



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**CRECIMIENTO Y EXCRECION AMONIAL EN
POSTLARVAS DEL CAMARON Penaeus japonicus (BATE)
EN FUNCION DE DIETAS NATURALES DIFERENTES**



T E S I S

Que para obtener el Titulo de:

O C E A N O L O G O

P r e s e n t a :

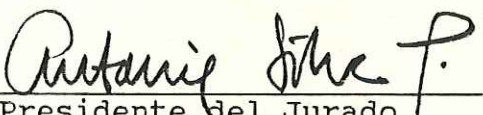
ALMA SUSANA MUNGARAY LAGARDA

Ensenada, B. C., Octubre de 1987

CRECIMIENTO Y EXCRECION AMONIACAL EN
POSTLARVAS DEL CAMARON Penaeus Japonicus (BATE)
EN FUNCION DE DIETAS NATURALES DIFERENTES.

T E S I S
QUE PRESENTA:
ALMA SUSANA MUNGARAY LAGARDA

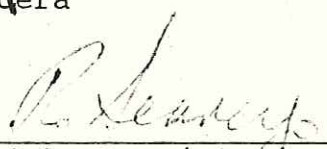
Aprobada por:



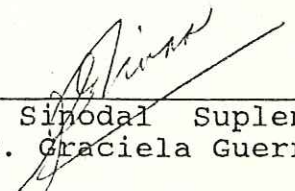
Presidente del Jurado
M.C. Herón Antonio Silva Lopera



Sinodal Propietario
M. C. Francisco Ley Lou



Sinodal Propietario
M.C. Ricardo Searcy Bernal



Sinodal Suplente
Q.F.B. Graciela Guerra Rivas



Sinodal Suplente
Oc. Teresa Gutierrez Wing

DEDICATORIA

Al Sr. Alejandro Mungaray
Verdugo, por todo su cariño y
apoyo en mi formación pasada
y futura ... a mis hermanas
Marcela y Rebeca ... por
tenerlas siempre.

AGRADECIMIENTOS:

Ante todo agradezco al M.C. Antonio Silva Loera, por su acertada dirección en esta tesis. Al M.C. Ricardo Searcy B., a la Q.F.B. Graciela Guerra R., al M.C. Francisco Ley L. y a la Oc. Teresa Gutierrez W., por su guía y valiosos consejos durante el desarrollo de este trabajo.

Muy especialmente a Jorge Romano D., por su apoyo, al M.C. Luis Fok P., por su gran ayuda, y a todos mis maestros por sus enseñanzas.

Al Dr. Hubbert J. Ceccaldi y a Christakis Marangos, por la motivación hacia el tema y guía para la obtención de la información, sin lo cual no hubiera sido posible esta investigación, y por el gran apoyo recibido durante mi estancia en sus laboratorios. A todos mis compañeros de la Estación Marina D'Endoume. A la Federación de Sociedades Cooperativas "Sur de Sonora", por su apoyo económico. A Gilberto Fuentes por la paciencia en el diseño de las figuras.

A mis compañeros de la XX generación, y amigos de la Facultad de Ciencias Marinas, especialmente a Rosa María, Víctor, Amelia, y a todos aquellos que de lejos o cerca me brindaron sus consejos.

A Adolfo por todas las horas dedicadas a la impresión de esta tesis.

C O N T E N I D O

	Pàg.
INDICE DE FIGURAS -----	iii
INDICE DE TABLAS -----	v
RESUMEN -----	vii
I INTRODUCCION -----	1
II MATERIALES Y METODOS -----	10
1. Origen y Mantenimiento de los Ejemplares Estudiados -----	10
2. Alimentación -----	11
3. Sistema de Cultivo Experimental -----	12
4. Control de Paràmetros -----	14
5. Anàlisis de las Dietas -----	14
6. Crecimiento -----	15
7. Anàlisis del Nitrógeno Amoniacal -----	15
8. Muda -----	17
9. Relación Longitud - Peso -----	18
10. Relación Excreción - Peso -----	19
12. Métodos Estadísticos -----	19
III RESULTADOS -----	21
1. Composición de las Dietas -----	21
2. Crecimiento -----	22
3. Excreción Amoniacal -----	25
4. Muda -----	31
IV DISCUSION -----	34

	Pàg.
V CONCLUSIONES	46
VI LITERATURA CITADA	48
ANEXO 1	55
ANEXO 2	58

INDICE DE FIGURAS

	Pàg.
1.- Esquema de las instalaciones de cultivo. A)acuarios; B) Baño maría. a: Entrada de aire; b: Circulación de agua; c: Arena; d: Malla de nylon; e: Soporte de doble fondo; f: Acuario de cultivo; g: Baño maría. _ _ _ _ _	13
2.- Longitud estandar. (Ls). _ _ _ _ _	16
3.- Talla promedio en intervalo de confianza (P= 0.05) en función del tiempo, por dieta. C: <u>Mytilus</u> <u>galloprovincialis</u> ; A1: <u>Loligo sp</u> ; A2: <u>Daphnia sp</u> ; A3: <u>Gammarus sp</u> ; A4: larvas de <u>Drosophila sp</u> ; _	23
4.- Relación longitud - peso de la forma $P = a L^b$, por dieta. C: <u>Mytilus galloprovincialis</u> ; A1: <u>Loligo sp</u> ; A2: <u>Daphnia sp</u> ; A3: <u>Gammarus sp</u> ; A4: larvas de <u>Drosophila sp</u> . _ _ _ _ _	26
5.- Excrecion amoniacal ($\mu\text{mol/l/24h}$) en función del peso (g). C: <u>Mytilus galloprovincialis</u> ; A1: <u>Loligo sp</u> ; A2: <u>Daphnia sp</u> ; A3: <u>Gammarus sp</u> ; A4: larvas de <u>Drosophila sp</u> . _ _ _ _ _	27
6.- Excreción amoniacal ($\mu\text{mol/g/24h}$) promedio e intervalo de confianza (P= 0.05), en función del tiempo. C: <u>Mytilus galloprovincialis</u> ; A1: <u>Loligo</u> <u>sp</u> ; A2: <u>Daphnia sp</u> ; A3: <u>Gammarus sp</u> ; A4: larvas de <u>Drosophila sp</u> . _ _ _ _ _	29
7.- Frecuencias acumulativas del número de muda, por intervalo de tiempo. C: <u>Mytilus</u> <u>galloprovincialis</u> ; A1: <u>Loligo sp</u> ; A2: <u>Daphnia sp</u> ; A3: <u>Gammarus sp</u> ; A4: larvas de <u>Drosophila sp</u> . _ _ _	32
8.- Razón entre el número de mudas y los organismos totales, por intervalo de tiempo. C: <u>Mytilus</u> <u>galloprovincialis</u> ; A1: <u>Loligo sp</u> ; A2: <u>Daphnia sp</u> ; A3: <u>Gammarus sp</u> ; A4: larvas de <u>Drosophila sp</u> . _ _ _	33
9.- Esquema de los recipientes para la determinación de amonio. A) Cajas acrílicas de 2 l de capacidad con cubierta en plástico perforado; B) Baño María C) Calentadores . _ _ _ _ _	55

- 10.- Excreción amoniaca ($\mu\text{mol/g/24h}$) en función del peso (g). C: Mytilus galloprovincialis; A1: Loligo sp; A2: Daphnia sp; A3: Gammarus sp; A4: larvas de Drosophila sp. - - - - - 56
- 11.- Excreción amoniaca ($\mu\text{mol/org./24h}$), promedio e intervalo de confianza ($P= 0.05$), en función del tiempo de experimento. C: Mytilus galloprovincialis; A1: Loligo sp; A2: Daphnia sp; A3: Gammarus sp; A4: larvas de Drosophila sp. - - - 57

INDICE DE TABLAS

Pàg.

I. Composición de las dietas. C: <u>Mytilus galloprovincialis</u> ; A1: <u>Loligo sp</u> ; A2: <u>Daphnia sp</u> ; A3: <u>Gammarus sp</u> ; A4: larvas de <u>Drosophila sp</u> . - - - - -	57
II. Crecimiento en peso y talla final promedio alcanzado por cada grupo, alimentado con las diferentes dietas. X = valor promedio; o = desviación estandar; n= número de organismos - - -	24
III. Parámetros estadísticos en talla (mm) por intervalo de tiempo. Valor promedio (X), límites de confianza (P=0.05), desviación estandar (o), coeficiente de variación ($Cv \% = (o/x)100$) y número de individuos (n). - - - - -	58
IV. Parámetros estadísticos en peso (g) por intervalo de tiempo. Valor promedio (X), límites de confianza (P=0.05), desviación estandar (o), coeficiente de variación ($Cv \% = (o/x)100$) y número de individuos (n). - - - - -	59
V. Análisis de varianza en dos vías: dietas y tiempo sobre el crecimiento en talla de <u>Penaeus</u> <u>japonicus</u> . - - - - -	60
VI. Análisis de varianza en una vía: dieta sobre los últimos incrementos de crecimiento en talla en <u>Penaeus japonicus</u> . - - - - -	60
VII. Comparación múltiple, mediante la prueba "SNK", del crecimiento final en talla, en <u>Penaeus</u> <u>japonicus</u> bajo las diferentes dietas. - - - - -	61
VIII. Análisis de varianza en dos vías: dieta y tiempo sobre el crecimiento en peso (g), de <u>Penaeus</u> <u>japonicus</u> . - - - - -	61
IX. Análisis de varianza en una vía: dieta sobre los últimos incrementos de crecimiento en peso (g) de <u>Penaeus japonicus</u> . - - - - -	62

