



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
BAJA CALIFORNIA
Escuela Superior de Ciencias Marinas

Implementación de Dietas a Base de
Productos de Desecho para el Cultivo de
Juveniles de Langostino *Macrobrachium
carcinus* (Linnaeus) (Crustacea, Decapoda,
Natantia) en Condiciones de Laboratorio

Tesis que para obtener el título de
Oceanólogo
presenta

Ruth Casas Sánchez

Ensenada, Baja California, 1983

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

Escuela Superior de Ciencias Marinas

IMPLEMENTACION DE DIETAS A BASE DE PRODUCTOS DE
DESECHO PARA EL CULTIVO DE JUVENILES DE LANGOSTINO

Macrobrachium carcinus (Linnaeus)

(Crustacea, Decapoda, Natantia)

EN CONDICIONES DE LABORATORIO.

Tesis que para obtener
el título de Oceanólogo
presenta:

Ruth Casas Sánchez

Ensenada, B.C., octubre de 1983.

Con mucho cariño a mis padres:

Roberto Casas y Graciela S. de Casas
por su ejemplo de superación y rectitud
y por su confianza en mis decisiones

A mi esposo, compañero y amigo:

Manuel Noriega
por su apoyo, confianza y amor

A mi asesora:

Ivette Vaillard
por la hermosa amistad surgida
entre nosotras y por haberme
transmitido sus conocimientos y experiencias

INDICE

RESUMEN	i
1 INTRODUCCION	1
2 OBJETIVOS	7
3 MATERIALES Y METODOS	8
3.1 TRANSPORTE Y ACLIMATACION	8
3.2 SISTEMA DE ACUARIOS DE MANTENIMIENTO	10
3.3 MANTENIMIENTO	12
3.4 DIETAS	13
3.4.1 Elaboración de las Dietas	13
3.4.2 Estabilidad del Alimento	16
3.4.3 Pérdidas por Dilución	16
3.4.4 Análisis Proximal de las Dietas	17
3.5 FASE EXPERIMENTAL	17
3.5.1 BIOENSAYOS DE DIGESTIBILIDAD	18
3.5.2 BIOENSAYO DE CRECIMIENTO	20
3.6 TRATAMIENTO ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS	23
4 RESULTADOS	24
4.1 BIOENSAYOS DE DIGESTIBILIDAD	25
4.2 BIOENSAYO DE CRECIMIENTO	28
5 DISCUSION	43
6 CONCLUSIONES	56
7 RECOMENDACIONES	58
8 AGRADECIMIENTOS	59
9 LITERATURA CITADA	61

RESUMEN

Se determinó, bajo condiciones de laboratorio, el crecimiento de juveniles de langostino Macrobrachium carcinus alimentados con dos dietas: Una elaborada a partir de desechos de restaurante (Dieta I) y la otra con desperdicios del mercado de pescado y agrícolas (Dieta II).

Se evaluaron dichas dietas mediante análisis proximal, bioensayos de digestibilidad (Eficiencia de Asimilación), bioensayo de crecimiento y Factor de Conversión (FCR).

A pesar de que los organismos asimilaron con mayor eficiencia la dieta I, el crecimiento no fué significativamente diferente entre las dos dietas, siendo éste en promedio para los tres meses del experimento, de 0.254 ± 0.13 cm (Dieta I) y 0.191 ± 0.1 cm (Dieta II). El crecimiento esperado para este período era de 1 cm, según observaciones en su medio ambiente natural. Se discute el posible efecto de las condiciones de laboratorio (principalmente temperatura y confinamiento), así como el de la información genética de los langostinos, sobre el bajo crecimiento.

El factor de conversión de estos alimentos fué alto, sugiriendo que se requieren de 6 a 7 kg de alimento para obtener 1 Kg de langostinos.

Se observó que la frecuencia de muda no tuvo relación directa con el crecimiento o la dieta empleada, sino con la perturbación de los organismos al ser medidos.

Se determinó una sobrevivencia del 100% para ambas dietas durante el período experimental, habiendo una ausencia de enfermedades.

1 INTRODUCCION

Existen dos familias de crustáceos decápodos que han atraído la atención de los acuicultores por su vida larval relativamente corta y alta tasa de crecimiento: Los Penaeidae y los Palaemonidae. Estos últimos muestran un gran potencial para su cultivo, particularmente el género Macrobrachium, conocido comunmente en nuestro país como langostino (Boschi, 1974), acamaya (Veracruz) o camarón de río.

En México, son de importancia comercial las especies Macrobrachium carcinus y M. acanthurus de las costas orientales, M. americanum y M. tenellum de las costas occidentales (Chávez, 1973; Hanson y Goodwin, 1977).

M. carcinus es una de las especies de langostinos de mayor tamaño. Dugan y Frakes (1978) le han determinado una longitud máxima de 25 a 30 cm del rostrum al telson. Por esta razón y por su exquisito sabor constituye la especie económicamente más importante de los Palemónidos de agua dulce que se han registrado para el Golfo de México (Chávez, op.cit.; Costello, 1971).

Esta especie se encuentra distribuída en las costas orientales de América desde Florida, E.U.A., hasta el sureste de Brasil incluyendo el mar Caribe y las Antillas (Holthuis, 1952).

En México esta especie es de importancia considerable. Se vende fresca y congelada. Davant (1963) indicó que la especie se pesca y es apreciada grandemente como alimento en Venezuela. También en Surinam, esta especie es muy estimada por su tamaño y excelente sabor, pero no juega un papel importante en la dieta de la población (Holthuis, 1959). En el noreste de Brasil, la especie tiene una importancia comercial considerable; pues sirve de alimento a las personas que viven a orillas de los ríos y es usado como ingrediente de un platillo regional; los especímenes también se transportan a los pueblos y se venden en los mercados.

La especie, evidentemente se pesca para alimento en los lugares donde habita, pero como no es muy frecuente encontrar organismos grandes, los animales capturados son consumidos en su mayoría por los pescadores y en pocas ocasiones se venden.

Gundlach (1887) reportó que en Puerto Rico esta especie es muy estimada por su carne. El gran tamaño de los adultos, hace que la especie sea atractiva para la Acuicultura y en varios lugares de E.U.A., México, Puerto Rico y Barbados se

están llevando a cabo experimentos a este respecto (Holthuis, 1980).

En México, M. carcinus es natural de ríos y arroyos con corriente rápida que desembocan al mar, hacia el cual migran las hembras grávidas anualmente en busca de agua salobre para completar su ciclo biológico (Santiago et al., 1978). Por su régimen alimenticio se consideran organismos omnívoros muy voraces. Sus requerimientos nutricionales y las proporciones de éstos varían con la edad del animal (Vaillard, com. pers.).

Este langostino representa un recurso renovable que no ha sido explotado debidamente en nuestro país. Puede ser producido en grandes volúmenes mediante el cultivo en granjas donde se optimizaría la producción ya existente. Esta es una especie nativa de México (Santiago et al., op.cit.).

Los langostinos de agua dulce son considerados como excelentes para su cultivo, ya que son más grandes que los camarones marinos y poseen un sabor parecido a la langosta. También su color rojizo al ser cocinados (como la langosta) es un gran atractivo para el mercado (Costello, 1971).

En E.U.A. se han cultivado tres especies del género Macrobrachium hasta postlarvas con excelentes resultados en la sobrevivencia de éstas. Las tres especies son: M. carcinus, M. acanthurus y M. rosenbergii. Sin embargo, deben mejorarse la nutrición y formas de alimentación para acortar el tiempo requerido para producir una cosecha (Costello, op.cit.).

En base a algunas experiencias en cultivo de langostinos que se han venido realizando en Sinaloa (Arana, 1974) y Veracruz (Cabrera, 1978; Santiago et al., 1978), se ha confirmado la posibilidad que existe para cultivar las especies nativas. Esta posibilidad está por convertirse en una necesidad, dada la disminución en el registro de capturas de langostinos por año debido, por un lado, a la sobreexplotación del recurso y por otro a la gran mortalidad causada por la contaminación de los ríos, por las industrias azucareras (Santiago et al., op.cit.).

Para el propósito de cultivar animales, es importante identificar las sustancias nutritivas indispensables para una dieta adecuada, que proporcione mayor rendimiento con respecto al incremento de biomasa en los organismos a bajos costos (Hanson y Goodwin, 1977).

Debido a las consideraciones económicas y su gran influencia en el crecimiento, las proteínas representan el componente más importante de una dieta. En muchos casos, el costo total de la dieta, el cual está directamente relacionado al contenido de proteínas, es el mayor contratiempo para la factibilidad del cultivo (Hanson y Goodwin, op.cit; Shang y Fujimura, 1977; Clifford y Brick, 1978).

Joseph y Meyers (1975) y New (1976) sugieren la necesidad de dar prioridad a la investigación práctica sobre la formulación de dietas que reditúen en un crecimiento aceptable de los langostinos y permitan a la industria dedicada a la acuicultura alcanzar algún grado de estabilidad económica.

Lo anterior se encuentra respaldado por el hecho de que los centros acuícolas se ven, en muchas ocasiones, obligados a usar dietas formuladas empíricamente, las cuales son muy caras, no son óptimas y la mayoría de las veces resultan en una baja tasa de crecimiento y gran susceptibilidad a enfermedades (Dr. Conklin, com. pers. Bodega Marine Lab., Ca., E.U.A.).

Una alternativa, sería el uso de desechos agrícolas, ganaderos (de rastro), de empacadoras, de restaurantes, de mercados, etc., ya que esto proveería de proteína a bajo costo para la elaboración de dietas.

El uso de alimentos frescos en los cultivos presenta varias desventajas: tienden a descomponerse rápidamente y por eso los ingredientes deben obtenerse frescos diariamente o guardarse en congeladores, lo que aumenta el costo de la dieta. Es por esto que se ha generalizado el uso de dietas compuestas secas para langostinos ya que evitan estos problemas. Estas dietas pueden almacenarse a temperatura ambiente por varias semanas (Forster y Beard, 1973).

Además es importante el conocimiento de la relación entre los requerimientos de alimento, el peso del cuerpo de la especie a cultivar y de la dieta a proporcionar, para evitar la sobrealimentación y un crecimiento restringido, por medio de una ración adecuada (Furukawa, 1972; Venkataramaiah, et al., 1974; Sick, et al., 1973).

2 OBJETIVOS

Los objetivos de esta tesis están relacionados con investigar el efecto de dos dietas hechas a base de desperdicios, sobre el crecimiento de juveniles de M. carcinus en condiciones de laboratorio.

Las dos dietas se elaboraron; una a partir de desechos agrícolas y del mercado de pescado y la otra de desperdicios de restaurante.

En particular el estudio se centra en dos puntos específicamente, a saber:

1. Evaluación de la eficiencia de estas dietas a partir de bioensayos de crecimiento y digestibilidad.
2. Observación del efecto de dichas dietas en la sobrevivencia y muda de langostinos.

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 TRANSPORTE Y ACLIMATACION

El material biológico procede del arroyo de Boquilla de Oro, el cual se encuentra a 100 Km al norte del Puerto de Veracruz, Ver., consistiendo de cien juveniles de langostino Macrobrachium carcinus (Fig. 1). Se seleccionaron especímenes desde 2.0 hasta 6.0 cm de longitud total, y fueron transportados a la ciudad de Ensenada por vía aérea, en una bolsa de plástico cerrada con agua y oxígeno a saturación.

Posteriormente los langostinos fueron trasladados al laboratorio de Acuicultura del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE).

Ahí, los animales se recibieron en acuarios para su aclimatación a las condiciones de laboratorio, las cuales fueron lo más apegadas posibles a aquellas de su medio ambiente natural, principalmente la temperatura. El fotoperíodo fué de 15 horas de luz por 9 horas de obscuridad aproximadamente. En estas condiciones se mantuvieron los langostinos por dos meses, alimentándolos con pescado fresco diariamente.

