

Universidad Autónoma
de Baja California
Facultad de Ciencias Marinas

INFLUENCIA EJERCIDA POR DOS ALIMENTOS
EN EL CONTENIDO ENERGETICO DE ORGANISMOS
PREALIMENTADOS DE *Penaeus vannamei* AL SER
SOMETIDOS A PERIODOS DE INANICION.



TESIS

que para obtener el
grado de

Maestro en Ciencias

presenta

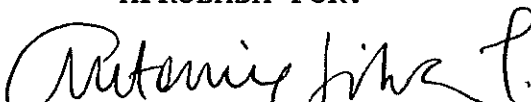
JUDITH SANCHEZ RODRIGUEZ

ENSENADA, B.C. AGOSTO DE 1993

INFLUENCIA EJERCIDA POR DOS ALIMENTOS EN EL
CONTENIDO ENERGETICO DE ORGANISMOS PREALIMENTADOS
DE *Penaeus vannamei* AL SER SOMETIDOS A PERIODOS DE
INANICION.

TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS,
PRESENTA:
JUDITH SANCHEZ RODRIGUEZ

APROBADA POR:


M.C. Antonio Silva Loera
DIRECTOR DE TESIS


M.C. Guillermo Torres Moya
SINODAL


Dr. Jorge De la Rosa Velez
SINODAL


M.C. Roberto Millán Nuñez.
SINODAL

R E S U M E N

Se efectuó la cuantificación de los macroconstituyentes carbohidratos, lípidos y proteínas contenidos en *Penaeus vannamei*, al ser prealimentado con dos dietas diferentes (18 y 36 % de carbohidratos), y posteriormente ser sometido a inanición por los períodos de 0, 1, 3, 6, 10, 15, 20 y 25 días; para ambas dietas, con el fin de conocer como varían en función de la obtención de energía para la realización de sus procesos metabólicos durante éste estado. En dichos análisis se encontró que los camarones utilizan primeramente los lípidos, para la obtención de energía para dichos procesos a largo plazo. Los carbohidratos sólo son utilizados para la obtención de energía rápida y las proteínas no son utilizadas durante este proceso.

Se efectuó el experimento del Punto de no Retorno (PNR), para *Penaeus vannamei*, utilizando los tiempos de inanición de 0, 1, 3, 6, 10, 15, 20 y 25 días, para las dos dietas antes mencionas. El PNR que se encontró para la dieta de 36% de carbohidratos, fué de 31 días.

DEDICATORIA

Con inmenso amor y gratitud a mis queridos padres:

Rafaela Rodríguez Escoto

Por toda su dedicación, ejemplo, apoyo, comprensión y gran amor.

Pablo Sánchez Rodríguez

Por su apoyo y gran cariño.

A USTEDES LES DEBO TODO.

A mi hermana:
Margarita

Por todo el gran cariño y amistad que nos une.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de tesis forma parte del proyecto de investigación " Estudio fisiológico sobre camarón azul (*Penaeus stylirostris*): Bioenergética y desarrollo". Desarrollado en la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, quien brindó su apoyo para la realización de este trabajo. Así mismo se contó con el apoyo de CONACYT, mediante el convenio #904361.

Agradezco a CONACYT por el apoyo económico otorgado, mediante la beca No 058207.

Agradezco al Instituto de Investigaciones Oceanológicas y a la Facultad de Ciencias Marinas por todo el apoyo que me brindaron, en el uso de los laboratorios e instalaciones.

Agradezco a CICESE por el apoyo que me otorgó en el uso de sus instalaciones, y en especial al Dr. Fernando Díaz Herrera, por toda la ayuda que me dió en el uso del calorímetro.

Deseo expresar mi agradecimiento a los sinodales: Dr. Jorge de la Rosa Velez, M.C. Roberto Millán Nuñez, M.C. Guillermo Torres Moya y a mi director de tesis M.C. Antonio Silva Loera, por sus críticas y acertados comentarios.

Un agradecimiento especial al Dr. Jorge de la Rosa Velez, por todo el apoyo que me otorgó para la elaboración de este trabajo de tesis, facilitando y simplificando todos los trámites de préstamo de material y áreas de trabajo.

Un agradecimiento especial al Oc. Victor Gendrop, por la ayuda que me brindó en el uso del espacio físico y parte del material en la realización de la parte experimental biológica.

Al M.C. Ramón Cajal Medrano, por permitirme trabajar el laboratorio que tiene a su cargo, para la elaboración de los análisis químicos y también por su amistad.

A "Alimentos Concentrados California S.A. de C.V." y en especial al Ing. Paz Felix por la colaboración otorgada en algunos de los materiales para la elaboración de las dietas.

También para la gente que trabaja en el I.I.O. y especialmente para los que trabajan en las áreas de Contaminación, Genética, Macroalgas Acuicultura y Geología, como son: Julio, Marco, Eugenio, Javier Gacía, Amilcar, Pedro y Eduardo.

Un agradecimiento muy especial a la Familia Santos, por la ayuda que me brindó con la impresión de la tesis.

También a la Familia Villegas Jiménez por todo su apoyo y cariño sincero.

Un agradecimiento muy especial a mis dos mejores amigos con los que compartí la maestría y que siempre han estado a mi lado apoyandome y brindandome su amistad sincera; Abraham y Raúl.

Gracias, a Julio Villaescusa y a Raúl Canino, por todo el apoyo que me brindaron en el análisis estadístico y por todas las asesorías.

A Mary Carmen, por la compañía que me brindó en las largas horas de laboratorio y por su amistad.

A Chayito , Pech, Adrián y a los integrantes de la generación XXXV de Oceanología por todo su cariño, apoyo y ayuda.

INDICE

	Página
Introduccion	1
Objetivo	6
Materiales y Método	7
Resultados	17
Discusiones	38
Conclusiones	49
Literatura Citada	51

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Diagrama de flujo de los experimentos de inanición y Punto de no Retorno.	8
Figura 2 Estructura donde se realizó el experimento.	14
Figura 3 Humedad contenida en el músculo de <i>Penaeus vannamei</i> sometidos a inanición y pre-alimentados con las dietas A y B.	19
Figura 4 Cenizas contenidas en el músculo de <i>Penaeus vannamei</i> sometidos a inanición y pre-alimentados con las dietas A y B.	20
Figura 5 Lípidos contenidos en el músculo de <i>Penaeus vannamei</i> sometidos a inanición y pre-alimentados con las dietas A y B.	21
Figura 6 Proteínas contenidas en el músculo de <i>Penaeus vannamei</i> sometidos a inanición y pre-alimentados con las dietas A y B.	22
Figura 7 Carbohidratos contenidos en el músculo de <i>Penaeus vannamei</i> sometidos a inanición y pre-alimentados con las dietas A y B.	24
Figura 8 Contenido calórico total contenido en el músculo de <i>Penaeus vannamei</i> sometidos a inanición y pre-alimentados con las dietas A y B.	25
Figura 9 Estadio de muda en que se encontraban los organismos sometidos al análisis el Bromatológico.	28

Figura 10	Porcentaje de crecimiento diario con referencia al peso inicial en los organismos durante el experimento del Punto de no Retorno.	30
Figura 11	Mortalidad acumulada durante los experimentos de Inanición y Punto de no Retorno.	33

LISTA DE TABLAS

	Página	
Tabla I	Composición del alimento usado en los experimentos de inanición y punto de no retorno.	11
Tabla II	Contenido de la mezcla de vitaminas (Vitamix) utilizado en la elaboración del alimento de los experimentos con <i>Penaeus vannamei</i> .	12
Tabla III	Análisis bromatológico y calorimétrico del músculo de camarón <i>Penaeus vannamei</i> y de los alimentos proporcionados.	18
Tabla IV	Calorimetría del músculo de los organismos sometidos a inanición comparado con los valores calorimétricos obtenidos por constantes para lípidos, proteínas y carbohidratos.	26
Tabla V	Análisis de varianza de dos vías (ANOVA) del análisis bromatológico de camarones pre-alimentados (<i>Penaeus vannamei</i>) y sometidos a inanición.	27
Tabla VI	Pesos de los organismos sometidos a inanición y la recuperación de estos al ser alimentados nuevamente.	31
Tabla VII-A	Mortalidad de <i>Penaeus vannamei</i> durante el experimento de inanición.	34
Tabla VII-B	Mortalidad de <i>Penaeus vannamei</i> durante el experimento del Punto de no Retorno.	35
Tabla VIII	Número de mudas durante el experimento del punto de no retorno en <i>Penaeus vannamei</i> .	37

INTRODUCCION

El cultivo de camarón en el hemisferio sur ha sido durante las décadas de los 80's y 90's de los más importantes y desarrollados a nivel mundial (Sorgelos y Sweetman, 1993). Japón fué uno de los lugares donde primeramente se estableció (Hundinaga, 1942); en años recientes se ha desarrollado en otras partes del mundo, como son Tailandia, China, Indonesia, Ecuador, India, Vietnam, Taiwan, Filipinas, Bangladesh, Colombia, México, Honduras, Perú y Estados Unidos (Chamberlain, 1993).

La reproducción exitosa de camarón en cautiverio se realiza en varios laboratorios y esto se efectúa con el fin de tener el número necesario de organismos en el momento necesario, para así poder soportar una operación comercial de cultivo (Conte, et al., 1977).

En la actualidad, el camarón es uno de los recursos pesqueros importantes de México, ya que ocupa el 11^{mo} lugar en producción a nivel mundial (Chamberlain, 1993); por lo que es preciso realizar estudios que permitan conocer a fondo aquellos factores de los cuales depende su producción. Entre estos, uno de gran importancia es la alimentación, ya que ésta representa el medio por el cual los crustáceos obtienen del ambiente la energía necesaria para realizar sus procesos fisiológicos (Arosamena, 1976).

El desarrollo de alimentos artificiales para peneidos en acuicultura, ha sido casi en su totalidad un proceso empírico; motivado por la necesidad de proveer una dieta que otorgue un buen crecimiento a costos mínimos (Kanazawa et al., 1970 y Deshimaru y Shigeno, 1972).

Colvin y Brand (1977) han encontrado que el requerimiento protéico de *Penaeus stylirostris*, *Penaeus vannamei* y *Penaeus californiensis* va desde el 20 al 44 % del peso de la biomasa en el alimento, dependiendo de los estadios de vida. Estos requerimientos pueden ser cubiertos por diferentes ingredientes con los que se elabora el alimento del organismo, como son : harina de almeja, calamar, artemia, pastas de soya, cacahuate, coco, girasol; harina de pescado, camarón, gluten de maíz y trigo entre otras (CICTUS).

En lo que se refiere a lípidos se conoce que el nivel y la composición de lípidos corporales varía con la fuente y la proporción en el alimento (Sick y Andrews, 1973), con el ciclo de muda (Teshima et al., 1975) con el metabolismo de los ovarios y con la estación (Guary et al., 1974).

El requerimiento de grasas esenciales varía de acuerdo con la especie. Para *Penaeus stylirostris* se sugiere, más que cantidad, la calidad de éstos. En el alimento consumido el porcentaje requerido es de 3.5 a 5.6 % del peso de éste, y se ha encontrado que más del 15 % en la dieta causa retar-

do en el crecimiento (Fenucci et al. , 1981; CICTUS).

En lo que se refiere a carbohidratos se conoce que existe una fuerte actividad en crustáceos con la presencia de alfa y beta amilasas, maltasa, quitinasa, y en algunos casos celulasa, que se encuentran presentes en jugos digestivos de decápodos (CICTUS), por lo que se considera que los carbohidratos son bien aprovechados por el camarón. Estos son utilizados como fuente de energía, como reserva de glicógeno, en la síntesis de quitina y en la formación de esteroides y ácidos grasos (New, 1976; Parvathy, 1971).

Fenucci et al. (1981) reportaron como contenido óptimo de carbohidratos para camarón en estadio juvenil del 15.9 al 25.1 % del alimento proporcionado.

En estudios realizados sobre requerimientos nutricionales para peneidos, Andrews et al. (1972) encontraron que si se añade a la dieta un contenido del 10.0 % de lípidos o 20.0 % de glucosa, se suprime el crecimiento, mientras que si se cambia por almidón, se incrementa. También encontraron que el nivel óptimo de proteína en una dieta está alrededor del 30 %.

Uno de los factores a estudiar es el potencial para la resistencia a la inanición y no sólo depende de la especie y del estadio larval, sino también de las variables del medio ambiente. El factor más importante de control del metabolismo y la tasa de utilización de reservas, es la

temperatura (Anger y Darwirs, 1981). Arosamena (1976) corrobora lo anterior en un trabajo realizado con *Penaeus stylirostris*, donde encontró que a mayor temperatura existe mayor actividad enzimática, y en consecuencia, una intensificación de muchos de los procesos dentro del organismo .