- X. Comparación múltiple, mediante la prueba "SNK" del crecimiento final en peso, en Penaeus japonicus, bajo las diferentes dietas. _ _ _ _ 62
- XI. Anàlisis de covarianza, para el peso ajustando el efecto de la longitud después de la transformación log, en Penaeus japonicus bajo las cinco dietas probadas. _ _ _ _ _ 63
- XII. Paràmetro estadístico de excreción ($\mu\text{mol/g/24h}$) por intervalo de tiempo. Valor promedio (X), límites de confianza ($P=0.05$), desviación estandar (o), coeficiente de variación ($\text{Cv \%} = (o/x)100$) y número de individuos (n). _ _ 64
- XIII. Anàlisis de covarianza para la excreción amoniaca ($\mu\text{mol/l/24h}$) ajustando el efecto de la masa corporal (g), después de la transformación log en Penaeus japonicus, bajo las cinco dietas experimentadas. _ _ _ _ _ 65
- XIV. Anàlisis de covarianza para la excreción amoniaca ($\mu\text{mol/l/24h}$) ajustando el efecto de la masa corporal (g) después de la transformación log en Penaeus japonicus, bajo las dietas probadas sin considerar el control. _ _ _ _ _ 65
- XV. Anàlisis de varianza en dos vías de Wilson: dieta y tiempo, sobre la excreción amoniaca ($\mu\text{mol/g/24h}$), de Penaeus japonicus. _ _ _ _ _ 66
- XVI. Anàlisis de varianza en una vía de Wilson: factor dieta, sobre la excreción amoniaca ($\mu\text{mol/g/24h}$), correspondiente al último día de experimento. _ _ _ _ _ 66
- XVII. Anàlisis de varianza en dos vías de Wilson: dieta y tiempo, sobre la excreción amoniaca en ($\mu\text{mol/g/24h}$), de Penaeus japonicus, bajo las dietas experimentales sin considerar la dieta control. _ _ _ _ _ 67
- XVIII. Anàlisis de varianza en una vía de Wilson: factor dieta, sobre la excreción amoniaca ($\mu\text{mol/g/24h}$), correspondiente al último día de experimento bajo las dietas experimentales, sin considerar el control. _ _ _ _ _ 67

RESUMEN

Se determinó el efecto de cuatro dietas naturales a base de Loligo sp, Daphnia sp, Gammarus sp y larvas de Drosophila sp y un control a base de Mytilus galloprovincialis, sobre el crecimiento y la excreción de amonio en postlarvas del camarón Penaeus japonicus (Bate). Las condiciones de temperatura, salinidad, oxígeno, fotoperíodo e intensidad de luz, fueron controladas. La cuantificación del crecimiento se efectuó en longitud y peso. La determinación de amonio se efectuó mediante el método de Koroleff (1969). Las diferencias debidas al efecto de las dietas sobre el crecimiento, se obtuvieron mediante análisis de varianza y resultaron significativas ($P < 0.05$). La dieta más eficiente en base a los mayores incrementos en longitud y peso, resultó la basada en Loligo sp, y la menos eficiente la de Daphnia sp. La excreción amoniaca, no presentó diferencias significativas por el efecto de las cuatro dietas experimentadas, más sí se observaron estas diferencias ($P < 0.05$) con respecto a la dieta control. Las tasas de excreción por organismo ($\mu\text{mol/org.}/24\text{h}$) con respecto a la masa corporal (g), se calcularon mediante el modelo geométrico $E = c M c^d$, y resultaron menores en los organismos bajo la dieta control y la dieta a base de Loligo sp, siendo significativamente diferentes ($P < 0.05$) a las dietas restantes que presentaron menor eficiencia en crecimiento.

I INTRODUCCION

El control en el cultivo de toda especie, implica el conocimiento de las etapas de su ciclo biológico: desarrollo y sobrevivencia. Así como productos finales de deshecho, en función de factores externos tales como la alimentación y parámetros fisicoquímicos del agua.

Por la creciente importancia del cultivo de camarón, se acentúa la investigación de sus necesidades nutricionales y las respuestas metabólicas en función de los factores del medio a los que pueden estar sujetos.

Debido a los buenos resultados del uso total y parcial de alimentos naturales en postlarvas de camarón, como es el caso de Penaeus japonicus (Ceccaldi, 1978; CNEXO, 1983, Kafuku e Ikenoue, 1983), se genera la búsqueda de nuevas fuentes. El empleo de estos alimentos naturales, está ligado a problemas de aprovisionamiento, de preparación y conservación. Aún cuando estos cubren generalmente la mayor parte de las necesidades nutricionales en organismos heterótrofos de cultivo, no aseguran necesariamente las mejores tasas de crecimiento. Sin embargo, en algunas regiones existe producción natural importante de organismos de niveles tróficos inferiores, sin demanda comercial.

Mediante la determinación cualitativa y cuantitativa de los caracteres nutricionales de estos alimentos, en

función de su efectividad y costo, puede establecerse una opción en la alimentación de algunos estadios de especies con interés para el cultivo.

Las proteínas constituyen uno de los principales requerimientos alimenticios en peneidos; el metabolismo de estos componentes nitrogenados, comprende el proceso de transformación para la producción de energía, nuevos componentes tisulares y excreción. Generalmente, se utiliza el crecimiento como indicador de desarrollo por la síntesis protéica (Campillo y Luquet, 1975), para probar la eficiencia de la alimentación sobre los organismos. Dado que el producto principal del metabolismo del nitrógeno en la excreción de crustáceos, es el amonio (Parry, 1960), éste es empleado como índice, y puede ser utilizado en el estudio del metabolismo (Dagg, 1976).

El estudio del crecimiento y la excreción amoniaca de Penaeus japonicus, como respuestas orgánicas a la alimentación, contribuye al conocimiento de este género para un mejor manejo en la producción acuicultural.

Antecedentes.

Generalidades Sobre Penaeus japonicus

La posición sistemática de la especie, es la siguiente:

Clase: Crustacea

Subclase: Malacostraca

Super Orden: Eucarida

Orden: Decapoda

Suborden: Natantia

Seccion: Peneidae (Rafinesque)

Genero: Penaeus

Especie: P. japonicus (Bate)

Comúnmente esta especie es llamada también camarón tigre y es considerado uno de los peneidos más grandes, puesto que alcanza una talla total de 27 cm y peso de 20-25g. Habita principalmente en bahías y mares cerrados influenciados por corrientes cálidas. Sus límites ecológicos de tolerancia son de 5 a 32 °C, de temperatura, 20 a 45%. y 30 a 40%. de salinidad para juveniles y adultos respectivamente (CNEXO, 1983). Se distribuye al sur de Japón, en toda la región del Indopacífico, hasta el Mediterráneo Oriental.

Japón, aun cuando ha sido el más antiguo productor de esta especie, y quien alcanzó primero los mejores resultados en el cultivo de peneidos en general,

actualmente importa este recurso, y su proyección de expansión es sólo del 1% anual (Kafuku e Ikenoue, 1983; Hirata, 1984; Sribhibhadh, 1985). En Europa, aun cuando el consumo per capita de camarón es inferior al de Japón y Estados Unidos, se proyecta un 5% anual de expansión, lo que requerirá aproximadamente 168 000 tm en incremento anual por medio de la acuicultura (Sribhidhah, 1985). Para esto, desde 1969 se importaron postlarvas de Penaeus japonicus, de Japón a Francia para su estudio. En 1975, se logró la maduración en condiciones controladas, centrando posteriormente el esfuerzo sobre el ciclo biológico y la sobrevivencia de la especie (Hirata, 1984). La engorda se inició primero con alimentos frescos, después con alimentos compuestos en la estación Deva-sud Palavas-les Flots del Instituto Francés de Investigación para la Explotación del Mar (IFREMER). En 1981, se produjeron 500 000 postlarvas (PL 10 y PL50) y para 1983, la producción semiintensiva a escala piloto alcanzó buenos logros en varias estaciones de producción acuícola (Keraron, 1983; Lucet et al., 1983). Desde 1985, esta institución abastece parte de los diferentes institutos de investigación, e implementa tecnología de cultivo en diversos centros de producción. Actualmente, trabajan sobre otras especies de peneidos.

La importancia económica que representa el conocimiento de peneidos propicia un gran apoyo de varias instituciones. CNEXO (1983), propone investigación

fundamental y aplicada sobre Penaeus japonicus de interés para el cultivo, tal como la continuación en el estudio de las necesidades nutricionales y la excreción en condiciones intensivas.

Aspectos Sobre Nutrición y Excreción de Nitrógeno en Crustáceos.

Los componentes nitrogenados forman parte fundamental en crustáceos y son de principal importancia en la determinación de la organización estructural y en las capacidades fisiológicas de cada especie. De la gran variedad de constituyentes nitrogenados, los principales son los aminoácidos, ya sea en su forma libre o como formadores de proteínas y péptidos en todos los organismos. En el camarón como en todos los crustáceos estas componentes se encuentran en altas concentraciones, tanto a nivel corporal como en el músculo y la hemolinfa (Claybrook, 1983). Las proteínas son relativamente abundantes y varían según la clase taxonómica, entre 38% y 73% del peso seco, estas son menos variables entre especies que los aminoácidos libres.

El metabolismo de aminoácidos y proteínas se explica de manera general con el proceso metabólico de los aminoácidos que esta basado en 10 esenciales, los que pueden variar según los hábitos nutricionales de la especie (Claybrook, 1983).

El crecimiento de crustáceos es un proceso discontinuo, efectuado mediante la sucesión de mudas. La duración del período de intermuda está proporcionalmente relacionado a la calidad y cantidad del alimento (Hartnoll, 1983). Por esto la mayoría de las investigaciones enfocados a la determinación de eficiencia de dietas, como función de la composición de ciertos aminoácidos y proteínas, están basadas en el crecimiento.