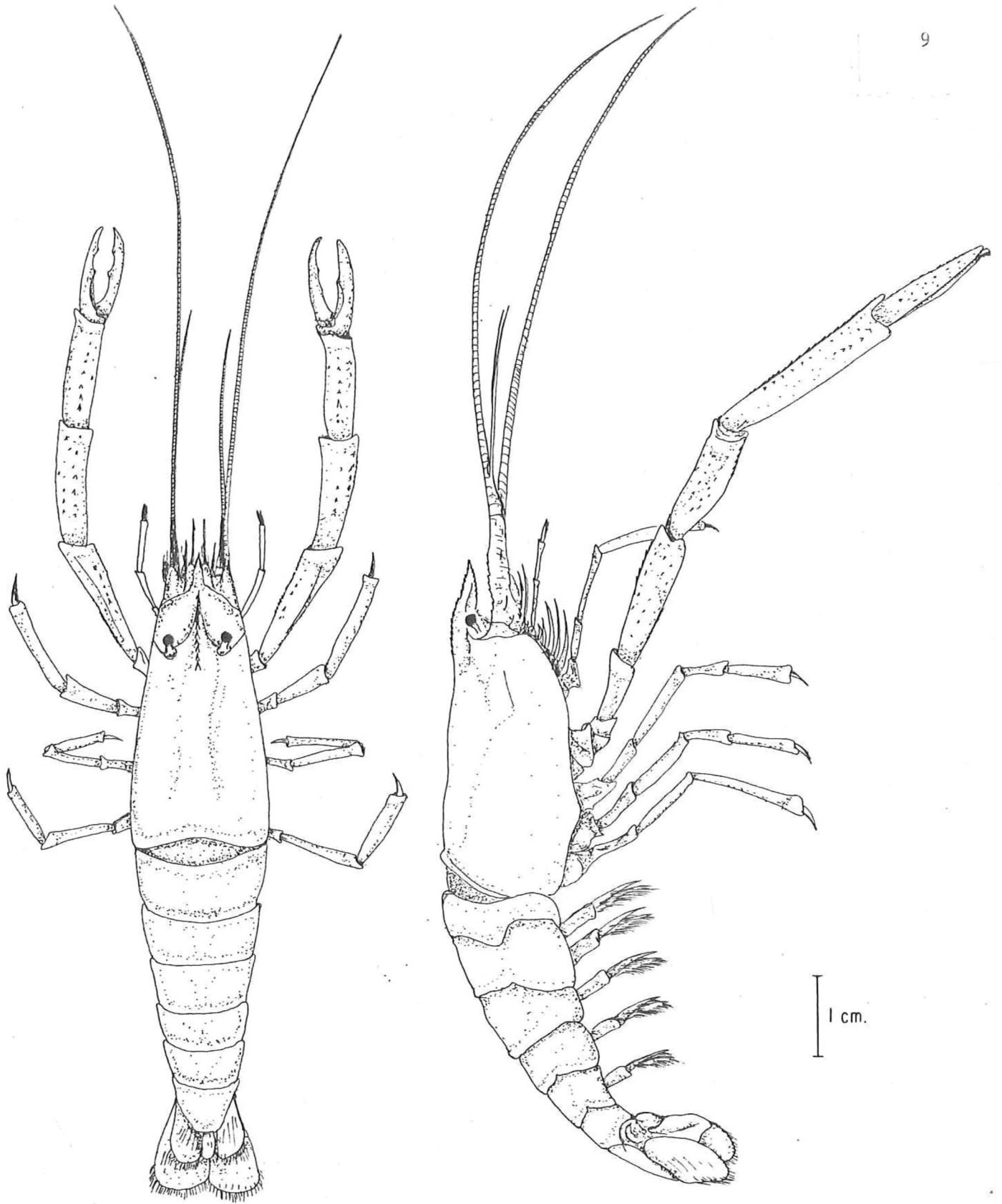


Figura 1. Langostino Macrobrachium carcinus (Linnaeus).

3.2 SISTEMA DE ACUARIOS DE MANTENIMIENTO

La aclimatación y mantenimiento de los langostinos, así como el bioensayo de crecimiento, se llevó a cabo en acuarios de 30 litros de capacidad con dimensiones de 48 X 28 X 23 cm. Para evitar el gasto continuo de grandes volúmenes de agua dulce, se diseñó un sistema de recirculación a base de aire inyectado ("air lift") en la entrada de agua al calentador, implementado con un filtro químico de carbón activado y fibra plástica.

Cada acuario se equipó con nueve cámaras separadas para poder mantener a los langostinos independientes uno de otro y así evitar canibalismo y poder llevar un control individual de crecimiento y muda. Las divisiones de los acuarios fueron hechas de material plástico reticulado de 1 cm de luz. Dentro de cada sección de 14 X 9 X 23 cm se introdujo una bolsa confeccionada con malla de nylon de 1 mm de luz, destinada a contener un animal. Cada bolsa debidamente marcada con el número del langostino, se cerró con un sujetador plástico. El diseño de este sistema se muestra en la figura 2.

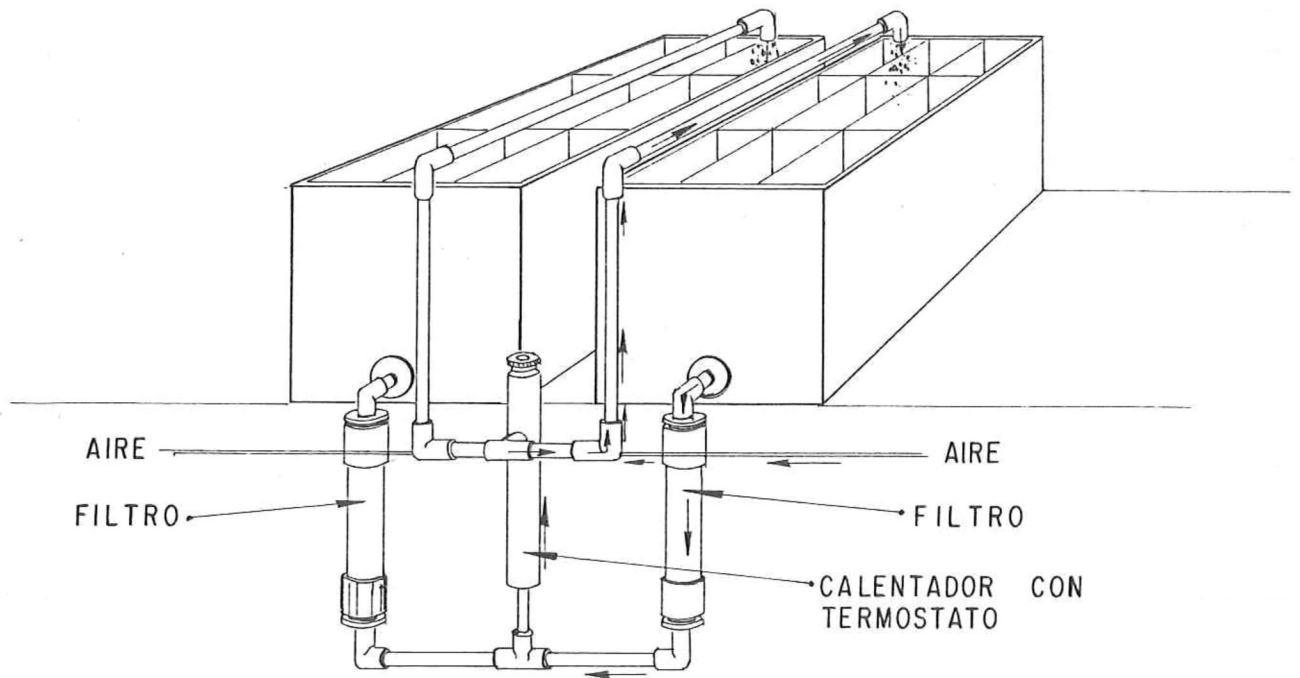


Figura 2. Sistema de acuarios diseñado para mantenimiento y experimentación

3.3 MANTENIMIENTO

Se llevó un control diario de la temperatura del agua, la cual se trató de mantener constante a $26 \pm 1^\circ\text{C}$, por medio de calentadores con termostato (Fig. 2).

La calidad del agua (concentración de oxígeno, amoníaco y potencial hidrógeno) se midió cada semana mediante un microprocesador de iones digital ORION-901 de sensibilidad $\pm 0.001 \text{ M}$, y se mantuvo dentro de los rangos aceptables para crustáceos, siendo para oxígeno de 5.4 a 11.6 mg/l; para pH de 7.2 a 8.8 y para amoníaco de 0.0 a 0.15 mg/l (Spotte, 1970).

Cada semana se efectuó la limpieza de los acuarios, sifoneando cualquier material que se encontrara en el fondo cambiando parcialmente el agua. Los animales, en estas ocasiones fueron perturbados en un grado mínimo.

3.4 DIETAS

3.4.1 Elaboración de las Dietas.

Se prepararon dos dietas: Una a base de desperdicios de un restaurante de mariscos principalmente (Dieta I) y la otra a partir de productos desechados del mercado de pescado y desperdicios agrícolas (Dieta II).

DIETA I

Los ingredientes de esta dieta dados en orden de abundancia fueron los siguientes:

Langosta (cabezas y caparazones), arroz, pan, mantequilla, limón, zanahoria cocida, pescado (piel, pedazos crudos y pedazos cocidos empanizados), perejil, naranja (cáscaras), camarón empanizado (colas principalmente), ajo, lechuga, apio, camarón (caparazones), langosta (carne), pollo (pellejos), abulón empanizado, pimentón verde y morrón, jitomate y ligante.

Dado que los desperdicios de un restaurante varían día con día, se hizo una única dieta para todo el experimento a partir de los desperdicios de una semana, sin discriminar ingrediente alguno.

Los desechos de restaurante se recogieron cada día y congelaron inmediatamente hasta tener la cantidad suficiente, por lo cual se encontraban en perfecto estado de conservación.

DIETA II

Los ingredientes para preparar esta dieta fueron:

Cabezas, colas y vísceras de pescados tales como Bonita, Pargo y Cabrilla. Los desperdicios agrícolas incluían: Sandía, chile, cebolla, naranja, limón, papa, jitomate, lechuga, rábano y ligante.

Estos ingredientes se integraron a la dieta en una proporción del volumen total, de 50% de origen animal y 50% de origen vegetal, los segundos se agregaron en proporciones iguales cada uno.

Para esta dieta, los ingredientes tanto de origen animal como vegetal eran frescos, pero estos últimos formaban parte de los productos rechazados por el control de calidad para ser vendidos en el mercado.

Cabe hacer notar que en la dieta I, la materia prima se encontraba ya cocida al momento de empezar su tratamiento para la elaboración de las dietas, en cambio, todos los ingredientes de la dieta II se incorporaron crudos al inicio

del proceso de elaboración de la dieta.

En ambos casos, los ingredientes se molieron en una licuadora comercial, formando una masa, la cual se deshidrató en un horno a 60°C. Posteriormente se molió en la licuadora hasta tener una harina de grano fino, a la cual se le agregó el ligante para posteriormente formar "pellets".

En relación al ligante, se hicieron pruebas con agar al 5 y 10%, goma arábiga al 5 y 10% y con almidón al 10 y 20%, resultando el agar y goma arábiga al 5% la fórmula más efectiva y de mayor estabilidad en el agua. En vista de lo anterior, se utilizó goma arábiga al 5% en ambas dietas ya que ésta es más económica que el agar.

