

304406



UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR

ESCUELA DE BIOLOGIA

INCORPORADA A LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

4
2ej

EFFECTO DE LA SUSTITUCION DE LAS HARINAS DE CAMARON, PESCADO Y SOYA POR HARINA DE LANGOSTILLA Pleuroncodes planipes EN EL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE POSTLARVAS DE Penaeus californiensis (Holmes, 1900) (DECAPODA: PENAEIDAE)

TESIS CON VALLE DE GRACIA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

ALMA AMALIA MILLAN MARTINEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Página
1. RESUMEN.....	1
2. JUSTIFICACION.....	3
3. INTRODUCCION.....	9
3.1. Antecedentes.....	9
3.2. Cultivo de camarón. Generalidades.....	10
3.3. Sistemas de cultivo.....	13
3.3.1. Sistema extensivo.....	14
3.3.2. Sistema semi-intensivo.....	14
3.3.3. Sistema intensivo.....	14
3.4. Producción comercial de camarón.....	15
3.4.1. Producción comercial de camarón en México.....	15
3.5. Distribución geográfica del camarón <i>cafe</i> <i>Penaeus californiensis</i>	16
3.6. Métodos generales de cultivo larvario.....	18
3.6.1. Método Japonés.....	18
3.6.2. Método Galveston.....	19
3.7. Desarrollo larvario.....	19
3.7.1. Nauplio.....	19
3.7.2. Zoea.....	21
3.7.3. Mysis.....	21
3.7.4. Postlarva.....	22

1.8.	Pre-engorda y engorda de camarón.....	22
1.9.	Nutrición de camarón.....	23
1.10.	Ingredientes básicos en las raciones balanceadas.....	23
3.10.1.	Proteínas y aminoácidos.....	25
3.10.2.	Lípidos.....	27
3.10.3.	Energía.....	29
3.10.4.	Carbohidratos.....	29
3.10.5.	Vitaminas.....	30
3.10.6.	Minerales.....	30
3.10.7.	Fibra.....	31
3.10.8.	Ligadores.....	32
3.11.	Fuentes alternas como insumos en dietas para camarón.....	34
3.11.1.	La langostilla <i>Pleuroncodes planipes</i>	35
4.	OBJETIVOS.....	39
5.	MATERIALES Y METODOS.....	40
5.1.	Captura de organismos reproductores.....	40
5.2.	Transporte y aclimatación de reproductores.....	41
5.3.	Sistema de bombeo y filtrado de agua.....	43
5.4.	Unidades experimentales.....	44
5.5.	Organismos experimentales.....	47
5.6.	Dietas experimentales.....	47
5.6.1.	Elaboración de dietas experimentales CIB-90.....	47

5.6.2. Métodos de análisis.....	52
5.7. Tratamientos experimentales.....	54
5.8. Análisis bromatológico de los organismos experimentales.....	56
5.8.1. Selección de organismos.....	56
5.8.2. Obtención de músculo y hepatopáncreas.....	56
5.9. Análisis estadístico.....	57
5.9.1. Tasa de crecimiento.....	57
5.9.2. Factor de conversión alimenticia.....	57
5.9.3. Supervivencia.....	58
6. RESULTADOS.....	59
6.1. Transporte y aclimatación de reproductores.....	59
6.2. Producción larvaria.....	59
6.2.1. Calidad de agua.....	60
6.3. Evaluación nutricional de dietas experimentales.....	62
6.3.1. Calidad de agua.....	62
6.3.2. Unidades experimentales.....	63
6.3.3. Elaboración de dietas.....	63
6.3.4. Evaluación nutricional.....	66
6.3.5. Análisis bromatológico de músculo y hepatopáncreas de <i>P. californiensis</i>	71
7. DISCUSION.....	73
7.1. Captura y transporte de reproductores.....	73

7.2.	Producción larvaria.....	73
7.2.1.	Calidad de agua.....	74
7.3.	Evaluación nutricional de dietas experimentales.....	76
7.3.1.	Calidad de agua.....	76
7.3.2.	Elaboración de dietas.....	77
7.3.3.	Características del alimento.....	79
7.3.4.	Elaboración de dietas experimentales.....	79
7.3.5.	Tratamientos experimentales.....	80
7.3.6.	Evaluación del potencial de utilización de harina de langostilla en dietas para camarón.....	85
8.	CONCLUSION.....	88
9.	LITERATURA CITADA.....	90

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Zonas costeras de la Republica Mexicana en producción de camarón.....	4
Figura 2. Vista lateral de <i>Penaeus sp.</i>	11
Figura 3. Ciclo de vida de <i>Penaeus sp.</i>	12
Figura 4. Distribución geográfica de <i>P. californiensis</i>	17
Figura 5. Estadios larvarios de <i>P. californiensis</i>	20
Figura 6. Distribución geográfica de <i>Pleuroncodes planipes</i> ...36	36
Figura 7. Langostilla. <i>Pleuroncodes planipes</i>	38
Figura 8. Transporte individual de organismos reproductores de <i>Penaeus californiensis</i>	42
Figura 9. Sistema de bombeo y filtrado de agua.....	45
Figura 10. Unidades experimentales.....	46
Figura 11. Variación de la temperatura registrada durante el cultivo larvario de <i>P. californiensis</i>	61
Figura 12. Temperatura promedio registrada durante el periodo experimental de la evaluación nutricional de postlarvas de <i>P. californiensis</i>	64

- Figura 13. Crecimiento de postlarvas de *P. californiensis* alimentado con calamar y dietas comerciales.....67
- Figura 14. Crecimiento de postlarvas de *P. californiensis* alimentadas con las dietas experimentales.....67
- Figura 15. Relación entre peso y supervivencia para los diferentes tratamientos experimentales.....68
- Figura 16. Supervivencia de postlarvas de *P. californiensis* alimentado con diferentes dietas experimentales....70
- Figura 17. Supervivencia de postlarvas de *P. californiensis* alimentado con calamar ó dietas comerciales.....70
- Figura 18. Análisis de cajas (ANOVA) para los resultados bromatológicos de proteína en músculo de *P. californiensis* alimentado con diferentes dietas experimentales y comerciales por 75 días....72
- Figura 19. Análisis de cajas para los resultados bromatológicos de lípidos en hepatopáncreas de *P. californiensis* alimentado con diferentes dietas experimentales y comerciales por 75 días.....72

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Niveles de proteína recomendados en dietas comerciales para camarón.....	27
Tabla 2. Niveles de lípidos recomendados en dietas comerciales para camarón.....	28
Tabla 3. Composición proximal y cuantitativa de ácidos grasos y aminoácidos de la langostilla (<i>Pleuroncodes planipes</i>).....	48
Tabla 4. Composición teórica de las dietas experimentales utilizadas para alimentar a postlarvas de <i>Penaeus californiensis</i>	51
Tabla 5. Composición bromatológica teórica del calamar.....	55
Tabla 6. Velocidad de crecimiento y alimentación registrada durante la producción larvaria del camarón café <i>Penaeus californiensis</i>	59
Tabla 7. Parámetros de calidad de agua y desviaciones estándar (d.e.) registradas durante el desarrollo experimental de cultivo larvario de <i>Penaeus californiensis</i>	60

Tabla 8.	Promedio y desviación estándar (d.e.) de los parámetros de calidad de agua registrados durante la evaluación nutricional de dietas experimentales utilizando postlarvas de <i>P. californiensis</i>	62
Tabla 9.	Composición proximal de las dietas experimentales y comerciales utilizadas para alimentar a postlarvas de <i>Penaeus californiensis</i>	65
Tabla 10.	Promedio y error estándar de los pesos iniciales y finales, tasa de crecimiento, factor de conversión alimenticia aparente (FCA) y supervivencia de postlarvas de <i>P. californiensis</i> alimentadas con diferentes tratamientos por triplicado, con 20 organismos en cada contenedor.....	69
Tabla 11.	Análisis de rangos múltiples para el porcentaje de lípidos en muestras de hepatopáncreas de postlarvas de <i>Penaeus californiensis</i>	71
Tabla 12.	Concentraciones totales de nitrógeno amoniacal que corresponden al nivel calculado de 0.1 mg/l de nitrógeno de amoníaco no ionizado en agua a una presión constante de una atmósfera.....	76

1. RESUMEN

El alimento constituye uno de los costos de operación más altos en el cultivo comercial del camarón. Algunos ingredientes utilizados tradicionalmente para la manufactura de raciones peletizadas son costosos y altamente competidos. Por ello, es deseable el uso de fuentes alternas de proteína para reemplazar estos insumos.

Se realizó una prueba experimental para definir el potencial de utilización de la langostilla *Pleuoncodes planipes* Stimpson, un crustáceo muy abundante en la plataforma continental de la costa del Pacífico de Baja California, como un ingrediente en dietas experimentales para postlarvas del camarón café, *Penaeus californiensis*.

Se prepararon cuatro dietas isoprotéicas (38% de proteína cruda) e isocalóricas (4080 cal/g). La dieta base contenía 10% de harina de camarón, 25% de harina de pescado y 27% de harina de soya. En las tres dietas restantes se sustituyó la harina de camarón por harina de langostilla. Adicionalmente, 18% de la harina de soya se reemplazó en una dieta y 16% de harina de pescado se sustituyó por langostilla en la última dieta. El crecimiento de camarones alimentados con calamar y con dietas comerciales (31 y 36% de proteína cruda) se utilizaron como referencia.

La tasa de crecimiento de postlarvas alimentadas con dietas conteniendo harina de langostilla fué significativamente superior ($P < 0.05$) a la de camarones alimentados con la dieta base, calamar y dietas comerciales. La sustitución parcial de la harina de soya produjo los pesos promedio finales más altos (3.55 g). La alimentación con calamar produjo los pesos finales más pequeños (2.08 g).

No se detectaron efectos negativos en relación con el crecimiento o la supervivencia cuando se utilizaron dietas conteniendo langostilla para alimentar juveniles de camarón café. La supervivencia de camarones alimentados con dietas conteniendo langostilla fué superior a las producidas con la dieta base o las dietas de referencia.

Estos resultados indican que la utilización de *Pleuroncodes planipes* como sustituto parcial de algunos ingredientes tradicionales en dietas para camarón es posible. La investigación futura se deberá concentrar en la evaluación del potencial de sustitución parcial y total de las harinas de soya y pescado.

2. JUSTIFICACION

La acuicultura como técnica biológica está llegando actualmente a una etapa de consolidación, como una actividad tendiente a la explotación de recursos acuáticos, que a su vez proporcionará alimento y fuentes de trabajo, lo que la colocará a la par de la agricultura y ganadería.

En el caso del camarón, las estadísticas muestran una curva creciente de costos para la captura de alta mar, mientras que la tecnología de cultivo y semicultivo de este organismo tiende a optimizar los costos de producción.

Su cultivo contribuye al reforzamiento de las capturas obtenidas por la explotación pesquera, la cual ha llegado a su nivel máximo sostenible que es aproximadamente de 2 millones de toneladas anuales (Ramos-Trujillo & Gonzáles, 1983).

A nivel nacional, los objetivos principales del cultivo de camarón son: satisfacer las necesidades socioeconómicas creando empleos, producir grandes cantidades de alimento y captar divisas mediante la exportación de este producto (Barrena & Trejo, 1987). México posee grandes extensiones de zonas costeras, de las cuales solamente se utilizan con este fin 8000 hectáreas (Rosenberry, 1990). Gran extensión del territorio mexicano que colinda con el mar es adecuado para establecer granjas de cultivo de especies marinas (Figura 1).



Dentro de las especies de camarón con potencial de cultivo en México se encuentran *Penaeus stylirostris*, *Penaeus vannamei* y *Penaeus californiensis*, este último es organismo nativo de la costa occidental de Baja California Sur, y posee un tamaño de aproximadamente 20 cm en edad adulta (Millán, 1990).

La investigación relacionada con el potencial de cultivo de *P. californiensis* se ha visto limitada. Sin embargo, se ha observado que presenta algunas ventajas sobre *P. vannamei* y *P. stylirostris*. Por ejemplo, estas especies son portadoras del virus IHNV, el cual ha causado mortalidades de hasta 90% en cultivos semi-intensivo e intensivos (Guajardo, 1985). Estudios realizados por Lightner et al. (1983) reportan que *P. californiensis* no es susceptible a infecciones por este virus.

Por otro lado, recientemente se ha reportado la presencia accidental de *P. californiensis* en granjas de camarón de Sonora y Sinaloa, el cual compete directamente con *P. vannamei* y *P. stylirostris*. Esto hace necesaria la investigación de todos aquellos aspectos concernientes a los requerimientos de esta especie, en un esfuerzo para determinar la factibilidad comercial del cultivo de la misma.

El desarrollo de tecnologías nacionales para el cultivo de camarón depende de manera directa de la obtención de alimento que sea nutricionalmente balanceado, efectivo y económico, ya que el costo de las raciones peletizadas que se utilizan en la actualidad equivalen a más de una tercera parte de los costos de operación que se requieren para el cultivo de camarón (RPI,

1989), además de ser poco eficientes (New, 1976; CICTUS, 1986).

En realidad, aún no se conocen todos los requerimientos nutricionales del camarón. Sin embargo, se han elaborado una gran cantidad de dietas para las diferentes especies de penéidos, para las que se han utilizado materiales cuyos precios resultan muy elevados. La creciente demanda de proteína y su alto precio, motivado en gran parte por un progresivo interés internacional en la acuicultura, viene condicionando la búsqueda de fuentes protéicas alternativas (Lovell, 1981). En la actualidad se investiga la inclusión de insumos de alta calidad y de bajo precio, ya que esto significaría una reducción en los costos de producción. En general, la sustitución de insumos en las dietas de camarón involucra la utilización de ingredientes que existan en la región donde se establece el cultivo (New, 1976).

En México, y en Baja California Sur en particular, se encuentran algunos insumos con potencial de utilización para la elaboración de dietas para camarón, como son las levaduras marinas, el frijol gandúl, la salicornia, los desperdicios de almeja y la langostilla.

La plataforma continental de la península de Baja California se caracteriza por la gran abundancia de la langostilla, *Pleuoncodes planipes* (Aurióles, 1991a), perteneciente a la familia Galatheidae. La langostilla representa una fuente de proteína con gran potencial de uso, dada su abundancia, y ha sido ampliamente utilizada en la industria alimenticia, química, farmacéutica, etc. (Kato, 1974). Actualmente, en Chile se

comercializa este organismo en forma de harina como concentrado protéico o enlatado (Aurióles, com. pers., 1991).

Debido a la calidad de proteína y abundancia en la costa occidental de México (Aurióles, 1991b), se ha propuesto a la langostilla (*Pleuroncodes planipes*) como un insumo para raciones balanceadas de camarón.

La alta calidad de las fuentes proteicas utilizadas actualmente hace difícil encontrar insumos alternos (Lovell, 1981). Sin embargo, aunque sustituciones parciales están siendo empleadas e investigadas actualmente en la acuicultura, los niveles de harina de pescado podrían disminuirse aún más mediante el uso de otras fuentes proteicas debidamente complementadas para cubrir los requerimientos de aminoácidos esenciales (New, 1987).

Por otro lado, una de las variables de control más importantes en estudios de nutrición es la procedencia de los organismos experimentales, ya que la historia nutricional previa de éstos puede afectar el desarrollo de la investigación (Jobling, 1983).

Los estudios nutricionales para la evaluación de fuentes alternas de proteína hacen necesario el establecimiento de parámetros de referencia en el que se controlen algunas variables (New, 1976). La estandarización de la población experimental implica la producción de organismos experimentales sujetos a condiciones pre-establecidas.

En este trabajo se evaluó el potencial de sustitución parcial de las harinas de pescado, soya y camarón por harina de langostilla. Esta investigación contribuye al proceso de formulación de una dieta económicamente accesible para el cultivo de camarón a nivel comercial.

3. INTRODUCCION

3.1. ANTECEDENTES

Como se mencionó anteriormente, la pesca de camarón ha llegado a su rendimiento máximo sostenible, razón por la cual su cultivo ha generado gran interés a partir de los setentas, con el desarrollo de técnicas de producción experimental (CICTUS, 1986).

En la actualidad, los principales sistemas de cultivo en México son el extensivo (70%) y semi-intensivo (35%) (Rosenberry, 1990). La siembra de juveniles en estos sistemas depende generalmente de la captura de camarón silvestre (Rosenberry, 1990). Frecuentemente en esta captura se obtienen diversas especies de peneidos, razón por la cual el camarón café se ha introducido en estanques de cultivo comercial, ocasionando problemas para los camaronicultores, ya que se ha considerado que éste crece a menor velocidad durante la fase de engorda. Sin embargo, el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar (CET del Mar) en Baja California Sur, realizó a partir de 1985, estudios relacionados con el potencial de crecimiento de *Penaeus californiensis* (CET del mar, 1985), obteniendo buenos resultados.

Por otro lado, el Centro de Investigaciones Biológicas de B.C.S., ha realizado estudios preliminares relacionados con la factibilidad de utilización de diversas fuentes alternas de proteína en dietas para camarones nativos en la región, utilizando insumos como frijol gandúl, salicornia y langostilla

(Casillas & Magallón, 1988). A partir de esos resultados, se ha demostrado que la langostilla, por su composición bromatológica, localización geográfica y abundancia, es un recurso con gran potencial de utilización. La investigación actual se enfoca al estudio de la optimización de dietas peletizadas para camarón utilizando fuentes alternas de proteína a partir de insumos no competidos.