Cuzon et al.(1980) encontraron en un experimento sobre inanición en *Penaeus japonicus* que a medida que aumenta este período, los procesos metabólicos disminuyen en comparación con los de un organismo que se ha alimentado. También encontraron que el peso del organismo no disminuye considerablemente dentro de un período de 4 semanas de inanición. En cuanto a los cambios bioquímicos dentro del organismo bajo períodos de inanición, se encontró que consumen primeramente los carbohidratos, posteriormente los lípidos y por último las proteínas; pero esto sólo se observó durante la última semana del experimento.

Kon (1979) y Paul y Paul (1980) observaron que larvas de decápodos que eran sometidas a inanición por períodos largos de tiempo (84 horas) alcanzaban el punto de no retorno y aun si después se les alimentaba óptimamente no lograban sobrevivir.

Los organismos en condiciones de inanición utilizan sus reservas de carbohidratos, lípidos y por último proteínas conforme pasa el tiempo. Con base en lo anterior se espera

que, organismos alimentados previamente con una dieta que contenga alto contenido de carbohidratos les permitirá vivir períodos más largos de inanición, así como también, tendrá un punto de no retorno más largo que otro que haya sido alimentado con una dieta con un contenido bajo de carbohidratos. Esto resulta importante desde el punto de vista económico dentro de la acuicultura, ya que con lo anterior se podrían elaborar alimentos más baratos cumpliendo con los requisitos nutricionales y energéticos para los organismos.

OBJETIVO

Determinar la influencia de dos alimentos en el contenido energético y su relación con la utilización de las biomoléculas carbohidratos, lípidos y proteínas de *Penaeus vannamei*, así como el punto de no retorno al ser sometido a inanición en condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y METODO

Se realizaron dos experimentos: el primero consistió en mantener los organismos en inanición midiendo las variaciones de sus reservas energéticas y el segundo, encontrar el punto de no retorno. En la figura No 1 se encuentra el diagrama de flujo de la realización de los dos experimentos.

Las larvas de *Penaeus vannamei* se obtuvieron del laboratorio Sociedad de Acuicultura "Acuacultores de la Península de B.C. S.C.L.", las cuales fué necesario trasladar desde la ciudad de La Paz, B.C. Sur. Dichas larvas (Pl₃) fueron transportados por avión en recipientes de poliuretano conteniendo agua de mar a 15° C, hasta las instalaciones de la Facultad de Ciencias Marinas.

Las larvas se mantuvieron en un estanque de cemento hasta que alcanzaron un estadio juvenil, esto fué hasta antes de dar inicio la fase experimental y de acondicionamiento.

Se suministró alimento complementario (proporcionado por el laboratorio donde se compraron las larvas) para el mantenimiento de las larvas, este fué de tipo "churros" además de la materia orgánica que se encontraba en dicho estanque. Se les mantuvo con flujo abierto y aireación

DIAGRAMA DE FLUJO

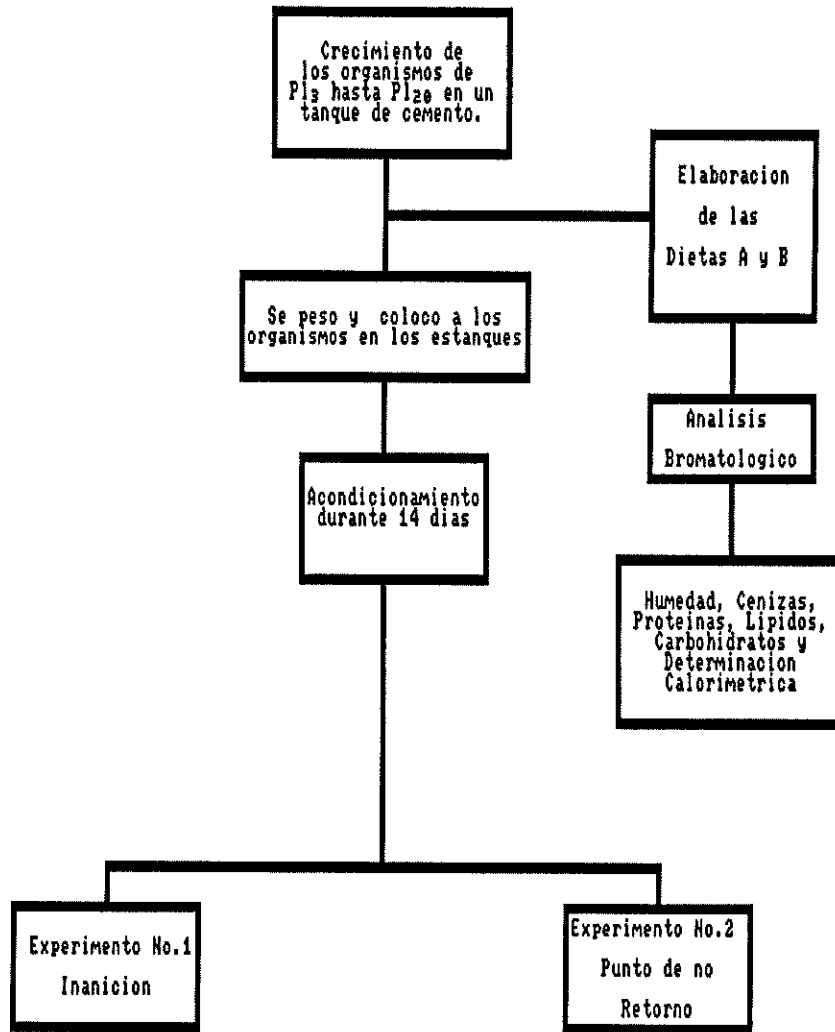


Figura 1-A Diagrama de flujo de los experimentos de Inanicion y Punto de no Retorno efectuado en *Penaeus vannamei*.

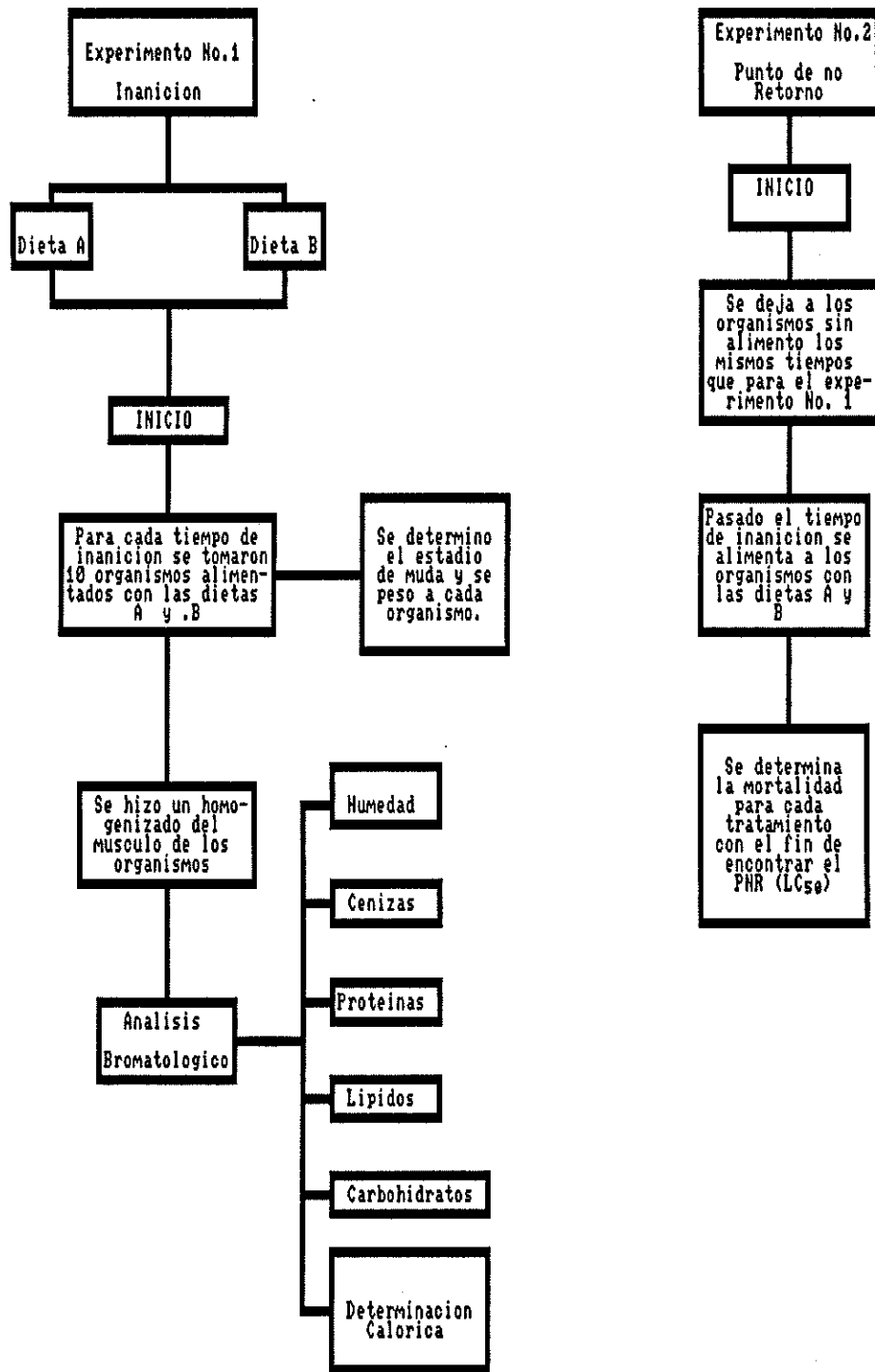


Figura 1-B Diagrama de flujo de los experimentos de Inanicion y Punto de no retorno efectuado en *Penaeus vannamei*.

continua.

Antes de dar inicio a la fase experimental se realizaron ensayos preliminares en cuanto a la elaboración, estabilidad y aceptación del alimento por los organismos.

Se elaboraron dos alimentos isoprotéicos con contenidos diferentes de carbohidratos 18 % (A) y 36 % (B) aproximadamente. Estos alimentos se prepararon de acuerdo a las Tablas I y II.

Una vez que los organismos alcanzaron un peso aproximado de 3 gramos (17 semanas), se les colocó en tanques experimentales con una capacidad de 90 litros, donde se efectuó el primer experimento (inanición). El traslado se hizo con cuidado para evitar el estrés; se aumentó la temperatura gradualmente (1° C / hora), desde 18°C hasta alcanzar 23°C con la cual se realizó el proceso de acondicionamiento y posteriormente el experimento.

Se tuvieron 8 tanques por cada alimento a probar, siendo un total de 16. En cada tanque se colocaron 25 organismos los cuales se alimentaron con el 10 % del peso de la biomasa total, este porcentaje de alimento se les repartió tres veces al día en raciones iguales.

El tiempo de acondicionamiento en estas condiciones duró 14 días. Para dar inicio con el primer experimento se dejó un total de 21 organismos por tanque.

Los tanques se colocaron sobre una estructura de made-

TABLA I Composicion del alimento usado en los experimentos de inanicion y punto de no- retorno

INGREDIENTES	ALIMENTO A %	ALIMENTO B %
H. DE PESCADO	32.5	32.5
H. DE SOYA	37.5	37.5
ALMIDON DE MAIZ ^a	2.05	22.05
AC. PESCADO	0.87	0.87
SOLUBLES DE PESCADO	2.0	2.0
COLESTEROL ^b	0.3	0.3
VITAMIX ^c	1.0	1.0
MINERALNIX ^d	1.0	1.0
LIGANTES ^e	2.0	2.0
ANTIOXIDANTE ^f	0.015	0.015
CARBOXIMETIL-CELULOSA ^g	20.765	0.765
LIPIDOS	9.0	9.0
PROTEINAS	35.0	35.0
L:C	1:2	1:4

A INGREDIENTE OBTENIDO DE MARCA COMERCIAL MAICENA.
 B INGREDIENTE OBTENIDO DE SPECTRUM CHEMICAL CORP.
 C TABLA III
 D SULFATO DIBASICO DE CALCIO Y FOSFATO DE CALCIO OBTENIDO DE SPECTRUM CHEMICAL CORP.
 E AGAR PARA USO ALIMENTICIO OBTENIDO DE AGAR-MEX
 F EXOQUINA OBTENIDO DE SPECTRUM CHEMICAL CORP.
 G DE SAL DE SODIO CON VISCOSIDAD MEDIA OBTENIDO OBTENIDO DE SIGMA CHEMICAL CORP.

**TABLA II Contenido de la mezcla de vitaminas (UITAMIX).
Utilizado en la elaboracion del alimento de
los experimentos con *Penaeus vannamei*.**

INGREDIENTES	CANTIDAD * (GR.)	PORCENTAJE PARA EL ALIMENTO
VITAMINA A	0.01325	3.07×10^{-3}
VITAMINA D ³	0.00012	2.77×10^{-5}
VITAMINA E	2.2	0.51
VITAMINA K	0.44	0.10
TIAMINA	0.44	0.10
RIBOFLAVINA	1.3	0.30
NIACINA	8.8	2.04
PIRIDOXINA	0.44	0.10
AC. PANTOTENOICO	0.00050	1.16
VITAMINA B ¹²	0.00035	1.93
BIOTINA	0.0055	1.27
AC. ASCORBICO	200.0	46.33
CARBOXIMETIL- CELULOSA A	218.04777	50.51

* Cantidad necesaria para 50 Kg. de dieta.