Una vez homogeneizada la harina junto con el ligante, se le agregó agua caliente en cantidad necesaria para formar una masa moldeable. Se procedió a formar los "pellets" con una duya de 0.5 cm de diámetro. Se colocaron sobre charolas de metal y se metieron al horno a deshidratar a 60°C durante 6 horas para la dieta I y 10 horas para la dieta II, ya que ésta última tardó más en secarse debido a la consistencia de los ingredientes y su gran contenido de sangre.

3.4.2 Estabilidad del Alimento.

Para estimar la estabilidad del alimento en el agua, se sometió una muestra de cada dieta a las condiciones de los acuarios de mantenimiento pero sin la manipulación por parte de los langostinos y se observó que en un período de 24 horas, ambos alimentos conservaban su forma inicial, lo que indica una buena estabilidad.

3.4.3 Pérdidas por Dilución.

Esta prueba se realizó con el fin de conocer la cantidad de alimento que se diluye en el agua durante el tiempo que permanece en el acuario. De esta manera se sabe el porcentaje de alimento que es inaccesible para los langostinos.

Se tomó una muestra de cada dieta, se secó llevándose a peso constante y se puso en un vaso de precipitado con agua a 26°C. Se sometió a una agitación ligera como la que correspondería a un acuario de mantenimiento. Al cabo de ocho horas se recuperó el alimento que quedó en el fondo del vaso, se filtró con una bomba de vacío y se secó a peso constante. Por diferencia de peso se obtuvo la pérdida de alimento por dilución para ambas dietas, siendo de 38.2% para la dieta I y de 51.2% para la dieta II.

3.4.4 Análisis Proximal de las Dietas.

Es necesario saber la composición de cada dieta para comparar el valor nutritivo de ellas y saber si los requerimientos nutricionales de los langostinos se satisfacen. Para esto se solicitó el análisis proximal de las dietas a un laboratorio de control de calidades en la ciudad de México.

3.5 FASE EXPERIMENTAL

Las dos dietas elaboradas se evaluaron a través de bioensayos de crecimiento y digestibilidad, además de haberse realizado el análisis proximal y calculado el factor de conversión del alimento.

Los organismos utilizados en los experimentos fueron, dentro de lo posible, de un mismo rango de talla al menos por acuario, con el fin de evitar el efecto de variaciones intrínsecas sobre los resultados, ya que se sabe que en estos animales los requerimientos alimenticios y las respuestas de crecimiento pueden variar con la edad o talla del organismo (Forster y Beard, 1973).

3.5.1 BIOENSAYOS DE DIGESTIBILIDAD

Para estos ensayos se utilizaron dos acuarios de vidrio (uno para cada dieta) de 30 litros de capacidad, equipados con un filtro de carbón activado y un calentador con termostato para tratar de controlar la temperatura a $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

De los acuarios de mantenimiento se seleccionaron 18 organismos de talla semejante y se colocaron nueve en cada acuario experimental. Estos langostinos se dejaron en ayuno por tres días para limpieza del intestino.

Una vez comenzado el bioensayo, se recolectaban las excretas a primera hora de la mañana y se alimentaban los organismos utilizando una dieta para cada acuario, se les proporcionó el alimento en exceso, es decir, el 7.2% de su peso. Este porcentaje se obtuvo mediante pruebas de ensayo y error previas.

Después de cuatro horas, se recolectaban por separado el alimento sobrante y las excretas. Estas últimas se seguían recolectando a lo largo del día hasta las ocho de la noche.

El alimento sobrante y excretas se filtraban mediante una bomba de vacío y filtros de papel del #2 de velocidad de filtrado media para eliminar el agua, y se ponían en cajitas de plástico agujeradas para secarse al horno a una temperatura de 60°C, hasta que llegasen a su peso constante.

El experimento tuvo una duración de diez días y posteriormente se llevó a cabo el segundo bioensayo de digestibilidad, pero en este caso se dividió la ración en dos partes y se les proporcionó dos veces al día, con el objeto de revisar si la asimilación del alimento varía al otorgárseles con menor o mayor frecuencia.

Para determinar el porcentaje de alimento asimilado por los organismos se calculó la "Eficiencia de Asimilación" (EA). Esto es la cantidad de alimento que ingiere efectivamente el organismo con respecto a lo que excreta en forma de heces fecales, que según una variación de la fórmula de Conover (1966) será:

$$EA = \frac{F - E}{F} \times 100$$

y $F = PA - S$

donde F = peso seco del alimento ingerido

E = peso seco de las heces fecales

S = peso seco del alimento sobrante

PA = peso seco del alimento proporcionado accesible

PA está dado por el alimento proporcionado menos el porcentaje de alimento perdido por dilución

En base a los datos obtenidos con estos experimentos y a observaciones previas y durante los bioensayos, se determinó usar la ración de 5% del peso del animal y proporcionarlo con una frecuencia de una vez al día en el siguiente ensayo de crecimiento.

3.5.2 BIOENSAYO DE CRECIMIENTO

Este experimento representa otra forma para evaluar la calidad de las dietas.

Para este ensayo, se utilizaron los acuarios de mantenimiento, es decir cuatro acuarios para cada dieta, con un total de 30 organismos por cada una (Fig. 2).

Los langostinos se midieron y pesaron cada 21 días, durante tres meses. De esta manera se obtuvieron 5 mediciones en 4 períodos de tiempo. Cada período representa la diferencia en crecimiento, entre una medición y otra.

Como se especificó anteriormente, el alimento se les suministró una vez al día, siendo la ración el 5% del peso del organismo. En cada período se ajustó esta ración de acuerdo al nuevo peso de los animales.

Continuamente se estuvo controlando la temperatura, el potencial Hidrógeno, el flujo de agua, el oxígeno disuelto y el amoniaco de cada acuario.

Los langostinos se midieron con un calibrador vernier y se pesaron en una balanza OHAUS de 2.610 gr de capacidad con 0.01 gr de precisión, las medidas tomadas fueron:

a) Longitud Total, del extremo del rostrum al extremo del telson.

b) Longitud Cefalotorax, del extremo del rostrum al final del cefalotorax.

c) Peso húmedo.

Se sacó la relación biométrica entre la longitud cefalotorácica y la longitud total, para determinar la posibilidad de utilizar indistintamente cualquiera de ellas en el procesamiento estadístico de los resultados. Esta relación se obtuvo empleando el método de mínimos cuadrados (Scheffler, 1979), así como su respectivo coeficiente de correlación (r).

Se calculó el "Factor de Conversión del Alimento" (FCR), mediante la fórmula:

$$\text{FCR} = \frac{\text{gr. alimento}}{\text{gr. langostino}} = \frac{\text{gr. alimento suministrado}}{(\text{peso final} - \text{peso inicial})}$$

como una medida del alimento consumido incorporado a la carne (Hastings y Dickie, 1972).

La mortalidad y frecuencia de mudas se registraron según su ocurrencia. Las mudas se retiraban del acuario para que no intervinieran en la alimentación de los langostinos.

El porcentaje de sobrevivencia para cada dieta se calculó mediante la fórmula:

$$\% \text{ Sobrevivencia} = \frac{\text{población final}}{\text{población inicial}} \times 100$$

Al final del experimento se llevó a cabo un análisis organoléptico de los langostinos para saber si la dieta influyó en su sabor, color, textura, olor y presentación. Este análisis fué realizado por doce personas distintas, por medio de entrevistas independientes para evitar la influencia de los comentarios.

3.6 TRATAMIENTO ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS

La significancia de los datos de Eficiencia de Asimilación se determinó por medio de un análisis de varianza (ANVA) simple para un solo factor (dieta) para número de muestras desiguales (Sokal y Rohlf, 1969) ya que al final de estos experimentos no se tenía la cantidad inicial de organismos debido a la muerte por canibalismo de algunos de ellos.

Los datos de crecimiento se procesaron mediante un análisis de varianza anidado (ANVANI), teniendo como variable anidada a la talla de los organismos y como factor principal a las dos dietas. Como los datos no tuvieron una distribución normal, la cual es requisito para este análisis paramétrico, no se confió plenamente en éste y se procedió a efectuar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Sokal y Rohlf, op.cit). Debido a que no existe una prueba de este tipo que considere variables anidadas, previo a la prueba de Kruskal-Wallis, se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) con los datos de crecimiento según las tallas de los organismos, sin tomar en cuenta las dietas, para saber si esta variable tuvo una importancia significativa en el experimento.

4 RESULTADOS

Los resultados obtenidos por el laboratorio de control de calidades respecto al análisis proximal de las dietas se muestra a continuación en la Tabla I.

TABLA I. ANALISIS PROXIMAL DE LAS DIETAS.

	DIETA I	DIETA II
Proteínas	22.00%	42.20%
Grasa	26.65%	13.05%
Cenizas	9.53%	11.81%
Humedad	3.68%	6.38%
Fibra Cruda	4.76%	2.81%
Carbohidratos por Diferencia	43.38%	23.85%

4.1 BIOENSAYOS DE DIGESTIBILIDAD

Estos bioensayos consistieron en experimentos sobre la Eficiencia de Asimilación (EA) de cada dieta por los organismos y para cada frecuencia de alimentación.

En la Tabla II se observa que la EA fué de 86.63% para la dieta I y de 81.78% para la dieta II.

TABLA II. EFICIENCIA DE ASIMILACION DE LAS DIETAS.

	DIETA I		DIETA II	
	1	2	1	2
Frecuencia de Alimentación (veces / día)				
Eficiencia de Asimilación (%)	88.61	84.66	83.72	79.84
Eficiencia de Asimilación Promedio (%)	86.63 ± 1.98		81.78 ± 1.94	

Para ambas dietas se ve mediante Análisis de Varianza (Tablas III y IV), que no existe diferencia significativa en la EA al proporcionar el alimento a los langostinos una o dos veces diarias, por lo cual la EA para cada dieta se calculó a partir del promedio de los valores para las dos frecuencias (Tabla II). Basándose en este resultado, se decidió alimentarlos una sola vez al día con una ración del 5% de su peso.

En la Tabla II se observa que la EA fué de 86.63% para la dieta I y de 81.78% para la dieta II.

Los ANVAS de las Tablas V y VI muestran que sí hay una diferencia significativa en la eficiencia de asimilación de las dietas. Sin embargo, se verá más adelante si esta diferencia en la asimilación del alimento afecta al crecimiento de los animales en el laboratorio.

TABLA III. ANALISIS DE VARIANZA PARA PROBAR SI HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS DOS FRECUENCIAS DE ALIMENTACION PARA LA DIETA I.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
entre frecuencias	1	78.0915	78.0915	4.1683 *
error	18	337.2256	18.7348	
total	19	415.3172		

* No hay diferencia significativa entre frecuencias de alimentación para un nivel de significancia de 0.05.

TABLA IV. ANALISIS DE VARIANZA PARA PROBAR SI HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS DOS FRECUENCIAS DE ALIMENTACION PARA LA DIETA II.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
entre frecuencias	1	75.388	75.388	3.460 *
error	18	392.145	21.786	
total	19	467.534		

* No hay diferencia significativa entre frecuencias de alimentación para un nivel de significancia de 0.05.

TABLA V. ANALISIS DE VARIANZA PARA PROBAR SI HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LA EFICIENCIA DE ASIMILACION DE AMBAS DIETAS PROPORCIONADAS UNA VEZ AL DIA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
entre dietas	1	117.952	117.952	7.069 *
error	18	300.323	16.685	
total	19	418.275		

* Si hay diferencia significativa en la eficiencia de asimilación de las dos dietas para un nivel de significancia de 0.05 .

