

Efecto de la densidad de siembra y la estacionalidad en la producción de camarón azul *Litopenaeus stylirostris*

Aragón-Noriega, Eugenio Alberto¹, Julio Humberto Córdova-Murueta¹, Hector Leonel-Trías Hernández² y Alma Rosa García-Juárez³

¹ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. Unidad Guaymas. Km 2.3 Carretera a Tinajas, Predio el Tular. A.P. 349. C.P. 85448, Guaymas, Sonora.

² Maricultura de Sonora, S. A. de C. V. Bulevar Luís Encinas Lateral 3 s/n, Fraccionamiento Villas de Miramar CP. 85450. Guaymas, Sonora.

³ Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas. Calle 20 No. 605 Sur, CP. 85400, Guaymas, Sonora. E-mail: aragon@cibnor.mx.

ARAGÓN-NORIEGA, E. A.; J. H. Córdova-Murueta; H. L. Trías-Hernández y A. R. García-Juárez. 2000. Efecto de la densidad de siembra y la estacionalidad en la producción de camarón azul *Litopenaeus stylirostris*. INP. SAGARPA. México. Ciencia Pesquera No. 14.

La principal especie de cultivo, desde 1996, en las granjas comerciales de Sonora fue el camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson). Sin embargo, el conocimiento a esta escala de cultivo es escaso. Con el propósito de establecer el efecto de la densidad de siembra sobre la supervivencia y el crecimiento en dos épocas del año se realizó un cultivo de esta especie en primavera, verano y otoño de 1997. Se usó densidad de 15, 18, 20 25 y 30 postlarvas por metro cuadrado (Pl/m²) en 15 estanques rústicos de 1.8 a 4.1 ha. La temperatura promedio fue 23.6 °C y 27.5 °C y la salinidad de 45.4 y 39 ‰ en primavera y verano-otoño, respectivamente. El oxígeno estuvo por arriba de los 4 mg/l en ambos ciclos. La supervivencia y el crecimiento fueron inversamente proporcionales a la densidad de siembra en ambos ciclos. La supervivencia fue superior en verano-otoño que en primavera. Se concluye que los dos ciclos de cultivo son técnicamente factibles en el estado de Sonora y que la densidad de siembra adecuada es de 15 Pl/m² en primavera y de 20 Pl/m² en verano-otoño para la especie *L. stylirostris*. Palabras clave: cultivo, dos ciclos, *Litopenaeus stylirostris*, densidades.

*The major target species for commercial shrimp farm in Sonora was the blue shrimp Litopenaeus stylirostris (Stimpson) since 1996. However, no much knowledge is available in this culture level. In order to know the effect of stocking density over survival and growth at two different seasons, a trial with this species during spring and summer-fall in 1997 was carried out. Five stocking densities: 15, 18, 20, 25 and 30 Pl/m² were used in 15 earthen ponds, 1.8 to 4.1 ha each. Temperature for the two earlier months of culture in the mornings was 23.6 and 27.5 °C for spring and summer-fall, respectively, and salinity was 45.4 and 39 ‰ for spring and summer-fall, as well. Dissolved oxygen was up 4 mg/l in both two-culture periods. It was found that the growth and survival was dependent from density. Survival was higher on summer-fall period than in spring one. We concluded that two culture cycles are technically feasible in Sonora and the best stocking density is 15 Pl/m² for winter and 20 Pl/m² for summer if *L. stylirostris* is used as a major culture species.*

Introducción

La especie que más se ha utilizado en los cultivos comerciales de México es el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Desde 1995, esta especie ha sido afectada fuertemente por una enfermedad de tipo viral (presumiblemente *Taura*) y después de los fracasos que la enfermedad causó en las granjas comerciales de cultivo de camarón en México se encontró como alternativa el camarón azul *L. stylirostris*.

El camarón azul no se había cultivado como especie principal en granjas comerciales, pero se tenían experiencias en el ámbito experimental, por lo que las granjas comerciales crearon diferentes estrategias de producción con el propósito de mantener los volúmenes que se obtenían rutinariamente con camarón blanco.

Estas estrategias fueron: tener un solo ciclo de cultivo para cosechar tallas grandes o dos ciclos de cultivo para conseguir mayor volumen con tallas chicas. Sin embargo, como no se conocía el desempeño de la especie, también se planeó tener dos ciclos de cultivo y obtener tallas grandes en cada ciclo.

El régimen anual de temperatura en el noroeste de México no permite que en una parte importante del año existan condiciones óptimas para el cultivo de camarón en estas zonas (Fig. 1)

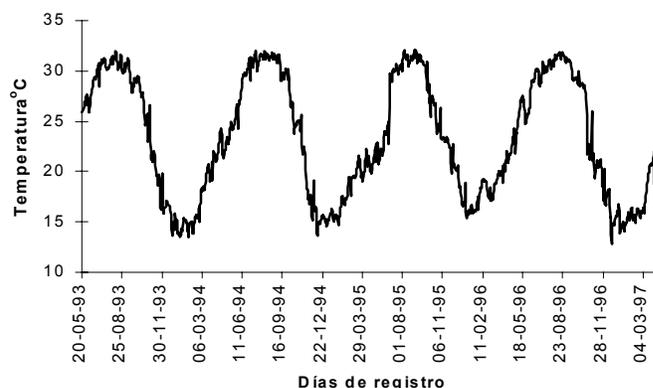


Fig. 1. Variación de la temperatura media diaria del agua de mar en el Golfo de California (tomada de Aragón-Noriega, 2000).