3.2. Cultivo de camarón. Generalidades

La acuicultura consiste en el cultivo de organismos acuáticos en condiciones controladas (Bardach et al., 1972), predominantemente para el consumo humano. En la actualidad, la acuicultura se practica de alguna forma en casi todos los países del mundo, cultivándose principalmente peces, moluscos y crustáceos de distintas especies.

Dentro de la Clase Crustacea se incluye a los camarones peneidos, organismos mandibulados con apéndices birrámeos articulados, con dos pares de antenas, branquias, caparazón (Figura 2) y con cuatro estadios larvarios durante su desarrollo (CICTUS, 1986).

Su ciclo de vida es relativamente corto comparado con el de otros crustáceos. El crecimiento de postlarva a etapas preadultas se lleva a cabo en aguas estuarinas (Figura 3), en condiciones variables de temperatura y salinidad, con una turbidez alta y nutrientes abundantes (CICTUS, 1986; Arce, 1989).

El final de la maduración, apareamiento, desove y desarrollo

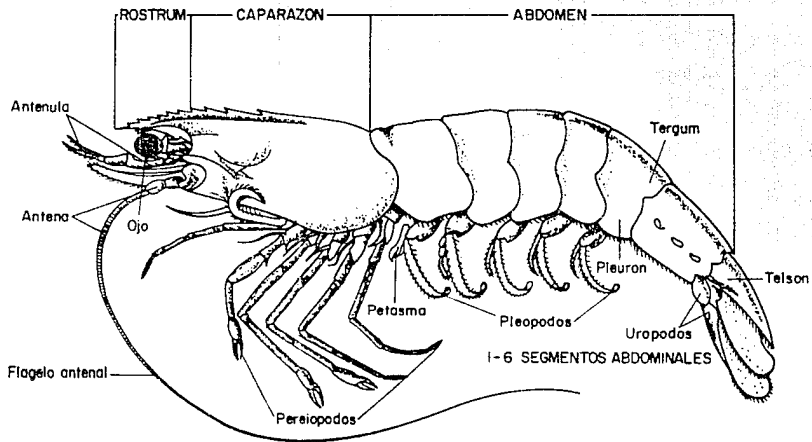


Figura 2 Vista lateral de *Penaeus* sp.
(Pérez-Farfante, 1988)

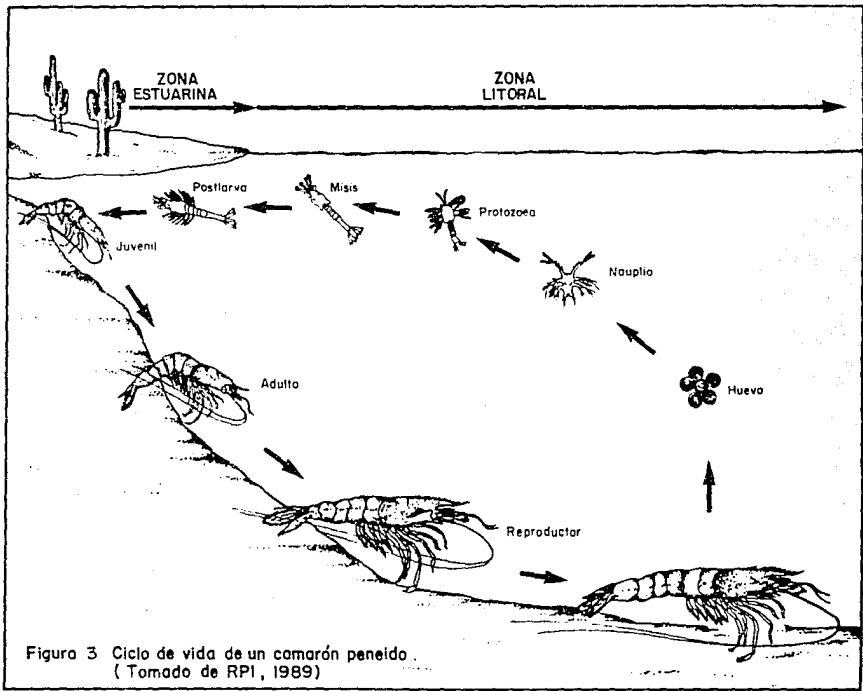


Figura 3 Ciclo de vida de un camarón penéido.
(Tomado de RPI, 1989)

larvario ocurre en aguas oceánicas (Figura 3) que generalmente son más ricas en nutrientes y poseen una salinidad más estable (CICTUS, 1986; RPI, 1989).

3.3. Sistemas de cultivo

La camaronicultura se remonta al menos a 300 años, como producto incidental de policultivos de peces, al entrar los crustáceos a los estanques de mareas (Chiang & Liao, 1985). Los camarones son cultivados en algunas partes del mundo, por lo que se han generado diferentes tecnologías de cultivo, cuyas características difieren en función de las condiciones geográficas y climáticas, especies utilizadas y desarrollo tecnológico del sitio de cultivo.

En todo sistema de cultivo, cualquiera que éste sea, el medio ambiente juega un papel determinante en el comportamiento de los organismos y un efecto crítico en la salud, crecimiento y supervivencia de los mismos, por lo que su control es de gran importancia (CICTUS, 1986). Durante cada una de las etapas de cultivo es indispensable mantener una buena calidad del agua, la cual repercutirá directamente en la producción. La temperatura, el oxígeno y el amonio disuelto, son algunos de los parámetros fisicoquímicos del agua más importantes en acuicultura, ya que sus variaciones se encontrarán relacionadas con el recambio de agua que le sea realizada al sistema (CICTUS, 1986; Arce, 1989; RPI, 1989).

Una de las características más utilizadas en la clasificación de los sistemas de cultivo de camarón es la

densidad de organismos y el mantenimiento que se le proporcione al sistema. Tomando en cuenta lo anterior se agrupa a los sistemas existentes en tres tipos según Tseng (1987):

3.3.1. Sistema extensivo:

En el sistema extensivo se siembran pocos organismos por unidad de área, en estanques de 0.7 a 1.0 ha, y no se requiere control de la calidad de agua. Generalmente se utilizan estanques naturales ubicados cerca de bahías y ríos, la densidad de siembra es baja y se realizan tasas de recambio de agua de 5 a 10%. Es un sistema que se utiliza en países ubicados en la franja tropical, donde el clima y los terrenos no son factores limitantes (Rosenberry, 1989).

3.3.2. Sistema semi-intensivo:

En el sistema semi-intensivo se siembran densidades mayores, en tanques de 2 a 25 hectáreas en donde se mantienen condiciones semicontroladas (RPI, 1989). Este tipo de sistemas requiere una tasa de recambio de agua 10 a 20% diaria, con la finalidad de mantener una calidad de agua adecuada para los organismos y una alimentación suplementaria con alimentos artificiales.

3.3.3. Sistema intensivo:

El sistema intensivo se caracteriza por la siembra de un alto número de organismos por unidad de área, bajo condiciones muy controladas (CICTUS, 1986; RPI, 1989). En este sistema es necesaria la utilización de dietas balanceadas nutricionalmente con alto valor proteico, así como mayor control de la calidad del

agua, mediante una tasa de recambio aproximada de 300 % diaria, en tanques de 0.1 a 5 hectáreas (Rosenberry, 1989).

3.4. Producción comercial del camarón

Desde el punto de vista comercial, los camarones del género *Penaeus* son importantes, debido a su aceptación y alto precio. En Taiwán, China y Filipinas se genera el 60% de la producción mundial de camarón cultivado (Rosenberry, 1989; Liu, 1990; Ha Park, 1990; Liao & Chien, 1990), siendo las especies de cultivo más importantes *Penaeus monodon* y *P. chinensis*. En América, la especie más cultivada es *P. vannamei*, aunque en 1989 la producción de ésta disminuyó notablemente (Rosenberry, 1989).

3.4.1. Producción comercial del camarón en México

Datos recopilados por Rosenberry (1990) mencionan que, para ese año, México poseía una producción total de 4 000 toneladas métricas (peso vivo), en 8 000 hectáreas en producción.

Las especies de importancia comercial en México son: *Penaeus duorarum*, *P. setiferus*, *P. aztecus*, en el Atlántico, y *P. brevis*, *P. vannamei*, *P. stylirostris* y *P. californiensis* en el Pacífico (CICTUS, 1986).

En México, las actividades relacionadas con la camaronicultura se desarrollan particularmente en Sinaloa y Nayarit, donde se cultivan *P. stylirostris* y *P. vannamei* (Arce, 1989). Se utilizan diferentes sistemas de acuerdo con la especie, la situación geográfica y la capacidad tecnológica de la región.

En Baja California Sur, el esfuerzo científico se ha destinado al estudio del camarón así como a su cultivo. De esta manera podemos mencionar los trabajos en el área de crianza del camarón café *Penaeus californiensis* en el CET-Mar La Paz, B.C.S. (CET-Mar, 1985), Fomento Pesquero y SEPESCA, con camarón azul y camarón café (Arce, 1989) y los experimentos de engorda realizados por el CIB (Centro de Investigaciones Biológicas) en Puerto Chale, B.C.S. (Casillas & Magallón, 1988).

3.5. Distribución geográfica del camarón *P. californiensis*

El camarón café se distribuye desde Punta Abreojos en la costa occidental de Baja California, hasta la Bahía Sechura, Perú, e Islas Galápagos (Pérez-Farfante, 1988). Sin embargo, Holthuis & Rosa (1965) lo ubican de la parte norte de los Estados Unidos de Norteamérica hasta Chile. La distribución de *P. californiensis* en Baja California Sur abarca una franja a lo largo de casi toda la plataforma continental. Sin embargo sólo se reconocen cuatro zonas en las que se localizan concentraciones comercialmente importantes debido a la extensión de la plataforma y a las características de ésta: Bahía Sebastián Vizcaíno, Punta Abreojos a Cabo San Lázaro, Punta Tosca a Todos Santos y Bahía de La Paz (Anónimo, 1988)(Figura 4).

Esta especie soporta salinidades que varían entre 7.09 ppm y 73.76 ppm (Pérez-Farfante, 1988), sin embargo, los valores entre 34 y 36 ppm son los relacionados con la máxima abundancia de camarón café en áreas de aguas protegidas. Los valores de la temperatura a la cual se encuentra asociada la mayor abundancia



de este organismo en Bahía Magdalena, son los que fluctúan por arriba de los 18 °C, en profundidades promedio de 15 m (Solís, 1991).

Actualmente, México exporta del 80 al 90% de la producción de camarón (Barrena & Trejo, 1987), destinando el producto a los mercados de Estados Unidos y Japón principalmente (RPI, 1989).

3.6. Métodos generales de cultivo larvario

Hudinaga en 1935 realizó el primer cultivo larvario de camarón utilizando a *Penaeus japonicus*. Posteriormente, en Estados Unidos, Texas A&M optimizó algunas de estas técnicas (Treece & Yates, 1990). En México, CICTUS describió las técnicas de producción masiva de *P. stylirostris* en la Unidad Experimental de Puerto Peñasco, Sonora en donde se utilizan las técnicas propuestas por Shigeno (1975) (CICTUS, 1986). Kitani & Alvarado (1982) describieron los estadios larvarios de *P. californiensis*.

En la actualidad, se pueden describir dos métodos generales de cultivo larvario de acuerdo a las características que las distiguen: el método Japonés, conocido como cultivo exterior, y el método Galveston, llamado también de cultivo interior o monocultivo (Arce, 1989; RPI, 1989).

3.6.1. Método Japonés:

Liao & Chao (1983), y Lawrence (1985) entre otros, mencionan que este método se caracteriza por el uso de tanques grandes, con cultivo de microalgas integrado por florecimiento planctónico con fertilizantes inorgánicos, densidad del cultivo media o baja y

calculada en función del número de hembras depositadas en el tanque. El control físico-químico del agua es relativamente escaso, la temperatura del agua depende directamente de la temperatura ambiente y la salinidad se encuentra entre 27 y 35 ppm. Se utiliza agua de mar filtrada con malla fina (80 - 100 micras) o filtro de arena que excluye zooplancton, y se realiza recambio de agua una vez que los organismos se encuentran en el estadio de postlarva.

3.6.2. Método Galveston:

Este método se caracteriza por utilizar tanques cilindro-cónicos de fibra de vidrio de 2 000 l, con alta densidad larvaria, cultivo de microalgas por separado y añadido continuamente al sistema, control estricto de la calidad del agua y de los parámetros fisicoquímicos tales como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, amonio, etc. La cosecha se realiza inmediatamente después de que los organismos han llegado al estadio de postlarva (Lawrence, 1985).

3.7. Desarrollo larvario

El desarrollo larvario consta de los siguientes estadios: (Figura 5).

3.7.1. Nauplio:

Presentan cuerpo piriforme con 3 pares de apéndices: primeras antenas, segundas antenas y mandíbulas con función natatoria (Kitani & Alvarado, 1982; CICTUS, 1986).

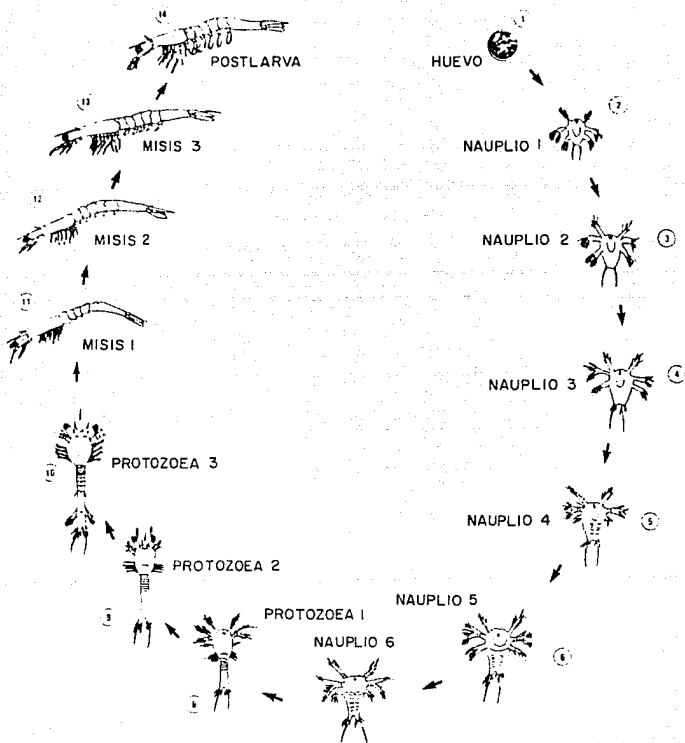


Figura 5 Estadios larvarios de *Penaeus californiensis* (Casillas, 1991)

Se alimenta del saco vitelino, presenta fototactismo positivo y, dependiendo de la especie que se trate, comprende de 5 a 6 subestadios. Miden en longitud desde 0.32 mm en nauplio I, hasta 0.58 mm en nauplio VI (Arce, 1989; RPI, 1989).

3.7.2. Zoea:

Presenta 3 subestadios que se caracterizan por cambios morfológicos y sus respectivas mudas. El cuerpo se divide en dos partes principalmente: un caparazón con forma hexagonal irregular y la porción posterior dividida en un tórax con seis segmentos y un abdomen no segmentado (Kitani & Alvarado, 1982). La cabeza está cubierta por un caparazón que es un carácter distintivo entre protozoa y nauplio. Otro rasgo característico de este estadio es poseer ojos compuestos (Kitani & Alvarado, 1982; CICTUS, 1986).

El estadio de zoea se considera la etapa más difícil del desarrollo larvario del camarón, ya que es aquí cuando se inicia la alimentación a partir del medio natural. Presenta fototactismo positivo y se alimenta de fitoplancton (RPI, 1989).

3.7.3. Mysis:

El cuerpo se alarga y adquiere una apariencia similar a la postlarva. Uno de los rasgos particulares del estadio de mysis es la forma de natación. Esta se produce en su mayor parte con la cabeza hacia abajo y avanzando hacia atrás, con el abdomen hacia adelante. Se alimenta de fitoplancton, zooplancton y materia orgánica (Kitani & Alvarado, 1982; CICTUS, 1986).

3.7.4. Postlarva:

El paso de mysis a postlarva va acompañado de cambios poco notorios. Los más importantes son la desaparición de los exopoditos de los pereiópodos y el desarrollo de setas en los pleópodos, que a su vez se convierten en los apéndices natatorios. Las postlarvas se alimentan principalmente de zooplancton y, a partir de postlarva 6 (PL6) aproximadamente, acepta alimento de mayor tamaño y variedad (RPI, 1989; Treece & Yates, 1990).

Los primeros estadios difieren del adulto en la ausencia de caracteres sexuales secundarios, y en el número y tamaño de sus branquias (CICTUS, 1986).

3.8. Pre-engorda y engorda de camarón.

Esta fase del cultivo tiene como objetivos principales el dar a los organismos un tiempo de adaptación a las condiciones de engorda, de manera que éstos alcancen una talla adecuada, de 0.5 a 1.0 g, en un lapso de aproximadamente 5 a 6 semanas (CICTUS, 1986).

En CICTUS, debido a la exposición completa al medio ambiente de las estructuras de cultivo durante la pre-engorda, se produce un crecimiento considerable de alimento natural que es consumido en grandes cantidades por el camarón. Se proporciona aproximadamente el 8% en peso fresco de la biomasa de alimento artificial por día (CICTUS, 1986).

De esta manera, el objetivo principal de la camaronicultura es obtener organismos de talla comercial en condiciones de rentabilidad aceptables, en el que las fases de crianza y de pre-engorda proporcionan los organismos de mejor calidad para la engorda (Liao, 1984).