TABLA VI. ANALISIS DE VARIANZA PARA PROBAR SI HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA EN LA EFICIENCIA DE ASIMILACION DE LA DIETA I Y LA DIETA II, HABIENDO SIDO AMBAS PROPORCIONADAS DOS VECES AL DIA.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
entre dietas	1	116.307	116.307	4.88 *
error	18	429.020	23.833	
total	19	554.327		

* Si hay diferencia significativa en la eficiencia de asimilación para un nivel de significancia de 0.05 .

La EA para ambas dietas es considerada alta, por lo cual se procedió al bioensayo de crecimiento planteado anteriormente.

4.2 BIOENSAYO DE CRECIMIENTO

Con los datos de longitud total (LT) y longitud cefalotorácica (LC) se obtuvo la ecuación correspondiente a su relación biométrica (Fig. 3) y es la siguiente:

$$LT = 0.457 + 2.180 LC \quad r = 0.991$$

donde r es el coeficiente de correlación.

Para el estudio del crecimiento se prefirió tomar como medida principal la longitud cefalotorácica, ya que hay errores al medir la longitud total debido a la flexibilidad del abdomen (Pomaire et al., 1976). Este error es eliminado al medir longitud del cefalotórax, por lo cual ésta es considerada la medida más confiable. Además el coeficiente de correlación (r) muestra que es posible utilizar indistintamente cualquiera de estas medidas, ya que tiene un valor alto (0.991).

El crecimiento de los langostinos en términos de LC se muestra en la Tabla VII, para los cuatro períodos de tiempo. Estos períodos son los intervalos de 21 días, después de los cuales se medían los langostinos.

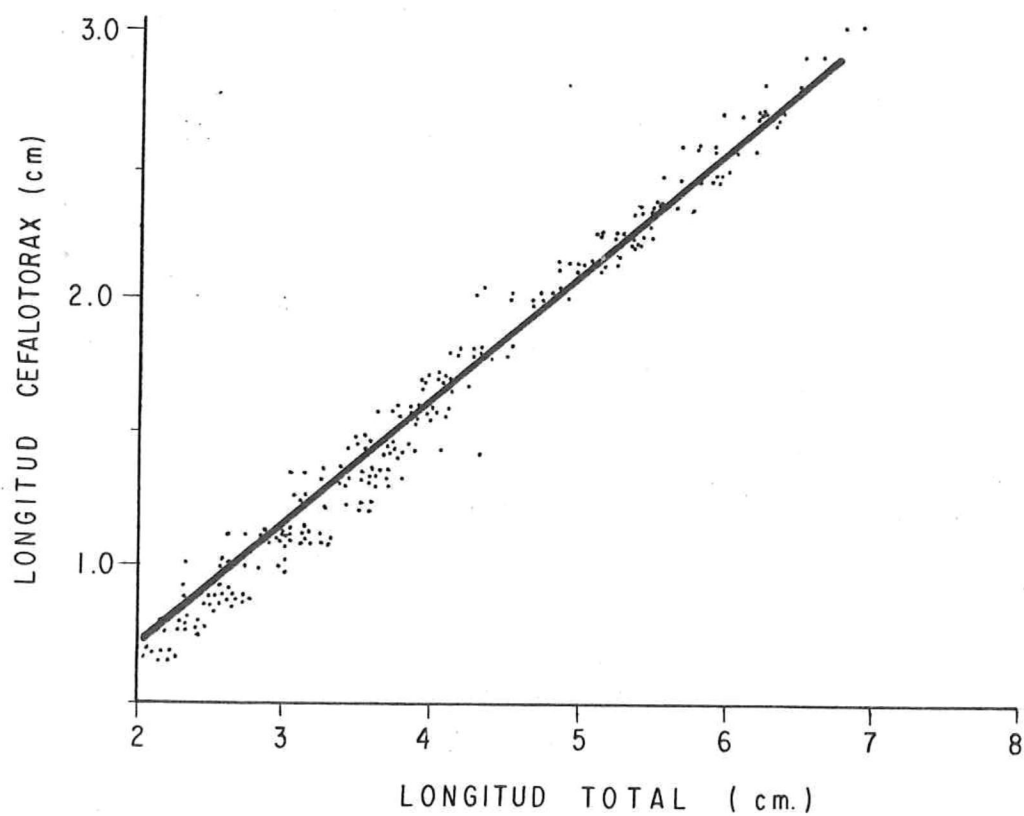


Figura 3. Recta de regresión para la relación LT - LC, cuya ecuación es $LT = 0.457 + 2.180 LC$ con un coeficiente de correlación $r = 0.991$. $n = 60$

TABLA VII. RESULTADOS DEL BIOENSAYO DE CRECIMIENTO.
 Los valores respresentan el crecimiento de los langostinos, calculado a partir de las diferencias entre mediciones de longitud cefalotorácica en centímetros.

		D I E T A I				D I E T A II				
A C U A R I O S		3	4	7	8	1	2	5	6	
P E R I O D O	I	Numero de Organismos	7	8	8	7	7	8	8	7
		Rango de Tallas	0.90-1.20	0.95-1.28	1.83-2.40	2.08-2.44	0.70-0.92	0.70-1.03	1.08-1.44	1.34-1.40
		Crecimiento Promedio	0.062 ± .06	0.086 ± .05	0.116 ± .05	0.101 ± .05	0.074 ± .04	0.032 ± .02	0.072 ± .04	0.098 ± .18
		Crecimiento Promedio por Dieta	0.092 ± 0.05				0.068 ± 0.09			
	II	Numero de Organismos	7	8	8	7	7	8	8	7
		Rango de Tallas	0.90-1.45	1.01-1.42	1.91-2.53	2.23-2.51	0.78-1.00	0.70-1.10	1.17-1.47	1.55-1.95
		Crecimiento Promedio	0.121 ± .09	0.089 ± .07	0.065 ± .05	0.057 ± .07	0.074 ± .04	0.049 ± .06	0.013 ± .01	0.041 ± .03
		Crecimiento Promedio por Dieta	0.083 ± 0.06				0.043 ± 0.04			
	III	Numero de Organismos	7	8	8	0	7	8	8	7
		Rango de Tallas	1.08-1.45	1.09-1.44	1.95-2.68	—	0.78-1.00	0.70-1.13	1.18-1.50	1.58-1.98
		Crecimiento Promedio	0.028 ± .02	0.051 ± .04	0.134 ± .06	—	0.014 ± .01	0.062 ± .04	0.021 ± .01	0.17 ± .01
		Crecimiento Promedio por Dieta	0.073 ± 0.06				0.030 ± 0.03			
	IV	Numero de Organismos	7	8	8	0	7	8	8	7
		Rango de Tallas	1.14-1.57	1.12-1.57	2.05-2.87	—	0.78-1.14	0.73-1.23	1.19-1.55	1.60-2.03
		Crecimiento Promedio	0.066 ± .05	0.083 ± .05	0.085 ± .08	—	0.063 ± .05	0.065 ± .04	0.052 ± .05	0.015 ± .01
		Crecimiento Promedio por Dieta	0.078 ± 0.06				0.049 ± 0.04			
TOTAL	Rango de Tallas	0.90-1.57	0.95-1.57	1.83-2.87	2.08-2.51	0.70-1.14	0.70-1.14	0.70-1.23	1.08-1.55	
	Crecimiento Promedio	0.277 ± .11	0.309 ± .13	0.400 ± .16	0.158 ± .12	0.226 ± .10	0.207 ± .09	0.159 ± .07	1.73 ± .17	
	Crecimiento Promedio por Dieta	0.254 ± 0.13				0.191 ± 0.10				

Los valores representan la diferencia en crecimiento entre una medición y otra. Al final del experimento, el crecimiento promedio fué de 0.254 ± 0.13 cm para la dieta I y 0.191 ± 0.10 cm la dieta II.

Se observa un mayor crecimiento en los langostinos alimentados con la dieta I, aunque esta diferencia no es significativa, como lo demuestra el Análisis de Varianza Anidado (ANVANI) efectuado (Tabla VIII).

Ya que los datos no cumplieron con la característica de normalidad que requiere este análisis, se tomó este resultado con reserva y se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para apoyar el resultado obtenido con el ANVANI. Mediante esta prueba se comprobó que, efectivamente, no hay diferencia significativa en el crecimiento de los langostinos habiéndoles proporcionado una u otra dieta.

Previamente a la prueba de Kruskal-Wallis, se hizo un Análisis de Covarianza (ANCOVA) (Tabla IX), para saber si las diferentes tallas influyeron en el crecimiento independientemente de la dieta utilizada. Este análisis resultó significativo para el tercer período de tiempo y no significativo para los períodos 1, 2 y 4.

TABLA VIII. ANALISIS DE VARIANZA ANIDADO, DE LOS DATOS DE CRECIMIENTO PARA LOS CUATRO PERIODOS.

		FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
P E R I O D O	1	F ₁ entre dietas	1	0.009	0.009	1.733 *
		F ₂ ⊂ F ₁ entre tallas	6	0.030	0.005	0.802 *
		error	52	0.323	0.006	
		total	59	0.362		
2	F ₁ entre dietas	1	0.023	0.023	4.292 *	
	F ₂ ⊂ F ₁ entre tallas	6	0.032	0.005	1.374 *	
	error	52	0.205	0.004		
	total	59	0.260			
3	F ₁ entre dietas	1	0.024	0.024	2.073 *	
	F ₂ ⊂ F ₁ entre tallas	5	0.059	0.012	7.773 **	
	error	46	0.070	0.002		
	total	52	0.153			
4	F ₁ entre dietas	1	0.011	0.011	4.145 *	
	F ₂ ⊂ F ₁ entre tallas	5	0.013	0.003	0.821 *	
	error	46	0.144	0.003		
	total	52	0.167			

* No hay diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de significancia de 0.05.

** Si hay diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de significancia de 0.05.

TABLA IX. ANALISIS DE COVARIANZA PARA PROBAR SI HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA EN EL CRECIMIENTO PARA LAS DIFERENTES TALLAS DE LOS LANGOSTINOS.

		FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
T I E M P O	1	tratamientos ajustados	7	0.07	0.011	2.0601 *
		regresión	1	0.04	0.049	
		error	51	0.27	0.005	
		homogeneidad	7	0.08	0.012	2.8949 Δ
		error homogen.	44	0.18	0.004	
		total	59	0.36		
	2	tratamientos ajustados	7	0.05	0.007	1.8845 *
		regresión	1	0.00	0.000	
		error	51	0.20	0.004	
		homogeneidad	7	0.02	0.003	0.9149 ΔΔ
		error homogen.	44	0.18	0.004	
		total	59	0.26		
	3	tratamientos ajustados	6	0.05	0.009	5.8325 **
		regresión	1	0.00	0.000	
		error	45	0.06	0.001	
		homogeneidad	6	0.01	0.002	1.7266 ΔΔ
error homogen.		39	0.05	0.001		
total		52	0.15			
4	tratamientos ajustados	6	0.02	0.004	1.6074 *	
	regresión	1	0.00	0.006		
	error	45	0.13	0.003		
	homogeneidad	6	0.03	0.006	2.3118 ΔΔ	
	error homogen.	39	0.10	0.002		
	total	52	0.16			

* No hay diferencia entre tallas a un nivel de significancia de 0.05.

** Si hay diferencia entre tallas a un nivel de significancia de 0.05.

Δ No hay homogeneidad de pendientes (por lo que los resultados de este análisis se utilizan con reserva).

ΔΔ Si hay homogeneidad de pendientes.

El Factor de Conversión del Alimento (FCR) fué 6.35 para la dieta I y 7.29 para la dieta II. Los datos de peso de langostino y de alimento suministrado durante el experimento, para calcular este factor, se indican en la Tabla X.