La temperatura se considera la variable ambiental que más influencia tiene sobre la tasa metabólica y, por consiguiente, sobre la tasa de crecimiento del camarón (Dall *et al.*, 1990). Aragón (1993) y Robertson *et al.* (1992) han encontrado que a bajas temperatura el

crecimiento es lento y en sus resultados es interesante ver que presentan diferencias de cuatro o cinco grados centígrados entre un experimento y otro en los que se compara el crecimiento. También es común ver que cuando se presentan resultados de algún cultivo comercial o experimental se utiliza la temperatura promedio del día, del mes o del periodo de cultivo.

Se menciona lo anterior porque que en los estanques comerciales, a la intemperie, las diferencias en temperaturas entre la mañana y la tarde son de dos, tres o hasta cinco grados centígrados.

Del oxígeno se sabe que durante la noche y las primeras horas de la mañana su cantidad tiende a disminuir porque en estas horas es consumido por el fitoplancton presente en el estanque (Madenjian, 1990). Estas horas son las que se consideran críticas en un cultivo. Cabe hacerse la pregunta: ¿A qué horas se presentan los niveles máximos y mínimos de las variables de calidad del agua, en particular temperatura y oxígeno disuelto (OD)?

Este trabajo tiene como propósito conocer el desempeño del camarón azul *L. stylirostris* en condiciones de cultivo comercial a distintas densidades y cultivado en dos distintas estaciones del año. Se discuten los resultados para determinar cuál es la densidad de siembra más adecuada en cada ciclo de cultivo en esta zona del país.

Antecedentes

En 1973, la unidad de Puerto Peñasco del Centro de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad de Sonora (CICTUS), mediante un convenio de colaboración con la Universidad de Arizona y la Coca-Cola Inc. inició el proyecto de producción piloto de camarón azul en medio ambiente controlado. Para 1975 el equipo de investigación demostró y presentó resultados alentadores en la producción intensiva de camarón azul *L. stylirostris*. El trabajo arrojó datos importantes en materia de nutrición, pero por problemas legales los inversionistas extranjeros trasladaron el plan piloto a otro país y dieron por concluido el proyecto en 1980 (Rodríguez, 1988). A estos estudios le siguieron otros de manera experimental de Castellanos (1982) y Martínez (1987), quienes trabajaron principalmente con densidades de más de 100 ind/m² pero en corrales en esteros del centro de Sonora.

El cultivo del camarón azul en estanquería rústica y de manera comercial se realizó en otras regiones del país (Hernández *et al.*, 1995) e incluso en otros países (Goxe *et al.*, 1988). Los investigadores informaron por primera vez del uso del camarón azul en estanquería comercial y, por tanto, la densidad utilizada no pasó de 20 ind/m².

De la revisión de la literatura se concluyó que el camarón azul no es la especie principal de cultivo en estanques comerciales, por lo que no es común la literatura sobre este tema. Sin embargo, el camarón azul como especie principal en los cultivos ha causado una "revolución azul" en el estado de Sonora (Jory, 1998) y la principal entidad promotora de este fenómeno es la empresa privada Super Shrimp S. A. que inició sus cultivos comerciales en 1996 y con mayor intensidad en 1997. Los datos de todos sus clientes se han analizado y se presentan promedios de sobrevivencia y crecimiento, así como otros aspectos del manejo de la especie (Clifford, 1997).

Área de estudio

La granja camarónicola donde se realizó el cultivo se localiza a tres kilómetros del poblado San José de Guaymas, municipio de Guaymas,

Sonora, al noroeste del estero El Rancho, en las coordenadas 27°58'20" latitud Norte y 110°52'10" longitud Oeste. El estero es propiamente una laguna costera, tiene 500 ha de espejo de agua, 1 m de profundidad promedio y se comunica con el mar por una boca de 150 m de ancho abierta permanentemente (Fig. 2).