A INGREDIENTE OBTENIDO DE LA MARCA SIGMA CHEMICAL CORP.

TODOS LOS DEMAS INGREDIENTES OBTENIDOS DE LA MARCA SPECTRUM CHEMICAL CORP.

ra, la cual tenía instalada tuberías para la aireación y el suplemento de agua (Fig. 2).

El agua utilizada tuvo el siguiente tratamiento: primeramente se pasó por un filtro rápido de arena, y después por un filtro de carbón activado, de ahí se pasó a una caldera (para alcanzar la temperatura deseada), posteriormente por filtros que eliminaban partículas de $1\mu\text{m}$, y para finalizar por luz ultravioleta antes de llegar a los tanques. El flujo permitió 15 cambios diarios por tanque.

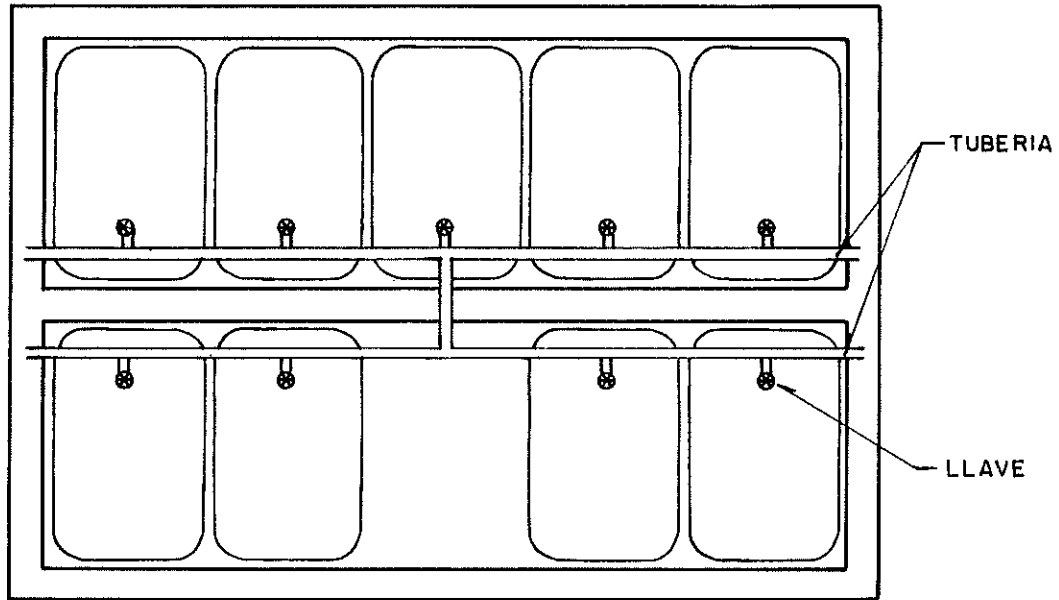
Desde que se inició el período de acondicionamiento hasta que culminaron los experimentos se llevó un registro de la variación de la salinidad, el oxígeno disuelto y la temperatura, esto se realizó dos veces al día.

Diariamente se efectuó la limpieza de los tanques para retirar el alimento no consumido, heces, mudas y organismos muertos.

Para este primer experimento se consideraron como tiempos de inanición los siguientes : 1, 3, 6, 10, 15, 20 y 25 días y manteniéndose un control. Una vez transcurridos cada uno de los períodos de inanición se colectaron 10 organismos al azar por cada tiempo y por cada una de las dietas probadas y se les analizó : el estadio de muda, de acuerdo a lo establecido por Robertson et al. (1987), y el peso húmedo individual.

Para la realización del análisis bromatológico se tomó

VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL

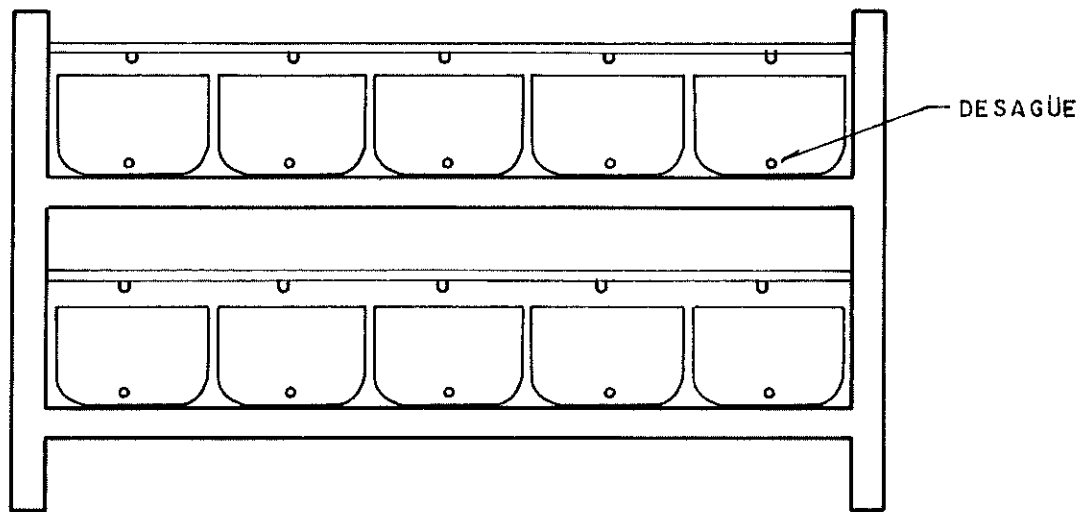


Figura 2 Estructura donde se realizó el experimento.

únicamente el músculo de los organismos y se realizó un homogenado de ellos (sometiendo las muestras a un secado a la estufa a 45°C por 48 horas y colocándolas en bolsas de plástico, selladas y dentro de un desecador).

La humedad se determinó por el método de A.O.A.C.(1984), sometiendo a la muestra a un secado al horno por espacio de 3 horas (la humedad fué el único parámetro del análisis bromatológico que se efectuó sin secar las muestras de tejido). Las cenizas se obtuvieron por calcinación en mufla a 550° C durante 12 horas (Larsen, 1978). Los lípidos se extrajeron con éter de petróleo mediante un extractor Soxhlet, por un período de 8 horas de acuerdo a Larsen (1978). Las proteínas se evaluaron por el método del micro-Kjeldahl (A.O.A.C., 1984). Los carbohidratos se obtuvieron por la diferencia del 100 % de lípidos, cenizas y proteínas (Egan et al., 1987). Para la determinación del contenido calórico se utilizó una bomba calorimétrica semi-micro, modelo Parr 1425, siguiendo el método descrito por Parr (1958).

Lo anterior se realizó por triplicado al homogenado de los camarones sometidos a los distintos tratamientos de inanición tanto a los alimentados con la dieta A como con la B.

Una vez terminado el experimento de inanición se inició el segundo experimento (punto de no-retorno), el cual con-

sistió en dejar a los organismos sin alimento por el mismo período escogido anteriormente, con la variante de que una vez transcurridos los tiempos se procedió a alimentar nuevamente a los organismos, y se observó cuales se recuperaban y cuales, aún dándoles alimento, ya no lo hacían y morían.

Se cuantificó la mortalidad durante éste experimento para poder definir con ello el punto de no-retorno.

Al finalizar dicho experimento se sacaron los organismos y se pesaron para observar la recuperación que tuvieron durante el período de realimentación, y el porcentaje de crecimiento diario.

El efecto de los tratamientos se calculó mediante la variación del contenido bromatológico y energético del músculo utilizando un análisis de varianza de dos vías (ANOVA) con un nivel de significancia del 95 %, previa prueba de normalidad de los datos.

RESULTADOS:

En la Tabla III se encuentra el análisis bromatológico del músculo de *Penaeus vannamei*; y se muestra la variación de los macroconstituyentes dentro de los organismos conforme se dió la inanición.

Los valores de humedad fueron similares en los organismos mantenidos con el alimento A y B con un patrón de aumento hacia el final del experimento (Figura 3).

El contenido de cenizas tuvo un patrón de incremento conforme aumenta el tiempo de inanición para los organismos tratados con el alimento A, y para los tratados con B el aumento fué menor, pero siguió la tendencia de incremento, encontrandose una pequeña disminución al final. (Figura 4).

Del análisis de lípidos se encontró un comportamiento con diferencias marcadas al principio del experimento, ya que los organismos alimentados con la dieta B contienen una concentración menor que los alimentados con el alimento A, tendiendo a ser similares hacia el final del experimento (Figura 5).

El comportamiento de la variación de las proteínas en los organismos fué similar en ambos casos, tanto para los alimentados con la dieta A como la B, se mantuvieron dentro de un intervalo pequeño (Figura 6).

El valor de los carbohidratos presentes en el tejido

Tabla III Análisis Bromatológico y Calorimétrico del músculo del camarón *Penaeus vannamei* y de los alimentos proporcionados.

Alimento	Días de inanición	Humedad %, ± std	Cenizas %, ± std	Proteínas %, ± std	Lípidos %, ± std	Carbohidratos %, ± std	Calorimetría cal / g r ± std
A	Control	74.15 ± 0.25	4.86 ± 1.11	14.10 ± 0.26	15.07 ± 0.11	65.97 ± 0.66	4901.72 ± 76.03
A	1	77.63 ± 0.06	7.30 ± 0.33	15.10 ± 0.8	11.12 ± 0.70	66.48 ± 1.06	5040.53 ± 33.57
A	3	77.85 ± 0.13	6.51 ± 0.27	15.08 ± 0.36	11.15 ± 0.88	66.47 ± 7.27	4881.52 ± 91.44
A	6	76.93 ± 0.16	8.90 ± 2.08	14.53 ± 0.69	10.52 ± 0.24	66.05 ± 4.56	5001.94 ± 384.96
A	10	78.65 ± 0.68	8.08 ± 0.16	15.46 ± 0.38	7.99 ± 0.89	68.47 ± 2.84	4620.22 ± 4.70
A	15	79.29 ± 0.28	7.56 ± 0.62	15.44 ± 0.52	8.55 ± 0.76	68.45 ± 4.07	4477.45 ± 68.94
A	20	78.57 ± 3.38	10.70 ± 0.68	15.35 ± 0.41	8.27 ± 0.43	65.68 ± 5.48	4178.38 ± 593.21
A	25	82.24 ± 0.31	9.10 ± 0.45	16.02 ± 0.26	8.80 ± 0.10	66.08 ± 4.63	4641.39 ± 80.30
B	Control	74.20 ± 0.39	5.86 ± 0.15	14.17 ± 0.65	9.62 ± 1.84	70.35 ± 2.87	4786.24 ± 125.19
B	1	77.06 ± 0.08	10.89 ± 0.28	15.10 ± 0.59	5.83 ± 0.35	68.14 ± 6.46	4883.38 ± 84.31
B	3	78.05 ± 0.10	7.18 ± 0.40	15.87 ± 0.23	8.36 ± 0.16	68.56 ± 3.42	4849.51 ± 106.42
B	6	77.47 ± 0.24	8.77 ± 0.29	14.38 ± 0.55	6.13 ± 0.08	70.72 ± 3.49	4581.66 ± 29.47
B	10	78.47 ± 0.38	6.84 ± 0.29	15.57 ± 0.40	6.82 ± 0.27	70.77 ± 1.05	4544.02 ± 7.41
B	15	78.99 ± 0.20	7.18 ± 0.35	16 ± 0.28	6.36 ± 0.51	70.37 ± 7.07	4524.79 ± 7.50
B	20	79.80 ± 0.16	8.86 ± 0.36	16.09 ± 0.35	6.91 ± 0.32	68.14 ± 0.75	4496.18 ± 11.74
B	25	81.26 ± 0.13	8.38 ± 0.73	15.22 ± 0.26	7.59 ± 0.52	68.81 ± 0.07	4446.62 ± 21.42
	Alimento	Humedad	Cenizas	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Calorimetría
		%	%	%	%	%	cal / gr
	A	8.88	13.92	32.24	12.62	17.18	4561.48
	B	6.41	10.32	36.32	13.15	35.17	4735.37