Los estudios de nutrición en laboratorio han mostrado requerimientos elevados en proteínas y lípidos (principalmente de ácidos grasos insaturados de cadenas largas y esteroides, (Kanazawa, 1984)). En general los mejores crecimientos en camarón, se observan entre 30 y 55 por ciento de proteínas en equilibrio a macro y micro nutrientes, que varían cuantitativa y cualitativamente según el estadio (Guillaume, 1986). Las dietas artificiales balanceadas a base de harinas de fuente animal y vegetal, han dando tasas de crecimiento tan altas como las dietas naturales, basadas en desechos de pescado, almejas, calamar y crustáceos diversos (Kafuku e Ikenoue, 1983; CNEXO, 1983, Ceccaldi. 1986). El uso de estas dietas aún es más aceptado en Penaeus japonicus en algunas etapas, como la preengorda y reproducción (CNEXO, 1983; Kanazawa, 1984).

Guillaume (1986), menciona que las diferencias en valor biológico de diversas fuentes de proteína, en el cultivo de camarón, al parecer no están ligadas

evidentemente a los aminoácidos, algunas parecen ejercer un efecto estimulante en el crecimiento de los organismos, aún no explicado por el aporte de aminoácidos esenciales en peneidos. Sin embargo Thesima et al., (1986), ha obtenido buenos resultados en crecimiento y sobrevivencia a nivel piloto, alimentando con mezclas de aminoácidos a larvas de Penaeus japonicus.

La mayor parte del nitrógeno, producto final de este metabolismo en crustáceos, es excretado principalmente por las branquias de estos organismos, bajo la forma de amonio (NH_4^+) o nitrógeno de amoniaco (NH_3), como lo determinan las pruebas químicas ($\text{NH}_3\text{-N}$). Este corresponde a un 60 - 100% en Calanus sp (Corner y Newell, 1967); 86% en Carcinus maenas (Needham, 1957) y un 95% en Palemonetes varians (Snow y Williams, 1971), el resto es excretado bajo la forma de compuestos como el ácido úrico, urea y varios amino componentes (Parry, 1960; Clayboork, 1985). Por esto, la excreción nitrogenada en su forma amoniacal, ha sido utilizada para estudiar el metabolismo del nitrógeno (Corner et al., 1965; Nelson et al., 1977).

Las vías metabólicas por las cuales el amonio, urea y ácido úrico son formados en los crustáceos, son similares a las de otros grupos animales. Se inicia por la transferencia de grupos amino hacia el pool glutamato, seguido por la oxidación de glutamato, así como purinas y pirimidinas hacia el producto final amonio. La regulación

enzimática de estas vías son complejas, debido a las implicaciones en la síntesis de sustancias efectivamente utilizadas en las células, a los circuitos ligados al nitrógeno presente en el medio y a la eliminación del excedente (Bartrel y Le Gal, 1983; Clayboork 1983). El material nitrogenado degradado, que no es utilizado en el crecimiento celular es excretado como amonio, por lo que ha sido utilizado aunado a otros índices metabólicos para evaluar calidad de dietas durante períodos cortos en varios organismos (Nelson et al., 1977).

Cuantitativamente la excreción amoniaca en crustáceos, varía según los factores externos como: oxígeno (Conover y Corner, 1968; Snow y Williams, 1971; Myzaud, 1976), temperatura (Corner et al., 1965; Jacobsen y Comita, 1976; Dagg, 1976; Richard, 1982), salinidad (Spaargaren et al., 1982; Marangos et al., en preparación), fotoperíodo e intensidad de luz (Clayboork, 1983). De los factores internos que tienen influencia están: la composición interna de aminoácidos (Richard, 1982; Marangos et al., en preparación) procesos de muda (Regnault, 1979) tiempo de ingestión y edad (Corner et al., 1965) calidad de nutrientes nitrogenados en la alimentación (Needham, 1957, citado por Parry, 1960; Corner et al., 1965; Regnault, 1977) y al peso ganado (Dagg, 1976; Corner et al., 1965; Nelson et al., 1977). Le Gal (1986), menciona las investigaciones actuales sobre los aspectos fisiológicos de la excreción en

correlación con la dieta y la capacidad de respuesta del organismo a su medio ambiente.

Por el interés en el aspecto antes mencionado, en este trabajo se tiene como objetivo, determinar el efecto de dietas naturales distintas, sobre el crecimiento y la excreción amoniaca del camarón Penaeus japonicus, en condiciones controladas de temperatura, salinidad, oxígeno y fotoperíodo.

II MATERIALES Y METODOS

1. Origen y Mantenimiento de los Ejemplares Estudiados.

Las postlarvas fueron producidas en el cultivo de la Deva-Sud, Palavas-les Flots, cercano a Montpellier, Francia. Recolectadas entre los días 5 y 6 de mayo de 1986 y transportadas en 5 recipientes plásticos conteniendo 500 postlarvas (PL 10-15) cada uno, el agua fue aireada a saturación en el momento de partida. En el laboratorio de la Estación marina d'Endoume, ubicado frente a la costa mediterránea (Marsella, Francia), los animales fueron colocados en un sistema semiabierto, con fondo provisto de cajas de arena, para adaptarlos 30 días a las siguientes condiciones: temperatura a 25 ± 1 °C, mantenida con calentadores eléctricos dentro del agua; fotoperíodo de 16h luz; salinidad de 37 - 38 ‰. (del agua de mar próxima a la estación) y el oxígeno entre 6 - 7 mg/l, provisto por el flujo de agua filtrada mediante un filtro de arena hacia el sistema. Las larvas se colectaron al azar, para ser transferidas al sistema de cultivo experimental.

2. Alimentación.

Durante el período de adaptación los animales se alimentaron con mejillón fresco.

El alimento fue proporcionado a discreción diariamente a la misma hora (18h pm). Esta rutina se mantuvo durante una semana antes del inicio del experimento en el sistema descrito posteriormente, a fin de observar la adaptación de los organismos al nuevo medio. Se probaron cinco dietas naturales, considerando como control la dieta de mejillón previamente adaptada:

C: mejillón (Mytilus galloprovincialis)

A1: calamar (Loligo sp)

A2: mosca de mar (Daphnia sp)

A3: camarón cavernícola (Gammarus sp)

A4: larvas de mosca (Drosophila sp)

El suministro de alimento, fue abundante, a fin de evitar el posible canibalismo.

Los mejillones, provenientes de la costa mediterránea, se obtuvieron frescos, periódicamente en el mercado local. El calamar de importación y las larvas de insectos originarias de Taiwan, se adquirieron ya congeladas en dicho mercado. La mosca de mar y el camarón cavernícola, provienen de salinas cercanas a la región de Fos sur Mer en la costa mediterránea, habiendo sido abastecidos ya congelados para su estudio.

3. Sistema de Cultivo Experimental

Durante el experimento, se trabajó en una sala aislada, con el fin de evitar alteraciones del medio ambiente. Se emplearon 15 acuarios en material plástico de 20 l cada uno, equipados con un filtro biológico de 12.5 x 36cm de superficie y 2.5cm de espesor (Fig. 1A). El sistema se consideró como semiabierto por el recambio de agua efectuado a fin de extraer el alimento no consumido y tratar de evitar alteraciones en la calidad del agua.

Se extrajeron de 8 a 10 l de agua diariamente; el agua para ello fue regulada a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, para evitar cambios en la temperatura de los acuarios.

Se seleccionaron 225 animales con un promedio en talla de 34.7 mm ($n=75$). Se repartieron 15 postlarvas en cada acuario siendo en total 45 organismos por dieta, considerados como unidad experimental de muestreo por alimento, debido a las limitaciones de espacio. Se mantuvieron los organismos bajo observación en el sistema, durante una semana.

El día del inicio del experimento, se tomó una muestra global de 10 organismos entre las cinco dietas. Posteriormente, los muestreos fueron semanales, extrayendo entre 4 y 6 organismos al azar entre los acuarios de cada dieta. Los muestreos fueron al azar y sin reemplazamiento. La duración del experimento, fue de 33 días.

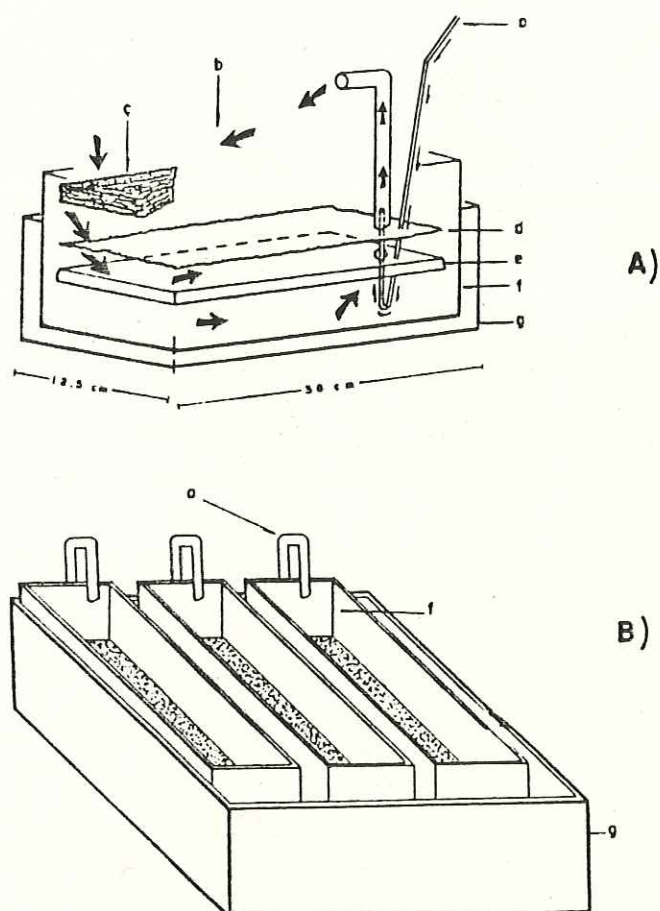


Fig. 1. Esquema de las instalaciones de cultivo.

A) Acuario; B) Baño maría. a: Entrada de aire;
 b: Circulación de agua; c: Arena; d: Malla de nylon
 e: Soporte de doble fondo; f: Acuario de cultivo
 g: Baño maría.