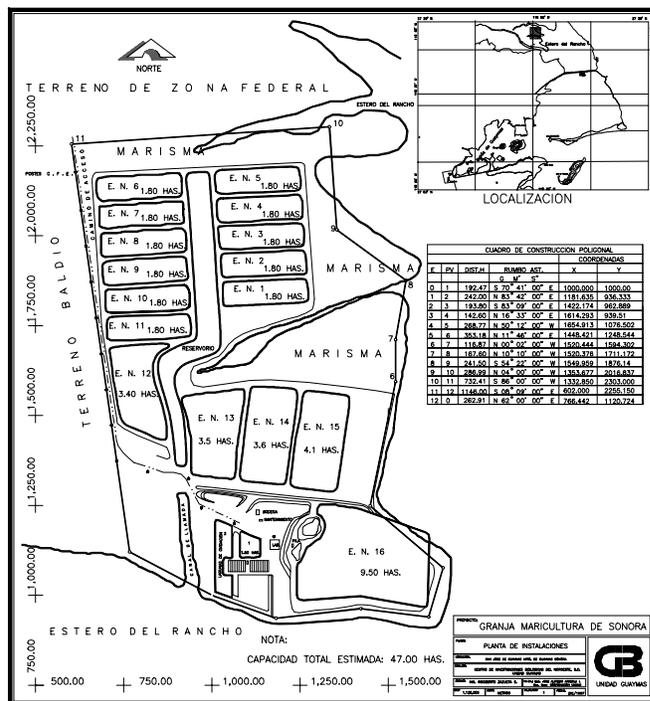


Fig. 2. Ubicación geográfica de la granja Maricultura de Sonora S. A. de C. V. Que muestra la distribución y tamaño de los estanques

Métodos y Materiales

Diseño

La granja tiene 16 estanques rústicos de diferentes dimensiones. Once estanques tienen 1.8 ha de espejo de agua, cuatro tienen entre 3.4 y 4.1 ha y uno mide 9.5 ha. También hay en la granja 20 estanques de concreto de 150 m².

El cultivo se dividió en dos periodos o ciclos. El primero (llamado de primavera) inició a finales de marzo y se cosechó a finales de julio. En el segundo ciclo (verano-otoño) se inició la siembra a finales de agosto y se cosechó a principios de diciembre. Los dos ciclos se llevaron a cabo durante el año de 1997.

Preparación de los suelos

Para secar y preparar los estanques se sellaron perfectamente las compuertas de salida y se drenaron con ayuda de bombas eléctricas y motobombas de 2 a 4 pulgadas de diámetro, porque las compuertas de salida están por debajo del nivel de marea y aportan agua por ella. Ya secos los estanques por exposición al sol, se pasó una rastra de uso agrícola jalada con un tractor. Posteriormente, para desinfectar el fondo se esparció cal homogéneamente

a razón de 500 kg/ha. Después se compactó y niveló el piso con una estructura pesada de metal jalada con el tractor.

Esta medida sanitaria actualmente se sigue fomentando por autoridades oficiales competentes, debido a los reportes de alta mortalidad de camarón en estanques de cultivo en algunas granjas del noroeste del país (SEMARNAP, 1996).

Fertilización

Cada uno de los estanques se llenó con agua aproximadamente a tres cuartas partes de su capacidad y se aplicó fertilizante inorgánico, así como urea y superfosfato a razón de 30 y 5 kg/ha, respectivamente. Diariamente se registró la coloración del agua y cuando se consideró necesario se aplicó fertilización de mantenimiento a razón de 5 kg/ha de urea y 0.45 kg/ha de superfosfato. El fertilizante se aplicó al boleo una vez que se diluyó en agua.

Recambio de agua

Las condiciones óptimas del agua en el cultivo de camarón dependen principalmente de un recambio constante, así como de la aireación artificial. A medida que avanza el periodo de cultivo se incrementa el recambio. Los primeros recambios fueron del 10% y esto fue incrementándose a través del cultivo hasta 40% por día.

Fuente de postlarvas

Se compró un lote de postlarvas de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* al laboratorio de producción larvaria del Instituto de Acuicultura del Estado de Sonora (IAES), con sede en Bahía de Kino, Sonora.

Transporte

La semilla adquirida fue transportada por el vendedor desde el lugar de compra hasta los estanques en un vehículo equipado con un transportador de fibra de vidrio, con capacidad de 2,000 litros de agua, y tanques de oxígeno provisto de mangueras y piedras difusoras a una densidad aproximada de 1,000 postlarvas por litro (Pl/l).

Aclimatación

Para aclimatar las postlarvas se comparó la temperatura y salinidad del tanque en el que arribaron con la temperatura y salinidad del estanque donde se sembrarían. Posteriormente, se agregó agua del estanque al tanque transportador hasta igualar la temperatura y la salinidad. La adición de agua se detenía cuando había cambiado dos partes de sal o 1 °C de temperatura por una hora. Durante este proceso se suministraron nauplios de *Artemia* como alimento para las postlarvas. Después del proceso de aclimatación la semilla fue liberada en el estanque.

Densidad de siembra

Para calcular la densidad de organismos para la siembra se realizó el conteo de postlarvas por el método volumétrico, para lo cual se tomó una alícuota de un volumen conocido, se obtuvo una muestra, se contó el número de individuos y el resultado se extrapoló al volumen

total. Se utilizaron cinco distintas densidades de siembra en el ciclo de primavera y tres en el ciclo de verano-otoño. Los estanques que se analizan varían en tamaño (en cada ciclo), pero se usó la misma densidad y el mismo tamaño de estanque en cada ciclo de cultivo (Tabla 1).

Tabla 1. Densidad de siembra usada en los dos ciclos de cultivo comercial de camarón azul.

