolina: Progress and Prospects. *Journal of the World Aquaculture Society*, 19 (4): 218-226.
- Seidman, E.R. & G. Issar. 1988. Culture of *Penaeus semisulcatus* in Israel. *Journal of the World Aquaculture Society*, 19 (4): 237-247.
- Shigueno, K. 1985. Intensive culture and feed development SEAFDEC Aquaculture Newsletter, January 1985, pp. 3-6.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1969. *Biometría: Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. 832 p. H. Blume, Madrid.
- Venkataramiah, A, Lakshmi, G.J. & G. Gunther. 1974. Studies on the effect of salinity and temperature on the commercial shrimp *Penaeus aztecus*, with special regard to survival limits, growth, oxygen consumption and ionic regulation. U.S. Army Corps Eng. Waterways Exp. Stn., Vicksburg, MS, Contract Rep. H-74-2: 134 pp.
- Wilson, R., Ramos, R. & O. Zúñiga. 1987. Perspectivas de desarrollo del cultivo de camarones peneidos en el norte de Chile. In: Arana, P. (Ed), *Manejo y Desarrollo Pesquero*. pp 243-249.
- Wyban, J.A., Lee, C.S., Sato, V.I., Sweeney, J.N. & W.K. Richards. 1987. Effects of stocking density of shrimp growth rates in manure-fertilized ponds. *Aquaculture*, 61: 23-32.
- Wyban, J.A., Sweeney, J.N. & R.A. Kanna. 1988. Shrimp yields and economic potential of intensive round pond systems. *Journal of the World Aquaculture Society*, 19 (4): 110-117.
- Wyban, J.A. & J.N. Sweeney. 1989. Intensive shrimp growout trials in a round ponds. *Aquaculture*, 76: 215-225

- Wyban, J.A., Pruder, G.D. & K.M. Leber. 1989. Paddlewheel effects on shrimp growth, production and crop value in commercial earthen ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*, 20 (1):18-23.
- Yoong, E. & N. Reinoso. 1982. Cultivo del camarón marino (*Penaeus*) en el Ecuador. Recomendaciones. *Boletín Científico y Técnico*, 5(2): 43 p. Instituto Nacional de Pesca, Ecuador.
- Zúñiga, O., Ramos, R., Wilson, R. & M. de León. 1988. Introducción, aclimatación y crecimiento de los camarones *Penaeus vannamei* y *Penaeus stylirostris* en el norte de Chile. *Estudios Oceanológicos*, 7: 59-69.