4. Control de Parámetros.

Durante el experimento, se mantuvo aireación continua en los acuarios, mediante una bomba de alta potencia conectada a las salidas de aire, manteniendo al mismo tiempo la circulación del agua en el sistema. La temperatura fue regulada mediante calentadores eléctricos graduados a 25 ± 1 °C en un baño maría, donde se colocaron los acuarios (Fig.1B). El pH se osciló entre 7.5 y 7.8 siendo cuantificado con un potenciómetro "Metrom". La salinidad osciló entre 37‰ y 38‰, verificada con un refractómetro "Atago". Se emplearon lamparas fluorescentes para la iluminación. El fotoperíodo fue de 16 h luz, controlado automáticamente con un reloj. La intensidad de luz fue determinada con un luxímetro "Metrix", sobre las superficies de los acuarios de cultivo siendo esta de 440 lux por acuario.

5. Análisis de las Dietas.

Los análisis fueron efectuados en la estación marina bajo las siguientes técnicas de determinación: Proteínas, en porciento del peso seco, con el método descrito por Lowry et al., (1951); Lípidos, en porciento del peso seco, según Bligh y Dyer (1959); Glúcidos, en porciento del peso

seco, según Dubois et al., (1956); el porcentaje de cenizas, se determinó durante 24 h en mufla y el porcentaje de humedad durante 24 h en horno a 110 °C.

6. Crecimiento

Para determinar el peso fresco, los camarones fueron secados con papel absorbente, sin presión y se pesaron en balanza analítica de precisión 0.001 g.

La longitud standar (Ls), se tomó después de pesar, midiendo cada animal sobre papel milimétrico, con 1 mm de precisión. Esta longitud corresponde a la distancia entre el punto situado entre los ojos y el inicio del telson (Fig.2)

7. Determinación del Nitrógeno Amoniacal

Para la determinación del nitrógeno amoniacal, se dispusieron cajas acrílicas de 2 l de capacidad, provistas de agua filtrada (filtros de microfibra Whatman), aireados a saturación, bajo las mismas condiciones del cultivo (Anexo 1, Fig.9).

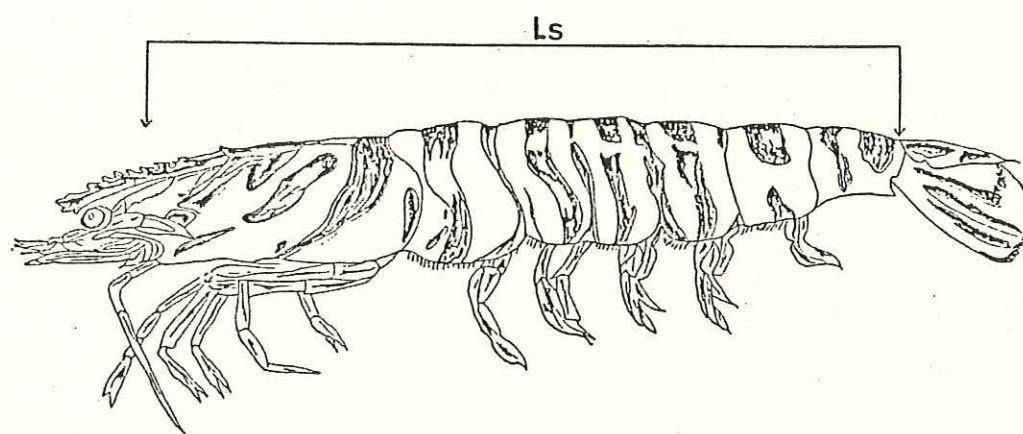


Fig. 2. Longitud standar (Ls).

Durante los tres primeros muestreos, se colocó a cada organismo en un litro de agua y después en 1.5 l, por el rápido crecimiento alcanzado. Las cajas fueron cubiertas con plástico perforado para evitar el escape, manteniendo a los animales en ayuno durante 24h. Después de este tiempo, se sacaron los organismos para las mediciones de crecimiento y se tomaron 5ml del agua, para la cuantificación del nitrógeno amoniacal, mediante el método colorimétrico de Koroleff (1969), modificado para muestras pequeñas como describe Aminot (1983). En este caso se utilizaron 600 μ l de reactivo A, a base de fenol nitroprusiato e igual cantidad de reactivo B, a base de hipoclorito alcalino. Las muestras se efectuaron por duplicado. La absorbancia se midió en celdas de 1 cm³ a 630 nm, en espectofotómetro "Leres".

Las concentraciones fueron calculadas a partir de un standar de sulfato de amonio, efectuado por duplicado. La excreción se determinó en μ mol/org./24h y μ mol/g/24h.

8. Muda

La cuantificación de exoesqueletos, se efectuó diariamente antes del sifoneo en los acuarios de cada dieta. Se consideró el número de exoesqueletos flotantes completos o al menos el cefalotórax. Los resultados fueron

expresados en frecuencia acumulativa del número de muda y en razón del número total de muda entre el número de organismos, ambos por intervalo de tiempo, correspondiente a los muestreos de crecimiento y excreción.

9. Relación Longitud - Peso.

Se calculó la relación longitud - peso, mediante el modelo descrito por Teissier (1948):

$$P = a L^b$$

donde: P = peso del organismo (g)
a = intercepto de la variable dependiente (P)
L = longitud del organismo (Ls en mm)
b = razón de cambio de P en función de L.

La ecuación que expresa esta relación en su forma lineal es:

$$\log (P) = b \log (L) + \log (a)$$

(Teissier, 1960; Hartnoll, 1982); utilizada en la determinación de a y b.

10. Relación Nitrógeno Amoniacal- Peso.

Esta relación se expresa mediante el modelo referido por Zar, (1969):

$$E = c Mc^d$$

donde: E = excreción amoniacal en $\mu\text{mol/org.}/24\text{h}$
c = intercepto de la variable dependiente (E).
Mc = masa corporal en peso fresco (g)
d = razón de cambio de E en función de Mc.

De igual forma, se utiliza la expresión:

$$\text{Log (E)} = d \text{ Log (Mc)} + \text{Log (c)}$$

(Zar, 1969), para obtener los valores de c y d.

12. Métodos Estadísticos.

A partir de los resultados de peso, longitud, y excreción ($\mu\text{mol/org.}/24\text{h}$ y $\mu\text{mol/g}/24\text{h}$), con número de observaciones diferente, se determinó por dieta e intervalo de tiempo; el valor promedio, desviación estandar e intervalo de confianza, del 95%.

Se verificó la normalidad de los datos con la prueba Kolmogorov-smirnov y la homogeneidad de varianzas con el

anàlisis de Bartlett (Sokal y Rohlf, 1981), ambas con un nivel de significación de $\alpha = 0.05$.

Se compararon los resultados mediante anàlisis de varianza de dos vías (Snedecor y Corchran, 1977) considerando como factores, dietas e intervalos de tiempo del experimento. Los resultados en el último muestreo por dieta, se compararon mediante anàlisis de varianza en una vía, efectuándose posteriormente comparación múltiple mediante la prueba SNK (Student Newman Keuls; Sokal y Rohlf, 1981).

En el caso donde las condiciones no resultaron suficientes para efectuar tal anàlisis, se efectuó anàlisis de varianza en una y dos vías, no paramétrico de Wilson (1956).

En los modelos de regresión citados en párrafos anteriores, el ajuste fue por mínimos cuadrados. Se efectuó la prueba "t" de significación para el coeficiente de correlación entre variables (Snedecor y Corchran, 1977; Sokal y Rohlf, 1981).

Se compararon en algunos casos, las curvas ajustadas, mediante anàlisis de covarianza y prueba de comparación múltiple (SNK) para interceptos y pendientes (Sokal y Rohlf, 1981).

III RESULTADOS

1. Composición de las dietas.

La Tabla I., presenta la composición de los alimentos utilizados, en porciento del peso seco de proteínas, lípidos y glúcidos y en porciento del peso total de cenizas y humedad.

Tabla I Composición de los alimentos utilizados.

C: Mytilus galloprovincialis; A1: Loligo sp;

A2: Daphnia sp; A3: Gammarus sp;

A4: larvas de Drosophila sp.

	C	A1	A2	A3	A4
Proteínas*	36.60	41.50	46.60	29.70	47.80
Lípidos*	7.90	0.90	15.60	8.00	18.40
Glúcidos*	18.90	15.90	7.20	6.40	6.90
Cenizas**	12.00	1.30	14.70	1.30	12.00
Humedad**	90.00	81.50	94.00	74.70	90.10

* Porciento del peso seco

** Porciento del peso total

2. Crecimiento

El aumento en longitud promedio en el transcurso del experimento de los organismos bajo los diferentes alimentos probados, se muestra en la Figura 3. El crecimiento en los organismos bajo la dieta A1, fue mayor que los sujetos a las dietas A2, A3 y A4.

Se observan cambios a mediados del experimento en los organismos bajo los alimentos A2, A3 y A4, en relación a los sujetos a la dieta A1, que presenta tendencia similar al control.

Los incrementos en peso (Anexo 2, Tabla IV), presentaron un comportamiento similar al observado en talla.

Las pruebas de normalidad para las muestras de cada dieta e intervalo de tiempo y homogeneidad de varianza resultaron positivas al nivel de significación de 0.05. Se compararon las medias globales de talla y peso, por dieta y por intervalo de tiempo mediante análisis de varianza en dos vías, resultando significativamente diferentes ($P < 0.05$) por el efecto de ambos factores, con presencia de interacción significativa ($P < 0.05$), tanto entre las cuatro dietas probadas, como en relación al control (Anexo 2, Tablas V y VI).