La engorda es considerada la etapa final del cultivo, y su objetivo es el de aumentar el peso de los camarones que provienen de la pre-engorda, hasta las tallas comerciales, que es cuando los organismos son cosechados (CICTUS, 1986).

3.9. Nutrición de camarón

La nutrición de los camarones peneidos se considera relativamente compleja, debido a que éstos modifican sus hábitos alimenticios en cada estadio de su ciclo vital (Arce, 1989).

Los camarones requieren de diferentes fuentes y niveles de proteínas, grasas y carbohidratos a medida que su ciclo de vida avanza. La calidad y cantidad de estos componentes afecta la composición corporal, crecimiento, reproducción y supervivencia de los organismos. Las necesidades nutricionales se modifican de acuerdo con la especie, edad, condición física, actividad, fluctuaciones climáticas y fisico-químicas del medio (CICTUS, 1986).

3.10. Ingredientes básicos en las raciones balanceadas

Puesto que las raciones balanceadas constituyen uno de los principales capítulos en el cuadro de costos de la explotación industrial de crustáceos, y tomando en cuenta los problemas

planteados por la limitación de alimento natural en los estanques de cultivo (Lovell, 1981; Fernández *et al.*, 1988), la producción de alimento para camarones requiere de una serie de alternativas; entre ellas, el producir dietas de buena calidad, con insumos de bajo costo y con un índice protéico alto (Lovell, 1981), con la finalidad de convertirla en una actividad rentable.

La evaluación nutricional de los ingredientes utilizados en dietas para camarón es limitada. Dentro de los ingredientes que se utilizan comúnmente en dietas comerciales se encuentran: harinas de camarón, calamar, pescado, soya, trigo, levadura, maíz y sorgo (New, 1987).

Con los conocimientos actuales aún no ha sido posible elaborar un alimento que sea económicamente atractivo y que cubra todos los requerimientos nutricionales. Akiyama & Dominy (1989) reportan niveles mínimos o recomendables de la mayoría de los ingredientes básicos para dietas peletizadas de camarón. Sin embargo, las variaciones específicas han impedido la sistematización en la producción del alimento. Cabe señalar el gran adelanto que representa la elaboración de una dieta estandar (Castell *et al.*, 1989), a fin de poder igualar y extrapolar los resultados obtenidos en los diversos centros de investigación.

Uno de los criterios de selección de posibles fuentes nutricionales alternas que hay que tomar en cuenta es que el contenido protéico del producto a utilizar sea tal que permita

sustituciones sustanciales de la harina de pescado. Sin embargo, la formulación de la dieta debe contemplar no sólo el nivel protéico, sino la inclusión de lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales en cantidades adecuadas (Lovell, 1981).

A nivel experimental existe la necesidad de evaluar fuentes de proteína y energía alternas a las normalmente empleadas, ya que el alimento es una de las variables económicas más importantes en el cultivo comercial de camarón (Bardach et al., 1972; New, 1987) y algunos ingredientes tradicionales tienen un alto costo debido a que también son utilizados en las industrias avícola y ganadera.

Con base en lo antes mencionado, es necesario incluir en las dietas cada uno de los componentes que puedan proporcionar al organismo los requerimientos básicos para su crecimiento y supervivencia, así como lípidos, proteínas, carbohidratos, minerales, fibra y vitaminas (New, 1987).

3.10.1. Proteínas y aminoácidos:

Las proteínas son el principal material orgánico del tejido animal, constituyendo cerca del 65 - 75% del total con base en su peso seco. Una vez que la proteína se hidroliza, libera aminoácidos que son absorbidos por el tracto digestivo y después son distribuidos en órganos y tejidos, los cuales los utilizan nuevamente para formar proteínas (New, 1987).

Hysmith et al. en 1972 observaron que las combinaciones en la dieta con un elevado porcentaje de proteínas y un bajo

porcentaje de energía o a la inversa, producen mejor crecimiento que las dietas que contienen una elevada cantidad de proteína y de energía (CICTUS, 1986). Sin embargo, Akiyama & Dominy (1989) indican que la obtención de energía a partir de las proteínas es bastante compleja, por lo cual se requiere agregar otras fuentes de energía más accesibles para el organismo.

Cowey & Foster (1971) y Shewbart et al. (1972), encontraron que los aminoácidos esenciales para *Palaemon serratus* y *Penaeus aztecus*, son once: lisina, leucina, arginina, triptofano, isoleucina, treonina, metionina, fenilalanina, tirosina, histidina y valina. Sin embargo, Lovell (1981), New (1987) y Akiyama & Dominy (1989) mencionan en general diez aminoácidos esenciales para crustáceos, entre los que se encuentran los antes mencionados a excepción de la tirosina, ya que se ha observado que su presencia no es realmente esencial si se encuentra el aminoácido fenilalanina en la dieta (Lovell, 1981).

Los aminoácidos de la dieta no sólo se utilizan directamente con fines energéticos, sino que en buena proporción son utilizados, vía gluconeogénesis, para suministrar glucosa a aquellos tejidos que la utilizan como fuente energética fundamental (de la Higuera, 1985).

El nivel óptimo de proteína en la dieta de camarón oscila entre 30 y 50% (Akiyama & Dominy, 1989) (Tabla 1); sin embargo Colvin & Brand (1977) recomiendan un mínimo de 35% de proteína para *Penaeus californiensis*.

Tabla 1. Niveles de proteína recomendados en dietas comerciales para camarón (Akiyama & Dominy, 1989).

Talla del camarón (g)	Nivel de proteína (%)
0 - 0.5	45
0.5 - 3.0	40
3.0 - 15.0	38
15.0 - 40.0	36

3.10.2. Lípidos:

Los lípidos tienen dos funciones principales: son fuente de energía, y proporcionan ácidos grasos, algunos de los cuales son esenciales para el crecimiento y supervivencia de los organismos (New, 1987).

Los cuatro ácidos grasos esenciales para el camarón son: linoléico (18:2n6); linolénico (18:3n3); eicosapentaenoico (20:5n3) y decosaheptaenoico (22:6n3) (Jones et al., 1979; Kanasawa et al., 1979).

O'Connor y Gilbert (1968), mencionan que los lípidos son la forma predominante de reserva orgánica en la mayoría de los crustáceos. Se ha encontrado que el nivel y la composición de los lípidos corporales de peneidos varía con la fuente y la proporción de lípidos en la dieta (Sick & Andrews, 1973), con el ciclo de la muda (Teshima et al., 1975), con el metabolismo reproductivo y la estación (Guary et al., 1974).

Los lípidos, así como los fosfolípidos y esteroides, son componentes estructurales de las membranas celulares y organelos. Sin embargo los crustáceos son incapaces de sintetizar esteroides; como consecuencia de ello deben estar presentes en la dieta para el crecimiento normal del organismo, ya que se encuentran relacionados con sus principales funciones vitales. Un 0.4% de colesterol en la dieta satisface este requerimiento, mayores niveles reducen el crecimiento (Coll, 1982).

Los principales órganos de almacenamiento de lípidos son el ovario y el hepatopáncreas, mientras que el músculo contiene principalmente colesterol, fosfolípidos y proteínas (CICTUS, 1986).

Los niveles de lípidos recomendados en dietas comerciales varían de 6% a 7.5% (Tabla 2), con un nivel máximo de colesterol de 0.4%. Se ha observado que un contenido lipídico mayor del 10% en la dieta produce un retardo en el crecimiento del camarón (CICTUS, 1986; Akiyama & Dominy, 1989).

Tabla 2. Niveles de lípidos recomendados en dietas comerciales para camarón (Akiyama & Dominy, 1989).

Talla del camarón (g)	Nivel de lípidos (%)
0 - 0.5	7.5
0.5 - 3.0	6.7
3.0 - 15.0	6.3
15.0 - 40.0	6.0

3.10.3. Energía:

Los crustáceos requieren energía para realizar las funciones metabólicas como la muda, crecimiento, actividad muscular y reproducción (New, 1987; Akiyama & Dominy, 1989).

Los niveles de energía digerible aún no han sido determinados para los diferentes ingredientes alimenticios. Sin embargo, el camarón utiliza proteínas, lípidos y carbohidratos como fuentes energéticas (Coll, 1982).

La utilización de proteínas como fuente de energía no es económicamente eficiente (New, 1987). Sin embargo, cuando la energía disponible es adecuada, la proteína se utiliza para crecimiento (Colvin & Brand, 1977). Para proporcionar los niveles adecuados de energía es indispensable mantener el balance entre proteína y lípido en una relación 6:1 (New, 1987; Akiyama & Dominy, 1989).

3.10.4. Carbohidratos:

Constituyen la fuente de energía más económica y son los precursores de varios intermediarios metabólicos indispensables para el crecimiento. Su función consiste básicamente en el almacenamiento de glucógeno, síntesis de quitina, esteroides y ácidos grasos (Coll, 1982).

Los carbohidratos no son esenciales en las dietas para camarón, pero se incluyen en ellas por su bajo costo. La adición de 40% de almidón, ha resultado ser la mejor fuente de

carbohidratos (CICTUS, 1986), posiblemente debido a que su poder aglutinante mantiene la estabilidad de la dieta (Sick & Andrews, 1973).

3.10.5. Vitaminas:

Las vitaminas son complejos compuestos orgánicos requeridos por el camarón para su crecimiento normal, metabolismo y reproducción.

Se conoce poco acerca de los requerimientos cuantitativos y cualitativos de vitaminas en crustáceos, así como el papel que juegan en la nutrición. Algunas de las vitaminas que deben de incluirse en las dietas son: Tiamina, riboflavina, piridoxina, niacina, biotina, inositol, colina, ácido fólico, cianocobalamina, ácido ascórbico, las cuales son solubles en agua. Dentro de las vitaminas liposolubles se encuentran la vitamina A, la cual no es esencial, pero lo son sus precursores (Beta-caroteno, astaxantina, etc.), vitamina D, vitamina E y la vitamina K (Akiyama & Dominy, 1989).

3.10.6. Minerales:

Existen aproximadamente 20 elementos inorgánicos esenciales en el funcionamiento del organismo. Algunos minerales son requeridos en cantidades considerables y se les denomina macrominerales, mientras que los microminerales se requieren en menores cantidades (New, 1987).

Entre los macrominerales que se consideran esenciales, se

incluyen al fósforo, potasio, magnesio, sodio, cloro y sulfuro. Los microminerales incluyen hierro, cobre, zinc, manganeso, cobalto, selenio y yodo. Otros minerales que pueden ser requeridos son el níquel, fluor, vanadio, cromo, molibdeno, estaño y silicio (Akiyama & Dominy, 1989).

La función general de los minerales constituye el formar parte del exoesqueleto, el balance de la presión osmótica, ser constituyentes estructurales de los tejidos y transmisores de los impulsos nerviosos y contracciones del músculo (Akiyama & Dominy, 1989). De esta manera, la cantidad total de minerales que se incluyen en la dieta oscila entre 2-7% (Akiyama & Dominy, 1989).

El fósforo es esencial en las dietas, ya que los niveles de éste son muy bajos en las aguas naturales, en comparación con el calcio. Las deficiencias de fósforo producen disminución en el índice de crecimiento (de la Higuera, 1985).

La relación óptima calcio/fósforo es de 1.2:1 en langostino, mientras que para *Penaeus japonicus* las mejores tasas de crecimiento se obtienen cuando se añaden a la dieta 1.04% de fósforo y 1.24% de calcio (Coll, 1982). Cuando la relación calcio/fósforo es de 2:1, se inhibe el crecimiento y disminuye la pigmentación (Kitabayashi et al., 1971).

3.10.7. Fibra:

La fibra se refiere a la mezcla de hemicelulosa, lignina, pentosas y pequeñas fracciones no digeribles presentes en el alimento (Akiyama & Dominy, 1989).

Alimentos con cantidades excesivas de fibra son difíciles de ligar, y provocan la excreción constante del alimento, lo cual repercute en la calidad del agua (Akiyama & Dominy, 1989).

La quitina es el componente estructural del exosqueleto, y se considera que incluida en las dietas es promotora del crecimiento (Akiyama & Dominy, 1989).

Se recomienda para las dietas de camarón un nivel mínimo de 0.5% de quitina, con un nivel de fibra total no superior a 4% (Akiyama & Dominy, 1989).

3.10.8. Ligadores:

Algunos de los materiales que se utilizan como ligadores en la elaboración de dietas son los alginatos de metil-celulosa, gelatinas y almidones modificados, que aglutinan la mezcla y evitan la rápida disgregación de la dieta peletizada en el agua (Lovell, 1981).

Existen diversos tipos de dietas de acuerdo al porcentaje de agua que contienen : secas, semihúmedas y húmedas, con 20, 20-50, y más del 50% de agua respectivamente, las cuales se encuentran en diversas presentaciones, entre las que se encuentran los peletizados, extruídos, hojuelas, geles, pastas y microencapsulados (Coll, 1982).

Grajcer & Neal (1972) prepararon una ración semihúmeda basada en cabezas de camarón congelado, suplementado con una cantidad mínima de ingredientes y 5% de gelatina como ligador, obteniendo buenos resultados.

Zein-Eldin & Meyers (1973) compararon dietas en forma de hojuelas con peletizados extruidos en donde se utilizó como ligador el alginato, y observaron que la supervivencia era menor debido a la rápida descomposición de ésta. Sin embargo la tasa de crecimiento era similar a la de la dieta extruida.

Meyers & Zein-Eldin (1972) encontraron que en dietas con poca o sin harina de camarón, una concentración de 0.75% de alginato era suficiente para garantizar de 24 a 48 h de estabilidad del peletizados. Aún así, las dietas que contienen más de un 15% de harina de camarón requieren de 1.25 - 1.50% de alginato. Sin embargo Meyers *et al.* (1972) recomiendan al alginato de sodio-calcio o propilen-glicol-alginato como ligadores, para dietas con una humedad de 8-10%. Esto proporciona una estabilidad de 48 h.

Tanto la palatabilidad como la estructura física de la dieta se encuentran estrechamente relacionadas y tienen un impacto importante en la nutrición del camarón, ya que la alteración en la composición de la dieta afecta la estabilidad de ésta en el agua (Hysmith *et al.*, 1972).

Forster (1972) examinó la estabilidad de varias pastas, geles y dietas secas para camarón, encontrando que aunque el alimento seco presenta mayor estabilidad, proporciona un menor crecimiento en comparación con las pastas o geles.

Sick & Andrews (1973), y Schewbart *et al.*, (1973) encontraron que la adición de una sustancia atrayente de alimento vivo, como desperdicio de almejas o aceites de pescado en niveles

de 5% en la dieta, provocaba buen crecimiento.

3.11. Fuentes alternas como insumos en dietas para camarón.

La producción de proteína vegetal (granos) en el estado de Baja California Sur no es suficiente, por lo que gran parte de estos se importan de otras regiones. Una alternativa para la región consiste en buscar nuevas fuentes locales de insumos, los cuales pueden ser utilizados para sustituir parcial o totalmente a ingredientes altamente competidos y por tanto de alto costo.

Dentro de las proteínas de origen vegetal, la obtenida a partir de la soya es la más utilizada en la actualidad para la producción de alimentos debido a su perfil de aminoácidos, (Andrews, 1977; Fordiani & Ketola, 1980; Wilson et al., 1981 y CICTUS, 1986). Sin embargo, su alto costo impide su aprovechamiento al máximo (Lovell, 1981).

Algunos insumos con potencial de utilización en dietas para camarón son las levaduras marinas y vegetales con altos niveles proteicos como el frijol gandúl (*Cajanus cajan*) (Casillas & Magallón, 1988), el cual sustituyó a la harina de soya en alimentos para camarón, obteniendo resultados satisfactorios de crecimiento. La chaya, amaranto, y salicornia han sido utilizados principalmente para sustituir al sorgo (de la Higuera, 1985). El amaranto, por ejemplo, contiene un buen equilibrio de aminoácidos esenciales, principalmente lisina (F.A.O., 1970). El algodón desengrasado, por otro lado, tiene un nivel de proteína similar a la soya (Rodríguez, 1988).

Recientemente se han utilizado proteínas de origen animal,

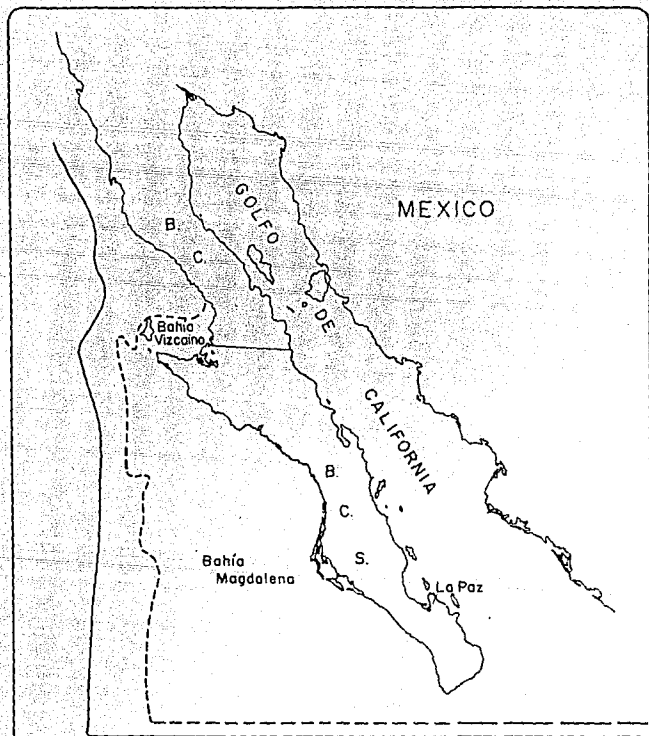
con base en las harinas de pescado y camarón, con buenos resultados (New, 1987). Otras fuentes de proteína que se han utilizado experimentalmente son el calamar (*Loligo opalescens*) (Cruz-Rique & Guillaume, 1987), y la mosca doméstica (*Musca domestica*) (Tinsley et al. 1984).