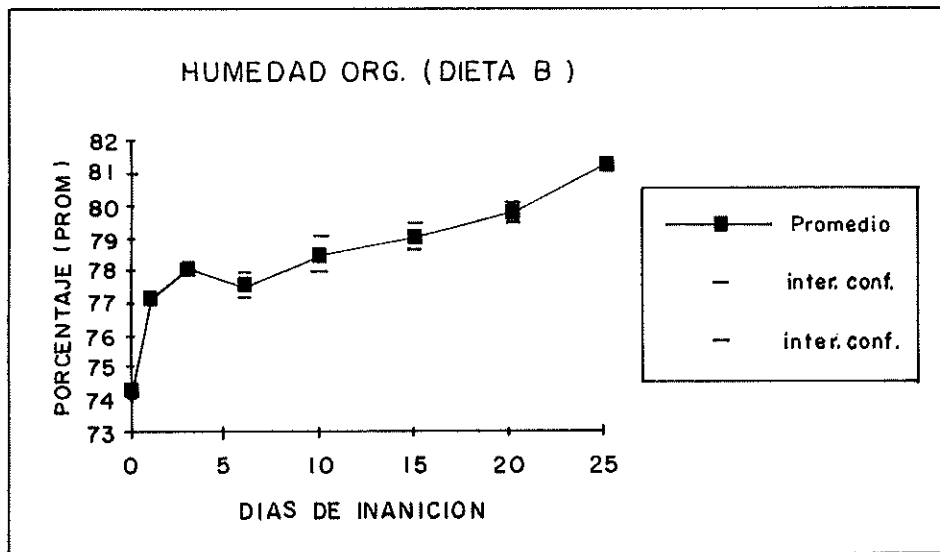
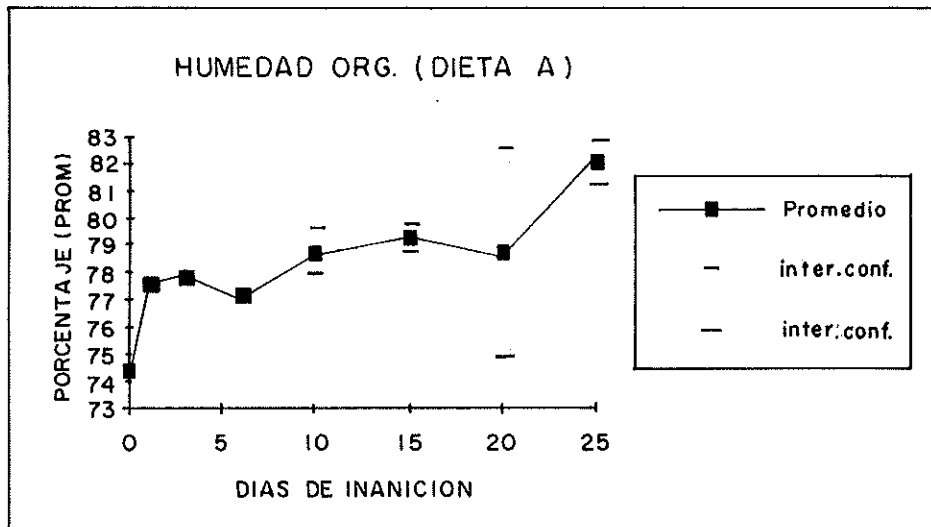


Figura 3 Humedad contenida en el músculo de *Penaes vannamei* sometido a inanición y pre-alimentado con las dietas A y B.

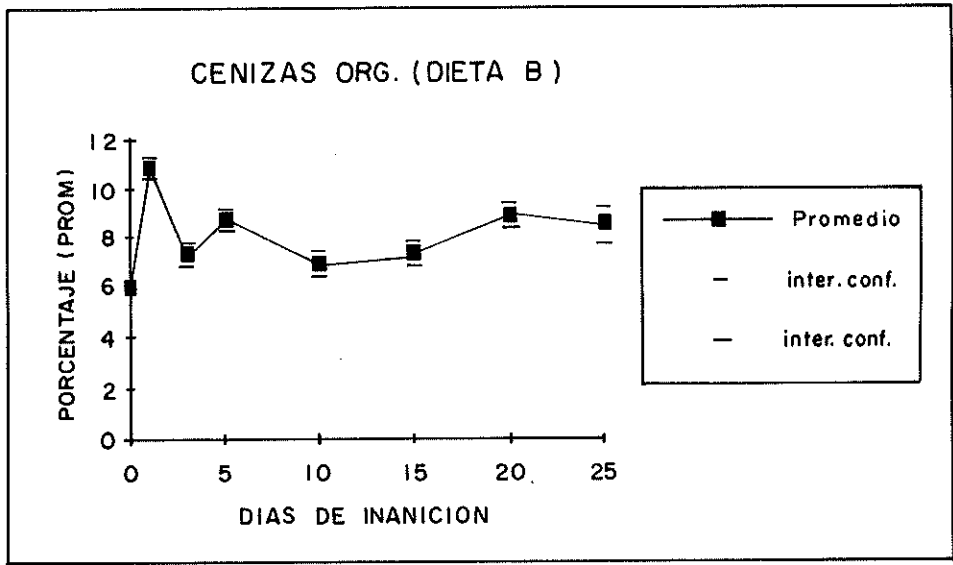
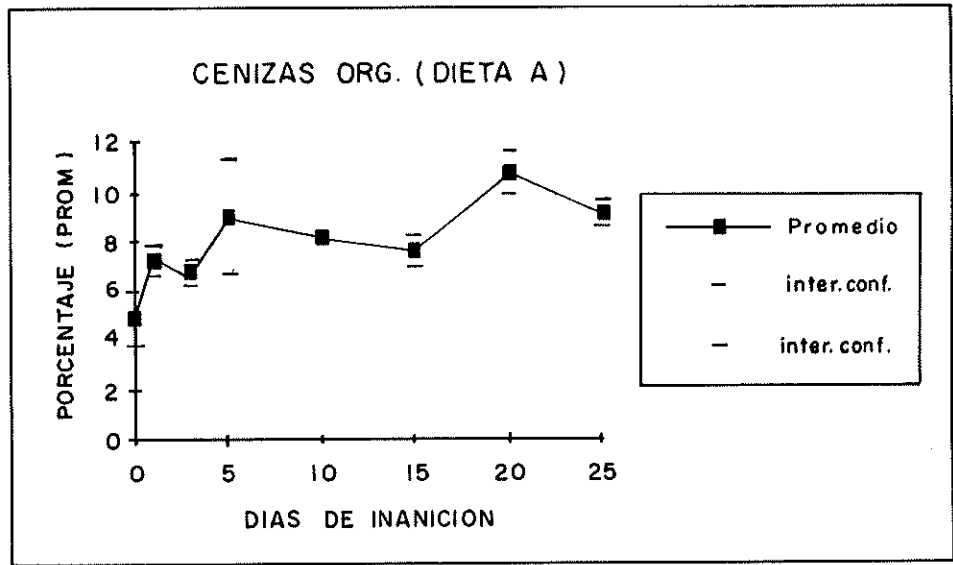


Figura 4 Cenizas contenidas en el músculo de *Penaeus vannamei* sometido a inanición y pre-alimentado con las dietas A y B.

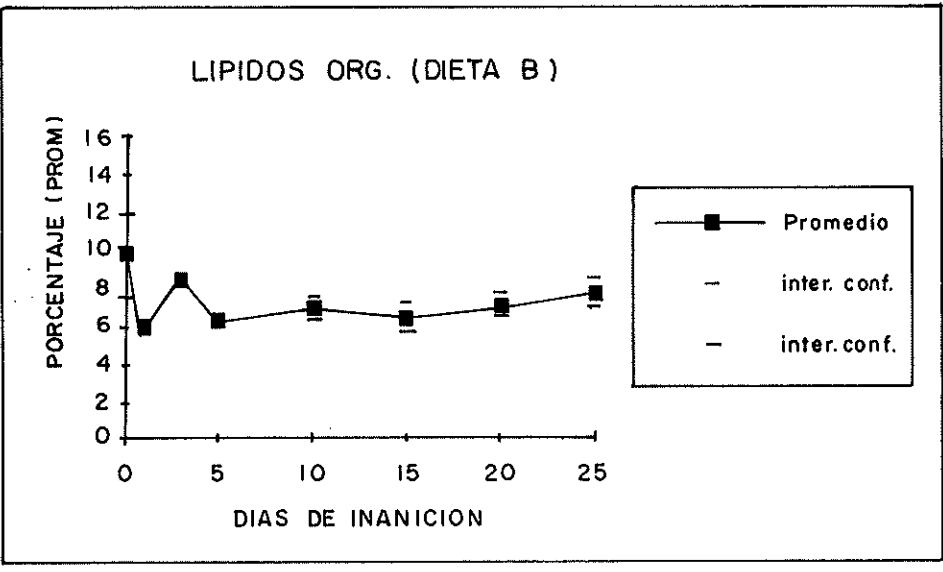
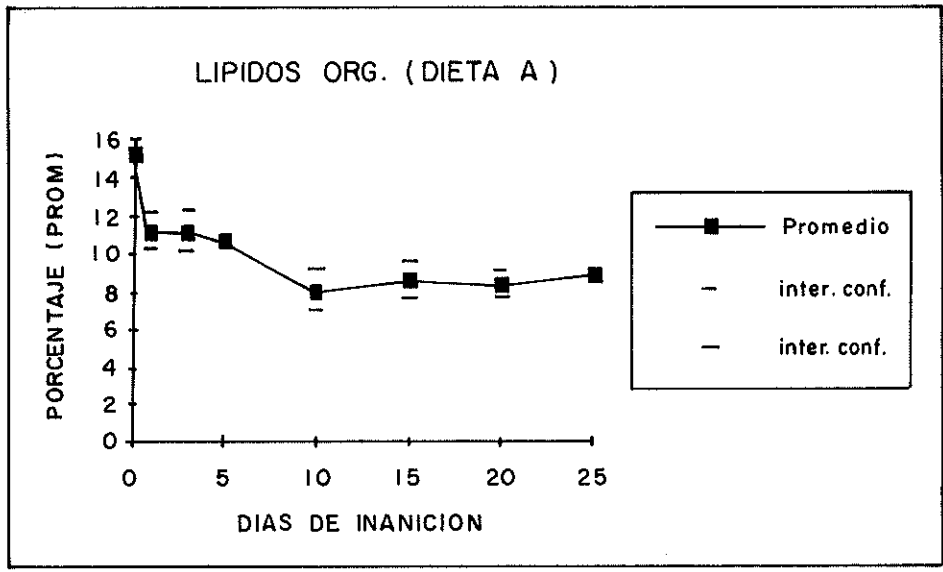


Figura 5 Lípidos contenidos en el músculo de *Penaeus vannamei* sometido a inanición y pre-alimentado con las dietas A y B.

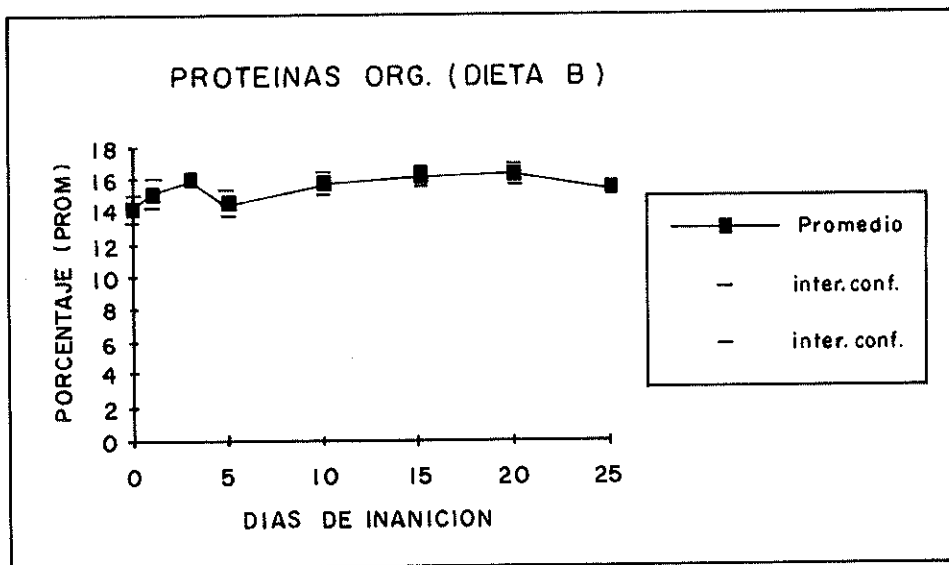
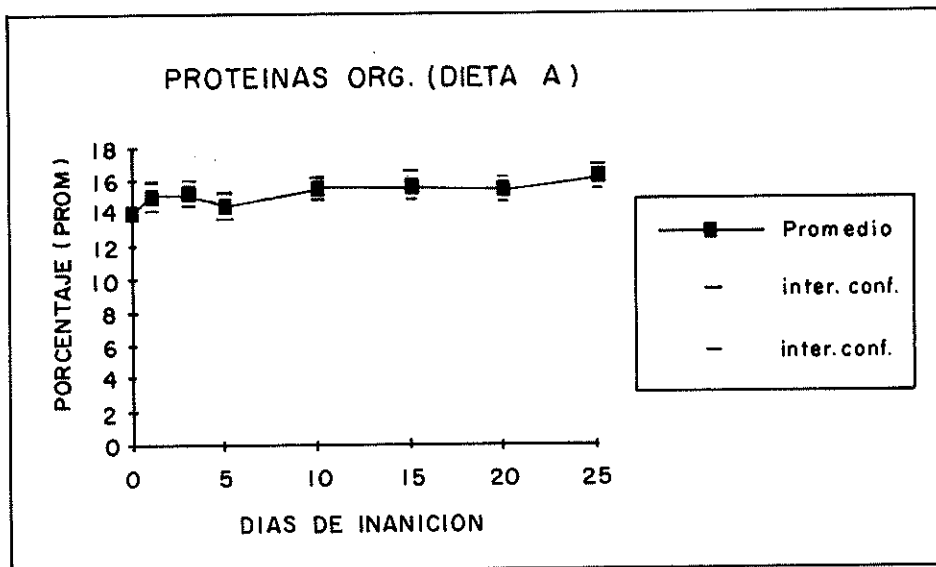


Figura 6 Proteínas contenidas en el músculo de *Penaeus vannamei* sometido a inanición y pre-alimentado con las dietas A y B.

analizado fluctuó un poco en ambos grupos de organismos alimentados con A y B, pero la tendencia fué a mantenerse a través del tiempo (Figura 7).