Area del Estanque	PRIMAVERA		VERANO-OTOÑO	
	Densidad (Pl/m ²)	No. De Estanque	Densidad (Pl/m ²)	Estanques Estanque
1.8	15	6		
1.8	25	2	25	6
1.8	30	1		
3.5	20	2	20	2
4.0	18	2	18	2

Alimentación

Se usó alimento balanceado de la marca comercial Purina, con dos presentaciones: migaja y apastillado (*pellet*) de 40% y 35% de proteína cruda, respectivamente. La migaja se usó desde la siembra hasta los tres gramos de peso medio individual. A partir de ahí se usó el apastillado, aunque al inicio se mezcló con migaja y después se sustituyó completamente.

Desde la siembra hasta 20 días sólo se suministraron dos raciones diarias y posteriormente se aumentaron a cuatro. Cuando se alimentó dos veces al día se proporcionó el 50% del total diario en cada ración y cuando se cambió a cuatro veces se aplicó el 25% del total en cada ración. Desde ese momento se colocaron canastas con alimento, para verificar el consumo, y la cantidad de alimento proporcionada se basó en el consumo observado en las canastas.

El alimento se distribuyó por un área de la orilla del estanque. La cantidad de alimento se fue ajustando según los requerimientos, que se obtuvieron en la revisión de la canasta: si tenían sobrante de alimento la ración siguiente se disminuía y si se encontraba vacía (sin residuos de alimento) la ración se incrementaba.

Para obtener un buen factor de conversión alimenticia (FCA) y una buena rentabilidad de la granja es importante regular el consumo de alimento. Para este tipo de control se usaron canastas de alimentación típicas de forma cuadrada, con un marco rígido, construido con varilla de 3/8", al cual se cose tela de mosquitero ligeramente holgada. De cada esquina del marco se amarra un cabo de polipropileno de 3 a 4 mm de grosor y de estos cuatro cabos se une al centro a otro cabo de una longitud que permita que la canasta llegue al fondo del estanque. En el extremo del cabo se amarra un flotador, para facilitar la recuperación de la canasta. El número de canastas en cada estanque varió de acuerdo con el tamaño del estanque. En cada estanque se colocaron cuatro canastas. Se aseguró que la canasta estuviese en el fondo, exactamente al terminar la pendiente del bordo del estanque. El alimento proporcionado en la canasta fue el 3% de la ración, la cual se repartía en las canastas usadas y se revisaban dos horas después de colocadas. Las canastas se colocaban en la periferia del estanque, usando muelles de estaca para facilitar el acceso.

Para la alimentación y colocación de canastas se utilizaron grupos de tres trabajadores, dos alimentaban a bordo de una panga con motor fuera de borda de 2 CF y el otro colocaba el alimento en las charolas, llegando a ellas en bicicleta o en tricimoto.

El factor de conversión alimenticia se calculó con base en los kilogramos de alimento utilizados durante el cultivo para obtener uno de camarón.

Crecimiento

Para medir el crecimiento se realizaron muestreos semanales con atarraya de 5 m de diámetro y 1 cm de luz de malla. Los lances se efectuaron en dos esquinas encontradas de cada estanque hasta capturar entre 100 y 120 individuos, los cuales se secaron y pesaron en una balanza de precisión de 0.1 g. Este registro se realizó durante todo el cultivo y se incrementó hasta 300 el número de muestras durante la cosecha.

Supervivencia

En la cosecha se obtuvo el promedio de peso final de los camarones cultivados. También se obtuvo el peso total de la cosecha, que sirvió de base para calcular el número de camarones obtenidos al final del periodo de cultivo. Se obtuvo el porcentaje de supervivencia considerando la densidad de siembra por estanque al inicio del cultivo.

Registros de calidad del agua

Dentro de las variables más importantes de la calidad del agua que se midieron está el pH, con un potenciómetro manual; la temperatura con un termómetro, el oxígeno disuelto con un oxímetro eléctrico y la salinidad con un refractómetro. Los datos se tomaron durante el periodo de cultivo cuatro veces al día (a las 05:00, 06:00, 15:00 y 16:00 h). Para calcular el recambio diario se registró el nivel del estanque y la cantidad de agua que se agregaba y la que se drenaba. También se registró la transparencia usando el disco de Secchi. En la compuerta de salida se registró la temperatura y la salinidad, y en la superficie el pH, la salinidad y la transparencia.

En el estanque número 8 se dio un seguimiento más detallado de las variables físico-químicas: temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto, las cuales se registraron *in situ* cada 15 minutos durante 48 horas por medio de un equipo computarizado con sensores eléctricos de marca Hydrolab y modelo Recorder.

Resultados

Los resultados más sobresalientes en cuanto a calidad del agua son los de temperatura. La diferencia que se presenta en los dos primeros meses de cultivo es significativamente diferente ($P < 0.05$) (Tabla 2). Se dan los resultados promedio sólo de los dos primeros meses, ya que este tiempo es cuando ocurre la mayor mortalidad de los organismos sembrados. Como es de esperarse, los registros más bajos de temperaturas se obtienen en el ciclo de primavera y las más altas en el ciclo de verano-otoño.