Algunos de los insumos de origen animal que deberán evaluarse a corto plazo, son los crustáceos marinos cuya abundancia los hace potencialmente atractivos para industrialización como el krill, *Euphausia pacifica* y la langostilla, *Pleuroncodes planipes*. (Pierce et al., 1969). Esta última ha sido utilizada en dietas para camarón (Casillas & Magallón, 1988).

3.11.1. La langostilla *Pleuroncodes planipes* Stimpson.

Este recurso marino se distribuye a lo largo de la costa occidental de México (Arvizu, 1976). Los trabajos de exploración pesquera, indican que la especie tiene su centro de distribución cerca de la costa este de la parte central y sur de Baja California (Aurióles, 1991a) (Figura 6). La distribución y abundancia de la langostilla a lo largo de toda la costa, corresponde a los sitios en donde las aguas son ricas en plancton. La concentración más grande de langostilla fue encontrada en un radio de 50 millas en Bahía Magdalena (Kato, 1974), en donde se localiza el principal sitio de desove (Boyd, 1960)(Figura 6).

Los movimientos verticales de la langostilla en la columna de agua con base en la temperatura ya que de diciembre a abril se



- Distribución geográfica de *Pleuroncodes planipes*.
- Distribución geográfica de *Pleuroncodes planipes* durante "El Niño".

Figura 6 Distribución geográfica de la langostilla *Pleuroncodes planipes* durante un año normal y un año con "El Niño".

presenta en altas concentraciones en aguas someras. Esto coincide con la época de reproducción. Conforme la temperatura se incrementa se mueven hacia el fondo, en donde las temperaturas son relativamente bajas (Boyd, 1967). Los movimientos horizontales, se ven también influidos por la temperatura, ya que cuando se presentan las corrientes cálidas, se ha observado que la langostilla se desplaza hacia el norte (Aurióles, 1991b).

El tamaño y el peso de la langostilla depende de su edad, sexo y condiciones biológicas. El peso en los juveniles, varía de dos a cuatro gramos, y en los adultos de cuatro a doce gramos, con un tamaño aproximado de 8 a 12 centímetros cuando son adultos (Kato, 1974) (Figura 7).

Su composición química varía de acuerdo al tamaño, área y época de captura (Kato, 1974) y es similar a la del krill y a la del camarón pequeño, excepto en cuanto al contenido protéico que es menor; esto se debe al menor tamaño del abdomen (Spinelli & Manhaken, 1978).

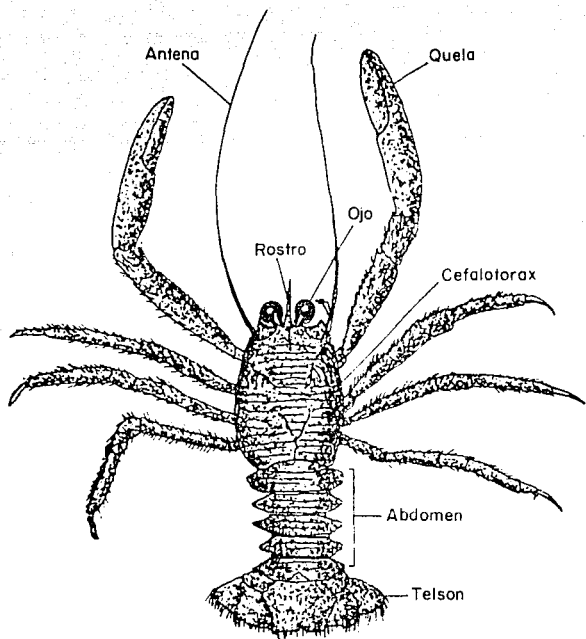


Figura 7 Langostilla . *Pleuroncodes planipes*.
(Kato, 1974)

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Observar el efecto de la sustitución de las harinas de camarón, pescado y soya por harina de langostilla (*Pleuroncodes planipes*) en el crecimiento y supervivencia de postlarvas de *Penaeus californiensis*.

4.2. Objetivo Particular

Determinación de la tasa de crecimiento, porcentaje de supervivencia, factor de conversión alimenticia (FCA) y producción de biomasa del camarón *Penaeus californiensis* alimentado con dietas experimentales y de referencia.

5. MATERIALES Y METODOS

Jobling (1983) menciona la imposibilidad de realizar comparaciones directas intra- e interespecíficas de los estudios nutricionales realizados por investigadores diversos, debido a la gran variabilidad existente entre los diseños experimentales, la metodología empleada y la fuente de los organismos. Por ello, es necesario sistematizar las técnicas de cultivo lo más posible.

Con el fin de estandarizar el mayor número de variables experimentales, se llevó a cabo una colecta de organismos reproductores para obtener desoves individuales y realizar un cultivo larvario que permitiera obtener organismos experimentales homogéneos en cuanto a edad, tamaño e historial nutricional previo.

5.1. Captura de organismos reproductores

Para el desarrollo experimental se llevó a cabo la captura de reproductores de *Penaeus californiensis* en dos estaciones localizadas respectivamente a los 24° 25' lat. Norte - 111° 44' longitud Oeste y 24° 39' lat. Norte - 112° 06' longitud Oeste del complejo lagunar Magdalena - Almejas. Se realizaron un total de 10 lances de 20 minutos cada uno (3 de los lances fueron nocturnos) en una embarcación de 11.7 m de eslora, a una velocidad promedio de 1 - 2 nudos y a una profundidad promedio de 15 m para la primera estación y 26 m para la segunda estación. El arte de pesca utilizado para este fin fue una red de prueba

camaronera denominada "chango", de aproximadamente 10 m de boca y luz de malla de 3.8 cm.

5.2. Transporte y aclimatación de reproductores

Los organismos fueron transportados en forma individual, introduciéndolos en tubos de poliducto de 5 cm de diámetro y aproximadamente 30 cm de longitud, a los cuales se les colocó una malla mosquitero de plástico sujeta con ligas en cada extremo. Para permitir un mejor flujo de agua dentro del tubo, se perforaron 10 orificios de aproximadamente 0.5 cm de diámetro a lo largo del mismo (Figura 8). Se colocaron 20 tubos en cada una de las hieleras de 0.6 x 0.30 x 0.13 m. Para disminuir la temperatura y facilitar el transporte, se utilizaron bolsas de plástico con hielo. La aereación del agua se realizó por medio de un compresor portátil (CICTUS, 1986; RPI, 1989).

Los organismos se colocaron en dos tanques de fibra de vidrio de 3.0 x 2.0 x 0.4 m (área = 5 m²) a una densidad de 6 organismos/m² (Primavera, 1985) para su mantenimiento y desove.

Después del desove, los nauplios se colectaron y se realizó un cultivo larvario semi-intensivo utilizando un tanque de 1.60 x 1.50 x 0.35 m, siguiendo las técnicas descritas por Liao (1984), RPI (1989) y Treece & Yates (1990) para obtener postlarvas de 20 días (PL20).

Durante el desarrollo larvario se registraron los parámetros de calidad del agua que se consideraron de vital importancia como

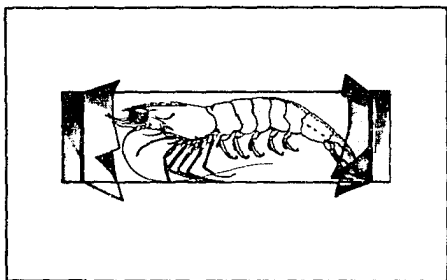
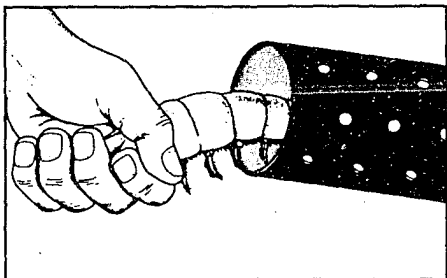


Figura 8 Transporte individual de organismos reproductores .
(Tomado de CICTUS, 1986).

salinidad, amonia y temperatura. Diariamente se realizó un recambio de agua de aproximadamente 50%.

El traspaso de larvas del tanque de reproductores al tanque de cultivo se llevó a cabo mediante el método de colecta empleada en CICTUS (1986), el cual consiste en aprovechar el fototactismo positivo que presentan estos organismos cuando se encuentran en los primeros estadios larvarios. Una vez reunidas, se procedió a sifonearlas con mangueras de tubo de plástico de aproximadamente 0.5 cm de diámetro, concentrándolas en una malla de 20 micras para su conteo.

Los organismos se colocaron en el tanque circular de 1 m de diámetro por 0.4 m de altura en el cual se mantuvieron durante todo su desarrollo. La alimentación consistió en microalgas (*Chaetoceros gracilis* y *Tetraselmis chuii*) y plancton artificial (Artificial Plancton, Nippai), de acuerdo a los niveles recomendados por la compañía productora del alimento artificial.

Por cuestiones operativas, cuando los organismos sufrieron la metamorfosis a postlarva se transfirieron a dos taras plásticas de 0.7 x 0.4 x 0.35 m, donde permanecieron hasta llegar a postlarva 20 (PL20) donde se realizó el segundo conteo de los organismos.

5.3. Sistema de bombeo y filtrado de agua

El agua de mar (a) con una salinidad de 40 ppm, extraída con una bomba eléctrica de 5 hp (b), se enviaba a través de un

poliducto de 2 pulgadas (c) a un reservorio circular de sedimentación (d) con capacidad aproximada de 5000 litros, en donde permanecía durante 24 horas (Figura 9).

Después de la sedimentación, el agua era bombeada por medio de una bomba sumergible de 0.4 hp de capacidad (e) a un filtro de fibra sintética, grava y arena (f), posteriormente el agua era recibida en un tanque cilíndrico (g) y bombeada (h) para pasarla por dos filtros de cartucho de madeja de 10 micras(i). Una vez filtrada el agua, la salinidad se ajustó a 35 ppm en tres reservorios cónicos (j) y uno cilíndrico (k) con capacidad de 400 l y 350 l respectivamente, utilizando agua salobre (5 ppm) (Figura 9).

5.4. Unidades experimentales

Se realizó el montaje de un sistema adecuado para la evaluación experimental de tipo semi-intensivo, en el cual se colocaron 21 contenedores plásticos (taras) de 0.7 X 0.4 X 0.35m, con un volumen de 98 l c/u (Figura 10).

En el sistema de taras se realizó un recambio de agua filtrada a 10 micras, equivalente a 66% del volumen total por día. Las taras se cubrieron con malla de plástico las 24 horas del día para prevenir escapes de los organismos.

En cada unidad se llevó a cabo un monitoreo diario (8:30 a.m.) de los siguientes parámetros de calidad de agua:

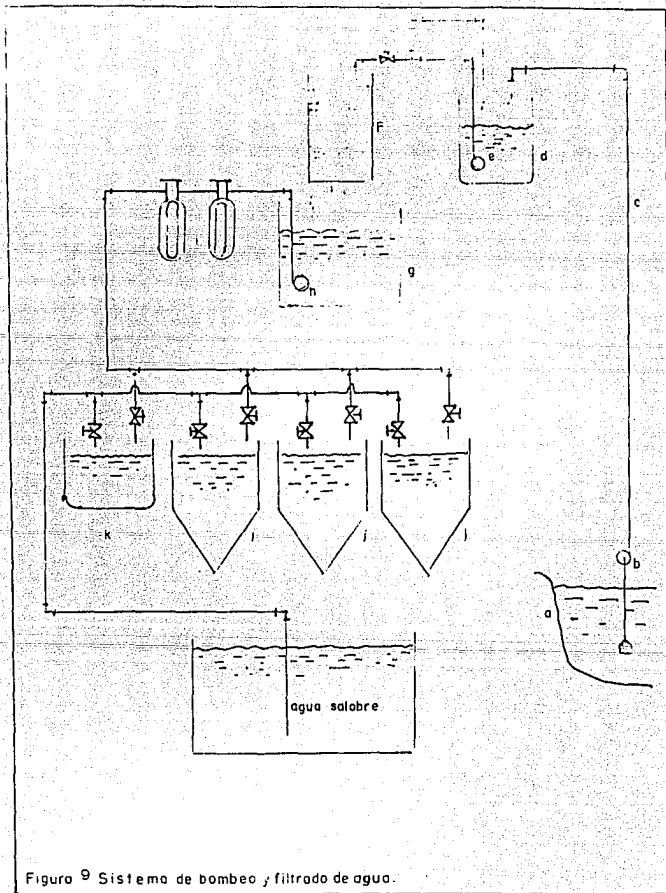


Figura 9 Sistema de bombeo y filtrado de agua.

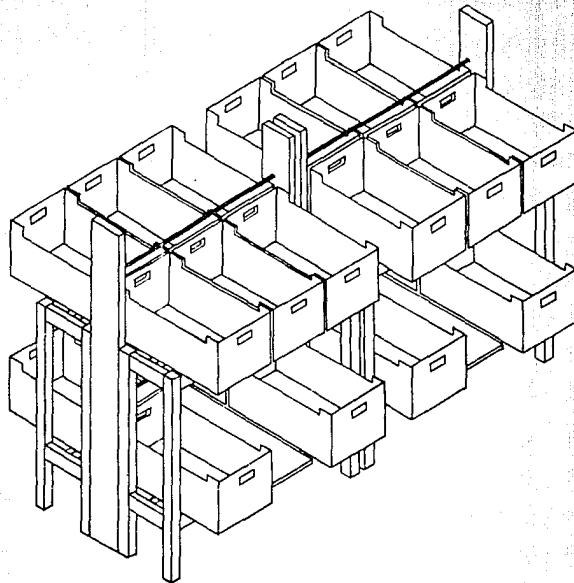


Figura 10 Unidades Experimentales

- a. Oxígeno (mg/l) mediante oxímetro polarográfico.
- b. Temperatura (°C) mediante termómetro sumergible máximo-mínimo.
- c. pH mediante electrodo, y análisis colorimétrico.
- d. Amonia (mg/l) mediante análisis colorimétrico.
- e. Salinidad (ppm) por medio de un refractómetro ocular.

5.5. Organismos experimentales

Cuatrocientas veinte postlarvas (PL20) de *Penaeus californiensis* fueron seleccionadas de acuerdo a su tamaño, que se determinó por medio de una balanza digital (con precisión de 0.01 g). El peso promedio inicial fue de 0.13 gramos. Esta pre-selección por talla aseguró un tamaño inicial equivalente para todos los tratamientos.

Los tratamientos experimentales se distribuyeron aleatoriamente por triplicado en el sistema, con el fin de evitar cualquier efecto de luz ó temperatura en la tara.

5.6. Dietas experimentales

La formulación teórica para establecer el balance de proteínas, lípidos, carbohidratos, fibra cruda y energía en las dietas experimentales, se definió en base a los datos reportados en la bibliografía (New, 1976; 1987; CICTUS, 1986; Akiyama & Dominy, 1989; Villarreal, 1989).

5.6.1. Elaboración de dietas experimentales CIB-90

Composición teórica y experimental de la langostilla

La tabla 3, muestra la composición bromatológica teórica y

experimental de la langostilla utilizada como insumo alterno para la elaboración de las dietas experimentales, así como los aminoácidos y ácidos grasos presentes en éste organismo.

Tabla 3. Composición proximal y cuantitativa de ácidos grasos y aminoácidos de la langostilla (*Pleuroncodes planipes*).

A. Composición proximal de la langostilla cruda y de la harina de langostilla.

	Langostilla cruda *	H. de langostilla #
Humedad	79.89 %	7.27 %
Proteína cruda total	10.61 %	37.56 %
Lípidos totales	2.48 %	5.04 %
Fibra cruda (Quitina)	5.00 %	10.67 %
Carbohidratos totales (Glucosa)	0.94 %	21.63 %

* Fuente: Kato (1974).

Determinadas por la División de Biología Experimental-CIB.

B. Composición de ácidos grasos y aminoácidos presentes en la langostilla.

Ac. grasos *		Aminoácidos #	
Longitud de la cadena	%	g a.ac./100 g muestra	%
14 : 0	3.4	Acido Aspártico	2.0
15 : 0	0.8	Tirosina	1.6
16 : 0	18.2	Serina	1.0
16 : 0	2.8	Acido Glutámico	3.1
17 : 0	0.6	Prolina	1.7
18 : 0	3.9	Glicina	2.8
18 : 1	16.4	Alanina	1.8
18 : 2	2.3 @	Cisteina	0.3
18 : 3	1.6 @	Valina	2.5 @
20 : 0	Tr	Metionina	1.2 @
20 : 5	17.4 @	Isoleucina	2.5 @
22 : 1	3.2	Leucina	3.6 @
22 : 6	28.4 @	Fenilalanina	1.8 @
		Histidina	1.8 @
		Treonina	1.1 @
		Lisina	4.0 @
		Arginina	2.5 @
		Triptofano	0.4 @

* Fuente: Pierce et al. (1969).

Determinado por la División de Biología Experimental- CIB.

@ Esenciales para camarones peneidos (Akiyama y Dominy, 1989).

Tr Traza, menor de 0.5%.