La sobrevivencia durante este experimento fué de 76.6% para la dieta I y de 100% para la dieta II, pero la mortalidad fué debida a un incremento en la temperatura del agua desde 23°C hasta 35°C en un día, ya que se registró una falla en el calentador, como puede comprobarse en la figura 4 (acuario 8). Por esta razón se considera que la sobrevivencia para ambas dietas es del 100% (Tabla X).

La temperatura se mantuvo en un rango general de 23 a 29°C con algunas variaciones mayores ocasionales alcanzando mínimos de 19°C y máximos de 31°C, sin mostrar un efecto inmediato sobre los organismos (Fig. 4).

El oxígeno del agua, potencial Hidrógeno y amoníaco se mantuvieron dentro de los rangos siguientes:

[O₂] : 5.5 - 8.3 mg/l

pH : 7.3 - 8.35

[NH₃]: 0.012 - 0.253 mg/l

TABLA X. FACTOR DE CONVERSION DEL ALIMENTO Y PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE LOS LANGOSTINOS PARA LAS DOS DIETAS EXPERIMENTALES. Se muestran los datos de peso para calcular dicho factor.

	DIETA I	DIETA II
n	23	30
Peso Inicial Total (gr.)	21.75	15.38
Peso Final Total (gr.)	41.55	26.60
Gramos de Langostino Ganados Durante el Experimento	19.80	11.22
Gramos de Alimento Proporcionados Durante el Experimento	125.68	81.81
Factor de Conversion del Alimento	6.35	7.29
Sobrevivencia	100 %	100 %

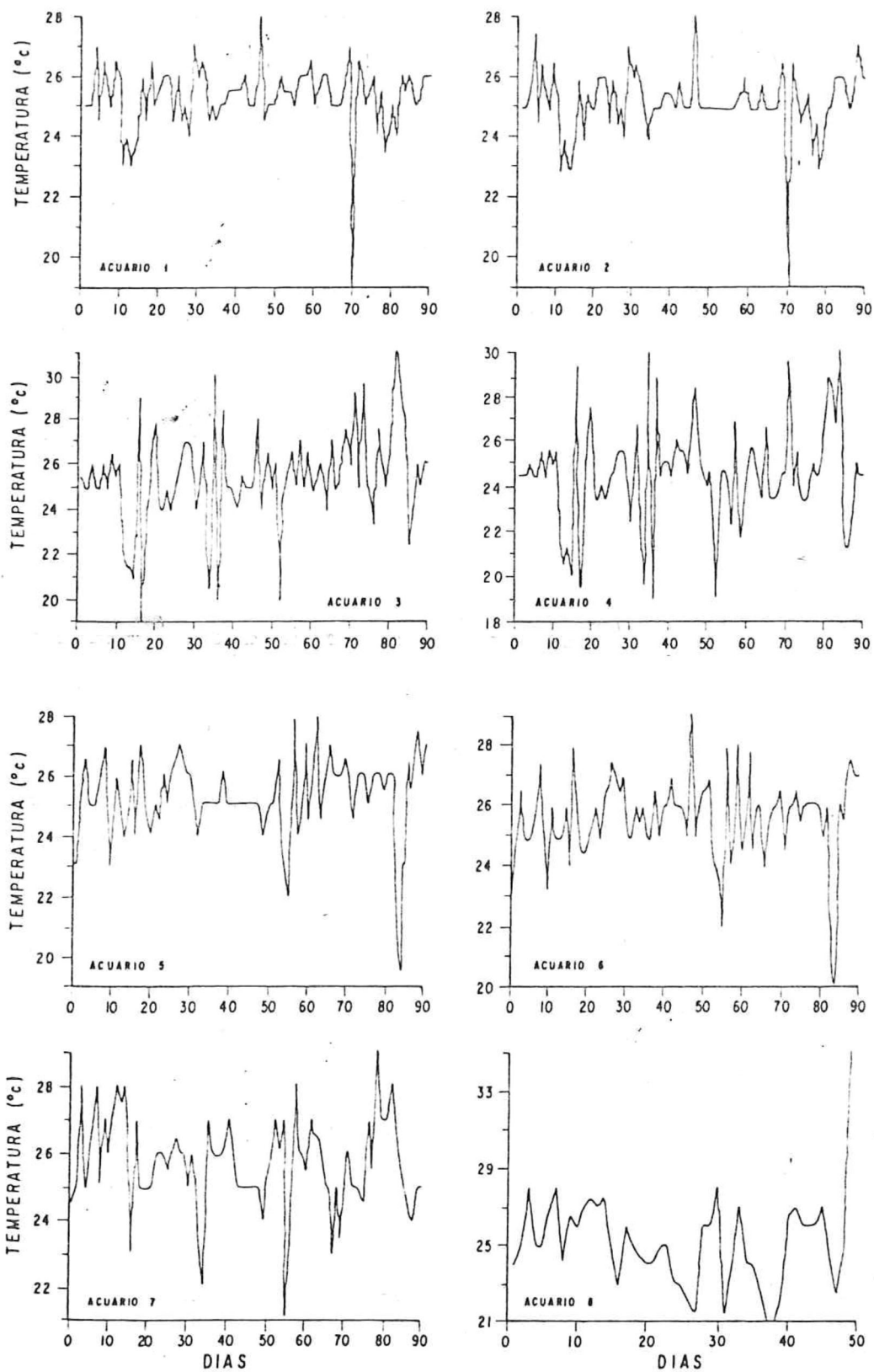


Figura 4. Gráficas de temperatura a lo largo del experimento, para los ocho acuarios.

Estos valores se encuentran dentro de los rangos establecidos para crustáceos mencionados en la sección 3.3, y las gráficas correspondientes a su comportamiento durante el experimento se muestran en las figuras 5, 6 y 7, respectivamente.

La frecuencia de muda fué muy variable, habiendo organismos que mudaron desde 2 hasta 10 veces, pero la mayoría realizó este proceso entre 3 y 5 veces durante los tres meses que duró el experimento. No se distingue un patrón determinado debido a la dieta, ni a la talla de los organismos (Fig. 8). Pero se pudo observar que cuando eran medidos o perturbados de alguna manera, aceleraban su proceso de muda.

El análisis organoléptico efectuado a los organismos se muestra a continuación en la Tabla XI.

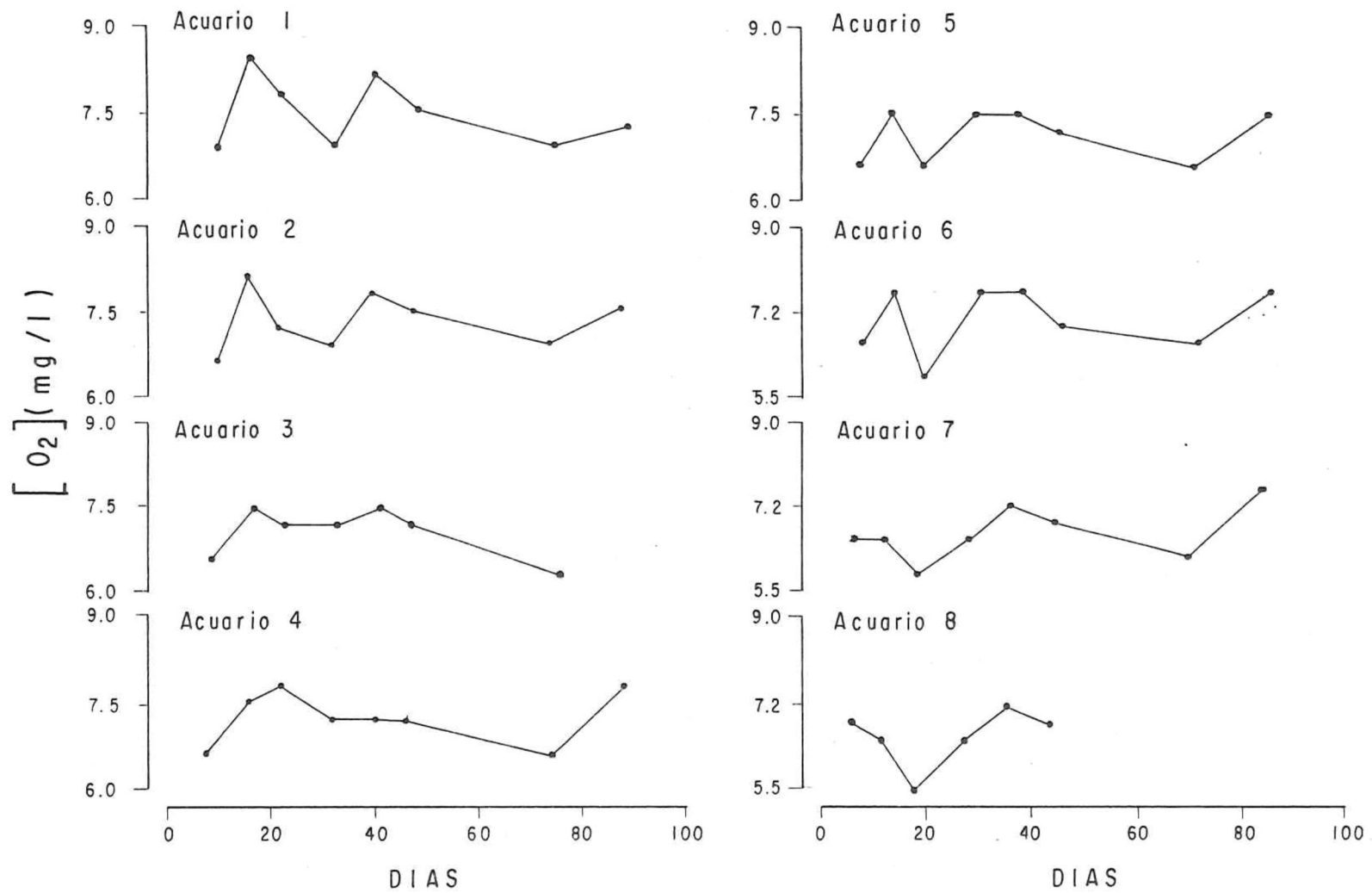


Figura 5. Gráficas de concentración de oxígeno a lo largo del experimento, para los ocho acuarios.