Otra variable importante que también presenta diferencias significativas ($P < 0.05$) en los dos primeros meses de cultivo es la salinidad, la cual es más baja en el ciclo de verano-otoño, principalmente por el

Tabla 2. Calidad media del agua en los ciclos de primavera y verano-otoño de 1997 en la granja camaronícola de San José de Guaymas, Son., México

	PRIMAVERA			VERANO-OTOÑO		
	X	DS	I. C.	X	DS	I. C.
Temperatura (mañana)	23.64	2.35	0.34	27.5	2.48	0.20
Temperatura (tarde)	26.30	2.55	0.36	31.7	2.01	0.18
Oxígeno (mañana)	4.83	1.47	0.21	4.05	1.76	0.15
Oxígeno (tarde)	9.01	2.22	0.31	7.17	1.93	0.17
pH (mañana)	8.68	0.28	0.04	7.71	0.20	0.02
pH (tarde)	8.79	0.28	0.04	7.95	0.27	0.03
Salinidad	45.42	1.27	0.20	39.0	3.93	0.34

aporte de agua dulce proveniente del arroyo San José. Aunque el aporte es escaso resulta suficiente para reducir los valores de salinidad en el estanque.

Una variable que tiene gran importancia sobre el desempeño de los camarones en los estanques de cultivo es el oxígeno; sin embargo, los registros en ambos ciclos se presentan por arriba de los intervalos óptimos para el cultivo del camarón.

En la figura 3 se observa el comportamiento de la temperatura y el oxígeno disuelto en el periodo de 48 horas. En ambos días las variables presentan sus máximos entre las 16:00 y las 17:00 horas y los mínimos alrededor de las 08:00 horas.

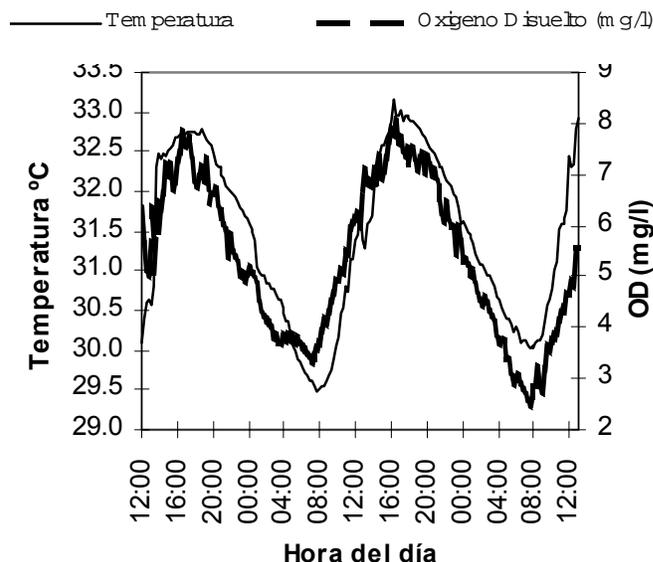


Fig. 3. Variación de la temperatura y Oxígeno en un estanque de Cultivo comercial.

Después del anterior resultado se tomaron los datos de 24 horas y se suavizaron con la aplicación de un modelo polinomial (apoyados en el programa Excel). Modelar el comportamiento permite tener los valores aproximados esperados para los puntos máximo y mínimo en el período de 24 horas (Fig. 4) y de gran ayuda porque el valor real medido presenta variaciones que pueden ser causadas por acciones biológicas o por el viento (el equipo permanece fijo en un solo lugar).

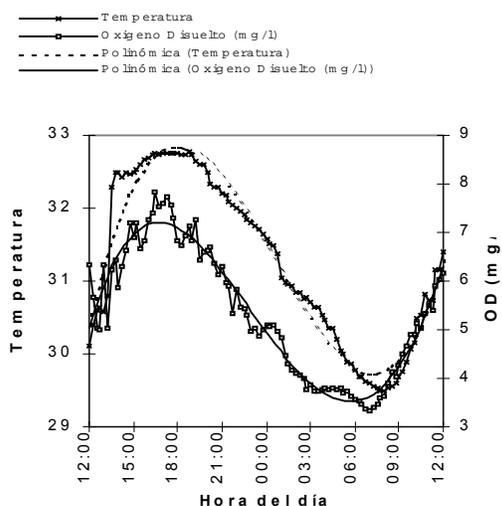


Fig. 4 Representación de la temperatura y oxígeno mediante un modelo polinomial, en un período de 24 horas.

Finalmente, algo que llamó la atención después de analizar los resultados de los periodos de 24 horas fue la variación de hasta cuatro grados que se presenta en menos de ocho horas. Para ver el comportamiento de la variación entre la mañana y la tarde se tomaron los datos medidos en un estanque (en los cuales se colocó el *Hydrolab*) durante todo el periodo de cultivo. La variación promedio en todo el período de cultivo es de 3.2 grados centígrados. Sin embargo la diferencia es menor en los primeros meses de cultivo y tiende a incrementarse hacia los últimos meses de cultivo (Fig. 5). Esto es porque es un cultivo de primavera-verano.