El contenido calórico total fué similar para camarones alimentados con ambos alimentos, aunque se presentó una disminución en las calorías en el grupo de organismos que tenían 20 días de inanición con el alimento A. El patrón general que se presentó fué con tendencia a la disminución conforme pasó el tiempo (Figura 8). Se obtuvo el contenido calórico calculado utilizando las constantes 4.1 kcal/gr para carbohidratos, de 5.5 kcal/gr para proteínas y de 9.1 kcal/gr para lípidos, (Halver, 1976), tomando los valores obtenidos del análisis bromatológico. En la Tabla IV se encuentran los valores calculados y los obtenidos mediante el uso de la bomba calorimétrica.

El análisis de varianza de dos vías efectuado a los resultados obtenidos de los organismos que estuvieron expuestos a una período de inanición mostró diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) a lo largo del tiempo en cenizas, proteínas, lípidos, humedad, carbohidratos y calorimetria. En cuanto a las diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) de los organismos alimentado con las dos dietas, se presentaron solamente en los lípidos y los carbohidratos (Tabla V).

En la Figura 9 se presenta el ciclo de muda y el porcentaje de los organismos que la presentaban de acuerdo a

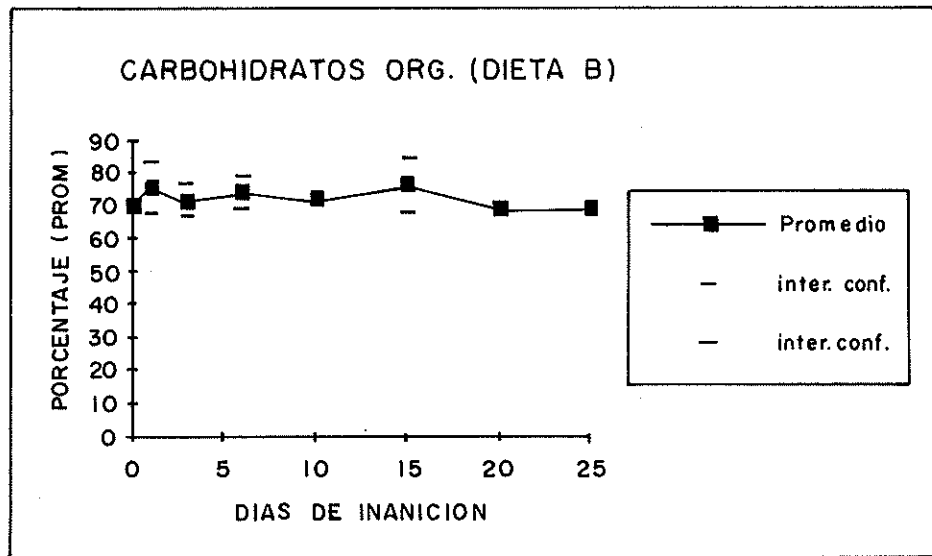
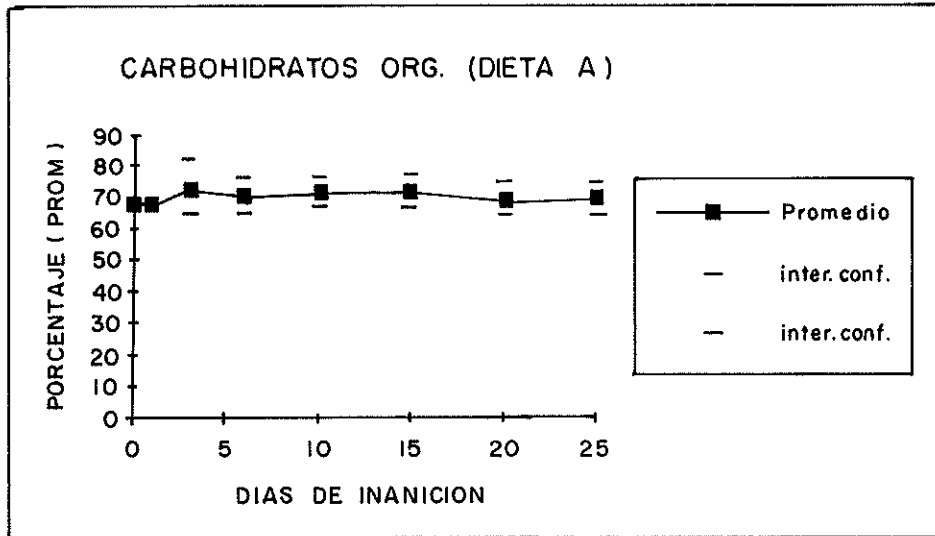


Figura 7 Carbohidratos contenidos en el músculo de *Penaeus vannamei* sometido a inanición y pre-alimentado con las dietas A y B.

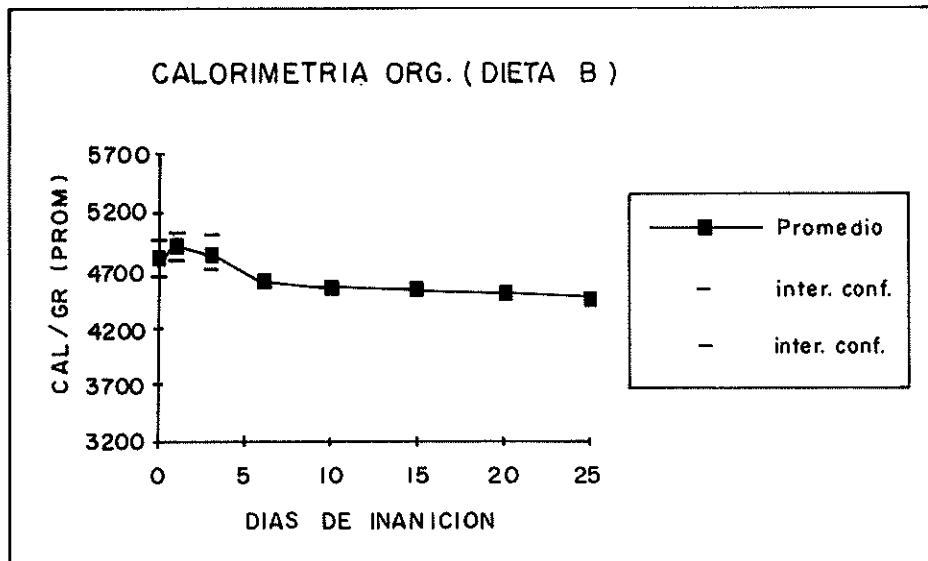
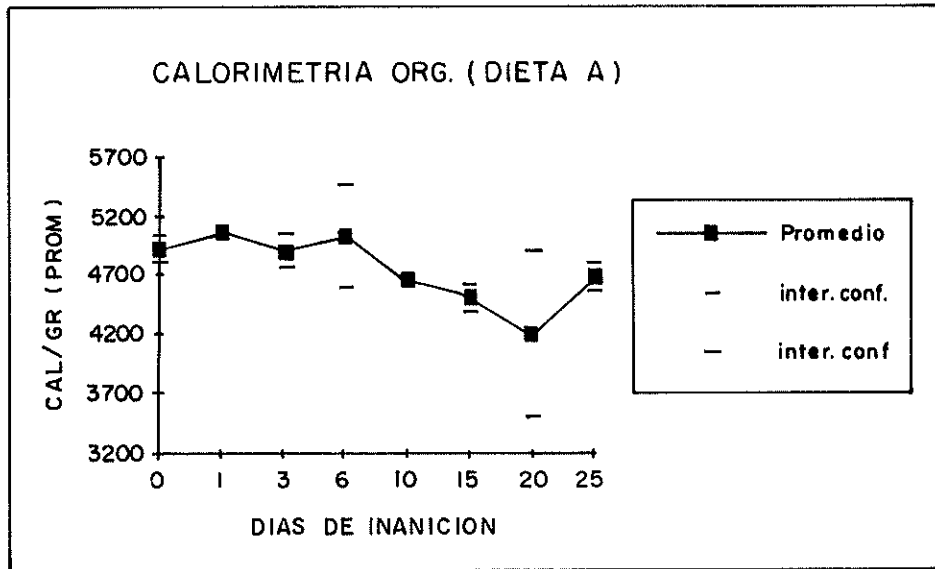


Figura 8 Contenido calórico contenido en el músculo *Penaeus vannamei* sometido a inanición y pre-alimentado con las dietas A y B.

TABLA IV COMPARACION DE LOS VALORES CALORIMETRICOS, DEL MUSCULO DE *Penaeus vannamei* SOMETIDO A INANICION Y PRE-ALIMENTADO CON LAS DIETAS A Y B, OBTENIDOS DIRECTAMENTE Y CALCULADOS POR CONSTANTES PARA LIPIDOS, PROTEINAS Y CARBOHIDRATOS.

ALIMENTO	DIAS DE INANICION	CALORIMETRIA OBTENIDA cal/gr	CALORIMETRIA CALCULADA cal/gr
A	0	4901.72	4852.04
A	1	5040.53	4568.1
A	3	4881.52	4569.32
A	6	5001.94	4464.4
A	10	4620.22	4384.6
A	15	4477.45	4433.7
A	20	4178.38	4319.6
A	25	4641.39	4391.18
B	0	4786.24	4539.12
B	1	4883.38	4156.97
B	3	4849.51	4444.57
B	6	4581.66	4248.25
B	10	4544.07	4378.54
B	15	4524.79	4343.92
B	20	4496.18	4307.5
B	25	4446.62	4349

a). Segun Halver J.E, 1976

1 gr. de Carbohidratos equivale a 4.1 Kcal.

1 gr. de Proteinas equivale a 5.5 kcal.

1 gr. de Lipidos equivale a 9.1 kcal.

TABLA V ANALISIS DE VARIANZA DE DOS VIAS (ANOVA) DEL ANALISIS BROMATOLOGICO DE CAMARONES (*Penaeus vannamei*) PRE-ALIMENTADOS Y SOMETIDOS A INANICION.

HUMEDAD						
Origen	suma de cuadrados	grados de libertad	cuadrado de la media	F		
Tiempo	195.48	7	27.93	23.54		significativo
Dietas	0	1	0	0		no significativo
T X D	4.92	7	0.7	0.592		no significativo
Error	37.96	32	1.19			
CENIZAS						
Tiempo	83.18	7	11.88	15.8		significativo
Dietas	0.006	1	0.006	0.008		no significativo
T X D	29.23	7	4.175	5.55		significativo
Error	24.06	32	0.752			
LIPIDOS						
Tiempo	115.99	7	16.57	27.01		significativo
Dietas	106.7	1	106.7	173.878		significativo
T X D	34.69	7	4.96	8.08		significativo
Error	19.637	32	0.614			
PROTEINAS						
Tiempo	15.53	7	2.22	7.06		significativo
Dietas	0.34	1	0.34	1.07		no significativo
T X D	2.91	7	2.042	1.32		no significativo
Error	10.057	32	0.314			
CARBOHIDRATOS						
Tiempo	221.09	7	31.58	14.18		significativo
Dietas	93.54	1	93.54	42.01		significativo
T X D	22.86	7	3.27	1.47		no significativo
Error	71.26	32	2.227			
CALORIMETRIA						
Tiempo	1849172.49	7	264167.4	4.72		significativo
Dietas	70193.94	1	70193.94	1.25		no significativo
T X D	467061.31	7	66723.05	1.19		no significativo
Error	1679898.44	30	55996.615			