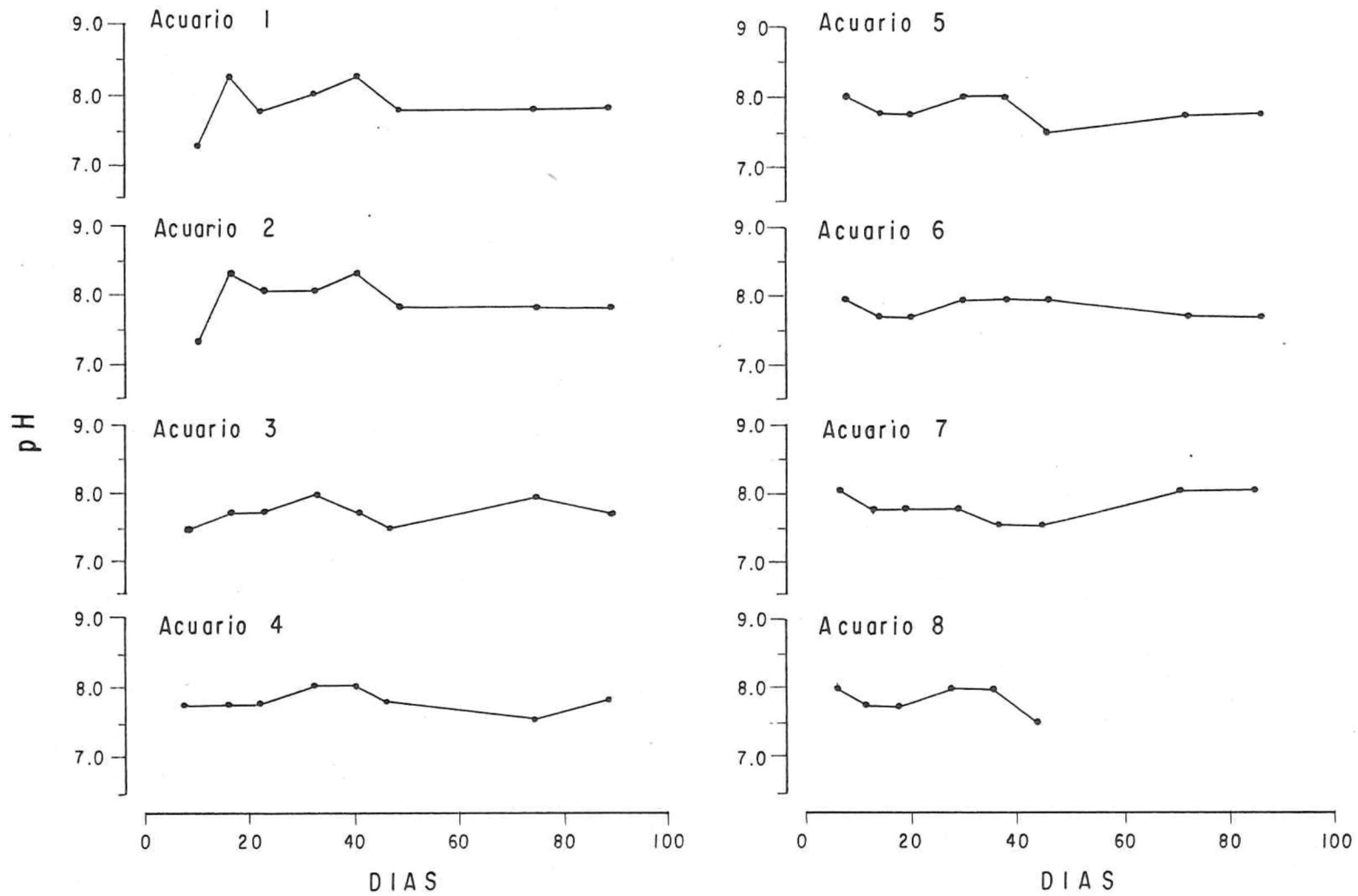


Figura 6. Gráficas de potencial Hidrógeno a lo largo del experimento, para los ocho acuarios.

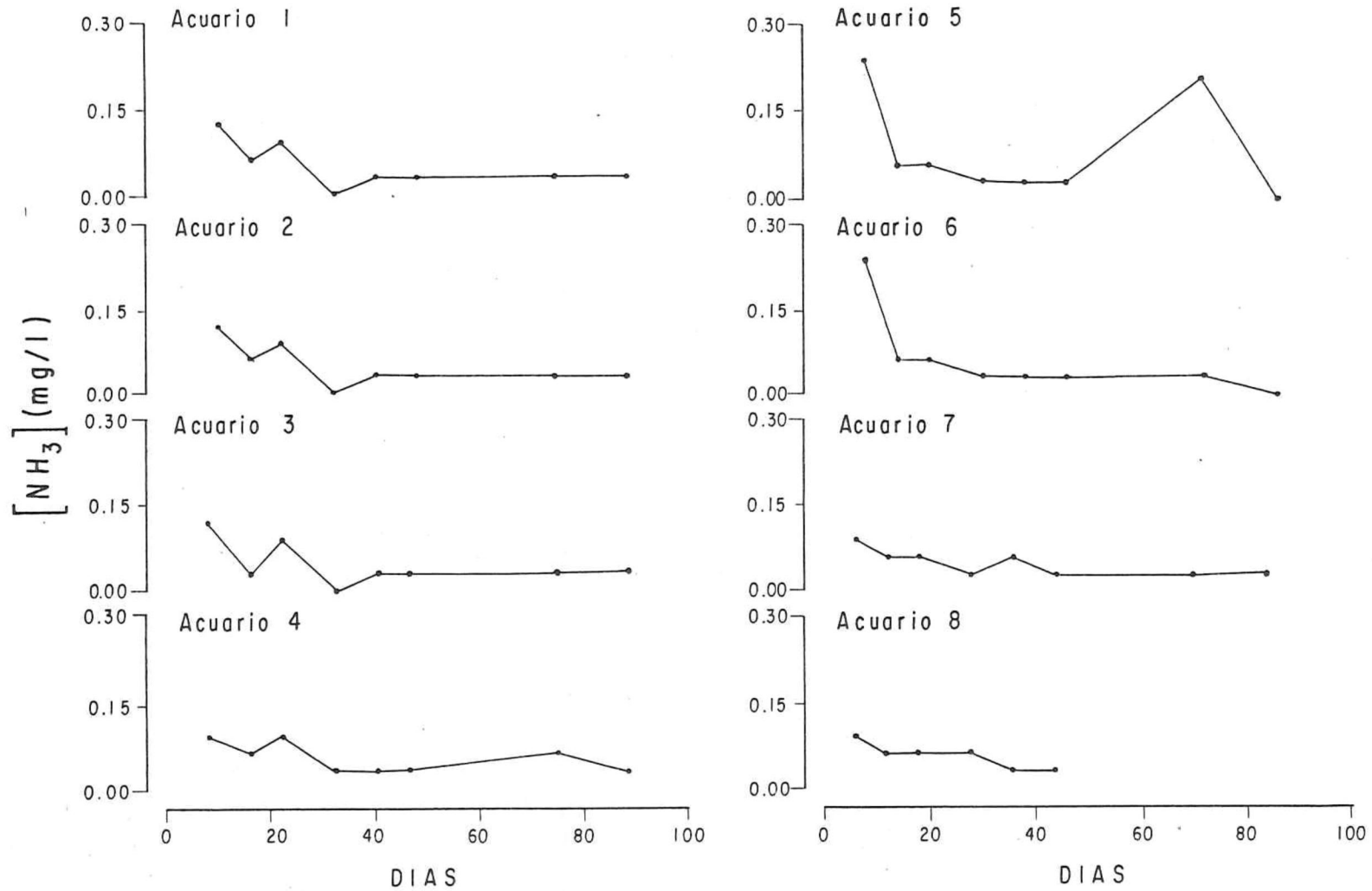


Figura 7. Gráficas de concentración de amoniaco a lo largo del experimento para los ocho acuarios.

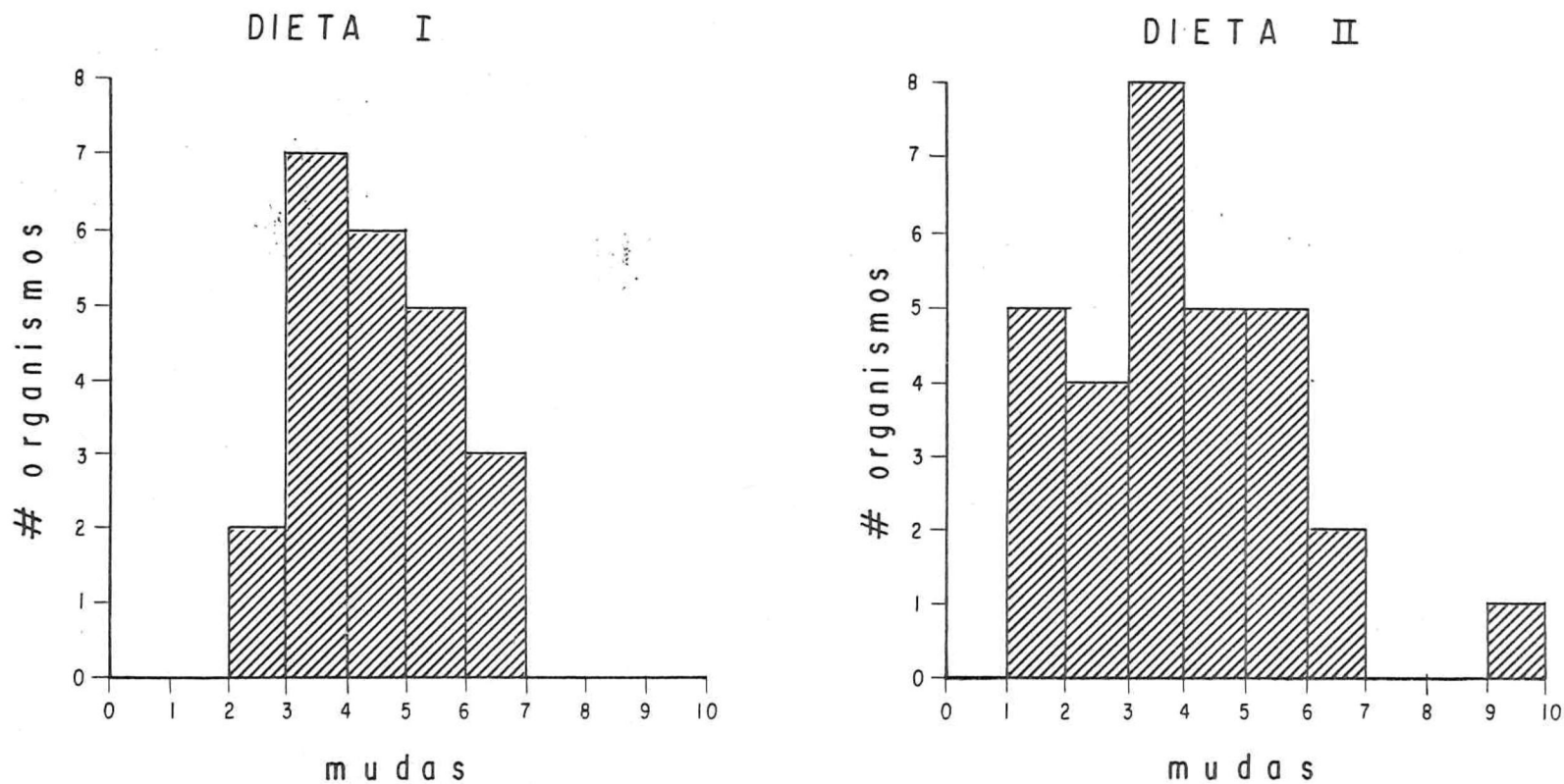


Figura 8. Histogramas de frecuencia de muda para los organismos alimentados con la dieta I y con la dieta II. (Dieta I, $n = 23$; Dieta II, $n = 30$).

TABLA XI. ANALISIS ORGANOLEPTICO DE LOS LANGOSTINOS M. carcinus ALIMENTADOS CON LAS DOS DIETAS EXPERIMENTALES DURANTE TRES MESES. (B - Bueno, R - Regular, M - Malo).

	LANGOSTINOS	
	DIETA I	DIETA II
Presentación	B	M
Olor	B	B
Color	B	R
Textura	B	R
Sabor	B	B

5 DISCUSION

Varios experimentos llevados a cabo sobre el cultivo de M. carcinus (Dugan y Frakes, 1978; Costello, 1971; Hanson y Goodwin, 1977; Chávez, 1973; Santiago et al., 1978; Lewis y Ward, 1965; Choudhury, 1971a y b; y Dobkin et al., 1974), confirman la gran posibilidad que existe para la cría de esta especie nativa de México (Costello, 1971), aportando información sobre las condiciones óptimas y requerimientos de estos animales.

Sin embargo, esta información resulta insuficiente ya que el alimento es un factor determinante en la viabilidad económica de la producción acuícola, y hasta la fecha los cultivos de crustáceos en general no son rentables debido al alto costo de los alimentos balanceados (Ramírez y Reprieto, 1982).

Es por eso que en este trabajo se consideró necesario implementar dietas de bajo costo y experimentar con ellas.

Los ingredientes de las dietas probadas: Desechos de restaurante (Dieta I), agrícolas y del mercado de pescado (Dieta II) son fáciles de adquirir y con costo mínimo.