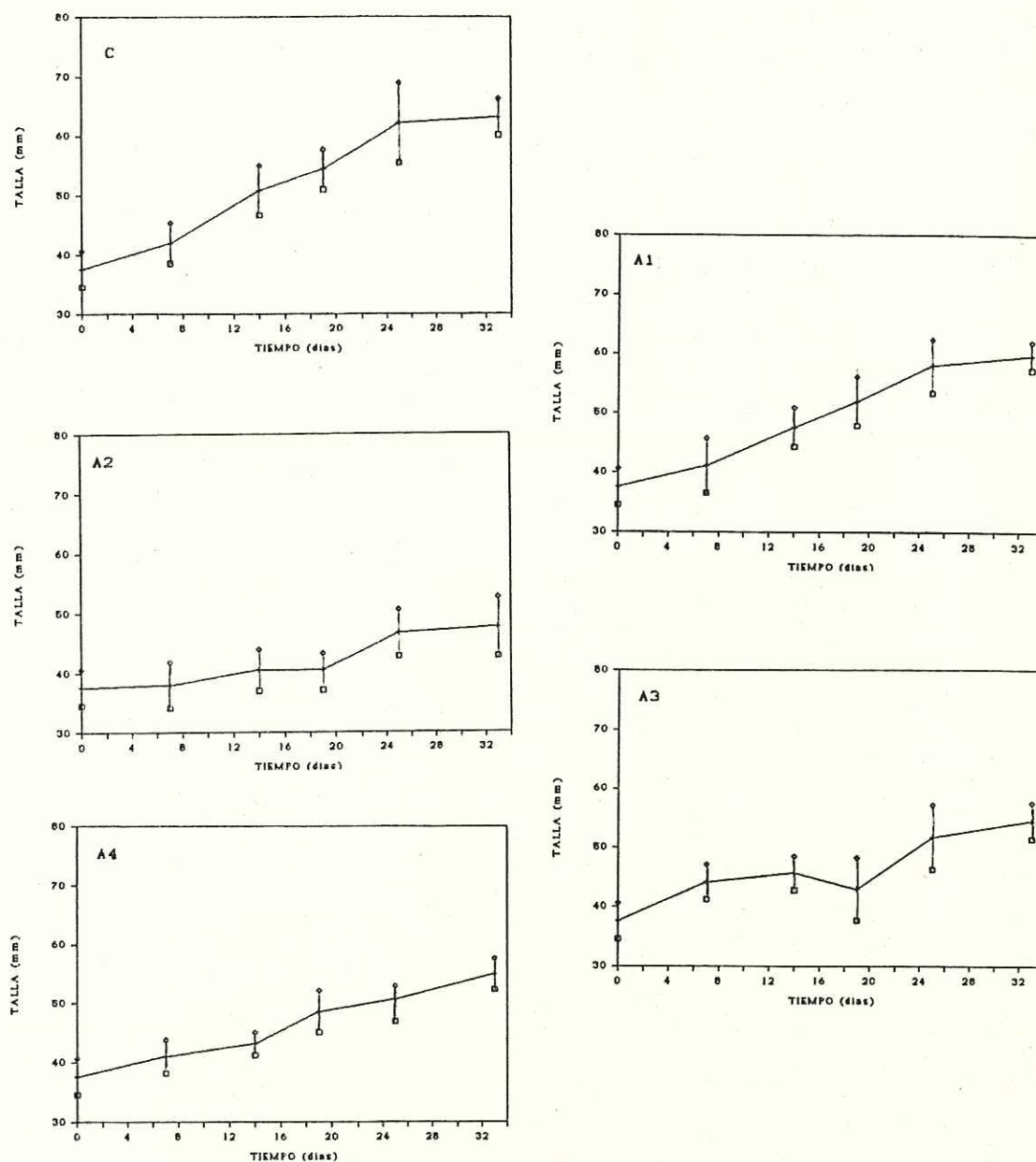


Figura 3. Talla promedio e intervalo de confianza ($P=0.05$) en función del tiempo, por dieta.
 C : *Mytilus galloprovincialis*; A1 *Loligo sp*
 A2: *Daphnia sp*; A3: *Gammarus sp*;
 A4: larvas de *Drosophila sp*.

Los valores finales promedios alcanzados en talla a partir de 37.6 ± 4.65 mm inicial y en peso a partir de 0.96 ± 0.23 g inicial se muestran en la Tabla II.

Tabla II. Crecimiento en peso y talla final promedio, alcanzado por cada grupo alimentado con las diferentes dietas. $\bar{X}$ = valor promedio; σ = desviación estandar. n = número de organismos.

	C			A1			A2			A3			A4		
	$\bar{X}$	σ	n	$\bar{X}$	σ	n	$\bar{X}$	σ	n	$\bar{X}$	σ	n	$\bar{X}$	σ	n
Peso (g)	3.95	1.6	6	3.52	0.18	3	1.57	0.18	6	2.63	0.18	6	2.55	0.43	4
Talla (mm)	63.1	1.5	6	59.6	1.7	3	47.6	5.61	6	54.5	2.69	4	55	2.35	4

Se observan los mayores valores en promedio de talla y peso para los organismos bajo el alimento A1, en relación a los sujetos a las dietas A2, A3 y A4.

Se compararon estos resultados mediante análisis de varianza de una vía obteniendo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las medias alcanzadas (Anexo 2, Tablas VI y IX). La comparación por pares de medias mediante la prueba SNK, presentó diferencias significativas entre el control y las dietas A2, A3 y A4, así como entre la dieta A2 y las dietas A1, A3, y A4 (Anexo 2, Tablas VII y X).

La relación entre peso y longitud, mediante el modelo alométrico $P = a L^b$, por cada alimento utilizado se observa en la Fig. 4. Los coeficientes de correlación fueron altos, y según la prueba "t" de significación para correlación, estos fueron altamente significativos ($P < 0.05$).

Se compararon las medias ajustadas y las pendientes del modelo, mediante análisis de covarianza. Las diferencias entre medias resultaron significativas ($P < 0.05$), por el efecto de las dietas. Las pendientes o tasas de crecimiento alométrico, fueron homogéneas ($P = 0.17$) (Anexo 2, Tabla XI). En el análisis por pares de pendientes SNK, las diferencias entre la dieta control y A2 fueron significativas.

3. Excreción amoniaca

Se presenta en la Figura 5., la relación producción de amonio ($\mu\text{mol/org.}/24\text{h}$), en función de la masa corporal (g) de Penaeus japonicus. Con base en los resultados a partir de la primera semana de alimentación con las diferentes dietas, se observó menor concentración de amonio en los organismos bajo la dieta control; con respecto a las dietas probadas. Entre éstas, se observó una menor excreción de los organismos bajo la dieta A2 con respecto al resto, así como valores máximos similares entre las dietas A1 y A5.

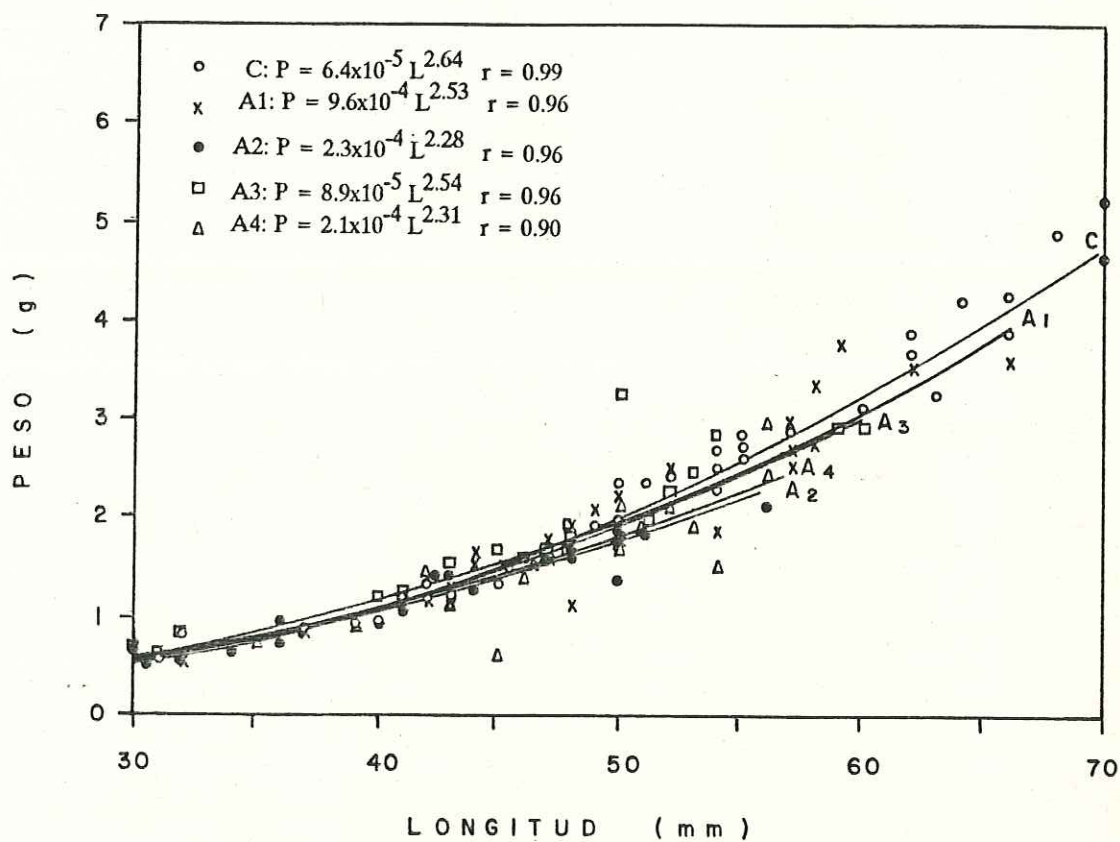


Fig. 4. Relación longitud-peso, de la forma $P = a L^b$, por dieta. C: Mytilus galloprovincialis; A1: Loligo sp; A2: Daphnia sp; A3: Gammarus sp; A4: larvas de Drosophila sp.