Con el fin de realizar los cálculos de ajuste teórico de lípidos y proteínas para las dietas, se utilizó la fórmula siguiente (New, 1987):

Cantidad de proteína

proporcionada por el = $\frac{\% \text{Proteína del insumo} \times \% \text{Insumo en la dieta}}{100}$
insumo

Los insumos se limpiaron manualmente a fin de eliminar basura y objetos que pudieran dañar el equipo utilizado en la elaboración de las dietas experimentales, y se molieron en un molino de discos (Straub 4E) con capacidad de un kg/h, antes de ser tamizados en una malla de número 35.

Una vez que se igualó el tamaño de las partículas, se pesaron los insumos correspondientes a la elaboración de 5 kg de cada una de las dietas (Tabla 4), para proceder a la realización de dos tipos de mezclas por separado:

Mezcla húmeda: aceites, vitaminas, minerales y grenetina.

Mezcla seca: harinas de sorgo, trigo, pescado, soya, camarón y/o langostilla.

Tabla 4. Composición teórica de las dietas experimentales utilizadas para alimentar a postlarvas de *Penaeus californiensis*.

Ingredientes	C I B 90-2			C I B 90-3			C I B 90-4			C I B 90-5		
	%	P	L	%	P	L	%	P	L	%	P	L
H. pescado	25	15	3.5	25	15	3.5	25	15	3.5	21	12.6	2.9
H. camarón	10	4	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. langost.	0	0	0	10	4	0.4	15	6	0.5	15	6	0.5
H. soya	27	12.2	0.7	27	12.2	0.7	22	9.9	0.6	28	12.6	0.2
H. trigo	16	2.4	0.5	16	2.4	0.5	16	2.4	0.5	16	2.4	0.5
H. sorgo	12	1.2	0.2	12	1.2	0.2	12	1.2	0.2	12	1.2	0.2
Ac. pescado	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Ac. vegetal	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Vit/Min (*)	4.5	0	0	4.5	0	0	4.5	0	0	4.5	0	0
Ligador	3.5	3.1	0	3.5	3.1	0	3.5	3.1	0	3.5	3.1	0

Total: 100.0 37.9 7.3 100.0 37.9 7.3 100.0 37.6 7.3 100.0 37.9 6.4

% = Porcentaje en la dieta.

P = Porcentajes teóricos de proteína cruda.

L = Porcentaje teórico de lípidos.

* Vitaminas (Composición/Kg): A = 7.143E6 IU, B1 = 1671.4 mg, B2 = 2414.3 mg, B3 = 18285.7 mg, B5 = 3000 mg, B6 = 1628.6 mg, B11 = 385.7 mg, B12 = 4290.7 mg, Biotina = 21428.6 mg, C = 43857.1 mg, D = 1.286E6 IU, E = 22028.6 IU, K3 = 1200 mg, Colina = 1000 mg.

* Minerales (Composición/Kg): Fe = 12857.1 mg, Ca = 92857.1 mg, P = 71428.6 mg, I = 107142.9 mg, Mg = 71428.6 mg, Cu = 1428.6 mg, Zn = 10714.3 mg, Cr = 7142.9 mg, Se = 7142.9 mg, Mo = 7142.9 mg, Mn = 1785.7 mg, K = 26785.7 mg, Cl = 24285.7 mg.

Para homogeneizar la mezcla se agregó el 50% de agua en relación peso/volumen.

La mezcla se pasó por un molino de carne con abertura de aproximadamente un mm de diámetro. El peletizado se sumergió en un baño de grenetina por aproximadamente 6-10 segundos, antes de dejarlo secar al sol durante 6 horas.

Para corroborar la similitud bromatológica entre las dietas se realizó el análisis de composición proximal de acuerdo al método de análisis descrito a continuación:

5.6.2. Métodos de análisis

El análisis de composición proximal se realizó bajo la dirección del personal de la División de Biología Experimental del C.I.B.

A. Humedad:

Se determinó basado en la metodología que describe la A.O.A.C. (1984): deshidratación en estufa a 70°C/24 hrs., hasta obtener peso constante.

B. Lípidos:

Se determinó por el método de extracción del Aparato de Soxhlet, utilizando éter en reflujo por 18 hrs (Kates, 1972).

C. Nitrógeno total y proteína cruda:

Se efectuó siguiendo el método micro-Kjeldhal (A.O.A.C.,

1984), por digestión ácida de la muestra y titulación con ácido clorhídrico del nitrógeno. Para obtener el contenido de proteína cruda, el valor del nitrógeno total se multiplica por 6.25.

D. Cenizas:

Se evaluó de acuerdo al método descrito por la A.O.A.C. (1984): calcinación en mufla a 550°C.

E. Carbohidratos:

Se utilizó el método de Antrona descrito por Yemm & Willis (1954). Dicho método está basado en el principio de que una muestra es hidrolizada en medio ácido y una alícuota del producto de hidrólisis se hace reaccionar con antrona para la formación de un compuesto colorido, el cual es determinado espectrofotométricamente a 630 nm.

F. Fibra cruda:

El contenido de fibra cruda se determinó por diferencia del 100% de los porcentajes de proteína, lípidos, cenizas y carbohidratos.

G. Energía:

Se utilizó un calorímetro adiabático, en el cual se colocó la muestra en forma de pastilla comprimida de peso conocido, dentro de la cámara calorimétrica a la cual se le inyectó oxígeno para que se llevara a cabo la ignición.

Cada una de las determinaciones se realizaron por triplicado.

5.7. Tratamientos experimentales

Para el presente trabajo, los tratamientos experimentales utilizados fueron:

- a. Dieta base tipo C.I.B. con 38% de proteína cruda y 10% de harina de camarón. (CIB 90-2).
- b. Dieta base tipo C.I.B. con 38% de proteína cruda y sustitución total de harina de camarón por harina de langostilla *Pleuroncodes planipes* (CIB 90-3).
- c. Dieta base tipo C.I.B. con 38% de proteína cruda, sustitución total de harina de camarón por harina de langostilla *Pleuroncodes planipes* y 18% sustitución de harina de soya por harina de langostilla. (CIB 90-4).
- d. Dieta base tipo C.I.B. con 38% de proteína cruda, sustitución total de harina de camarón por harina de langostilla *Pleuroncodes planipes* y 18% sustitución de harina de pescado por harina de langostilla. (CIB 90-5).
- e. Ración comercial nacional (DC-36) con 36% de proteína cruda.
- f. Ración comercial nacional (DC-31) con 31% de proteína cruda.
- g. Dieta natural a base de calamar *Loligo* sp. (C) congelado.

Cada tratamiento experimental se replicó 3 veces (i.e. 3 taras alimentadas con la misma dieta).

El nivel inicial de alimentación se determinó con base en el peso húmedo de los organismos (RPI, 1989). La cantidad inicial de alimento diaria fue de 2 g en las taras. La cantidad de alimento se incrementó a 3 g por día a partir del día 30. La cantidad de calamar (Tabla 5) proporcionada se ajustó en base a peso seco (5 g) para proporcionar una cantidad similar de alimento al de las dietas peletizadas. La frecuencia de alimentación fue de una vez al día, 6 días de la semana.

Tabla 5. Composición bromatológica teórica del calamar.

Porcentaje (%)	Vísceras de calamar	Vísceras de calamar almacenadas
Materia seca	17.8	19.9
Proteína cruda	75.3	60.8
Grasa cruda	7.4	7.3
Cenizas	6.8	9.5
Calcio	0.1	0.4
Fósforo	1.1	1.0
Acidos grasos	1.9	4.3
18:2n6	3.0	-
18:3n3	-	-
20:5n3	15.2	-
22:6n3	25.2	-

Fuente: Carver et al. (1989).

5.8. Análisis bromatológico de los organismos experimentales

Con el fin de establecer posibles diferencias en la composición proximal entre los organismos experimentales, debidas a la diferencia en la composición de la dieta, se realizaron análisis bromatológicos de músculo y hepatopáncreas al finalizar la evaluación nutricional.

5.8.1. Selección de organismos

La selección de cinco organismos por tratamiento se realizó bajo el siguiente criterio: los organismos deberían de encontrarse en el estadio de muda C ó de intermuda (Huner, 1979; Robertson et al., 1987). Con el fin de identificarlos se observaron las setas de los urópodos al microscopio (40x).

5.8.2. Obtención de músculo y hepatopáncreas

Se separó el cefalotórax del abdomen y con ayuda de unas pinzas de disección se extrajo el hepatopáncreas. El caparazón y el músculo se separaron utilizando una aguja de disección (Galvani et al., 1987).

Una vez extraídos los órganos, se colocaron en tubos de 1.5 ml y se mantuvieron a una temperatura de -40 °C (Galvani et al., 1987), hasta comenzar la determinación de proteínas y lípidos.

La determinación de proteínas se realizó por el método de Bradford, (1976) y la determinación de lípidos por el método metanol-cloroformo 2:1 (A.O.A.C., 1984).

5.9. Análisis estadístico

En el estudio, la hipótesis nula (H_0), define que las dietas experimentales no producen diferencias en el rendimiento del camarón con respecto a la dieta base. Por otro lado, la hipótesis alterna (H_a), nos indica que hay diferencia entre los tratamientos. La evaluación estadística de crecimiento, factor de conversión y supervivencia se realizó utilizando el paquete para computación STATGRAPHICS (1986), mediante el análisis de varianza, la prueba múltiple de rangos y el análisis de ajuste a una regresión lineal. Adicionalmente se utilizó el análisis de cajas (STATGRAPHICS, 1986) para evaluar diferencias entre las medianas de las muestras experimentales. Diferencias en la composición bromatológica se detectaron utilizando análisis de varianza y la prueba múltiple de rangos.

Los parámetros experimentales utilizados para la evaluación del rendimiento del camarón comprenden lo siguiente:

5.9.1. Tasa de crecimiento: Definida por el incremento de peso en un tiempo determinado. Está representada por la pendiente de la línea de regresión del peso (gramos) contra el tiempo (días). Las diferencias entre tratamientos se definieron por análisis de varianza y la prueba sugerida por Parker (1979) para la comparación de pendientes de dos líneas de regresión.

5.9.2. Factor de conversión alimenticia: Definido por la cantidad de alimento necesaria para que el camarón aumente un gramo de peso. Este valor fue calculado

mediante la siguiente fórmula:

$$F.C.A. = \frac{\text{Alimento suministrado (g)}}{\text{Aumento de peso (g)}}$$

donde el alimento suministrado se obtuvo de la multiplicación del alimento suministrado diariamente por el número de días de experimentación, y el aumento de peso se obtuvo de la multiplicación del resultado de la diferencia de peso final y peso inicial por el número de organismos vivos al final del experimento.

5.9.3. Supervivencia: Porcentaje de organismos vivos en un tiempo dado.

6. RESULTADOS

6.1. Transporte y aclimatación de reproductores

Se capturaron un total de 136 reproductores de *Penaeus californiensis*. La supervivencia después del transporte al CIB fue de 71%.

6.2. Producción larvaria

En la corrida de producción larvaria, el número inicial de larvas fue de 145 ± 25 larvas/l, en un volumen total de 196 litros. La tabla 6, muestra la velocidad de crecimiento (metamorfosis) a postlarva.

Tabla 6. Velocidad de crecimiento y alimentación registrada durante la producción larvaria del camarón café *Penaeus californiensis*.

Días de cultivo larvario		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Horas		15	48		40		36		36		36	24/36
Estadios larvarios		H	N 1-3	N 3-6	N 5-6 Z1	Z1 Z2	Z2	Z2 Z3	Z2 Z3 M1	Z3 M1 M2	M1 M2 M3	M2 M3 PL
A L I M E N T O	Chaetoceros (cel/ml)						50 000				20 000	
	Tetraselmis (cel/ml)						10 000				500	
	Plancton artificial (g)						7.8	7.8	7.8	7.8	15	15
	Nauplios de Artemia (n/ml)						-	0.5	1.0	3.0	4.0	4.0

En el conteo final se obtuvieron un total de 892 postlarvas en el mismo volumen, con una supervivencia de 36%.

Según los resultados obtenidos, se logró obtener postlarva (PL1) de *Penaeus californiensis* en un lapso de 10 días, utilizando una salinidad de 34 ppm, y una temperatura promedio de 28°C.

6.2.1. Calidad de agua

Los parámetros de calidad de agua registrados para las unidades de producción larvaria se muestran en la tabla 7. Los valores obtenidos para salinidad, temperatura, pH y amonia se encuentran dentro del rango óptimo de cultivo larvario.

La figura 11 muestra la variación de temperatura registrada durante el cultivo larvario. En ella se observan rangos de temperatura que van de 26.1 a 30 °C durante el transcurso de la corrida.

Tabla 7. Parámetros de calidad de agua y desviaciones estandar (d.e.) registradas durante el desarrollo experimental de cultivo larvario de *P. californiensis*.

Parámetros	N	Promedio	(±d.e.)
Temperatura (°C)	11	27.92	3.17
Salinidad (ppm)	11	34.18	1.54
Amonia (mg/l)	11	0.73	0.46
pH	11	7.88	0.21

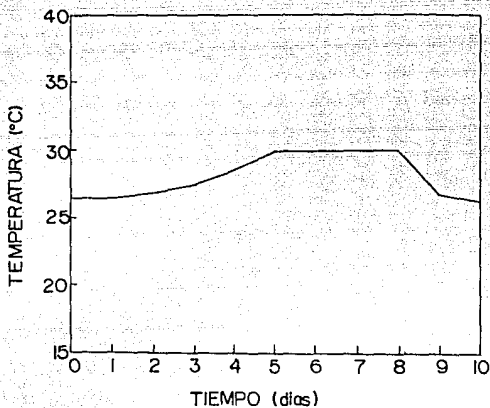


Figura 11 Variación de la temperatura promedio registrada durante el cultivo larvario de *Penaeus californiensis*

Los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua se mantuvieron dentro los mismos rangos durante el desarrollo postlarvario y la aclimatación previa a la evaluación nutricional.

6.3. Evaluación nutricional de dietas experimentales

6.3.1. Calidad de agua

Los parámetros de calidad de agua registrados en las unidades experimentales se muestran en la tabla 8. Los valores obtenidos de la salinidad, oxígeno, pH y amonía se encuentran dentro del rango óptimo de cultivo.

Tabla 8. Promedio y desviación estandar (d.e.) de los parámetros de calidad de agua registrados durante la evaluación nutricional de dietas experimentales utilizando postlarvas de *Penaeus californiensis*.

Parámetros	N	Promedio	(\pm d e)
Temperatura (°C)	75	28.05	0.45
Salinidad (ppm)	75	35.70	0.23
Oxígeno (mg/l)	75	5.85	0.18
Amonía (mg/l)	14	0.78	0.23
pH	14	7.80	0.09

Los datos registrados de temperatura promedio, durante la fase experimental, se muestran en la figura 12.

6.3.2. Unidades experimentales.

Las unidades experimentales (Figura 10) mostraron su eficiencia ya que permiten la evaluación replicada de un número adecuado de tratamientos. Las condiciones experimentales fueron similares para todas las unidades de cultivo; las réplicas no produjeron resultados estadísticamente diferentes entre sí.

6.3.3. Elaboración de dietas

El análisis estadístico mostró que las dietas experimentales fueron isoprotéicas e isocalóricas como se estableció en la formulación teórica, de manera que la comparación experimental directa fue posible.

La tabla 9 muestra la composición proximal de las dietas experimentales. Las raciones experimentales, proporcionaron los nutrientes básicos en niveles adecuados, de acuerdo a los requerimientos generales establecidos en la literatura (New, 1976; Akiyama & Dominy, 1989).

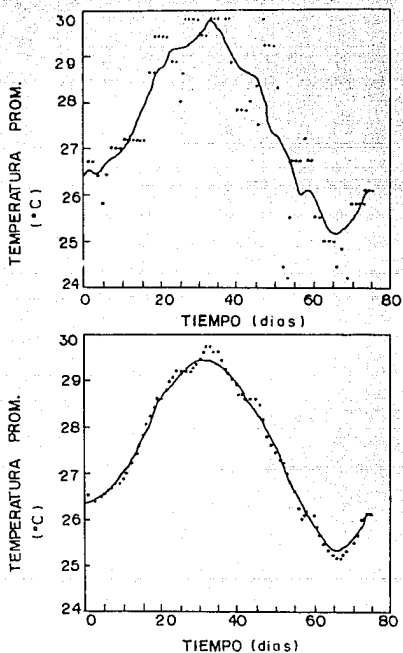


Figura 12 Temperatura promedio registrada durante el periodo experimental de la evolución nutricional de postlarvas de *Penaeus californiensis*

Tabla 9. Composición proximal de las dietas experimentales y comerciales utilizadas para alimentar a postlarvas de *Penaeus californiensis*.

A. Análisis proximal de las dietas experimentales (*).

	C I B 90-2	C I B 90-3	C I B 90-4	C I B 90-5
Proteína cruda (#)	37.65	40.06	38.94	38.23
Lípidos (#)	8.22	7.43	7.87	8.46
Carbohidratos	36.16	29.34	34.00	29.64
Cenizas	12.28	13.41	14.24	14.43
Fibra cruda	5.69	9.76	4.95	9.24
Humedad	8.32	8.30	7.14	6.77
Energía (cal/g)(#)	3814.00	4229.00	4160.00	4122.00

B. Composición proximal de las dietas comerciales.

	DC-31	DC-36
Proteína	31.00	36.25
Lípidos	5.00	4.95
Carbohidratos	45.00	38.50
Cenizas	7.47	3.02
Fibra	2.93	8.66
Humedad	8.60	8.62
Energía (cal/g)(#)	4046.00	4069.00

* Determinados con la asesoría del personal de Biología Experimental del CIB.

Los resultados no fueron estadísticamente diferentes.