Desde un punto de vista técnico, la elaboración de las dietas resultó ser más práctica utilizando desechos de restaurante, ya que los desperdicios de pescado crudo de la Dieta II hacen que el proceso de secado sea más largo por su gran contenido de sangre.

También es importante notar que la dieta II presenta una dilución en el agua mayor al de la dieta I, en un 13%, debido por una parte a la solubilidad de la sangre y al bajo contenido de grasa (Tabla I) y por otra, a la consistencia de las vísceras y a la falta de alguna harina que la compactara.

Otra ventaja de la dieta I sobre la dieta II, fué que la primera fué fácilmente asimilada por los langostinos (Tabla II), esto es debido probablemente al hecho de que los ingredientes estaban previamente cocidos en el momento de la elaboración. En la dieta II en cambio, los componentes se incorporaron crudos y además su contenido de proteínas fué demasiado alto (Tabla I), ya que se ha reportado que el nivel óptimo de proteínas para juveniles de varias especies de langostinos es entre 27 y 35% (New, 1976).

Cabe hacer notar que a pesar de que la eficiencia de asimilación de la dieta I fué mejor, el nivel protéico de ésta se encuentra por debajo del valor mínimo del rango óptimo mencionado por New (op.cit.).

Los valores de eficiencia de asimilación, 86.63% (Dieta I) y 81.87% (Dieta II), fueron altos, lo cual fué motivo y aliciente para proseguir al bioensayo de crecimiento.

A pesar de la alta eficiencia de asimilación, el crecimiento promedio obtenido en los tres meses del experimento fué muy bajo (0.254 ± 0.13 cm para dieta I y 0.191 ± 0.10 cm para dieta II), con respecto al valor de 1.0 cm que se esperaba, de acuerdo a observaciones hechas en el medio ambiente natural (Vaillard, com.pers.).

El hecho de que haya una eficiencia de asimilación alta y un bajo crecimiento, se ha reportado en otras ocasiones para crustáceos, y se ha visto que una eficiencia de asimilación alta no implica en todos los casos un crecimiento elevado (Forster y Beard, 1973; Sedwick, 1973), ya que existen otros factores que influyen sobre el crecimiento de estos animales, tales como: temperatura del agua, pH, amoníaco disuelto, oxígeno y condiciones de luz.

En el caso particular de este experimento, se trató de mantener estos parámetros lo menos variables posible y dentro de los rangos óptimos para crustáceos, ya antes mencionados. De esta manera se evitaría que el efecto de estos factores opacara la influencia de las dietas sobre el crecimiento.

Se considera que la concentración de oxígeno, el potencial Hidrógeno y el amoniaco disuelto en el agua no interfirieron en el crecimiento puesto que no hubo variaciones considerables a lo largo del experimento (Figs. 5, 6 y 7 respectivamente). El valor elevado de 0.253 mg/l en la concentración de amoniaco (Fig. 7), no se considera importante ya que se debió a un error en la calibración del aparato ORION. Durante el cuarto período se observó una concentración de amoniaco alta en el acuario 5 (Fig. 7), pero aparentemente no afectó el crecimiento de los organismos, pues la razón de crecimiento siguió igual.

La temperatura, en cambio, sí tuvo fluctuaciones importantes como se observa en la figura 4. Estas variaciones se debieron a que el calentador del sistema se encontraba en un espacio muy reducido para su capacidad (Fig. 2), lo cual dificultaba la regulación de la temperatura por el termostato. Además, en algunas ocasiones la circulación del agua se veía obstaculizada debido a la saturación del filtro y no permitía que el calor se difundiera uniformemente en los acuarios. Es por esto, que la temperatura fluctuó dentro de un rango tan amplio como de 23 a 29°C llegando a tener mínimos de 19°C y máximos de 31°C. En general, estas variaciones no eran graduales ni periódicas, lo cual pudo haber sido causa de "stress" para los langostinos, ocasionando una inhibición en su

crecimiento.

El "stress" provocado por cambios bruscos en la temperatura, afecta de manera directa la tasa metabólica de los organismos, haciendo que la energía utilizable para el crecimiento se pierda en compensar los cambios fisiológicos (Widdows, 1973).

Se considera que la luz, aún siendo artificial, no tuvo influencia en el bajo crecimiento de los langostinos ya que por una parte, se mantuvo una condición de penumbra en los acuarios similar a la que seleccionan ellos mismos en su medio ambiente natural; y por otra, a que se simuló el fotoperíodo y se mantuvo constante a 15 horas de luz por 9 de obscuridad.

En el arroyo de donde se obtuvieron los langostinos para este experimento se observa que la mayor parte del tiempo estos animales viven dentro de sus guaridas pero realizan excursiones regulares en busca de alimento y además efectúan anualmente migraciones para cumplir con su ciclo biológico (Vaillard, com.pers.). Esto hace pensar que en el laboratorio, el confinamiento de los especímenes en espacios reducidos de 14 X 9 cm de area, pudo ser un factor que inhibiera su crecimiento. Shakuntala y Ravichandra (1977) reportaron para Palaemon lamarrei que la baja razón de

crecimiento puede deberse tanto a altas temperaturas como al confinamiento en acuarios; Costello y Allan (1959) también lo han sugerido para otros crustáceos.

En lo referente a las mudas, este proceso en crustáceos ha sido relacionado no solamente con el crecimiento, sino también con otros cambios metabólicos y comportamiento (Bittner y Kopanda, 1973).

Segal y Roe (1975) encontraron en su estudio de crecimiento de Macrobrachium rosenbergii, que la frecuencia de muda no es determinante en el crecimiento, aunque no lo evita.

En este trabajo se observó que al perturbar a los organismos durante las mediciones se estimulaba el proceso de muda. Cuando la écdisis es consecuencia de un factor ajeno al crecimiento, puede a su vez inhibirlo ya que ocasiona un gasto inútil de energía. Probablemente esto fué lo que sucedió en este bioensayo de crecimiento. Por otra parte, las dietas no influyeron en la frecuencia de muda, como puede observarse en la figura 8.

Además se observó que los langostinos consumían menos alimento en el día de la muda, así como un día antes y uno después de ésta, es decir, que la muda actúa como un inhibidor en la alimentación. Shakuntala y Ravichandra (1977) observaron el mismo efecto en su estudio de crecimiento de Palaemon lamarrei.

Por otro lado, en la Tabla VII se observa que las desviaciones estandar de los valores de crecimiento en la mayoría de los casos son iguales o cercanas al promedio. Esto fué debido a que el patrón de crecimiento de los organismos fué muy distinto entre unos y otros. Algunos crecieron en forma regular durante los 4 períodos de tiempo, otros en cambio, no crecieron en absoluto y otros presentaron una razón de crecimiento irregular.

Esto se observó en todos los acuarios, lo cual implica que las variaciones pueden ser debidas a factores intrínsecos de los organismos, como sería su información genética, favorecido esto por el hecho de que los animales fueron obtenidos del campo, pudiendo provenir de diferentes progenitores y ser de diferente edad.

Hedgecock y Nelson (1978), han observado que el genotipo es un componente significativo en las variaciones de la razón de crecimiento de langostas.

La influencia de todos los factores antes mencionados pudo ser la causa del bajo crecimiento en promedio. Una evidencia que respalda esta aceveración es que se observó durante los dos meses de aclimatación anteriores al experimento que los langostinos, bajo las mismas condiciones de laboratorio, no crecieron más que en el bioensayo de crecimiento aún cuando eran alimentados con pescado fresco. En este caso, el bajo crecimiento también pudo deberse a la falta de algún componenete de origen vegetal, ya que como se ha mencionado anteriormente se trata de organismos omnívoros.

Se pensó hacer una comparación entre el crecimiento de los langostinos alimentados con las dos dietas experimentales y otros alimentados con una dieta comercial a base de harinas de pescado, carne, camarón, trigo, soya y maíz principalmente. Desgraciadamente esto no fué posible debido al reducido número de organismos disponibles al inicio de los experimentos de asimilación y crecimiento.

También se había planeado seguir el crecimiento de los langostinos en el campo, durante los mismos tres meses y bajo las mismas dietas, para tener un buen punto de comparación, pero esto no fué posible debido a que en el arroyo Boquilla de Oro, no hubo langostinos en esa época. Esto probablemente se debió a las abundantes lluvias que ocasionaron que el arroyo creciera y arrastrara a los langostinos hacia el mar.

En este trabajo se observó que los animales no ingerían el alimento a una hora determinada del día. Cuando no lo ingerían inmediatamente después de serles proporcionado, el alimento quedaba en el fondo del acuario, pudiendo perder nutrientes solubles en agua, aún cuando ambas dietas tenían una buena estabilidad. Sedwick (1979) estableció que puede haber decremento en la eficiencia de alimentación debido al deterioro potencial de la calidad nutricional del alimento al quedar expuesto en el agua por largos períodos de tiempo antes de la ingestión.

Una forma de cuantificar la eficiencia de las dietas es mediante el Factor de Conversión del Alimento (FCR). Los valores calculados para las dietas I y II, fueron 6.35 y 7.29 respectivamente (Tabla X). Esto significa que aproximadamente una sexta parte del alimento consumido se convierte en carne de langostino, utilizando la dieta I y una séptima parte, con la dieta II. Ambos valores son altos,

considerando que en raras ocasiones se reportan valores menores de 2.0, y que los valores menores de 1.0 son teóricamente absurdos (Hastings y Dickie, 1972). Valores altos en el factor de conversión indican que se necesita una gran cantidad de alimento para producir una unidad de crecimiento, lo cual a un nivel comercial, no es rentable a menos que como en este caso, la dieta sea muy económica.

Se considera importante mencionar que no se observó ninguna enfermedad aparente en los langostinos durante el bioensayo de crecimiento. Anteriormente se hicieron observaciones sobre langostinos que procedían del mismo lugar pero transportados unos meses antes; éstos habían sido alimentados con una dieta a base de harinas de pescado, de trigo, de soya, y de acelgas. En ellos se observó en varias ocasiones, mortalidad debida al "síndrome de muerte durante la muda" (Dr. Conklin, com.pers. Bodega Marine Lab., Ca., E.U.A.). Los langostinos no podían librarse del exoesqueleto durante la muda, y morían unas horas después.

Conklin et al. (1980) asocia este síndrome con una deficiencia de nutrientes y en el caso particular de los juveniles de langosta con los que trabaja, sugiere que la causa de esta enfermedad es la ausencia de lecitina en el alimento.

Para las dietas utilizadas en este trabajo no se tiene un análisis bromatológico detallado para poder determinar cuantitativa y cualitativamente los lípidos y aminoácidos, sin embargo se considera que su contenido debe ser suficiente para los requerimientos nutricionales del langostino M. carcinus ya que además de no haberse presentado enfermedades, la sobrevivencia puede considerarse del 100% para ambas dietas, si bien el crecimiento no fué el esperado.

El análisis organoléptico favoreció a los organismos alimentados con la dieta I (Tabla XI). Esto se debió a que los langostinos correspondientes a la dieta II, tuvieron mala apariencia, pues presentaron una coloración café en los músculos, tuvieron una textura pastosa y la superficie de su caparazón se encontró resbalosa al tacto. En cambio los de la primera dieta, presentaron una coloración rosada y apariencia apetitosa, además de tener una consistencia buena.

Con respecto al sistema experimental diseñado, cabe mencionar que también tuvo ventajas y desventajas.

Como ya se ha mencionado, el calentador con termostato empleado en cada par de acuararios (Fig. 2) tenía poco flujo de agua que lo rodeara, lo cual podría evitarse empleando un tubo más ancho que contenga al calentador.