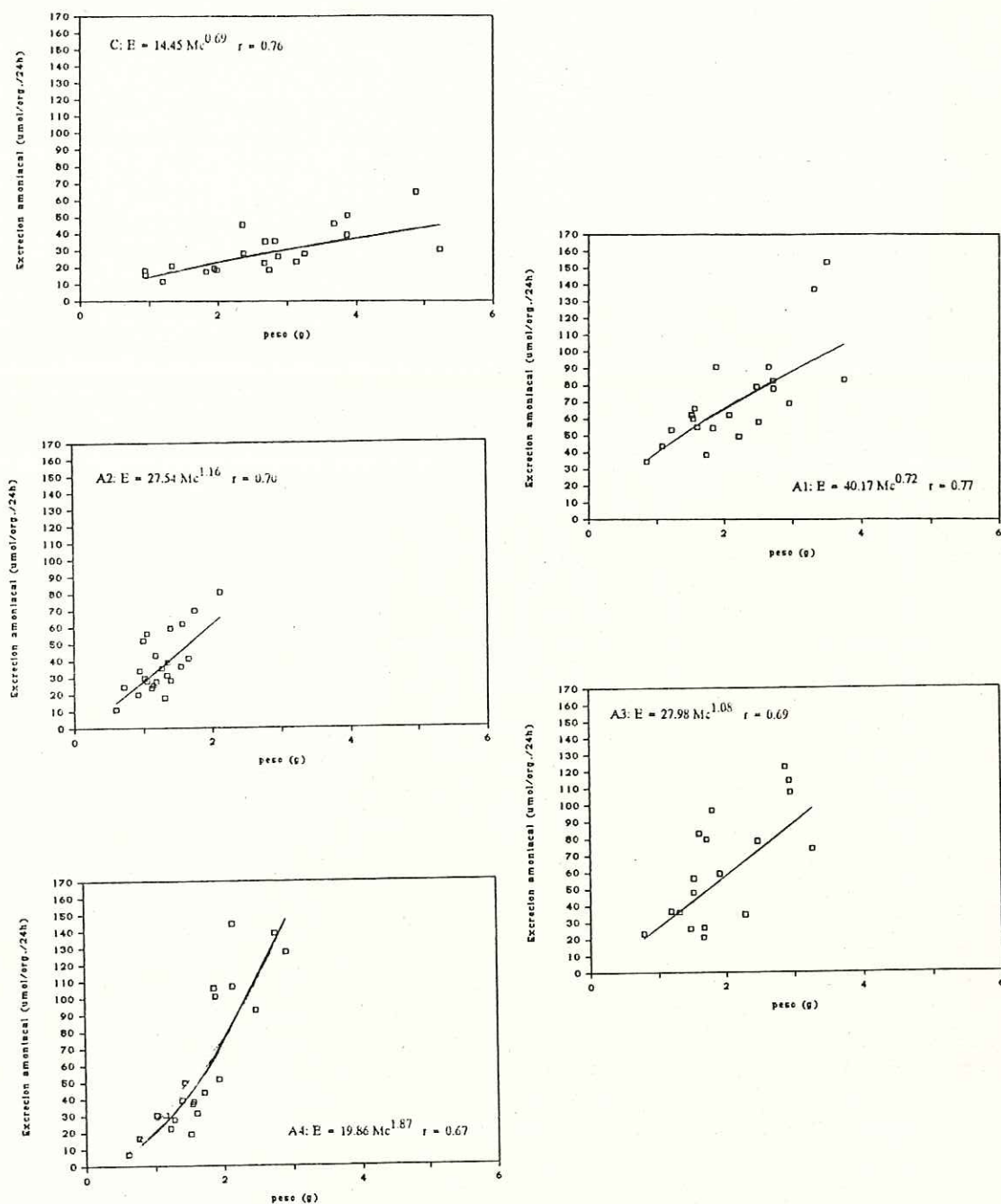


Fig. 5. Excreción amoniaca ($\mu\text{mol/org.}/24\text{h}$) en función del peso (g). C: *Mytilus galloprovincialis*; A1: *Loligo* sp; A2: *Daphnia* sp; A3: *Gammarus* sp; A4: larvas de *Drosophila* sp.

Las pendientes (d), resultantes del modelo $E = c Mc^d$, resultaron mayores en los organismos bajo las dietas A2, A3, y A4 en relación al control y a la dieta A1 que presentan pendientes de 0.69 y 0.72, respectivamente.

Se compararon las medias de excreción por organismo ajustando el efecto del peso (Fig. 5), producto de las diferentes dietas y las pendientes mediante análisis de covarianza. En el análisis, considerando el control, las medias de excreción resultaron significativamente diferentes ($P < 0.05$), y de igual forma las pendientes (Anexo 2, Tabla XIII). En la comparación múltiple (SNK) de medias o interceptos, sólo se presentaron diferencias significativas entre el control y las 4 dietas experimentadas. Mediante el mismo análisis sin considerar el control, las diferencias entre medias no fueron significativas, entre pendientes las diferencias si lo fueron ($P < 0.05$) (Anexo 2, Tabla XIV). En la comparación múltiple de pendientes (SNK) solamente fueron significativas las diferencias entre la dieta A1 y A4.

Las tasas específicas de excreción amoniacal ($\mu\text{mol/g/24h}$) en función del peso (g), se muestran en el Anexo 1, Fig 10.

En la Figura 6. se presenta la producción de amonio por unidad de peso ($\mu\text{mol/g/24h}$), con respecto al tiempo por dieta. Los organismos bajo la dieta control presentan una tendencia a disminuir, así como menor producción de amonio

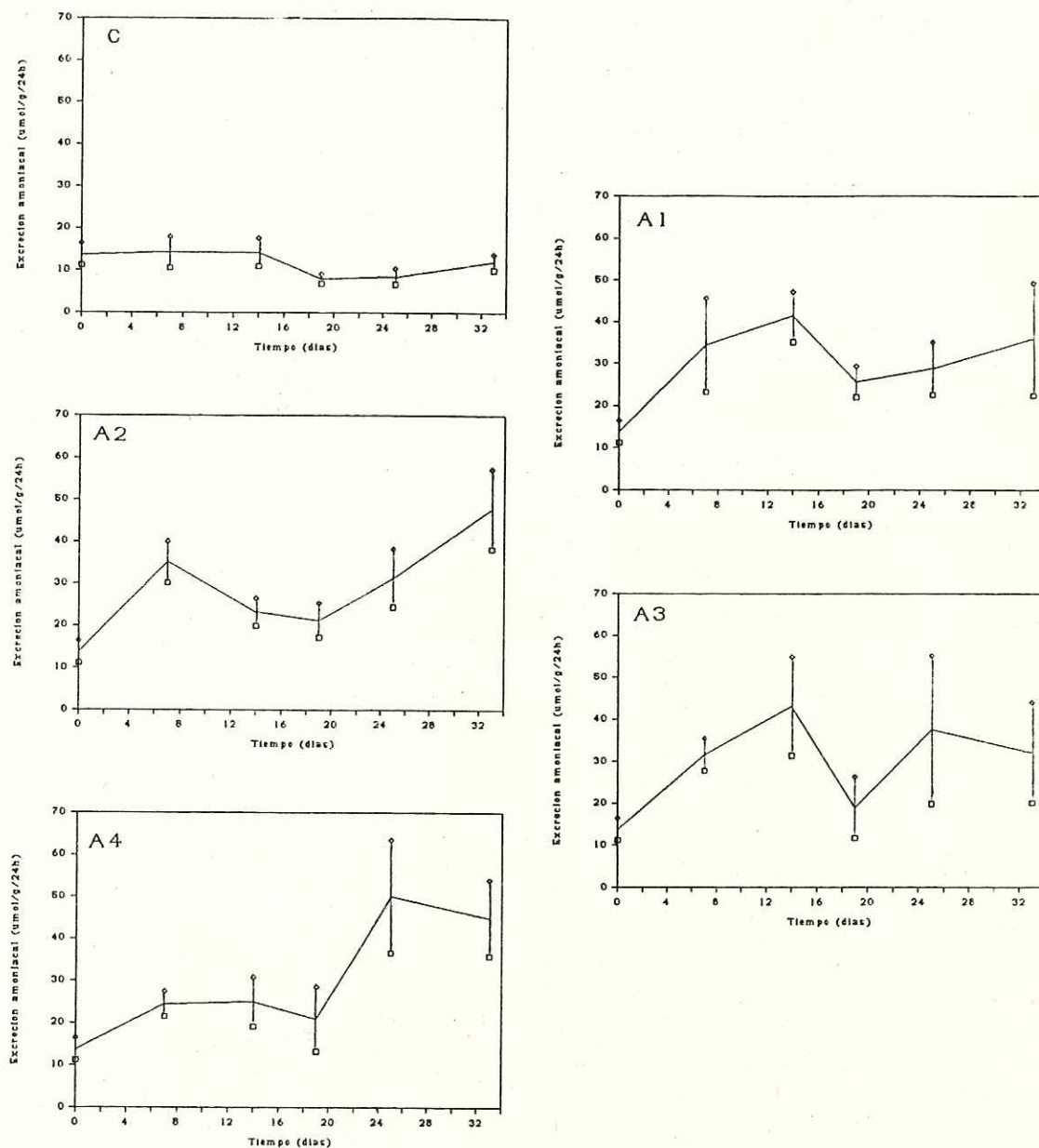


Fig. 6. Excreción amoniaca ($\mu\text{mol/g/24h}$) promedio e intervalo de confianza ($p = 0.05$), en función del tiempo. C: *Mytilus galloprovincialis*; A1: *Loligo sp.*; A2: *Daphnia sp.*; A3: *Gammarus sp.*; A4: larvas de *Drosophila sp.*

en relación a los organismos bajo las dietas probadas, que muestran un patrón similar de fluctuación, con menores incrementos a mediados del experimento. La relación de tal patrón entre las dietas experimentales es más claro entre las dietas A1 y A3, que tienden a aumentar durante los dos primeros intervalos de tiempo, y a disminuir hacia el tercero con un aumento hacia el final. Entre las dietas A2 y A4, la excreción disminuye desde el segundo intervalo de tiempo y aumenta al igual que el resto.