6.3.4. Evaluación nutricional

Los análisis estadísticos realizados para comparar el peso final, tasa de crecimiento, factor de conversión alimenticia aparente (FCA) y supervivencia de los diferentes tratamientos experimentales (Tabla 10), mostraron diferencias significativas. La alimentación con calamar (C) y con la dieta comercial DC-36 produjeron las menores tasas de crecimiento y pesos finales (Figura 13). El tratamiento DC-31, produjo una supervivencia superior a las obtenidas por la dieta control CIB90-2, aunque estadísticamente no existieron diferencias significativas (Tabla 10).

Las dietas experimentales con sustitución total de harina de camarón por harina de langostilla mostraron ser las que significativamente produjeron los más altos pesos finales en comparación con la dieta control CIB90-2 (Figura 14).

El tratamiento en donde se sustituyó harina de soya por harina de langostilla (CIB90-4) produjo los mejores pesos finales promedio (Figura 14), aunque no existieron diferencias significativas con los tratamientos CIB90-3 y CIB90-5.

El coeficiente de correlación de la regresión lineal del peso final y supervivencia (Figura 15) produjo una relación positiva, indicando que no hubo efectos negativos en el peso final que pudieran relacionarse con un efecto directo de densidad. Los tratamientos experimentales, con sustituciones totales y parciales de harina de langostilla y el tratamiento comercial DC-31 registraron las más altas supervivencias (Figura

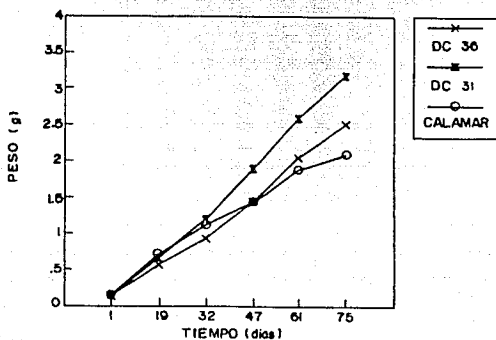


Figura 13 Crecimiento de postlarvas de *Penaeus californiensis* alimentado con colamar o dietas comerciales

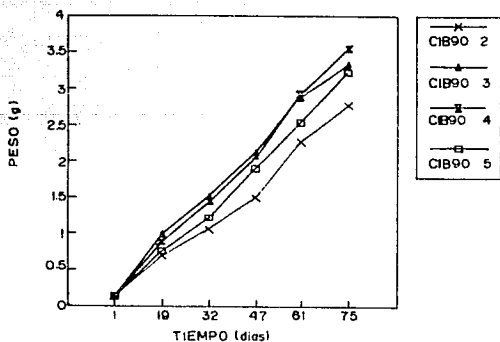


Figura 14 Crecimiento de postlarvas de *Penaeus californiensis* alimentado con las dietas experimentales

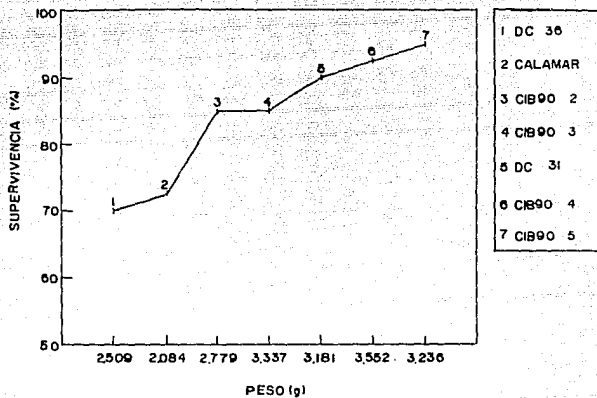


Figura 15 Relación entre peso y supervivencia para los diferentes tratamientos experimentales

16 y 17), mientras que mortalidades de hasta el 30% fueron obtenidas para el tratamiento DC-36 y el de calamar (Figura 17 y Tabla 10).

Tabla 10. Promedio y error estándar de los pesos iniciales y finales, tasa de crecimiento, factor de conversión alimenticia aparente (FCA) y supervivencia de postlarvas de *Penaeus californiensis* alimentadas con diferentes tratamientos durante 75 días. Promedio de tratamientos por triplicado, con 20 organismos en cada contenedor (*).

Dieta	Peso		Tasa de		FCA (‰)
	Inicial (g)	Final (g)	Crecimiento (g/d)	Superv. (%)	
CALAMAR	0.13±0.004a	2.08±0.078a	0.027±0.0008ab	72.5a	7.9±0.07b
DC-31	0.13±0.004a	3.18±0.061c	0.036±0.0007	90.0bc	4.1±0.05a
DC-36	0.13±0.004a	2.51±0.059b	0.033±0.0007b	70.0a	6.8±0.01b
CIB902	0.13±0.004a	2.78±0.099b	0.035±0.0009b	85.0abc	5.0±0.07a
CIB903	0.13±0.004a	3.34±0.155cd	0.044±0.0006c	85.0abc	4.1±0.05a
CIB904	0.13±0.004a	3.55±0.082d	0.046±0.0010c	92.5c	4.0±0.15a
CIB905	0.13±0.004a	3.24±0.116cd	0.043±0.0008c	95.0c	3.9±0.05a

* Los valores con la misma letra para cada columna muestra que no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

† FCA = Factor de conversión alimenticia aparente (cantidad de alimento en gramos dividido entre el incremento en peso de los camarones).

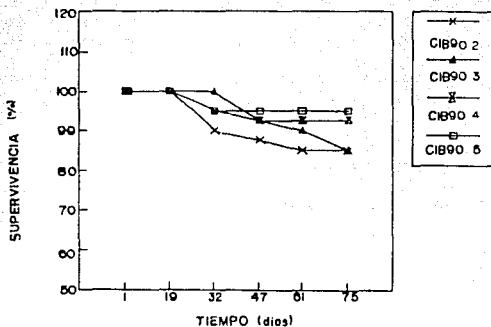


Figura 16 Supervivencia de postlarvas de *P. californiensis* alimentado con diferentes dietas experimentales

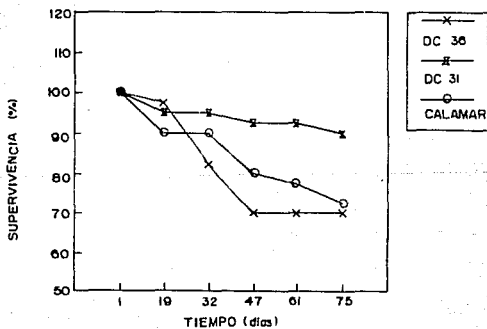


Figura 17 Supervivencia de postlarvas de *P. californiensis* alimentado con calamar o dietas comerciales

6.3.5. Análisis bromatológico de músculo y hepatopáncreas de *Penaeus californiensis* alimentado con diferentes raciones experimentales.

Los resultados de los análisis de proteína en músculo muestran que estadísticamente no existieron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 11 y Figura 18). Sin embargo el análisis estadístico realizado para los lípidos en hepatopáncreas muestran diferencias significativas (Tabla 11 y Figura 19).

Tabla 11. Análisis de rangos múltiples (ANOVA) para el porcentaje de lípidos en muestras de hepatopáncreas de postlarvas de *Penaeus californiensis*.

	N	Promedio	Grupos Homogéneos
CIB90-2	4	15.075	*
CIB90-4	4	15.125	*
CIB90-5	4	18.175	*
CIB90-3	4	22.075	*
COMD-31	4	23.775	*
COMD-36	4	29.950	*
CALAMAR	4	30.425	*

Los tratamientos COMD-36 y calamar presentaron el mayor contenido de lípidos, mientras que las dietas experimentales presentaron cantidades significativamente menores.

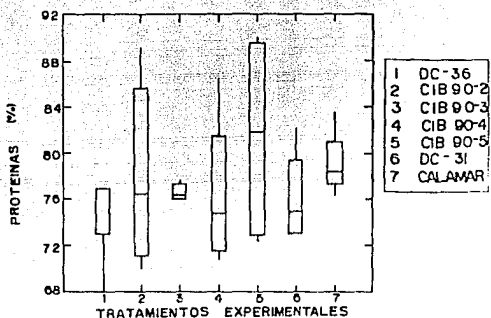


Figura 18 Análisis de cajas (ANOVA) para los resultados bromatológicos de proteína en músculo de *P. californiensis* alimentado con diferentes dietas experimentales y comerciales durante 75 días

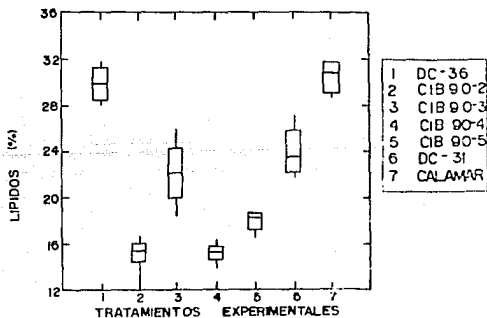


Figura 19 Análisis de cajas para los resultados bromatológicos de lípidos en hepatopáncreas de *P. californiensis* alimentado con diferentes dietas experimentales y comerciales durante 75 días

7. DISCUSION

7.1. Captura y transporte de reproductores

El porcentaje de mortalidad durante el transporte de reproductores se debió a que los organismos se encontraban en muy mal estado en el momento de sacar la red, como consecuencia al estrés producido por el arrastre y la fauna de acompañamiento. El tiempo de los arrastres para la captura de reproductores varía desde 15 minutos para *Penaeus vannamei* en Panamá, 20 minutos para *P. setiferus* y *P. aztecus* en Texas, hasta 1 hr en lances comerciales (Villarreal, com. pers., 1990). El tiempo óptimo de arrastre para maximizar la supervivencia de los reproductores deberá ser evaluado en investigaciones futuras.

CICTUS (1986) utiliza tubos de PVC de 5 cm de diámetro y de 30 cm de longitud para el transporte de los reproductores. En la colecta realizada para este experimento se tomó como referencia la experiencia de CICTUS y con la colocación de los organismos individualmente dentro de los tubos de poliducto, así como la reducción de la temperatura, se logró una mayor eficiencia de transporte debido a que los organismos disminuyen su metabolismo con el descenso de la temperatura (Dall, 1986). Por otro lado al estar aislados, se evitan lesiones por golpes entre los organismos y con el contenedor.

7.2. Producción larvaria

El porcentaje de supervivencia que se ha logrado en

laboratorios de cultivo hasta la fecha puede considerarse bajo (Casillas & Magallón, 1988). En producción comercial el nivel de supervivencia durante el ciclo larvario es de aproximadamente 51% para postlarvas de *Penaeus stylirostris* (CICTUS, 1986). En el presente estudio la supervivencia registrada fue de 36%. Esto pudo deberse a que la cantidad y la calidad de microalgas, así como el alimento artificial utilizado no proporcionaron los nutrientes requeridos.

7.2.1. Calidad de agua

Lawrence et al. (1979) y Kuban et al. (1985) entre otros, mencionan que la velocidad de desarrollo larvario puede estar relacionada de manera directa con la calidad y temperatura del agua, además del tipo de alimento proporcionado.

Con base en los parámetros de cultivo establecidos en la literatura los valores obtenidos para salinidad, oxígeno, temperatura, pH y amonía se encontraron dentro del intervalo óptimo de cultivo. La figura 11 muestra las variaciones de temperatura obtenidas durante el cultivo larvario, la cual se mantuvo en un promedio de 27.92 °C.

Kitani & Alvarado (1982), Rodríguez de la Cruz (1973) y CET del Mar (1985), han reportado problemas en la metamorfosis a temperaturas de 29°C. Treece (1985, en Treece y Yates, 1990), afirma que utilizando una temperatura de 28°C, es posible obtener postlarvas de *Penaeus vannamei* en 12 días de cultivo. Por otro lado, CICTUS (1986), ha obtenido PL1 de *P. stylirostris*

trabajando con la misma temperatura en 10 días de cultivo. En esta corrida de cultivo larvario se lograron obtener postlarvas de *Penaeus californiensis* en un lapso de 10 días de cultivo a una temperatura de 28°C.

Kitani & Alvarado (1982) manejó un rango de salinidad de 35 - 36 ppm para cultivo larvario con *P. californiensis*. La salinidad promedio registrada durante el cultivo larvario experimental fue de 34 ppm, y se considera que se encontraba en el rango adecuado para la especie (Tabla 7). Sin embargo, el rango óptimo de cultivo aún no se ha encontrado, por lo cual será necesario definirlo en la investigación futura.

En lo que concierne al oxígeno disuelto y al pH, concentraciones de 5-6 ppm y un intervalo de 7.5 - 8.2 (Smith et al. 1985; Kuban et al., 1985) respectivamente, se consideran como el nivel aceptable para el cultivo (CICTUS, 1986) (Tabla 7).

El nivel promedio de amonía fue de 0.731 mg/l de nitrógeno amoniacal. La equivalencia en nitrógeno de amoníaco no ionizado (Tabla 12; Wickins, 1976), tomando como referencia el pH, la salinidad y la temperatura, fue de 0.024 mg/l, el cual se encuentra muy por debajo del valor máximo aceptable para cultivo que es de 0.1 mg/l (CICTUS, 1986).

Tabla 12. Concentraciones totales de nitrógeno amoniacal NH_4 (en mg/l), que corresponden al nivel calculado de 0.1 mg/l de nitrógeno de amoníaco no ionizado (NH_3) en agua a una presión constante de una atmósfera (Wickins, 1976; CICTUS, 1986).

Salinidad pH / Temp °C	30ppm			33ppm			35ppm		
	20	25	28	20	25	28	20	25	28
7.4	12.5	9.1	6.9	12.7	9.3	7.1	7.1	12.9	7.3
7.6	7.9	5.1	4.4	4.4	8.1	5.2	4.5	8.3	4.6
7.8	5.0	3.5	2.8	2.8	5.1	3.6	2.9	5.2	3.0
8.0	3.2	2.3	1.8	1.8	3.3	2.4	1.9	3.2	2.0
8.2	2.1	1.4	1.2	1.2	2.1	1.4	1.2	2.2	1.2
8.4	1.3	0.9	0.8	0.8	1.4	0.9	0.8	1.5	0.8

7.3. Evaluación nutricional de dietas experimentales

7.3.1. Calidad de agua

Los valores obtenidos de salinidad, oxígeno, temperatura, pH y amonía se encuentran dentro del intervalo óptimo de cultivo.

Trabajos realizados por Smith et al. (1985), Fenucci et al. (1981) y Bautista (1986), en engorda con postlarvas de *Penaeus vannamei*, *P. stylirostris* y *P. monodon*, respectivamente, han reportado rangos de temperatura entre 27 - 30 °C, en sus pruebas experimentales. En este trabajo se registró una temperatura promedio de 28 °C \pm 0.45, misma que se considera adecuada para el camarón café (CICTUS, 1986).

La salinidad en trabajos de engorda ha sido reportada dentro del rango de 26 a 35 ppm para *Penaeus vannamei* y *P. stylirostris* (Smith et al., 1985; Bautista, 1986). Kitani & Alvarado (1982), reporta salinidades de 35 - 36ppm para *P. californiensis*, mientras que Hewitt (1991), demostró que el rango de salinidad óptimo de cultivo para *P. californiensis* se encuentra entre 25 y 35 ppm. Por lo tanto, los valores de salinidad registrados durante el experimento, así como los de oxígeno disuelto (5-6 mg/l) y amonía (0.026 mg/l) se encontraron dentro de los rangos óptimos de cultivo.

7.3.2. Elaboración de dietas

El objetivo principal de la investigación en nutrición de camarón es encontrar una dieta que sea lo suficientemente económica, pero que provea la energía necesaria para mantenimiento y crecimiento del organismo, así como el que posea el patrón de aminoácidos esenciales. Es por ello que con base en dietas elaboradas por otros investigadores (New, 1987; Akiyama & Dominy, 1989), se llevó a cabo la formulación teórica de dietas experimentales (Tabla 4).

En el análisis proximal de las dietas experimentales, se obtuvieron porcentajes totales ligeramente diferentes a los calculados en la formulación teórica. Sin embargo, durante el proceso de la elaboración de las dietas, es común que se modifiquen los niveles o fracciones de algunos ingredientes. Esto se debe principalmente a las variaciones en calidad (% de composición) de los insumos utilizados, con respecto a los

valores teóricos publicados. Por ejemplo, New (1987) los valores reportados de la composición para harina de pescado, que varía de 51% de proteína cruda para *Ictalurus* spp. (bagre) hasta 72% para *Clupea harengus* (anchoveta).