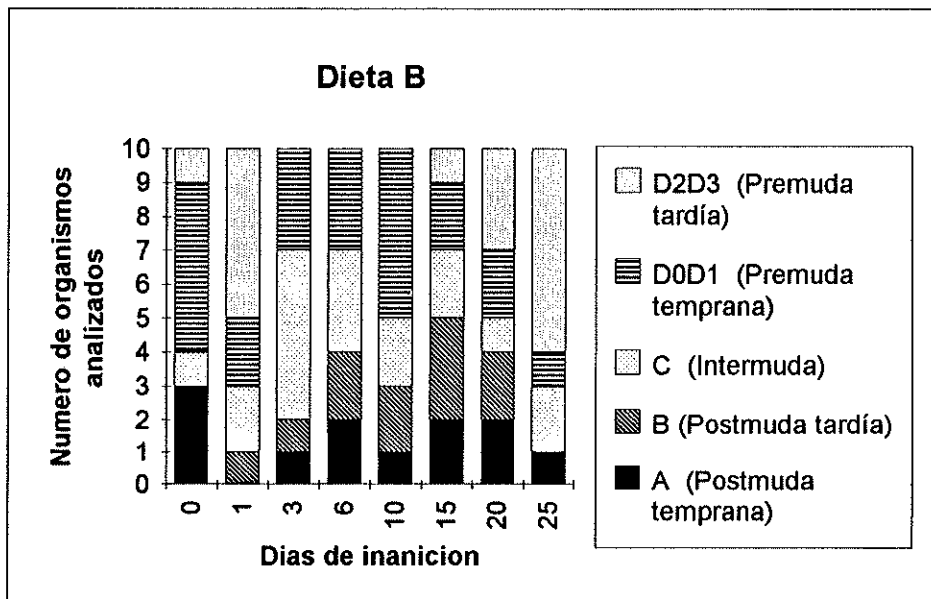
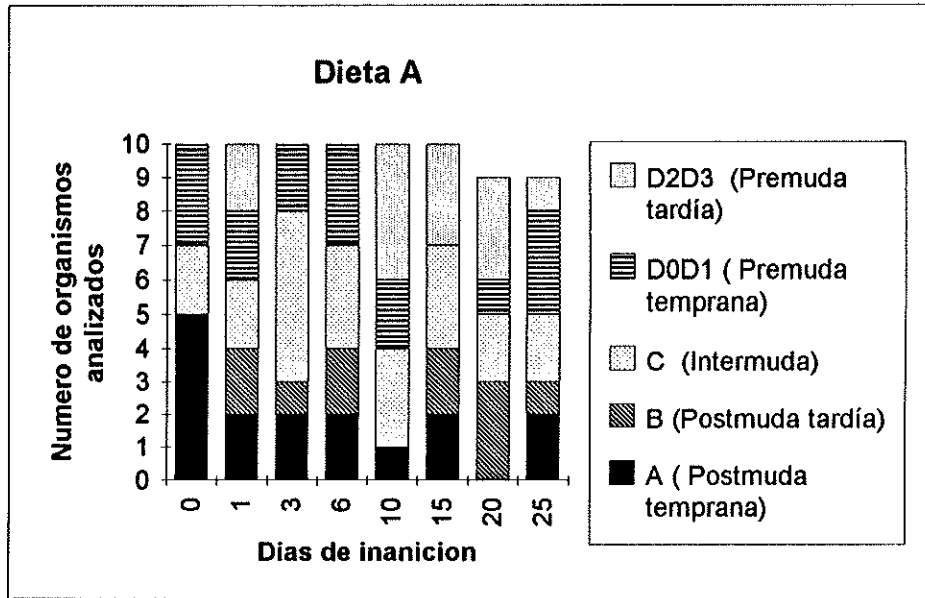


Figura 9 Estadio de muda en que se encontraban los organismos sometidos al análisis Bromatológico.

los días de inanición transcurridos para ambos alimentos.

Durante el experimento la temperatura promedio fué de 21.90 ± 2.64 °C , la salinidad de 32.70 ± 1.08 ppm y el oxígeno disuelto de 7.01 ± 0.6433 mg/l.

En la figura 10 se encuentra el porcentaje de crecimiento diario para los organismos que se utilizaron para la determinación del PNR. El porcentaje de crecimiento máximo fué de 1.34 y 1.49 % para los organismos alimentados con la dieta A y B respectivamente, para los organismos que pasaron 6 días en inanición y se les alimentó nuevamente. El porcentaje de crecimiento para los organismos que permanecieron como control fué de 0.34 y 1.36 % para las dietas A y B respectivamente. Se observa una mayor tasa de crecimiento para los organismos alimentados con la dieta B.

Se observó que para cuando pasaron 15 y 10 días de inanición los organismos de las dietas A y B respectivamente se tuvieron porcentajes de crecimiento de -0.13 y 0.0, respectivamente.

En cuanto al peso final registrado en los organismos que fueron realimentados después de la inanición se encontró una recuperación continua de los organismos tratados con el alimento B. Para los organismos tratados con el alimento A esta recuperación continua solo se manifestó hasta los organismos que permanecieron 10 días en inanición (Tabla VI).

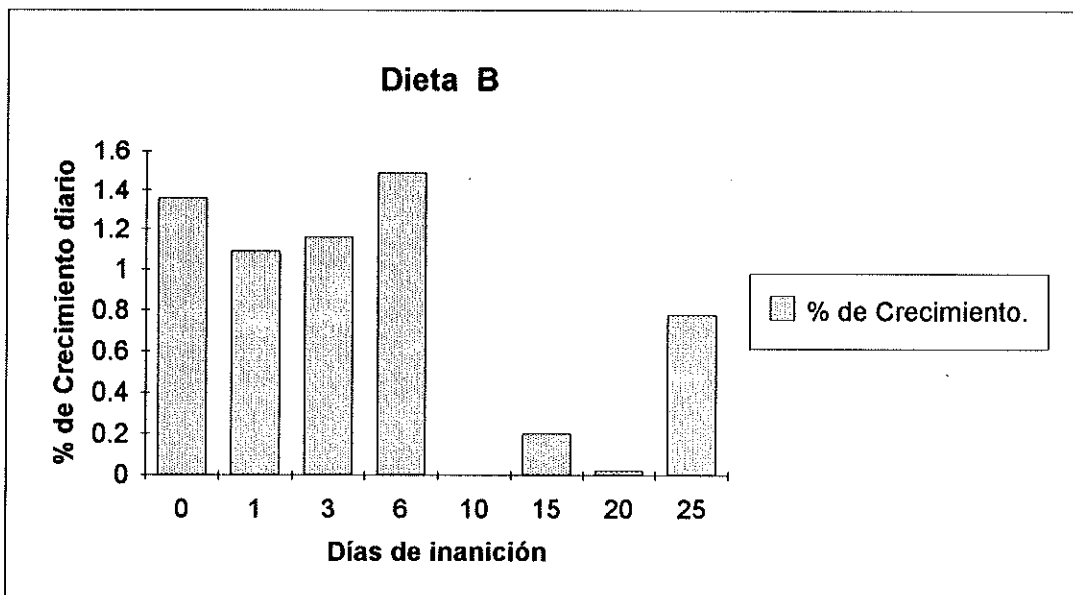
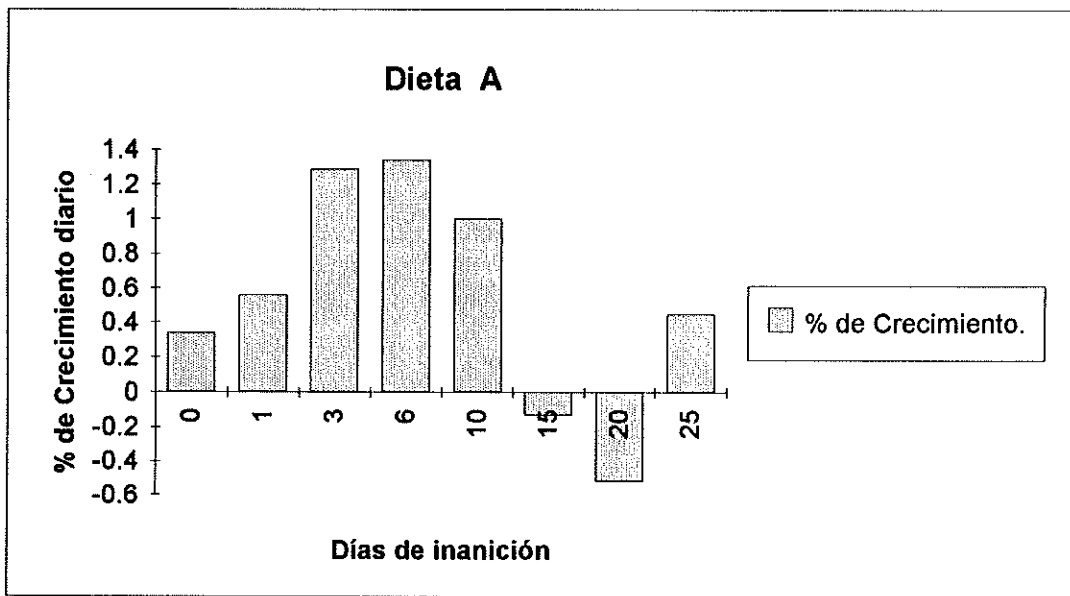


Figura 10 Porcentaje de crecimiento diario con referencia al peso inicial en los organismos durante el experimento del Punto de no Retorno.

TABLA UI Pesos de los organismos (Panaeus vancouveri) sometidos a inanición y la recuperación de estos al ser alimentados nuevamente.

DIAS DE INANICION	PESO INICIAL	PESO FINAL	DIAS DE REALIMENTACION	PORCENTAJE DE CRECIMIENTO DIARIO (PESO)
0 (control)	4.541	5.040	32	0.34
1	4.155	4.897	31	0.56
3	3.969	5.606	29	1.29
6	3.898	5.575	25	1.34
10	3.579	4.726	21	1.0
15	3.848	3.686	16	-0.13
20	3.654	3.048	11	-0.52
25	3.161	3.616	06	0.45
0 (control)	4.126	5.920	32	1.36
1	3.780	5.098	31	1.09
3	3.483	4.771	29	1.16
6	3.430	5.067	25	1.49
10	3.874	3.874	21	0.0
15	3.809	4.057	16	0.2
20	3.855	3.883	11	0.02
25	3.394	4.240	06	0.78

La mortalidad durante el experimento de inanición dió inició el día 13 para la dieta A y el día 16 para la dieta B. El alimento que presentó una mayor mortalidad a través del tiempo fué el A, con una mortalidad acumulada de 16 organismos, y el B presentó una mortalidad acumulada de 11 organismos (Figura 11 y Tabla VII-A).

La mortalidad durante el experimento del punto de no-retorno se incrementó al final de este para los organismos alimentados con la dieta B, alcanzando un 72.7 % en los organismos que permanecieron 25 días en inanición. Para los organismos alimetados con la dieta A se alcanzó la mayor mortalidad en los organismos que permanecieron 25 días en inanición obteniendose un 36.4 % de mortalidad (Tabla VII-B).

El porcentaje de sobrevivencia durante el experimento de inanición fué de 90.48 para el alimento A y de 93.45 para el B.

En la tabla III se muestra el análisis bromatológico efectuado a los alimentos. Los valores obtenidos son de 32.23 % de proteínas para el alimento A y de 36.09 % para el alimento B. En lo que respecta a los carbohidratos, se encontró un porcentaje de 17.18 % para el alimento A y de 35.17 % para el alimento B.