Los resultados de excreción de amonio por organismo ($\mu\text{mol/org.}/24\text{h}$) promedio en función del tiempo presentan comportamientos similares (Anexo 1, Fig. 11.)

Debido a los resultados negativos de la prueba de Bartlett en la constatación de homogeneidad de varianzas, las medias de excreción por gramo se compararon mediante el análisis de varianza en dos vías no paramétrico de Wilson. Factores: alimentación y tiempo. En el análisis considerando el control a partir de la primera semana de experimentación, las diferencias por el efecto de las dietas, fueron altamente significativas ($P < 0.05$). El efecto del tiempo, no fue significativo ($P = 0.053$), y no se presentó interacción entre las dietas y el tiempo sobre la excreción. (Anexo 2, Tabla XV). Sin considerar el control, mediante el mismo análisis, las diferencias por efecto de las dietas, no fueron significativas, y sí lo fueron por

efecto del tiempo ($P < 0.05$). No se presentó interacción entre estos dos factores (Anexo 2, Tabla XVII).

Se efectuó análisis de varianza de Wilson en una vía. Factor dieta, para la excreción de amonio por gramo, en el último día de experimentación. Los resultados (Anexo 2, Tablas XVI y XVIII) fueron iguales al análisis de dos vías antes mencionado, por el efecto del factor dieta.

Se efectuaron las pruebas estadísticas mencionadas por métodos paramétricos, resultando muy similares. La prueba posterior de comparación múltiple, mostró diferencias significativas solamente con respecto al control por el efecto de la dieta.

4. Muda

La Figura 7. muestra las frecuencias acumuladas de mudas para los intervalos de tiempo correspondientes a las cuantificaciones en crecimiento y excreción, por dieta.

Los organismos bajo la dieta A1, presentan frecuencias semanales similares al control, en menor escala.

Las frecuencias menores, corresponden a las dietas A2 y A4, en contraste el mayor número de mudas totales acumuladas, corresponden a los organismos sujetos a la dieta A3.

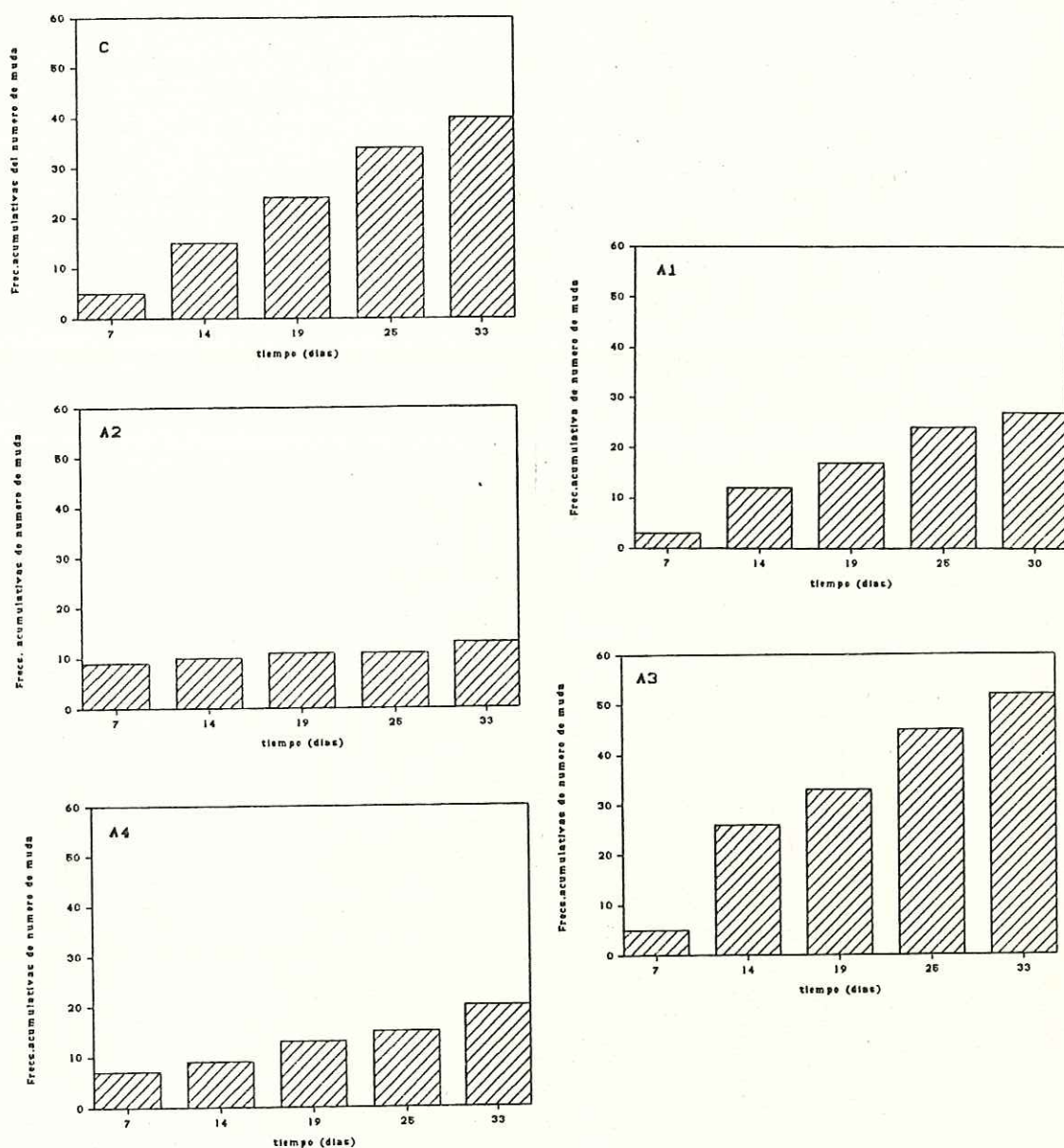


Fig. 7. Frecuencia acumulativa del número de muda, por intervalo de tiempo. C: Mytilus galloprovincialis; A1: Loligo sp; A2: Daphnia sp; A3: Gammarus sp; A4: larvas de Drosophila sp.

La Figura 8. presenta la razón del número de mudas, entre el número de organismos por intervalo de tiempo de cada grupo de organismos por dieta. Se observa un descenso en las curvas de los organismos bajo las dietas: Control, A1 y A3, hacia la tercera semana y finales del experimento. Las curvas de las dietas A2 y A4 denotan un comportamiento similar, con desfase en tiempo.

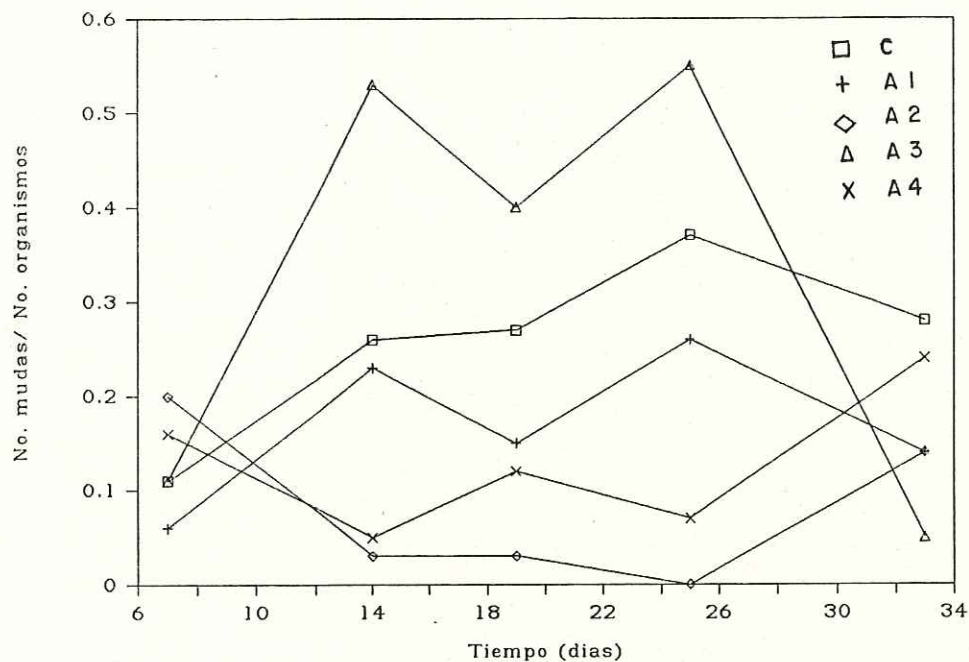


Fig. 8. Razón entre el número de mudas y los organismos totales por intervalo de tiempo. C: Mytilus galloprovincialis; A1: Loligo sp; A2: Daphnia sp; A3: Gammarus sp; A4: larvas de Drosophila sp.

IV DISCUSION

Los resultados de crecimiento y excreción amoniacal en postlarvas de Penaeus japonicus muestran diferencias entre las medias globales, por el efecto de las dietas y por el tiempo de exposición a las mismas.

Los diferentes efectos de las dietas en el crecimiento, y las diferencias por el efecto del tiempo, que se observaron en el análisis de varianza efectuado, constatan los diferentes incrementos en talla y peso observados. La interacción entre el factor dieta y el factor tiempo, muestra la dependencia de las variables sobre el desarrollo observado (Anexo 2, Tablas V y VIII).