Es conocido que la eficiencia de una dieta depende en gran parte de la asimilación que tenga de esta el organismo (New, 1976). Es por ello de gran importancia proporcionar insumos altamente digeribles y que proporcionen un buen balance entre proteínas y lípidos (Bautista, 1986), Akiyama & Dominy (1989) recomiendan un nivel 6:1 de proteínas y lípidos respectivamente para poder maximizar la utilización de proteínas para el crecimiento. Por ejemplo, experimentos realizados con juveniles de *Penaeus monodon*, muestran incrementos de peso significativamente superiores, utilizando niveles de energía de 370 kcal/100 g y 50% proteína, que cuando se utilizó el mismo nivel de proteína, pero el nivel de energía fue de 285 kcal/100g (Bautista, 1986). En el presente trabajo, se obtuvieron niveles de energía ligeramente superiores a los recomendados por Akiyama & Dominy (1989). Esto fue provocado como respuesta a la concentración de lípidos en las dietas. Sin embargo, estos valores se encontraron dentro del rango aceptable para camarón (New, 1987). Las dietas experimentales proporcionaron niveles adecuados de todos los compuestos requeridos por el camarón. Esto se vio reflejado en tasas de crecimiento superiores a las obtenidas cuando se utilizaron dietas comerciales o calamar.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

7.3.3. Características del alimento

La estabilidad y la palatabilidad de las dietas se encuentran estrechamente relacionadas, ya que ambas afectan la ingestión y tienen un gran impacto en la nutrición del organismo (New, 1976). La desintegración del alimento y por tanto la pérdida de nutrientes, como se había mencionado con anterioridad, se debe al contacto con el agua y a la manipulación del alimento por el organismo. Es por ello que la utilización de ligadores es de suma importancia. Algunos experimentos realizados en digestibilidad de dietas para camarón, han utilizado alginato de sodio y hexametáfosfato como ligadores (Ashmore et al., 1985). Debido a que los alginatos son de alto costo, se decidió utilizar grenetina como ligador. Datos registrados por Meyers & Zein-Eldin (1972), indican que utilizando alginato como ligador en dietas que no contenían harina de camarón, lograron una estabilidad de 24 - 48 horas. Observaciones realizadas durante el experimento, muestran que las dietas experimentales tenían una estabilidad de 17 a 20 horas en agua de mar.

Los niveles de fibra obtenidos en el análisis proximal de las dietas experimentales fueron superiores a los recomendados por Akiyama & Dominy (1989). Sin embargo, no se presentaron factores adversos aparentes en el consumo del alimento.

7.3.4. Elaboración de dietas experimentales

La elaboración de las dietas puede variar dependiendo de los fines en que se deseen utilizar, ya sea para comercializarla o bien para investigación. CICTUS (1986) realiza las dietas

extruidas en frío, con una humedad de 35%, y secado en horno con fluido de aire seco a 70°C durante menos de 14 horas. El ligador se mezcla junto con los ingredientes.

En el presente experimento se realizó el extruido en frío al igual que CICTUS (1986). Una porción del ligador (gelatina), se agregó en forma de baño después de la extrusión, lo que retardó la lixiviación de los elementos nutricionales.

El secado de las dietas es un factor de gran importancia, puesto que secados a temperaturas elevadas, podrían provocar la desnaturalización de las proteínas, y la pérdida de vitaminas termolábiles principalmente. Como se mencionó anteriormente, CICTUS (1986) realiza el secado en un horno con fluido de aire seco a 70°C. Smith *et al.* (1985), por otro lado, utilizan una temperatura de 50°C durante 6 horas para el secado de las dietas. El tiempo máximo recomendado es de 14 horas a una temperatura de 50°C (CICTUS, 1986). Las dietas experimentales utilizadas para este experimento fueron secadas al sol, a una temperatura ambiente de 35 - 40 °C, durante 6 horas, lo que produjo una humedad promedio del 7.7 %, la cual se consideró adecuada para las dietas experimentales.

7.3.5. Tratamientos experimentales

Debido a que el calamar ha sido considerado como un alimento de alta calidad para camarón (New, 1987; Akiyama & Dominy, 1989; Carver, *et al.*, 1989), y como una fuente efectiva de proteína (Fenucci *et al.*, 1980), se utilizó como una dieta de referencia. Se esperaba que el calamar produjera altas tasas de crecimiento

en el camarón café. Contrariamente, este tratamiento produjo los pesos finales y la supervivencia menores (Tabla 10 y Figura 17). Una posible explicación a los resultados obtenidos con éste tratamiento es el que los organismos no hubieran consumido dicha dieta, como suele presentarse en algunos experimentos en donde se utilizan alimentos frescos (Seidman & Lawrence, 1985). Sin embargo, no existió ningún indicio en base a las observaciones rutinarias de consumo de alimento, que corroboren ésta explicación, ya que las dietas fueron consumidas de manera similar en todas las taras. La cantidad de calamar congelado proporcionado a cada tara guardó una proporción en base a peso seco equivalente al 80% del alimento peletizado ofrecido en los otros tratamientos, esta disminución en el nivel de alimento ofrecido pudo haber ocasionado una reducción en la tasa de crecimiento. Sin embargo la figura 17, no muestra un decremento en la pendiente. Debido a que la cantidad de alimento proporcionado excedió los niveles recomendados de alimento para camarón (RPI, 1989), no se considera que este factor haya sido la causa principal de la falta de crecimiento de los camarones alimentados con calamar congelado.

El calamar contiene un alto nivel de proteína (Tabla 5) (Magarelli, 1981; Carver et al., 1989) y casi todos los aminoácidos, fosfolípidos, esteroides y ácidos grasos esenciales para el camarón (Akiyama & Dominy, 1989). Sin embargo, la alta proporción de proteína:energía, normalmente asociada al calamar y a la harina de calamar (15:1; Magarelli, 1981) pudo haber afectado al crecimiento del camarón café. Al no existir

cantidades suficientes de energía, aquella que esta disponible se utiliza para mantenimiento y para catabolizar las proteínas, mismas que se utilizan como fuente energética, lo cual reduce el potencial de crecimiento (Bautista, 1986). Por otro lado el congelamiento del calamar pudo haber modificado su valor nutricional. La investigación futura deberá abordar el estudio del efecto del tipo de almacenamiento en la materia prima utilizada para alimentar al camarón.

Experimentos de 18 y 28 días con organismos de *Penaeus stylirostris* y *P. monodon* respectivamente, de pesos iniciales similares a las utilizadas en este experimento, y en donde se ha utilizado harina de calamar como dieta experimental produjeron tasas de crecimiento superiores (0.07 - 0.08, Fenucci, 1980; 0.06 - 0.08, Cruz-Rique & Guillaume, 1987) a las obtenidas en éste trabajo.

Es posible que las tasas de crecimiento comparativamente bajas obtenidas con *P. californiensis* se deban a la duración del experimento. La tasa de crecimiento varía en proporción a la duración del experimento, al peso inicial y a la condiciones experimentales. Sin embargo, también es importante considerar que *P. stylirostris* y *P. monodon* muestran una velocidad de crecimiento superior a la de *P. californiensis* (CICTUS, 1986; Cruz- Rique & Guillaume, 1987).

Es ampliamente conocido que el nivel de proteína utilizada en las dietas debe encontrarse dentro del rango óptimo de cultivo para la especie, sin olvidar la talla que éste posea, ya que el

crecimiento es directamente proporcional a la cantidad de proteína disponible. La tasa de crecimiento más pobre con el camarón café en cuanto a peletizados se refiere, se obtuvo con el tratamiento comercial DC-36 (Tabla 10 y Figura 13) a pesar de que éste contenía 36% de proteína cruda, tal porcentaje de proteína es considerado dentro del rango óptimo para el cultivo de camarón de esta talla (Colvin & Brand, 1977; Akiyama & Dominy, 1989). Aún es necesario realizar más investigación con respecto a la calidad de la proteína utilizada y al ratio de proteína/energía que posea la dieta para establecer niveles óptimos para la especie.

Ya que los lípidos son fuente de energía (New, 1987) y son la forma predominante de reserva orgánica en la mayoría de los crustáceos (O'Connor & Gilbert, 1968), éstos deben encontrarse en el porcentaje adecuado dentro de la dieta. Sin embargo, el análisis bromatológico de la dieta comercial DC-36 (Tabla 9), muestra que se encuentra por debajo de los niveles de lípidos recomendados por Akiyama & Dominy (1989).

En diversos estudios realizados, se ha observado que el nivel óptimo de lípidos en la dieta, está influenciado por la calidad y cantidad de la proteína cruda contenida en la misma, así como el tipo y viabilidad de otras fuentes de energía y de grasas. Sin embargo, altos niveles de grasas suelen asociarse con un retardo significativo en el crecimiento (CICUS, 1986). De esta manera, se ha encontrado que a medida que el nivel de lípidos contenidos en la dieta es mayor, estos se almacenan en mayores cantidades en hepatopáncreas (D' Abramo, 1989). Los

resultados del análisis bromatológico de hepatopáncreas de camarón café alimentado con diferentes dietas experimentales y comerciales corrobora este hecho. Por otro lado, Foster & Beard, (1973), observaron una reducción significativa en la tasa de crecimiento de *Palaemon serratus* cuando el nivel de lípidos fue incrementado de 7.5% a 15 %. El análisis bromatológico del hepatopáncreas, mostró que en los camarones alimentados con la dieta DC-36 y calamar, presentaban una mayor proporción de lípidos con respecto a los tratamientos experimentales. Sin embargo, el análisis bromatológico de las dietas (Tabla 9), no muestra un nivel excesivo de lípidos. Una posible explicación de esto, es que no se hubiera encontrado en la dieta la cantidad de energía necesaria para que se llevara a cabo un buen aprovechamiento de la proteína, o que esta fuera de calidad inferior con un balance poco adecuado de aminoácidos (New, 1987). En general, organismos con menor tasa de crecimiento acumulan mayor cantidad de lípidos en el hepatopáncreas (Villarreal, 1989).

Los niveles de fibra se encuentran por arriba de los rangos óptimos para cultivo. Esto puede provocar una mala digestión del alimento (Lovell, 1981).

Por otro lado, la dieta DC-31 produjo tasas de crecimiento similares a las dietas experimentales a pesar de tener un nivel de proteína inferior. Esto puede deberse a que la calidad de los insumos utilizados en la elaboración de la dieta fue adecuada, y el balance de aminoácidos y la relación de proteína:lípidos (6:1) fué el óptimo para el camarón (Akiyama & Dominy, 1989). La

digestibilidad de la dieta DC-31 fue probablemente superior a la de las dietas experimentales debido a su bajo nivel de fibra cruda. Estos resultados corroboran la necesidad de determinar el nivel de proteína adecuado para el camarón café de acuerdo a su fase de desarrollo.

7.3.6. Evaluación del potencial de utilización de harina de langostilla en dietas para camarón

Con base en los resultados obtenidos es posible suponer que la utilización de harina de langostilla como insumo en alimentos para camarón es recomendable.

Experimentos de nutrición en donde se utilizó a la langostilla (*Pleuroncodes planipes*) como insumo en alimentos para salmónidos, (Spinelli et al., 1978), demostraron ampliamente que este organismo era una fuente rica en proteína, ya que cuenta con los diez aminoácidos esenciales para el camarón. Estudios posteriores (Kato, 1974) indicaron que la composición bromatológica de la langostilla es similar a la del camarón (Tabla 3).

La sustitución de algunos ingredientes en las dietas para camarón, ha sido llevada a cabo por varios investigadores (e.g. Fenucci et al., 1980; Fenucci et al., 1981; Tinsley et al., 1984; Lawrence & Castille, 1986) en un esfuerzo por encontrar fuentes de proteína alternativa de alta calidad y económicos, que pudieran reducir los costos de alimentos. La utilización de harina de langostilla en dietas para otro tipo de decápodos, han producido buenos resultados (Van Olst et al., 1976; Hernández &

González, 1989). La literatura indica que experimentos en donde se han utilizado fuentes alternas de proteína han sido alentadores. Por ejemplo, Tinsley et al. (1984) utilizando harina de mosca (*Musca domestica*) con *Penaeus californiensis* de pesos similares a los utilizados en este experimento mostraron una tasa de crecimiento de 0.030g/día en 28 días. Esto nos da una idea de que la sustitución de harina de langostilla proporciona tasas de crecimiento similares a otras fuentes alternas para proteína en experimentos con condiciones controladas. Por otro lado, experimentos realizados con juveniles de *P. californiensis* utilizando las mismas dietas experimentales con sustitución parcial y total de harina de langostilla (Rivera, 1991) mostraron tasas de crecimiento de 0.037-0.044 g/día. En el presente estudio se obtuvieron tasas de crecimiento de 0.035-0.046 g/día utilizando postlarvas de *P. californiensis* lo cual sugiere que si es posible la sustitución total de harina de camarón por harina de langostilla.

Las dietas CIB90-4 y CIB90-5, con sustituciones parciales de harina de soya (18%) y harina de pescado (16%), por harina de langostilla (Tabla 10 y Figura 14), produjeron los pesos finales y las tasas de crecimiento más altos. Esto indica que es posible reemplazar una porción de estos insumos por un ingrediente de gran abundancia natural, no competido y potencialmente más barato.

Se ha observado que el factor de conversión alimenticia aparente (FCA) en experimentos de 14 días con juveniles de *P. stylirostris* se encuentra en el rango de 3.4 - 5.0 (Fenucci et

al., 1981). Rivera (1991), obtuvo factores de conversión alimenticia de 4.1 - 5.0, en sistema semi-intensivo con juveniles de *Penaeus californiensis*, utilizando harina de langostilla como insumo en las dietas. En el presente trabajo se obtuvieron factores de conversión de 3.8 - 5.0 en los tratamientos experimentales. Aunque estos valores son relativamente altos, es común que en este tipo de sistemas de experimentación controlada se obtengan valores similares, sobre todo cuando la duración del experimento es mayor a 30 días (Villarreal, com. pers. 1991). Además cabe mencionar que las unidades experimentales se alimentaron en exceso y siempre hubo un remanente de alimento no consumido. Esto implica que los factores de conversión alimenticia reales fueran inferiores a los reportados en el presente estudio.

Los tratamientos experimentales, con sustituciones totales y parciales de harina de langostilla, así como el tratamiento comercial COMD-31, registraron las más altas supervivencias (Tabla 10 y Figura 16). El análisis de regresión del peso final y la supervivencia, indican que no hubo un efecto directo de densidad sobre el crecimiento (Figura 15).

En experimentos realizados con juveniles, utilizando el mismo sistema de cultivo, se obtuvieron porcentajes de supervivencia inferiores, posiblemente debido a que hubo un efecto de densidad inducido por la talla inicial de los organismos (0.90 g) y por el tiempo de duración del experimento (66 días) (Rivera, 1991).

8. CONCLUSIONES

La langostilla *Pleuroncodes planipes*, demostró ser un organismo con proteínas de alta calidad, ya que contiene todos los aminoácidos esenciales para el camarón. Así mismo, su gran abundancia durante todo el año en la plataforma continental de Baja California Sur, la hace un candidato con gran potencial de utilización en la fabricación de harinas. Sin embargo, para su correcta explotación, es necesaria una evaluación completa de las artes de pesca y el proceso requerido para su captura y procesamiento.

Los resultados obtenidos en el presente estudio utilizando postlarvas de *Penaeus californiensis* sugiere que la sustitución del 100% de harina de camarón por harina de langostilla es posible, así como la sustitución parcial de las harinas de pescado y soya por harina de langostilla, ya que produjeron una mejor tasa de crecimiento, factor de conversión alimenticia (FCA), supervivencia y peso final en comparación con las dietas a las que no se les adicionó la langostilla.

El camarón café (*Penaeus californiensis*), es una especie nativa de la región, de gran abundancia y que ha mostrado ser adaptable al manejo de laboratorio y cultivo. Por otro lado trabajos realizados por varios investigadores, han demostrado que esta especie no es susceptible al virus IHNV, el cual ha provocado grandes mortalidades en algunas granjas de cultivo de camarón azul y blanco en Sonora y Sinaloa. Por ello la

investigación futura deberá enfocarse a la determinación del porcentaje de proteína óptimo para *Penaeus californiensis* en sus diferentes estadios de desarrollo, así como continuar la evaluación del potencial de sustitución de insumos tradicionales por fuentes alternas de proteínas como son la langostilla, levaduras marinas, frijoles silvestres, etc. con el objeto de hacer factible su cultivo comercial.

9. LITERATURA CITADA

- Akiyama, D. M. y Dominy, W. G. 1989. Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry. In " Texas Shrimp Farming Manual, Vol. 1: Grow-out technology". Texas Agricultural Extension Service and Texas A&M University Sea Grant College Program. pp: 1-50.
- Andrews, J.W. 1977. Protein requirements of channel catfish, in nutrition and feeding of channel catfish. So. Coop. Ser. Bull, 218:10-13.
- Anónimo, 1988. Estudio biológico pesquero del camarón de la costa occidental de Baja California Sur. Reporte Interno CONACYT No. PCECCNA-040558.
- Arce, R.A. 1989. Cultivo de camarones peneidos. Reporte Interno. Centro de Investigaciones Biológicas. La Paz, B.C.S. México. 82 p.
- A.O.A.C. 1984. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 14 ed. Arlington, V.A. 1141 p.
- Arvizu, J.E. 1976. Distribución batimétrica de *Pleuroncodes planipes*. Stimpson (Crustacea: Galatheidae) de la costa occidental de Baja California y Golfo de California. Serie Científica. Inst. Nal. de la Pesca, México. (1):10.

- Ashmore, S.B., R.W. Stanley, L. B. Moore y S.R. Malecha. 1985. Effect on growth and apparent digestibility of diets varying in grain source and protein level in *Macrobrachium rosenbergii*. J. World Maricul. Soc. 16: 205-216.
- Aurióles-Gamboa, D. 1991a. Inshore-offshore movements of pelagic red crabs *Pleuroncodes planipes*, off the Pacific Coast of Baja California Sur, México. Crustaceana (en prensa).
- Aurióles-Gamboa, D. 1991b. Ciclo migratorio de la langostilla *Pleuroncodes planipes*: importancia para su explotación pesquera en México. Abstract. IV Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Coquimbo, Chile. Septiembre 30 al 4 de Octubre de 1991.
- Bardach, J. E., Ryther, J. H. y Mc. Larney, W. O. 1972. Aquaculture. The farming and husbandry of freshwater marine organisms. Wiley-Interscience (Sidney) New York. 868 p.
- Barrena, B., Trejo, L. 1987. Perspectivas de la camaronicultura en México. Aquavisión.8:2-3.
- Bautista, M. 1986. The response of *Penaeus monodon* juveniles to varying protein/energy ratios in test diets. Aquaculture, 53:229-242.
- Bradford, M. 1976. A method for quantiation of proteins using the principle of dye binding analytical biochemistry. 72:248-254.