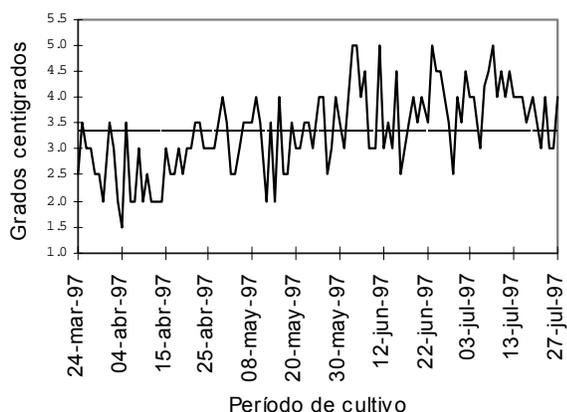


Fig. 5. Variación de la diferencia de temperatura entre las 08:00 y 15:00 horas durante todo el período de cultivo.

La supervivencia es uno de los parámetros biológicos que tienen más importancia sobre la producción del estanque, y es dependiente de la densidad (Tabla 4). La menor densidad utilizada (15 Pl/m²) presentó una sobrevivencia de 70% y la más alta (30 Pl/m²) dio el 20%. Esto en el ciclo de primavera. Sin embargo, el mismo comportamiento se presenta en el ciclo de verano-otoño. El resultado más sobresaliente es el comportamiento de la supervivencia entre ambos ciclos. Para una misma densidad de siembra fue más alta en el ciclo de verano-otoño que en el de primavera; es decir, es dependiente de la densidad y de la estación del año.

El crecimiento pareciera no ser dependiente de la densidad, ya que a la mayor densidad de siembra se obtuvo la ganancia semanal más alta. Tomando en cuenta que la mayor mortalidad ocurre en las primeras semanas de cultivo, tenemos entonces un ajuste a la densidad de cultivo (no de siembra). En la *tabla 3* se presentan los resultados de la ganancia semanal y las densidades de siembra y de cosecha, y se aprecia que el crecimiento también es dependiente de la densidad.

Tabla 3. Crecimiento semanal promedio según la densidad de siembra y cosecha durante los ciclos de primavera y verano-otoño de 1997 en la granja camarónicola de San José de Guaymas, Son., México.

CICLO	DENSIDAD DE SIEMBRA	DENSIDAD DE COSECHA	GANANCIA SEMANAL (g)
PRIMAVERA	15	10	0.98
	18	11	0.81
	20	11	0.82
	25	12	0.94
	30	6	1.21
VERANO-OTOÑO	18	13	0.87
	20	14	0.83
	25	16	0.79

La producción promedio reportada de la cepa de camarón azul usada en esta granja es de 1,700 kg/ha. En este año durante ambos ciclos de cultivo se logró un promedio de 1,900 kg/ha, superior al promedio reportado, aunque esta producción tiene también un intervalo que va desde los 1,200 hasta los 2,500 Kg/ha. Esta producción sumada en dos ciclos se convierte en un total de 3,700 kg/ha/año (Tabla 4).

Los factores de conversión alimenticia durante el primer ciclo estuvieron en el intervalo de 1.8 a 2.7, inferiores a los obtenidos en algunos estanques con camarón azul.

Discusión

La producción está determinada por tres variables: densidad de siembra, sobrevivencia y crecimiento, íntimamente ligados entre sí e influidos por el control que se tenga del estanque y por las condiciones ambientales.

Tabla 4. Resultados generales del desempeño del camarón azul cultivado en dos estaciones del año en una granja comercial de Sonora, México.

CICLO	AREA DEL ESTANQUE	DENSIDAD SEMBRADA	PESO MEDIO	VOLUMEN ENTERO	SOBRE-VIVENCIA	FCA	DÍAS DE CULTIVO	CRECIMIENTO SEMANAL	PRODUCCION KG/HA	DENSIDAD COSECHADA
	(ha)	(Pl/m ²)	(g)	(Kg)	(%)			(g)		(Ind/m ²)
1	1.8	30	20.79	2,541	20	2.2	120	1.21	1,412	7
1	1.8	25	17.97	4,495	56	2.2	137	0.92	2,497	14
1	1.8	25	19.46	4,062	44	2.4	133	1.02	2,257	12
1	1.8	15	19.22	3,020	58	2.3	139	0.97	1,678	9
1	1.8	15	18.78	3,510	69	2.1	138	0.95	1,950	10
1	1.8	15	18.9	4,070	79	1.9	137	0.97	2,261	12
1	1.8	15	18.45	4,080	82	1.9	131	0.99	2,267	12
1	1.8	15	18.04	3,174	65	2.1	130	0.97	1,763	10
1	1.8	15	18.78	3,160	64	1.9	129	1.02	1,756	9
1	3.5	20	17.03	4,236	37	2.7	130	0.92	1,246	7
1	3.5	20	13.86	6,740	69	2.1	133	0.73	1,926	14
1	4.0	18	15.46	6,900	70	1.9	140	0.77	1,917	12
1	4.0	18	16.05	6,285	56	1.9	134	0.84	1,533	10
2	1.8	25	14.04	3,252	61	1.6	110	0.89	1807	11
2	1.8	25	14.63	2,257	40	2.1	105	0.98	1254	10
2	1.8	25	12.35	3,593	76	1.7	111	0.78	1996	15
2	1.8	25	12.93	3,135	63	1.8	112	0.81	1742	14
2	1.8	25	12.35	3,819	79	1.5	106	0.82	2122	13
2	1.8	25	13.40	2,665	51	2.1	113	0.83	1480	10
2	3.5	20	14.63	6,272	59	1.6	104	0.98	1845	9
2	3.5	20	13.27	6,234	75	1.7	107	0.87	1781	12
2	4.0	18	12.97	6,893	74	1.6	108	0.84	1915	14
2	4.0	18	11.86	5,956	62	2.0	114	0.73	1453	12