El contenido calórico de las dietas fué muy similar en ambas, con 4561.48 cal/g para el alimento A, y 4734.37

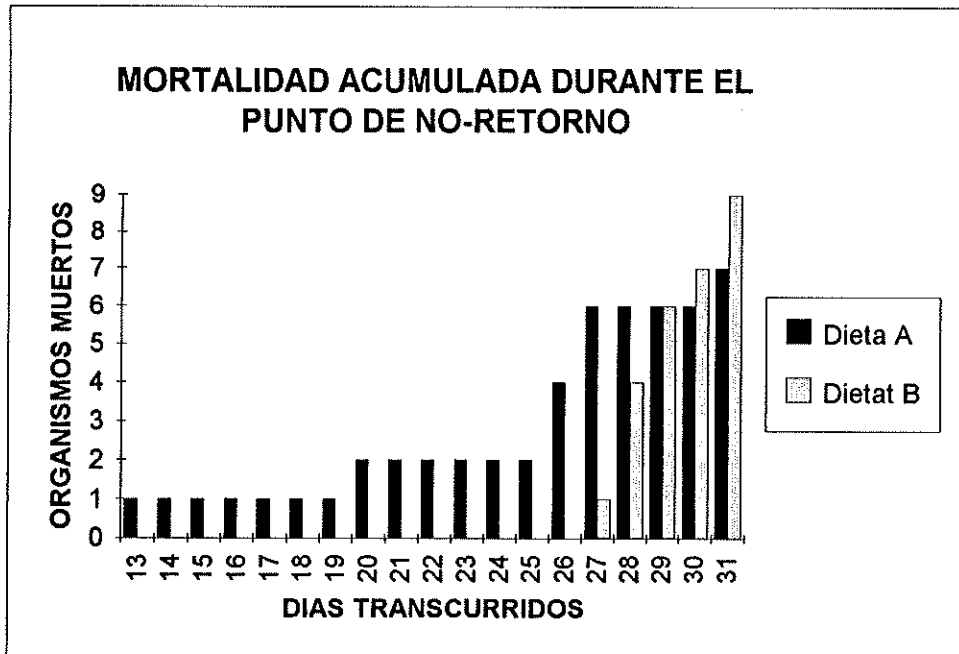
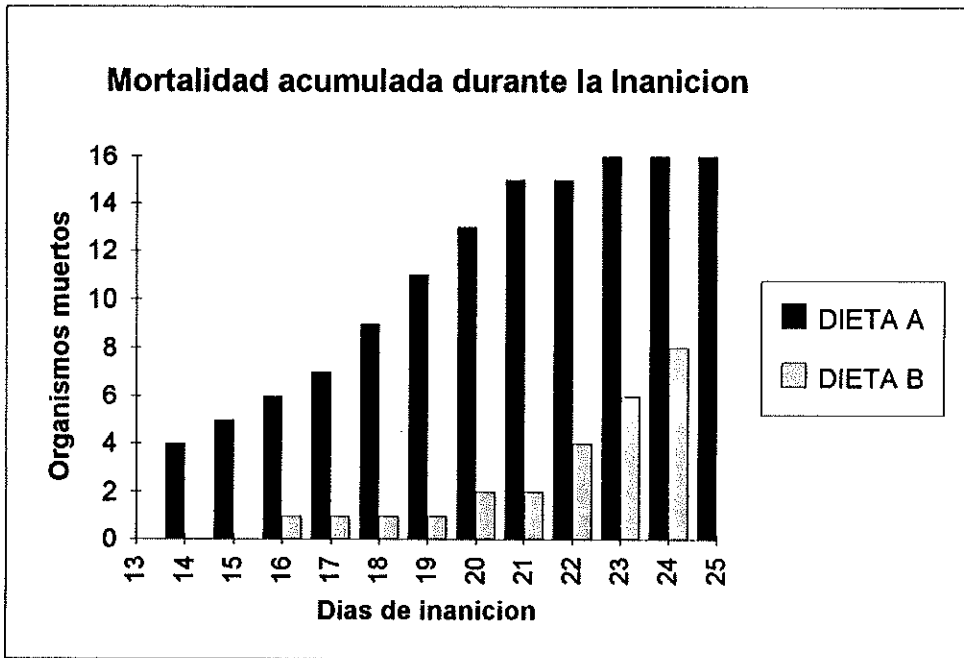


Figura 11 Mortalidad acumulada de *Penaeus vannamei* durante los experimentos de Inanición y Punto de No Retorno.

TABLA VII - A Mortalidad de *Penaeus vannamei* durante el experimento de inanición .

MORTALIDAD DURANTE PERIODO DE INANICION

DIETA A		DIAS TRANSCURRIDOS DE INANICION												
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Tratamientos														
control	0													
	1													
	3													
	6													
	10													
	15		1											
	20		1			1	1	1	1					
	25	1		1	1		1	1	1	2		1		

DIETA B		DIAS TRANSCURRIDOS DE INANICION												
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Tratamientos														
control	0													
	1													
	3													
	6													
	10													
	15													
	20								1					
	25				1					2	2	2	3	

TABLA VII - B Mortalidad de *Penaeus vannamei* durante el experimento de Punto de No Retorno.

MORTALIDAD EN PUNTO DE NO RETORNO

DIETA A

DIAS TRANSCURRIDOS DE REALIMENTACION.

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Tratamientos																			
control	0																		
	1																		
	3																		
	6																		
	10	1																	
	15							1											
	20														1				
	25													2					2

DIETA B

DIAS TRANSCURRIDOS DE REALIMENTACION

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Tratamientos																			
control	0																		
	1																		
	3																		
	6																		
	10																		
	15																1		
	20																		
	25														1	3	1	1	2

cal/gr para el alimento B (Tabla III).

En lo que respecta a la estabilidad de los alimentos en el agua, fué menor la del alimento A que la que presentó el alimento B.

La aceptación de los alimentos por los organismos fué mayor para el B que para el A, ya que los organismos no lo consumían completamente.

Las mudas no se presentaron durante el experimento de inanición; pero durante el experimento del punto de no-retorno se registró un incremento de ellas, una vez que ya se realimentaron los organismos (Tabla VIII).

TABLA VIII Numero de mudas durante el experimento del punto de No-Retorno en *Penaeus vannamei* .

DIAS TRANS-CURRIDOS.	DIAS DE INANICION															
	0	1	3	6	10	15	20	25	0	1	3	6	10	15	20	25
13										1	1					
14																
15																
16																
17											2	1				
18																
19																
20																
21		1														
22																
23																
24							1									
25																
26						1										
27		1	1	1	1			2		1						3
28							1		1							
29							2									
30																
31																1

DISCUSIONES:

EXPERIMENTO DE INANICION.

En lo que respecta al contenido calórico total encontrado en el músculo de los organismos analizados, se observó una tendencia similar durante el tiempo transcurrido de inanición para los organismos alimentados con ambas dietas. El análisis de varianza de dos vías realizado, muestra diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) a través del tiempo pero no entre las dietas. Comita y Schindler (1963) y Szaniawska A (1983) realizaron estudios del contenido calórico del músculo de diferentes crustáceos y encontraron valores entre 4427 cal/g y 7672 cal/g y 4053 cal/gr respectivamente; los valores encontrados para *Penaeus vannamei* van desde 4178.4 cal/g hasta 5001.94 cal/gr., con lo que se observó que los valores encontrados para éstos organismos aun los que estuvieron en inanición, entran dentro de este intervalo. La comparación del contenido calórico obtenido y el calculado (Tabla IV) refleja valores muy aproximados, por lo que se afirma que los macroconstituyentes obtenidos con el análisis bromatológico son valores que reflejan realmente la composición del organismo (Comunicación personal Dr. Fernando Díaz).

Dr. Fernando Díaz, CICESE, Ensenada Baja California.

Con base en el análisis bromatológico efectuado en músculo del camarón (*Penaeus vannamei*) podemos decir lo siguiente:

Se esperaba que los contenidos de los macrostiyentes fueran disminuyendo conforme transcurría la inanición de la siguiente manera, primeramente los carbohidratos, seguidos por los lípidos y por último las proteínas; sin embargo los constituyentes fueron utilizados por los organismos de la siguiente forma: El porcentaje de humedad fué aumentando conforme transcurrieron los días de inanición, tanto para los organismos que se alimentaron con la dieta A (8 %) como para los que se alimentaron con la dieta B (7 %). Estas variaciones aparentemente ligeras pudieron ser debidas a que los organismos tienden a mantener su peso y sobre todo el volumen corporal debido al exoesqueleto. Incorporan fluidos para contrarrestar las pérdidas del tejido que pudiera tener por el consumo de macroconstituyentes. El análisis de varianza de dos vías efectuado nos dice que hay diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) conforme pasó el tiempo, para los organismos alimentados con las dietas A y B. Estos datos son semejantes a los reportados por Cuzon et al. (1980), en un trabajo similar para *Penaeus japonicus*, en donde encontraron un incremento del peso de aproximadamente 7 %, en 21 días de inanición.

El porcentaje de cenizas presentó tendencia irregu-

lar pero fué aumentando conforme transcurrió el tiempo de inanición tanto para los organismos alimentados con la dieta A como los alimentados con la dieta B, el análisis de varianza de dos vías efectuado mostró diferencias significativas ($\alpha= 0.05$) a través del tiempo.

Esto sugiere que los minerales no participan en el aporte y consumo de energía y por eso no varían. Cuzon et al. (1980) y Paffenhöfer (1967) encontraron un comportamiento similar para *Penaeus japonicus* y *Artemia salina* con valores que van de 3.3 a 4.3 % para el primero y de incremento para el segundo. Mayzaud (1976) explica este efecto diciendo que conforme disminuye el contenido orgánico aumenta el contenido de cenizas y es debido al aumento de metales alcalinos.

El decremento de los lípidos conforme transcurría la inanición tanto para los organismos alimentados con la dieta A como los alimentados con la dieta B, sugiere que los lípidos son una fuente importante de energía de reserva utilizable en los peneidos y además, que es la primera en ser utilizada durante el período de inanición. Este comportamiento es similar a lo que encontró Armitage et al. (1972), Guary et al. (1975) y Cuzon et al., Barclay et al. (1983) y Chandumpai et al. (1991) en *Orconectes*

nais, y *Penaeus japonicus* y *Penaeus esculentus*, respectivamente, en estudios de inanición. El análisis de varianza de

dos vías marca diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) entre los organismos alimentados con las dietas A y B, presentó igualmente diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) a través del tiempo. El porcentaje obtenido para estos organismos fué entre 15.07 y 7.99 y 9.62 y 5.83 para la dieta A y B, respectivamente. Dall et al. (1991) encontraron algo similar sobre la composición bioquímica de *Penaeus esculentus*, donde encuentran del 10 al 21 % de lípidos.

Es importante resaltar la diferencia presentada en el contenido de lípidos iniciales en los organismos alimentados con ambas dietas ya que los organismos alimentados con la dieta A presentaron un contenido inicial de 15.07 %, mientras que en los alimentados con la dieta B fué de 9.62 %, lo cual puede ser atribuido a las diferencias en el contenido de carbohidratos en las dietas. Lowell y Andraws (1973) realizaron un experimento donde agregaron a sus dietas diferentes contenidos de carbohidratos y encontraron que al adicionar 40 % de glucosa a la dieta hay una reducción de lípidos en los organismos, y si se agrega menor cantidad de glucosa, el contenido de lípidos es mayor; dicho experimento se realizó con *Penaeus duorarun*. En este experimento para *Penaeus vannamei* se encontró algo similar.

El contenido de proteínas encontrado en los organismos analizados, fluctuó un poco en los organismos alimentados con las dietas A y B a lo largo del tiempo; lo que pudiera

sugerirnos que la proteína no fué utilizada como constituyente principal para la obtención de energía durante el período de inanición; esto se contrapone con lo esperado ya que se supuso que los organismos utilizarían las proteínas después de emplear los lípidos, para la obtención de energía; lo cual no ocurrió. El análisis de varianza de dos vías marca diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) a través del tiempo, pero se observó que se mantienen en un intervalo reducido. Cuzon et al. (1980) encontraron para *Penaeus japonicus* que las proteínas son el segundo grupo de compuestos en ser utilizados durante la inanición, pero de una manera mucho más lenta. Armitage et al. (1972) y Health y Barnes (1970) no encontraron cambios en el contenido de proteínas del cuerpo para *Orconectes nair* y *Carcinus maenas*, respectivamente, al ser sometidos a inanición.

El contenido de carbohidratos se mantuvo a lo largo del tiempo con pequeños cambios durante el experimento tanto para la dieta A como para la B, lo cual es confirmado por el análisis estadístico donde se observaron diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) a lo largo del tiempo y entre las dietas; esto puede ser debido a que los carbohidratos son una fuente rápida de energía utilizable, pero por lo mismo no pueden aportar una cantidad de energía constante, necesaria para ser utilizada a largo plazo. Muy probablemente el nivel se mantuvo constante a partir de la degrada-

ción de lípidos, los cuales variaron en función del tiempo.

Dall (1974) reporta para *Panulirus longipes* que no decrece el contenido de glucosa en la sangre durante la inanición y sugiere que el nivel está controlado fisiológicamente a un nivel constante sin importar el estado nutricional que presente el organismo. Esto puede ser tomado de igual manera para los organismos analizados, ya que no se encontraron grandes cambios en el contenido.

La mortalidad presentada durante el experimento de inanición para los organismos alimentados con la dieta A se inició al 13^{ro} día de estar en esta condición, a diferencia de los organismos alimentados con la dieta B donde se inició la mortalidad hasta el 16^{to} día. La mayor mortalidad se presentó en los organismos alimentados con la dieta A y esto puede ser debido a que la dieta con la que se les pre-alimentó contenía un porcentaje menor de carbohidratos. El número mayor de organismos muertos para ambas dietas se presentó al final del experimento, esto sugiere que los organismos ya no tenían manera de extraer energía de los lípidos de su cuerpo para sobrevivir; cabe mencionar que los organismos no utilizaron las proteínas aún cuando se encontraban presentes. Cuzon et al. (1980), encontraron solamente 3 organismos muertos en su experimento de inanición sobre un período de 28 días, y éstos resultaron al final del experimento.

Las mudas en el experimento de inanición solamente sucedieron en camarones alimentados con la dieta A, donde se observó sólo el caso de un organismo que mudó a los 24 días de inanición, se notó que al día siguiente el organismo murió. Esto pudo ser debido a un estado de estrés muy avanzado.