- Boyd, C.M. 1960. The larval stages of *Pleuroncodes planipes*, Stimpson (Crustacea, Decapoda, Galatheididae). Biological Bulletin, V. 118, No.1:17-30.
- Boyd, C.M. 1967. Benthic and Pelagic habitats of the red crab *Pleuroncodes planipes*. Pacific Science 21:394-403.
- Carver, L. A., Akiyama, D.M. y Dominy, W.G. 1989. Processing of wet shrimp heads and squid viscera with soy meal by a dry extrusion process. ASA Technical Bulletin Vol. 3 (4). 9 p.
- Casillas, H. R., Magallón B. F. 1988. Substitución de insumos tradicionales en las dietas para la engorda del camarón. Informe interno. Centro de Investigaciones Biológicas de B.C.S. México.
- Casillas, H. R., Magallón, B.F. 1991. Algunos aspectos bioecológicos y de cultivo de *Penaeus californiensis*. (En revisión) Informes Técnicos. Madrid España.
- Castell, J. D., Kean, J. C., D'Abramo, L. R. y Conklin, D. E. 1989. A standard reference diet for crustacean nutrition research. I. Evaluation of two formulations. Journal of the World Aquaculture Society, 20(3): 93-99.
- CET del Mar. 1985. Desarrollo experimental de cultivo de camarón. Centro de Estudios Tecnológicos del Mar. La Paz, B.C.S. 47p.

- Chiang, P. y Liao, I. 1985. The practice of grass prawn (*Penaeus monodon*) culture in Taiwan from 1988 to 1984. J. World Maric. Soc. 16:267-315.
- CICTUS, 1986. El cultivo del camarón azul (*Penaeus stylirostris* Stimpson). Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. 126 p.
- Coll, M.J. 1982. Acuicultura marina animal. Alimentación. Ediciones Mundi Prensa, Madrid. pp. 310-313.
- Colvin, L. B. y Brand, C. W. 1977. The protein requirement of penaeid shrimp at various life cycle stages in controlled environment systems. J. World Mariculture Soc., 8: 821-840.
- Cowey, C.B. y Foster, J.R.M., 1971. The essential amino-acid requirements of the prawn *Palaemon serratus*. The growth of prawns on diets containing proteins of different amino-acid compositions. Mar. Biol., 10:77-81.
- Cruz-Ricque L.E. y J. Guillaume. 1987. Squid protein effect on growth of four penaeid shrimp. Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 18(4):209-217.
- D'Abramo L. R. 1989. Lipid requirements of shrimp. Advances in Tropical Aquaculture. AQUACOP. IFREMER. Actes de Colloque 9:271-285.

- Dall, W. 1986. Estimation of routine metabolic rate in a penaeid prawn *Penaeus esculentus*. Haswell. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 96:57-74.
- Fenucci, J. L., Zein-Eldin, Z.P. and Lawrence A.L. 1980. The nutritional response of two penaeid species to various levels of squid meal in a prepared feed. Proc. World Maricul. Soc. 11:403-409.
- Fenucci J. L., Lawrence, A. L. y Zein-Eldin Z. P. 1981. The effects of fatty acid and shrimp meal composition of prepared diets on growth of juvenile shrimp, *Penaeus stylirostris*. J. World Maricul. Soc. 12 (1): 315 - 324.
- Fernández,, R., Celada, J. D. y Muñoz, F. 1988. Nutrición y alimentación de crustáceos. En "Nutrición en Acuicultura II. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura". pp: 1-52.
- Fordiani, R.T. y Ketola H.G. 1980. Effects of heat treatments on first limiting amino acid of soybean meal in trout diets. Abs. Ann. Meet, Amer. Soc. Animal Sci. p.196.
- Forster, J. R. M., 1972 a. Some methods of binding prawn diets and their effects on growth and assimilation. J. Cons. Int. Explor. Mer, 34:200-216.
- Forster, J. R. M., 1972 b. Studies on compounded diets for prawns. Proc. World Maricul. Soc., 3:389-402.

- Forster, J. R.M. y Beard, T. W. 1973. Growth experiments with the prawn *Palaeomon serratus* fed with fresh and compounded foods. Fish. Invest. Ser. II. 27(7):16 pp.
- Galgani, F. y Nagayama, F. 1987. Digestive proteinases in five species of Lithodidae (crustacea, Decapoda) Comp. Biochem. Physiol. Vol. 87 B No.1: 103-107.
- Grajcer, D. y R. Neal. 1972. Growth of hatchery-reared *Penaeus aztecus* on experimental diets. Proc. World Maricult. Soc. 3:461-470.
- Guajardo, B.H. 1985. Informe del "proyecto de patología" en relación a los aspectos sanitarios concernientes a la introducción y manejo de *Penaeus vannamei* procedente de Laguna Madre Shrimp Farm, Texas, U.S.A., al laboratorio de producción de larvas del CET del Mar, La Paz, B.C.S. OF/No. CIDT-0005/87-88. Centro de Estudios Tecnológicos del Mar, La Paz, B.C.S. pp. 1-7.
- Guary, J.C. Kayama, M. y Murakami, Y. 1974. Lipid class distribution and fatty acid composition of prawn *Penaeus japonicus*. Bull. Soc. Sci. Fish., 40: 1027-1032.
- Guillard, R.R. 1975. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrate animals. Plenum, New York, pp. 29-60.
- Ha Park. B. 1990. The status and future prospects for shrimp culture in Korea. p.3-15.

- Harwood, J.E. y D.J. Huyser. 1970. Automated Analysis of ammonia in water. Water Research Pergamon Press. Vol. 4:695-704.
- Hernández, J. L. y Gonzáles, M. 1989. Rendimiento de producción de camarón azul (*Penaeus stylirostris*) a diferentes densidades de cultivo semi-intensivo en Puerto Chale, B.C.S., México. Tesis. U.A.B.C.S. 98 p.
- Hewitt R. 1991. Efecto de la salinidad en el crecimiento de *Penaeus californiensis*. Tesis. Universidad Autonoma de Baja California Sur. 80 p.
- Higuera de la, M. 1985. Fuentes de proteína y de energía alternativas en acuicultura. Seminario sobre Avances Tecnológicos y Necesidades en Acuicultura. Asociación Americana de Soya. Madrid. pp. 1 - 8.
- Hudinaga, M. G. 1935. Studies on the development of *Penaeus japonicus*, Bate. Jap. J. Zool., 10(2):305-393.
- Huner, J.V. y B.L. Colvin. 1979. Observations on the molt cycles of two species of juvenile shrimp, *Penaeus californiensis* and *Penaeus stylirostris* (Decapoda:Crustacea). Proceedings of the National Shellfisheries Association. Vol. 69:77-84.
- Hysmith, B.T., Booth, J. R., Cook, H. L. y Mies, W.L., 1972. A study of the effects of feeding synthetic diets to brown shrimp (*Penaeus aztecus*). Proc. World Maricul. Soc., 3:365-388.

- Jobling, M. 1983. A short review and critique of methodology used in fish growth and nutrition studies. *J. Fish Biol.* 23:685-703.
- Jones, D.A., Kanazawa, A., y Ono, K. 1979. Studies on the nutritional requirements of the larval stages of *Penaeus japonicus* using microencapsulates diets. *Marine Biology.* 54:261.
- Kanazawa, A., Teshima, S. y Tokiwa, S. 1979. Biosynthesis of fatty acids from palmitic acid in the prawn, *Penaeus japonicus*. *Memoirs of the Faculty of Fisheries, Kagoshima University.* 28:17.
- Kates, M. 1972. Techniques of lipidology isolation, analysis and identification of lipids. North-Holland. Publishing Company Amsterdam. 4.3:350-351.
- Kato, S. 1974. Development of the pelagic red crab (*Galatheidae, Pleuroncodes planipes*) fishery in the Eastern Pacific Ocean. *Marine Fisheries Review*, Vol. 36 (11):1-9.
- Kitabayashi, K., Kurata, H., Shudo, K., Nakamura, K. y Ishikawa, S., 1971. Studies on formula feed for Kuruma prawn - I: On the relationship among glucosamine, phosphorus and calcium. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* 65:109-118.
- Kitani, H. y Alvarado N. 1982. The larval developmet of the Pacific brown shrimp *Penaeus californiensis* Holmes reared in the laboratory. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries.* 48(3):375-389.

- Kuban, F.D., A.L. Lawrence y J.S. Wilkenfeld. 1985. Survival, metamorphosis and growth of larvae from four penaeid species fed six food combinations. *Aquaculture*, 47:151-162.
- Lawrence, A.L., Ward, D., Missler, S., Brown, A., McVey, J. y Middleditch, B.S. 1979. Organ indices and biochemical levels of ova from penaeid shrimp maintained in captivity versus those capture in the wild. *Proc. World Maricult. Soc.*, 10:453-463.
- Lawrence, A.L. 1985. Marine shrimp culture in the Western Hemisphere. In: *Second Australian National Prawn Seminar*. P. C. Rothlisberg. B. J. Hill, y D. J. Staples (eds.). Kooralbyn, Qld. Australia.
- Lawrence, A.L. y Castille, F.L. 1986. Sustitución de pasta de soya por componentes de proteína animal en alimentos para el camarón peneido. *ASA/México No. 58*. 6 p.
- Liao, C. y Chao, H. 1983. Hatchery and grow-out: penaeid prawns. 161 - 167. *CRC Handbook of mariculture, Vol. 1: Crustacean Aquaculture*. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA. 442 p.
- Liao, I. 1984. A brief review of the larval rearing techniques of penaeid prawns. *Proceedings of the First International Conference on the Culture of Penaeis Prawns/Shrimps*. Iloilo. 65 -78.

Liao, C. y Chien Y.H. 1990. Evaluation and comparison of culture practices for *Penaeus japonicus*, *P. penicillatus* and *P. chinensis* in Taiwan. pp.49-63.

Lightner, D.V., R.M. Redman, D. A. y T.A. Bell. 1983. Observations on the geographic distribution, pathogenesis and morphology of baculovirus from *Penaeus monodon* Fabricius. *Aquaculture*, 32:209-233.

Liu R. 1990. Present status and future prospects for shrimp mariculture in China. The culture of cold-tolerant shrimp: Proceedings of an Asian-U.S. Workshop on shrimp culture. Honolulu H. pp. 16-28.

Lovell R.T. 1981. Usos de los productos de soya en dietas para especies de acuicultura. Asociación Americana de la soya. ASA/México A.N. No. 19.

Magarelli, P. C. 1981. Nutritional and behavioral components of reproduction in the blue shrimp *Penaeus stylirostris* reared under controlled environment conditions. Ph. D. Thesis. University of Arizona. 81 p.

Meyers, S.P. y Zein-Eldin, Z.P., 1972. Binders and pellet stability in development of crustacean rations. *Proc. World Maricul. Soc.*, 3: 351-364.

Meyers. S.P., Butler, D.P. y Hastings, W.H., 1972. Alginates as binders for crustacean rations. *Prog. Fish Cult.*, 34:9-12.

- Millán, M. A. 1990. Inducción a la maduración ovárica en camarón (*Penaeus* spp.) mediante el empleo de una dieta balanceada para maduración y/o ablación unilateral. Reporte Interno. Centro de Investigaciones biológicas. p. 50.
- New, M. B. 1976. A review of dietary studies with shrimp and prawns. *Aquaculture*, 9: 101-144.
- New, M. B. 1987. Feed and feeding of fish and shrimp.- A manual of the preparation of compound feeds for shrimp and fish in aquaculture. FAO, Rome, 275 p.
- O'Connor, J. D. y Gilbert, L. I. 1968. Aspects of lipid metabolism in crustaceans. *Am. Zoologist.*, 8:529-539.
- Parker, R. E. 1979. Introductory statistics for biology (2a ed.). Edward Arnold (ed.). U.K. 122 p.
- Pérez-Farfante, 1988. Illustrated key to penaeid shrimps of commerce in the America's. U.S. Commer; NOAA TECH. REP. NMFS. 64:32.
- Pierce, R. W., Van der Veen, J. y Olcott, H. S. 1969. Proximate lipid analyses of krill (*Euphasia* species) and red crab (*Pleuroncodes planipes*). *J. Agr. Food Chem.* 17 (2):36-369.
- Primavera, H. J. 1985. A review of maturation and reproduction in closed thelycum penaeids. Proceedings of the First International Conference on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps, Iloilo City, Phillipines, 1984. pp. 47-64.

- Ramos-Trujillo y Gonzáles, F.A. 1983. Inducción artificial a la maduración gonadal en hembras de *Penaeus notialis*, Pérez-Farfante, por oculotomía. Rev. Inv. Mar. Univ. Hab., 4:33-61.
- Rivera, M. C. 1991. Efecto de la composición de dietas balanceadas en el crecimiento de juveniles de *Penaeus californiensis* (Holmes, 1900). Tesis Prof. U.M.S.N.H. 80 p.
- Robertson, L., B. William, J. Leung-Trujillo, y A. Lawrence. 1987. Practical molt staging of *Penaeus setiferus* and *Penaeus stylirostris*. Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 18(3):180-185.
- Rosenberry, R. 1989. World shrimp farming. Aquaculture Digest Annual Report. 28 p.
- Rosenberry, R. 1990. World shrimp farming. Aquaculture Digest Annual Report. 24 p.
- RPI, 1989. Penaeid Technology Short Course, CET. del Mar La Paz, Mexico. April, 1989.
- Schewbart, K.L. Mies, W.L. y Ludwig, P.D. 1972. Identification and quantitative analysis of the amino acids present in the protein of the brown shrimp *Penaeus aztecus*. Mar. Biol. 16:64-67.

- Schewbart, K.L., Mies, W.L. y Ludwig, P.D. 1973. Nutritional requirements of the brown shrimp, *Penaeus aztecus*. U.S. Dep. Commer. Rep. No. COM-73-11794. NOAA, Office of Sea Grant, Rockville. Md, 52 pp.
- Seidman, E. R. y Lawrence, A.L. 1985. Growth, feed digestibility and proximate body composition of juvenile *Penaeus vannamei* and *Penaeus monodon* prawn at different dissolved oxygen levels. J. World Maricult. Soc. 16:333-346.
- Shigeno, K. 1975. Shrimp culture in Japan. Assoc. Intl. Tech. Promotion, Tokyo, Japan. 153 pp.
- Sick, L. V. y Andrews, J. W. 1973. The effect of selected dietary lipids, carbohydrates and proteins on the growth, survival and body composition of *Penaeus duorarum*. Proc. Annu. Meet. - World Maric. Soc., 4: 263-276.
- Smith, L. L., Lee, P. G., Lawrence, A. L. y Strawn K. 1985. Growth and digestibility by three sizes of *Penaeus vannamei*, BONNE: effects of dietary protein level and protein source. Aquaculture, 46 : 85-96.
- Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. 1984. Biometry. Freeman & Co. (ed). San Francisco. 776 p.
- Solis M.F.A. 1991. Composición y distribución espacio-temporal de los macroinvertebrados bentónicos del complejo lagunar Magdalena-Almejas, de la costa occidental de Baja California Sur. Tesis Prof. U.M.S.N.H. 120 p.

Spinelli, J. y Mahnaken, C. 1978. Carotenoid deposition in pen-reared salmonids fed diets containing oil extracts of red crab (*Pleuroncodes planipes*). *Aquaculture*, 13: 213-223.

STATGRAPHICS. 1986. Statistical Graphical Corporation. Maryland, U.S.A.

Teshima, S., Ceccaldi, H. J., Patrois, J. y Kanazawa, A. 1975. Bioconversion of demosterol to cholesterol at various stages of molting cycle in *Palaeomon serratus*. *Comp. Biochem. Physiol. B.*, 50: 485-489.

Tinsley, A. M., Soifer N. L., Kern J. M. y Weber C. W. 1984. Housefly meal as protein source for controlled environment aquaculture shrimp. *Nutrition Reports International*. Vol. 29 (2):405 - 410.

Treece, G.D. y Yates, M. E. 1990. Laboratory manual for the culture penaeid shrimp larvae. Marine advisory service. Sea Grant College Program. Texas A&M University. pp 1-77.

Tseng, W-Y. 1987. Shrimp Mariculture. A practical manual. Department of Fisheries. Chien Chang Publisher. University of Papua New Guinea. 305 p.

Van Olst, J. C., Ford, R. F., Carlberg, J. M. y Dorband, W. R. 1976. Use of thermal effluent in culturing the American lobster. *Power Plant Heat Waste Utilization in Aquaculture-Workshop I*, 1976. pp.71-100.

Villarreal, H. 1989. Prawn culture in Mexico. *Austasia Aquaculture Magazine*, 3 (6): 17- 18.

Wickins, J. F. 1976. The tolerance of warm-water prawns to recirculated water. *Aquaculture*, Amsterdam. 9:19-37.

Wilson, R.P., E.H. Robinson, y W.E. Poe. 1981. Apparent and true availability of amino acid in feed ingredients for channel catfish. *J. Nutr.* III:923-929.

Yem, E.W. y Willis, A.J. 1954. The estimation of the carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochem. J.* 57:508-514.

Zein-Eldin, Z.P. y Meyers, S.P., 1973. General considerations of problems in shrimp nutrition. *Proc. World Maricul. Soc.* 4:299-317.