+ 1 Ciclo de primavera; 2 ciclo de verano-otoño

Se encontró en la bibliografía que en estanques comerciales se ha utilizado densidad de 20 Pl/m² como máximo (Goxe *et al.*, 1988; Hernández *et al.*, 1995). Es la primera vez que se utiliza la densidad de 25 y 30 Pl/m² en estanques comerciales y el desconocimiento de ello fue la razón principal para sembrar solamente un estanque a 30 Pl/m² y dos a 25 Pl/m² durante el primer ciclo. Lo anterior fue al inicio del cultivo, ya que a la hora de hacer este análisis se ha presentado un informe donde se menciona que se han usado estas densidades (Clifford, 1997).

El efecto de la densidad de siembra en la sobrevivencia ya se ha comprobado en otras especies de camarones del mismo género del que se utilizó en esta granja (Williams *et al.*, 1996). La diferencia encontrada entre los dos ciclos de cultivo es presumiblemente debida a la diferencia en temperatura para los primeros estadios del camarón. Wyban *et al.* (1995) han demostrado que el efecto de la temperatura es distinto en distintos estadios del camarón. Se han encontrado también diferencias en los desempeños de las granjas camaroneeras de Honduras y se concluyó que el efecto de la temperatura durante el año hace que se marquen dos ciclos claros de cultivo (ellos lo llaman temporadas de "lluvias y secas" (Teichert-Coddington *et al.*, 1994).

Se ha descrito el crecimiento del camarón azul en diferente densidad de población. En general se dice que está en un intervalo de 0.75 a 1.5 g/semana (Rodríguez y Reprieto, 1984; Goxe *et al.*, 1988 y Hernández *et al.*, 1995). La mayor información de cultivos comerciales de camarón azul es de mezclas con camarón blanco, en densidades que rebasan los 16 Pl/m². En estos trabajos la máxima tasa de crecimiento alcanzada fue de 0.8 g/semana (Aragón *et al.*, 1996; García, 1990; Garsón *et al.*, 1986; Martínez, 1987). Los resultados más recientes encontrados en Sinaloa y Sonora sobre las tasas de crecimiento los proporciona Clifford (1997). Sus resultados son el promedio de varias granjas en distintas zonas de los dos estados y en diferentes tamaños de estanques. Martin *et al.* (1998) informan de los resultados del cultivo de camarón azul en pequeños estanques, de menos de 0.15 ha. Ellos utilizaron, entre otras, densidades de 15 y 30 pl/m² y el crecimiento obtenido fue mucho menor que el que se encontró en este trabajo (0.76 y 0.64 g/semana, respectivamente).

Los resultados de Martin *et al.* (*ibidem*) son particularmente importantes de comparar con los aquí obtenidos, ya que parecen comprobar que tanto la mortalidad como el crecimiento son inversamente proporcionales a la densidad de siembra, pero no se percataron de que su densidad de cosecha es igual, de hecho ligeramente menor, en la densidad de 30 Pl/m² que en la de 15 Pl/m² (11.49 y 11.85 camarones/m², respectivamente). Se ha tratado de hacer énfasis en este trabajo sobre el hecho de que la mortalidad de los primeros meses afecta la densidad de cultivo, que es la que determina el crecimiento. Si se analizan los resultados presentados en este trabajo (Tabla 4) se observa que existe esta proporcionalidad con el crecimiento. La densidad de cosecha es inversamente proporcional al crecimiento.

En realidad es la densidad de cultivo la que afecta el crecimiento y está determinada por la densidad de siembra y por la mortalidad. La mayor mortalidad ocurre a mayor densidad y depende en gran medida de la temperatura del agua en los dos primeros meses de cultivo.

La mortalidad, según la densidad inicial, representa la cantidad de organismos cosechados y el crecimiento la talla de cosecha; esto es, la producción. La segunda mejor producción en el ciclo de primavera y verano-otoño se obtuvo con la densidad de 15 Pl/m² y 20 Pl/m², respectivamente.

La mejor producción se obtuvo en ambos ciclos a densidad mayor, justo cuando se obtuvieron los más altos registros de mortalidad. Considerando el costo de las postlarvas, es posible elegir la mejor densidad de siembra para cada ciclo de cultivo.