Los filtros de carbón activado (Fig. 2) funcionaron adecuadamente excepto que en algunas ocasiones se taponaban, impidiendo así la libre circulación del agua, lo cual ocasionaba que la temperatura del acuario bajara considerablemente. Sin embargo, este taponamiento se presentó aproximadamente a las 5 ó 6 semanas de haberse limpiado los filtros. Si se les limpia cada 5 semanas no se presentará dicho problema.

La oxigenación del agua fué muy eficiente, manteniéndose sin ninguna dificultad dentro del rango deseado; a la vez que la caída libre del agua producía una buena distribución del oxígeno, ayudaba a la recirculación del agua.

Para contener a los animales individualmente, las bolsas de malla de nylon resultaron muy prácticas ya que de esta manera se evitó perturbarlos al limpiar el fondo del acuario y al alimentarlos, además de que les ofreció protección pues pudieron resguardarse en los dobleces de la bolsa. También por medio de estas bolsas se evita tener que buscar o capturar a los organismos cuando se desea examinarlos o medirlos, y resulta fácil encontrar y coleccionar las mudas.

Hasta el momento, esta es la forma más eficiente y práctica para mantener a los organismos de manera independiente y evitar que escapen, pues la bolsa se cierra con un sujetador plástico.

6 CONCLUSIONES

1.- Aún cuando en el crecimiento de los langostinos no existió una diferencia significativa entre la dieta I (a base de desperdicios de restaurante) y la Dieta II (elaborada con desechos de la agricultura y el mercado de pescado), se concluye que la primera es preferible por las siguientes razones:

- El proceso de elaboración es más práctico y requiere de menos tiempo de secado, por lo cual también resulta ser más barata.
- Presenta una tasa de dilución en el agua 13% menor que la dieta II.
- Su eficiencia de asimilación por el langostino M. carcinus es significativamente mayor que la de la segunda dieta.
- El análisis organoléptico favoreció a los langostinos alimentados con la dieta I.

2.- Corrigiendo los errores del sistema que provocaron variaciones en la temperatura, podría esperarse un crecimiento mayor con cualquiera de las dos dietas, ya que la temperatura es un factor determinante en el crecimiento de esta especie.

3.- La frecuencia de muda no tuvo relación alguna con la talla de los organismos ni con la dieta empleada, mas bien se vió afectada por las perturbaciones ocasionadas a los animales cuando se sacaban del acuario para medirlos o limpiar el fondo del acuario.

4.- El factor de conversión del alimento indica que con ambas dietas, es necesaria una gran cantidad de alimento para producir una unidad de crecimiento de langostino.

5.- A pesar de que el crecimiento no fué el esperado, hubo una sobrevivencia del 100% y ausencia total de enfermedades con ambas dietas utilizadas.

7 RECOMENDACIONES

Dada la importancia económica de elaborar dietas artificiales de bajo costo, el uso de desperdicios y desechos en la producción de ellas, es una alternativa viable.

Se sugiere comparar el crecimiento de los animales alimentados con estas dietas experimentales con el crecimiento de los organismos en el campo, así como probar si con las dietas comerciales (de alto costo) se obtiene un crecimiento similar o mejor.

Estos datos serían de gran importancia en un estudio de rentabilidad para la producción en masa de esta especie nativa de México.

8 AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer de manera muy especial a la Ocean. Ivette Vaillard por su acertada dirección y colaboración, además del apoyo incondicional y entusiasta otorgado en la realización de este trabajo de tesis.

Al Dr. Fernando Bückle por facilitar el uso del laboratorio de Acuicultura del CICESE, así como sus instalaciones y equipo; y por su continuo interés en el desarrollo del trabajo.

A Jesús Antonio Fernández por su valiosa ayuda durante la fase experimental.

A la P.O. Pilar Sánchez y Biol. Jorge Escobar por su colaboración en el procesamiento de la información obtenida.

A Manuel Noriega y Sergio Ramos por su ayuda en la realización de las gráficas, tablas, dibujos y portada.

Al Ing. Fernando Lorenzo por su ayuda desinteresada al conseguir el análisis proximal de las dietas.

Al Sr. y Sra. Colunga por proporcionar los desperdicios de restaurante para la elaboración de la dieta.

A todas las personas que laborando en el laboratorio de Acuicultura del CICESE colaboraron directa o indirectamente en la realización de este trabajo.

9 LITERATURA CITADA

- Arana, M.F. 1974. Experiencias sobre el cultivo de langostino Macrobrachium americanum (Bate) en el noroeste de México. Actas del Simposio de Acuicultura en América Latina. Montevideo. FAO, Fish. Rep. 159 (1): 139-147.
- Bittner, G.D. y R. Kopanda. 1973. Factors influencing moulting in the crayfish Procambarus clarki. J. Exp. Zool. 186 (1):7-16.
- Boschi, E.E. 1974. Biología de los crustáceos cultivables en América Latina. Actas del Simposio de América Latina. Montevideo. FAO, Fish. Rep. 159 (II): 73-95.
- Cabrera, C.M. 1978. Método para el cultivo comercialmente rentable del camarón prieto o langostino manos de carrizo Macrobrachium acanthurus (Wiegmann, 1836).
- Chávez. 1973. Estudio sobre el potencial económico de crustáceos cultivables en el Estado de Veracruz. Pesca. Instituto Nacional de Pesca.
- Choudhury, P.C. 1971a. Complete larval development of the palaemonid shrimp Macrobrachium carcinus (L.) reared in the laboratory (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana, 20:51-69.
- . 1971b. Responses of larvar Macrobrachium carcinus (L.) to variations in salinity and diet (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 20:113-119.
- Clifford, H.C. y R.W. Brick. 1978. Protein utilization in the freshwater shrimp. Proc. 9th. World Maricul. Soc. Atlanta, Georgia.
- Conklin, D.E., L.R. D'Abramo, C.E. Bordner y N.A. Baum. 1980. A successful purified diet for the culture of juvenile lobsters: the effect of lecithin. Aquaculture, 21:243-249.

- Conover, R.J. 1966. Assimilation of organic matter by zooplankton. *Limnol. Oceanogr.* 338-345.
- Costello, T.J. y D.M. Allan. 1959. Migration and growth of the pink shrimp. Annual Report, Fish. Res. Galveston Biol. Lab., U.S. Fish and Wildl. Serv. Cir. 62:13-18.
- Costello, T.J. 1971. Freshwater prawn culture techniques developed. *The american fish farmer and world aquaculture news* 2(2): 8-10, 27.
- Davant, P. 1963. Clave para la identificación de los camarones marinos y de río, de importancia económica en el oriente de Venezuela. *Cuad. Oceanogr. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente Venez.*, (1):113 pp.
- Dobkin, S., W.P. Azzinaro y J. van Montfrans. 1974. Culture of Macrobrachium acanthurus and M. carcinus with notes on the selective breeding and hybridization of these shrimps. *Proc. 5th. World Maricul. Soc. Charleston, South Carolina.* 51-62.
- Dugan, C.C. y T.A. Frakes. 1978. Culture of brackish-freshwater shrimp, Macrobrachium acanthurus, M. carcinus and M. ohione. *World Maricul. Soc.* 185-192.
- Forster J.R.M. y T.W. Beard. 1973. Growth experiments with the prawn Palaemon serratus Pennant fed with fresh and compounded foods. *Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Great Britain, Fisheries Investigations, Series II, 27 (7):1-48.*
- Furukawa, A. 1972. Present status of Japanese aquaculture. En: R.V.R. Pillay (Editor), *Coastal Aquaculture in the Indo-Pacific Region.* Fishing News Ltd., London. 313-327.
- Gundlach, J. 1887. Crustáceos. Apuntes para la fauna Puerto-Riqueña. 60. An. Soc. Esp. Hist. Nat., 16:115-134.
- Hanson, J.A. y H.L. Goodwin. 1977. Shrimp and Prawn Farming in the Western Hemisphere. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. 439 pp.
- Hastings, W.H. y L.M. Dickie. 1972. Feed formulation and evaluation. En: *Fish Nutrition.* New York Academic Press. 327-374.

- Hedgecock, D. y K. Nelson. 1978. Components of growth rate variation among laboratory cultured lobsters (Homarus). Proc. 9th. World Maricul. Soc. Atlanta, Georgia. 125-137.
- Holthuis, L.B. 1952. A general revision of Palaemonids (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. Vol I. Allan Hancock Found. Pub. Occ. 12:1-396.
- . 1959. The Crustacea Decapoda of Suriname (Dutch Guiana). Zool. Verh., Leiden, 44:296 pp.
- . 1980. Shrimps and Prawns of the World. FAO species catalogue. FAO Fisheries Synopsis Rome. Vol I (125).
- Joseph, J.D. y S.P. Meyers. 1975. Lipid fatty acid composition of shrimp meals and crustacean diets. Feedstuffs 47(35): 28-29.
- Lewis, J.B. y J. Ward. 1965. Developmental stages of the palaemonid shrimp Macrobrachium carcinus (Linnaeus, 1758). Crustaceana 9:137-148.
- New, M.B. 1976. A review of dietary studies with shrimp and prawns. Aquaculture 9:101-144.
- Pomairé R.P., J.S. Forester y J.W. Avault. 1976. Length-Weight relations of two commercially important crawfishes of the genus Procambarus. Third National Crayfish Symposium, Kuopio, Finland. 1-9.
- Ramírez B. y F. de Reprieto. 1982. Nutrición. En: II Curso Teórico-Práctico de Cultivo de Camarón. Unidad Experimental Peñasco. CICTUS, Puerto Peñasco, Sonora, México.
- Santiago L.G., M.J. Domínguez y L.S. Díaz. 1978. Cultivo comercial de langostino Macrobrachium rosenbergii en Sontecomapan, Ver. Dirección General de Recursos Pesqueros, Departamento de Pesca.
- Scheffler, W.C. 1979. Statistics for Biological Sciences. U.S.A., Addison-Wesley Publishing Company. 161-175.
- Sedwick, R.W. 1979. Effect of the ration size and feeding frequency on the growth and food conversion of juvenile Penaeus merguensis de Man. Aquaculture 16:279-298.

- Segal, E. y A. Roe. 1975. Growth and behavior of post juvenile Macrobrachium rosenbergii (de Man) in closed confinement. Proc. 6th. World Maricul. Soc., Seattle, Washington. 67-87.
- Shakuntala Katre y S. Ravichandra Reddy. 1977. Laboratory studies on food intake growth, and conversion efficiency of Palaemon lamarrei in relation to body size. Aquaculture, 11:247-261.
- Shang, Y.C. y T. Fujimura. 1977. The production economics of freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii farming in Hawaii. Aquaculture, 11:99-110.
- Sick, L.W., D.B. White y G.J. Baptist. 1973. The effect of duration of feeding, amount of food, light intensity and animal size on rate of ingestion of pelleted food by juvenile penaeid shrimp. Prog. Fish. Cult. 35 (1):22-26.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1969. Biometry, the principles and practice of statistics biological research. State University of New York at Stony Brook, W.H. Freeman and Co.
- Spotte, S. 1970. Fish and Invertebrate Culture. Water Management in Closed Systems. Wiley-Interscience, a Division of John Wiley and Sons, Inc. 145 pp.
- Venkataramaiah, A., G.J. Lakshmi y G. Gunter. 1974. Studies on the effects of salinity and temperature on the commercial shrimp Penaeus aztecus Ives, with special regard to the survival limits, growth, oxygen consumption and ionic regulation. U.S. Army Engineer Waterways Exp. Stn. Contract H. 74.2:130 pp.
- Widdows, J. 1973. The effect of temperature on the metabolism and activity of Mytilus edulis (L.). Netherlands Journal of Sea Research. 7:387-398.