EXPERIMENTO DEL PUNTO DE NO RETORNO:

La mortalidad durante el experimento del punto de no retorno (PNR) se vió acentuada al final para los organismos alimentados con la dieta B encontrándose una mortalidad de 72.7 % para el último tratamiento (organismos con 25 días de inanición y ya en período de re-alimentación), a los 31 días. El 54.5 % de mortalidad se alcanzó al día 30 de tratamiento, en donde se puede decir que se presentó el punto de no retorno. Anger y Darwirs (1981), encontraron en un experimento similar que larvas de *Hyas araneus* alcanzaban el PNR a los 8 días. La explicación por la cual los organismos ya no se recuperan después de alcanzar el PNR, puede ser debido a que pierden la capacidad de almacenar lípidos de reserva ó que aún cuando tengan dentro de su organismo material disponible para la obtención de ésta, ya no tienen la energía necesaria para iniciar nuevamente el proceso. Anger et al. (1985) trabajaron con larvas de langosta (*Homarus americanus*), encontrado que el hepatopáncreas perdió la habilidad de almacenar lípidos de reserva, por lo que estos organismos mueren después de alcanzar el punto de no retorno a los 3 días de ayuno.

Para la dieta A no se alcanzó a determinar el punto de no retorno debido a que solamente se obtuvo una mortalidad de 36.4 % en los 31 días de tratamiento, lo cual puede ser

interpretado como que la dieta A fué mas fácilmente asimilable bajo estas condiciones. Otro factor que pudo ser importante fué que los organismos alimentados con la dieta A contenían un mayor porcentaje de lípidos en el músculo, lo cual les pudo aportar una fuente de energía de reserva mayor que los alimentados con la dieta B. Algo similar obtuvieron Staton y Sulkin (1991), en dos especies de larvas de cangrejo (*Sesarma cinereum* y *Sesarma reticulatum*), en donde encontraron que *S. reticulatum* contenía un mayor contenido de lípidos y le confería una mayor resistencia a la inanición y, por lo tanto, le fué mas difícil alcanzar el PNR.

Durante el experimento del PNR se observó que los organismos empezaron a mudar después de re-alimentarlos, este proceso se vió acentuado en los organismos tratados con el alimento A. Los organismos tratados con el alimento B también mudaron, pero en menor cantidad, lo cual corrobora lo anterior en forma directa ya que los que mudaron no alcanzaron el PNR. Es importante mencionar que las mudas efectuadas durante este período no incrementaron las mortalidades para ninguno de los casos, posiblemente porque los organismos tenían la capacidad de recuperación y no habían excedido el punto de no retorno.

El porcentaje de crecimiento diario en los organismos durante el experimento del punto de no retorno se observó

claramente para los organismos que fueron tratados con ambos alimentos. Se observa en la Figura 10 (Tabla VI) que los organismos a partir del día 15 y 10 de inanición para las dietas A y B respectivamente, obtienen un porcentaje de crecimiento negativo y de cero respectivamente, con lo que se podría decir que ya no hay incremento en el crecimiento, sino por el contrario, empieza la disminución del peso corporal. También se observa que para los organismos alimentados con la dieta A, la tasa de crecimiento diaria del control, (organismos alimentados diariamente) es de 0.34 %, y la máxima es de 1.34 % para los organismos que permanecieron en inanición por 6 días; la cual es mayor que para los alimentados diariamente.

En los organismos alimentados con la dieta B se observa una tasa de crecimiento diario para el control (alimentados diariamente) de 1.36 % y se alcanza una tasa máxima de 1.49 para los organismos que se mantuvieron en inanición por 6 días. Para este caso no se observa un beneficio marcado al dejar de alimentar a los organismos, lo que si ocurre en la dieta A. Esto nos sugiere que los organismos, al permanecer un tiempo dado en inanición, tienden a aprovechar mejor el alimento que es suministrado.

Con lo anterior se puede decir que con la dieta A se puede alcanzar un mayor crecimiento diario si se deja de alimentar a los organismos por 6 días , logrando considera-

bles ahorros en los gasto de alimentación para una granja de cultivo de camarón, porque se tendrían tasas de crecimiento mayores, además de un ahorro por el alimento no suministrado por 6 días. Para la dieta B se observó algo similar, pero para este caso se puede alimentar a los organismos diariamente y alcanzarían una tasa de crecimiento similar. El beneficio estaría en que al tener una dieta con un porcentaje mayor de carbohidratos y bajo en proteínas, se tendría una dieta más barata, lo cual reduciría los costos de alimentación y un crecimiento más rápido.

CONCLUSIONES

Los lípidos son el material de reserva más importante, utilizado para la obtención de energía a largo plazo para *Penaeus vannamei*, cuando es sometido a períodos de inanición.

El contenido de carbohidratos sólo puede ser utilizado como una fuente rápida de obtención de energía en un espacio de tiempo muy corto por lo que no puede ser considerado como una fuente de energía para soportar largos períodos de inanición.

El contenido bromatológico de las dietas influyó para alcanzar el punto de no retorno (PNR), no encontrándose en A, y siendo de 31 días para los organismos alimentados con la dieta B.

El porcentaje de crecimiento diario fué mayor en los organismos alimentados con ambas dietas, cuando permanecieron 6 días en inanición y son alimentados nuevamente, que para los organismos que fueron alimentados todo el tiempo (controles).

La dieta B, aporta mayores tasas de crecimiento diario.

Para *Penaeus vannamei* es más importante la calidad que la cantidad de alimento que se les suministra para obtener material de reserva, y por lo tanto la energía necesaria para efectuar sus procesos metabólicos.

LITERATURA CITADA

Andrews, J.W. and L.V. Sick. 1972. Studies on the nutritional requirements of penaeid shrimp. Proc. World. Maricul. Soc. 3: 403-414.

Anger K. and R.R. Dawirs. 1981. Influence of starvation on the larval development of *Hyas araneus* (Decapoda, majidae). Helgoländer Meeresuntersuchungen. 34 : 287-311.

Anger, K., Storch, V., Anger, V., and J.M. Capuzzo. 1985. Effects of starvation on moult cycle and hepatopancreas of Stage I lobster (*Homarus americanus*) larvae. Helgol. Meeresunters 39 (2) :107-116.

A.O.A.C., 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed., Washington D.C.

Arosamena, Mario. 1976. Ritmo alimenticio en los camarones *Penaeus stylirostris* y *Penaeus californiensis*, con relación a la temperatura. Memorias del Simposio sobre biología poblacional de camarones Guaymas, Son. pags. 88-93.

Armitage, K.B., A. L. Buikema Jr. and N. J. Willems. 1972. Organic constituents in the annual cycle of the crayfish *Orconectes nair* (Faxon) Comp. Biochem. Physiol. 41(A) : 825-842.

Barclay, M. C., W. Dall and D. M. Smith. 1983. Changes in lipid and protein during starvation and the moulting cycle in the tiger prawn, *Penaeus esculentus* Haswell. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 68: 229-244.

CICTUS. Manual para el cultivo de camarón *Penaeus stylirostris*. Universidad de Sonora. México.

Chamberlain, George. 1993. Aquaculture trends and feed projections. World Aquaculture 24 (1): 19-29.

Chandumpai, A., W. Dall and D. M. Smith. 1991. Lipid class composition of organs and tissue of the tiger prawn *Penaeus esculentus* during the moulting cycle and during starvation. Marine Biology 108 : 235-245.

Colvin, L.B. y C.W. Brand. 1977. The protein requirement of penaeid shrimp at various life-cycle stages in controlled environment systems. World Mariculture Society 8: 821-840.

Comita, G. W. and D. W. Schindler., 1963. Calorific values of microcrustacea. Science N.Y. 140 : 1394-1396.

Conte, F.S., M.J. Duronslet, W.H. Clark and J.C. Parker. 1977. Maturation of *Penaeus stylirostris* (Stempson) and *Penaeus setiferus* (Linn) in hypersaline water near Corpus Christi, Texas. 8 : 327-334.

Cuzon, G., C. Cahu, J.F. Aldrin, J.L. Messenger, G. Stephan and M. Mevel. 1980. Starvation effect on metabolism of *Penaeus japonicus*. Proc. World Maricul. Soc. 11: 410-123.

Dall, W. 1974. Indices of nutritional states in the western rock lobster *Panulirus longipes* (Milne-Edwards) I. Blood and tissue constituents and water content. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 16 : 167-180.

Dall, W., D. M. Smith and L. E. Moore. 1991. Biochemical composition of some prey species of *Penaeus esculentus* Haswell (Penaeidae : Decapoda). Aquaculture 96 : 151- 166.

Deshimaru, O. and K. Shigeno. 1972. Introduction to the artificial diet for prawn (*Penaeus japonicus*). Aquaculture 1 : 115-133.

Egan, H., R. S. Kirk and R. Sawyer. 1987. Análisis químico de alimentos de Pearson. 1a Ed. en español. CECSA, México, D. F. pp. 268-269.

Fenucci, L., L.A. Lawrence and Z.P. Zein-Eldin. 1981. The effects of fatty acid and shrimp meal composition of prepared diet on growth of juvenile shrimp, *Penaeus stylirostris*. J. World Mariculture Society 12: 315-324.

Guary, J.C., M. Kayama and Y. Murakami. 1974. Lipid class distribution and fatty acid composition of prawn, *Penaeus japonicus*. Bull.Jap. Soc. Sci. Fish., 40: 1027-1032.

Guary, J. C., M. Kayama, and Y. Murakami. 1975. Variations saisonnières de la composition en acides gras chez *Penaeus japonicus* (Crustacea: Decapoda). Marine Biology 29 : 335-341.

Halver, J.E. 1976. The nutritional requirements of cultivated warmwater and coldwater fish species. Paper No.31 FAO pp.9.

Heath, J. R. and H. Barnes. 1970. Some changes in biochemical composition with season and during the moulting cycle of the common shore crab, *Carcinus maenas* (L). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 5 : 199-233.

Hudinaga, M. 1942. Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* (Bate). Jpn. J. Sci. 10 : 305-393.

Kamazawa, A., M. Shimaya, M. Kawasaki and K. Kashiwada. 1970. Nutritional requirements of prawn I. Feeding on artificial diet. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. 36 : 949-954.

Krishnan, T. and T. Kannupandi. 1987. Influence of initial starvation on the larval development of the brackish water crab *Metaplex distincta* H. Milne Edwards, 1852. J. Mar. Biol. Assoc. India 29 (1-2) : 104-107.

Kon, T. 1979. Ecological studies on larvae of the crabs belonging to the genus *Chionectes*. I The influence of starvation and growth of the Zuwai crab. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 45: 7-9.

Larsen, B. 1978. Brown seaweeds: analysis of ash, fiber, iodine and mannitol. En : J.A. Hellebust y J.S. Crigie (Eds.), "Handbook of Phycological Methods". Cambridge University Press, Cambridge. pp. 181-188.

Lowell, V. S. and J. W. Andrews. 1973. The effect of selected dietary lipids, carbohydrates and proteins on the growth, survival and body composition of *Penaeus duorarum*. Proc. World Mariculture Society. 4 : 263-276.

Mayzaud, P. 1976. Respiration and nitrogen excretion of zooplankton. IV The influence of starvation on the metabolism and the biochemical composition of some species. Marine Biology 37 : 47-58.

New, M. B. 1976. A review of dietary studies with shrimp and prawns. *Aquaculture* 9: 101-144.

Paffenhöfer, G.A. 1967. Caloric content of larvae of the brine shrimp *Artemia salina*. *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchun.* 16 : 130-135.

Parr Instrument Company, 1958. Instructions for the No. 1411 combustion calorimeter. Moline, Ill.

-1960. Oxygen bomb calorimetry and combustion methods. Moline Ill (manual No. 130).

Parvathy, K. 1971. Glycogen storage in relation to the moult cycle in the two crustaceans *Emerita asiatica* and *Ligia exotica*. *Marine Biology.* 10 : 82-86.

Paul, A.J. and J.M. Paul. 1980. The effect of early starvation on later feeding succes of king crab zoeae. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology* 44: 247-251.

Robertson, L., W. Bray, J. Leung-Trujillo, and A. Lawrence. 1987. Practical molt staging of *Penaeus setiferus* and *Penaeus stylironstris*. *J. World Aquaculture Society.* 18 (3) :180-185.

Sick, L.V. and J. W. Andrews. 1973. The effects of selected dietary lipids, carbohydrates and proteins on the growth , survival and body composition of *Penaeus duorarum*. *Proc. World Mariculture Society.* 4 : 263-276.

Sorgeloos, P. and J. Sweetman. 1993. Aquaculture success Stories . *World Aquaculture* 24(1): 4-14.

Staton, J. L. and S. D. Sulkin. 1991. Nutritional requirements and starvation resistance in larvae of the brachyura crabs *Sesarma cinereum* and *S. reticulatum* (Say). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 152(2) : 271-284.

Szaniawska, A. 1983. Seasonal changes in energy content of *Crangon crangon* L. (Crustacea, Decapoda). *Pol. Arch. Hidrobiol.* 30 (1) : 45-56.

Teshima, S., H.J. Ceccaldi, J. Patrois and A. Kanazawa. 1975. Bioconversion of desmosterol to cholesterol at various stage of molting cycle in *Palaemon serratus*. *Comp. Biochem. Physiol. B.* 50: 485-489.