Conclusión

Las estaciones del año en el estado de Sonora afectan el desempeño de los cultivos de camarón, según a la época en que se inicie la siembra y la densidad de esta última. El efecto negativo en la sobrevivencia es mayor a menor temperatura (ciclo de primavera). Igual efecto negativo tiene la mayor densidad en la supervivencia y también en el crecimiento. De acuerdo con el desempeño de la especie en las distintas densidades y épocas de cultivo, se concluye que para el ciclo de primavera la mejor densidad de siembra es de 15 pl/m² y para el ciclo de verano-otoño de 20 Pl/m².

Referencias bibliográficas

- ARAGÓN N., E. A. 1993. Aplicación de tecnología tailandesa para el cultivo intensivo de camarón blanco *Penaes vannamei* (Bonne) en México. Tesis de Maestría CICESE Ensenada, BC. 60 pp.
- ARAGÓN N., E. A.; R. Casillas, C. Ibarra, G. Leyva, M. Zatarain y E. Laprada. 1996. Bicultivo semi-intensivo de camarón blanco *Penaes vannamei* y azul *P. stylirostris* en Sonora, México. *Oceanología* 11:113-122.
- ARAGÓN N., E. A. 2000. Ecología del reclutamiento del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1871) en el alto Golfo de California. Tesis Doctoral. CICESE. Ensenada, BC. 117 pp.
- CASTELLANOS J., A. 1982. Estudios experimentales sobre el cultivo del camarón azul (*Penaes stylirostris*) en sus etapas de maternidad y preengorda. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, BC. México. 68 p.
- CLIFFORD III, H. C. 1997. Manual de operación para el manejo de *super shrimp* en estanques. *Super Shrimp S. A. de C. V. División de servicios Técnicos*. 105 p.
- DALL, W.; B. J. Hill; P. C. Rothlisberg and D. J. Staples. 1990. The Biology of the Penaeidae. En: Blaxter, J. H. S.; Southward, A. J. (eds.) *Adv. in Mar. Biol. Vol. 27. Academic Press, London*. pp. 1-489.
- GARCÍA C., I. 1990. Response of *Penaes vannamei* and *Penaes stylirostris* to various supplemental feeding regimes in semi-intensively managed earthen ponds in Honduras. M. Sc. Thesis. Auburn University, Auburn Alabama 33 pp.
- GARSON, G. I.; R. M. Pretto and D. B. Rouse 1986. Effects of manure and pelleted feeds on survival, growth and yield of *Penaes stylirostris* and *Penaes vannamei* in Panama. *Aquaculture* 59:45-52.
- GOXE, D., C. Galinie and L. Ottogalli 1988. Semi-intensive culture of *Penaes stylirostris* in New Caledonia. *Journal of Tropical Aquaculture* 3(2):139-151.
- HERNÁNDEZ LI., A. F. J. Magallón B., C. H. Lechuga D., J. J. Bustillos G., and D. López C. 1995. Growth potential of wild juvenile *Penaes stylirostris* in earthen ponds receiving chemical and organic fertilizers and pellet feed. *Aquaculture Engineering* 14(4):317-330.
- JORY, D. 1998. Status of world shrimp culture. *Aquaculture Magazine* 1998 *Buyer's Guide*. pp. 32-41.

- MADENJIAN C. P. 1990. Nighttime pond respiration rate: Oxygen or temperature dependent? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 47:180-183.
- MARTÍN, J. L. M.; Y. Veras; O. Guerlorget y D- Pham. 1998. Shrimp rearing stocking density, growth, impact on sediment, waste output and their relationships studied through the nitrogen budget in rearing ponds. *Aquaculture* 164:135-149.
- MARTÍNEZ C., L. R. 1987. Cultivo de camarón azul *Penaeus stylirostris* en corrales flotantes en diferentes épocas del año en Sonora, México. *Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México*. 72 pp.
- ROBERTSON L., A. L. Lawrence and F. L. Castille 1993. Effect of feeding frequency and feeding time on growth of *Penaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture and fisheries Management*. 24:1-26.
- RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, R. M. C. 1988. Manual Técnico para la operación de granjas de camarón. *Secretaría de Pesca. México*. 153 pp.
- RODRÍGUEZ F. y J. Reprieto. 1984. El cultivo del camarón azul (*Penaeus stylirostris* Stimpson). *CICTUS. México*. 126 pp.
- TEICHERT-CODDINGTON, D. R.; R. Rodríguez and W. Toyofuku. 1994. Cause of cyclic variation in Honduran shrimp production. *World Aquaculture* 25(1): 57-61.
- WILLIAMS, A.S.; D. A. Davis and C. R. Arnold. 1996. Density dependent growth and survival of *Penaeus setiferus* and *Penaeus vannamei* in semi-closed recirculating system. *Journal of the World Aquaculture Society*. 27(1):107-112.
- WYBAN J. A., W. A. Walsh y D. M. Godin. 1995. Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversion of the Pacific white shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture* 138(1-4):267-279.