La dieta A1 a base de Loligo sp resultó la más eficiente por su mayor incremento en talla y peso, con un comportamiento en el tiempo similar al control Mytilus galloprovincialis, (Fig. 3.; Anexo 2, Tabla III). Entre estas dietas, no se presentaron diferencias significativas de los últimos incrementos en talla y peso (Tabla I) mediante la comparación múltiple. Mediante tal comparación, las diferencias fueron significativas entre el control y las dietas A2, A3 y A4 (Daphnia sp, Gammarus sp y larvas de Drosophila sp), que generaron un menor crecimiento en los organismos. La dieta a base de Daphnia sp se consideró como la menos eficiente en base al más bajo crecimiento, mismo

que resultó significativamente diferente al observado bajo las dietas restantes (Anexo 2, Tablas VII y X).

Las medias ajustadas al modelo $P = a L^b$ (Fig. 4), resultaron significativamente diferentes (Anexo 2, Tabla XI), constatando lo dicho en cuanto al efecto de las dietas en el crecimiento. Las tasas de crecimiento (b), resultaron similares, sin embargo se observa más claramente en la dieta control una tasa tendiente a una relación cúbica, generalmente observada en el crecimiento de crustáceos (Mayrat, 1967; Harnoll, (1982). Las pendientes mediante análisis de covarianza resultaron homogéneas. Sin embargo en esto puede estar influyendo el efecto del tiempo de adaptación debido al cambio de dieta, dada la baja probabilidad en la constatación de tal homogeneidad (Anexo 2, Tabla XI).

Se observó una relación entre el crecimiento y el contenido de proteínas, lípidos y glúcidos en las dietas experimentales (Tabla II).

Entre los requerimientos esenciales en crustáceos, considerados por Dall y Moriaty (1983), destacan aquellos sin los cuales no hay crecimiento: los necesarios para la síntesis (proteínas) y para los gastos energéticos (lípidos y glúcidos). Penaeus japonicus, requiere entre 52 y 57% de proteínas de origen animal principalmente (Deshimaru y Yone, 1978; Kanazawa 1984), del 6 a 8% de lípidos de diversas fuentes conteniendo cierto equilibrio de ácidos

grasos esenciales (Deshimaru y Kuroki 1974; Cuzon et al., 1976; Kanazawa 1984). Según Galois (1981), en esta especie el contenido de lípidos tiene gran importancia en los gastos energéticos, ocasionados por la muda y el ayuno en la reconstitución de ciertos tejidos. El aprovechamiento de carbohidratos ha sido demostrada en larvas de P. japonicus (Teshima y Kanazawa, 1984), más no se encontró información de los requerimientos en postlarvas. Pudiera ser que la importancia después del estadio larval sea menor debido al cambio de enzimas (reflejado por un aumento de proteasas), que se observa en esta misma especie debido al cambio de alimentación característico (Laubier-Bonichon et al., 1977), por lo cual se considera el contenido más adecuado en cultivo (juveniles) de 19 - 20% (Kanazawa, 1984), muy similar al contenido óptimo de carbohidratos para P. monodon de 20% (Bautista, 1986).

En las dietas A2 y A4, que presentaron bajo crecimiento, se observan los más altos contenidos en proteínas, bajo contenido de carbohidratos y un alto contenido de lípidos. Los dos últimos, parecen afectar principalmente el desarrollo resultante, en especial el contenido en lípidos (15 -18%), ya que según Bautista (1986), cuando el camarón es alimentado con una cantidad de lípidos mayor de la que normalmente puede tolerar, pueden acumularse rápidamente causando un desequilibrio entre la razón proteína/energía, y generar efectos adversos en la

función metabólica normal, produciendo bajo crecimiento o mortandad. La deficiencia en ciertos ácidos grasos esenciales puede ser determinante en tal efecto, sin embargo en bioensayos con diferentes porcentajes de una misma fuente de lípidos, se han obtenido bajos crecimientos con 12% en Penaeus japonicus (Deshimaru y Yone, 1974) y efectos adversos con 15% en P. monodon (Bautista, 1986).

A la poca eficiencia en la dieta A3, que contenía bajo nivel de proteínas, se le atribuye el limitado crecimiento, aún cuando su proporción de lípidos fue adecuada y los glúcidos fueron similares a las dietas A2 y A4.

La dieta que originó el mayor crecimiento (A1), presentó alto contenido de proteínas (41.5%), un bajo porcentaje en lípidos (0.91%). Esto último que se observó como un bajo contenido, resultó cercano a lo referido por Kahn et al., (1974) para Loligo sp (1.7%). Los glúcidos en esta dieta se observan más altos que en el resto de dietas experimentales. Por el crecimiento tan similar al del control, podría pensarse en el alto valor nutricional en la calidad de los lípidos contenidos en la dieta (como ciertos ácidos grasos esenciales tal como el linolénico; esteroides tal como el colesterol), que han sido demostrados como precursores de desarrollo en P. japonicus (Kanazawa et al., 1971; Kanazawa et al., 1976; Kanazawa et al., 1977; Kanazawa et al., 1979).

La dieta más eficiente (Loligo sp) ha dado altos rendimientos en peneidos, al igual que los bivalvos del género Tapes o Mytilus (Shigueno, 1975).

En general los moluscos cefalópodos han sido propuestos como una opción más económica que el alimento vivo, como complemento de alimentos compuestos balanceados o como fuente en la elaboración de harinas para la preparación de tales alimentos (Shigueno, 1975; Fenucci y Zein-Eldin, 1976; Cruz-Suárez et al., 1984). Ceccaldi (1986), menciona la utilización de esta dieta en forma congelada en Estados Unidos. CNEOX (1983), la sugiere para asegurar un buen porcentaje de sobrevivencia en preengorda, y para la manutención de progenitores de P. japonicus en Francia.

Cruz Suárez y Guillaume (1983), hablan de un factor no determinado de crecimiento con el uso de la proteína de calamar en peneidos. Las investigaciones sobre otros crustaceos aún se están desarrollando (Cruz Suárez 1986, com. pers.).

Sobre el uso de las dietas A2 y A3 (ambos crustáceos), no se cuenta con información acerca de su utilización en el cultivo de ésta especie. Daphnia sp, se cultiva desde hace muchos años para picifactorías de agua dulce y acuarios (Coll Morales, 1983).

De Gammarus sp no se tienen datos referentes a su uso como dietas para algún tipo de organismo. Ceccaldi (1978)

menciona que hasta un 14% de crustáceos se han determinado en la alimentación total ingerida por Penaeus keraturus, así mismo, Ceccaldi (1986), refiere la utilización de plancton (Krill) como alimento en cultivos de peneidos en Japón, esto sugiere un cierto aprovechamiento de tal tipo de alimentación natural en peneidos.

En general el aprovechamiento de crustáceos de menor nivel trófico sin importancia económica o los desechos quitinosos, ha sido en dietas compuestas. Estas pueden contener un cierto porcentaje de harina ya sea de cabezas o de camarón total.

Colvin (1976), asegura un mejor crecimiento con mezclas de harina de camarón y de pescado que con una u otra fuente por sí misma, esto sugiere que en la alimentación en postlarvas de camarón la utilización de este tipo de dieta puede ser parte complementaria, debido a que la quitinaza precursora de la digestión de quitina del exoexqueleto, está presente en estos organismos. Por otra parte el exoexqueleto contiene de 14 a 22% y 13 a 15% de proteínas, en camarón y cangrejo respectivamente (Ashford et al., 1977; citado por Knorr, 1984), la calidad de las mismas puede ser muy variable por los diversos aminoácidos que las constituyen (Claybrook, 1983).

Las larvas de Drosophila sp, que presentaron bajo crecimiento en este experimento, han dado buenos resultados

en peces y en la manutención de postlarvas de camarón PL 10-20 (Marangos, 1986 com. pers.), la idea de su utilización en zonas tropicales debe ser considerada por la relativa facilidad de su obtención en tales lugares.

La excreción amoniaca ($\mu\text{mol/org.}/24\text{h}$) con respecto a la masa corporal (g), como se observó en la Figura 6, presentó menor producción de amonio en la dieta control, significativamente distinta a las dietas probadas (Anexo 2, Tabla XIII). Entre estas últimas dietas se observó una menor producción de amonio en los organismos bajo la dieta A2. Las medias ajustadas al modelo $E = c \text{ } M c^d$, no presentaron diferencias significativas (Anexo 2, Tabla XIV). Sin embargo, esta información no se puede interpretar verazmente dado que las pendientes resultaron desiguales.

No se observó relación alguna a la proporción del contenido de proteína (Tabla I). La dieta A2 con contenido alto, presentó concentraciones menores de excreción. La dieta A3 de bajo contenido, presentó concentraciones mayores, muy cercanas a lo producido bajo las dietas A1 y A4 con altos contenidos proteínicos.

Claybrook (1983) explica que la liberación de amonio, producto principal del metabolismo del nitrógeno, está ligada a la completa degradación de constituyentes nitrogenados, tales como ciertas proteínas y aminoácidos principalmente. Por lo anterior, la excreción en las dietas A2 y A3 puede estar afectada por la calidad de los

aminoàcidos en las proteínas tal como se ha mostrado en mamíferos (Kiriyama e Iwao, 1964; Brown y Cline, 1974). No se descarta a este respecto los efectos de una baja digestibilidad (Nitsan y Liener, 1975) de las dietas, aún cuando es marcada la capacidad en crustáceos en la degradación y aprovechamiento de la quitina mencionada anteriormente. Neehedam (1957), citado por Parry (1960), reporta una relación positiva del contenido de nitrógeno en la dieta a las concentraciones de excreción nitrogenada en el cangrejo Carcinus maenas; Regnault (1977) presenta una relación proporcional entre el contenido de proteínas y la excreción amoniacal en el camarón de arena Cragnon cragnon.

La razón de cambio (d) de excreción ($\mu\text{mol/org.}/24\text{h}$) con respecto a la masa corporal (g) encontrada en las dietas A2, A3 y A4 (Fig. 5.) fueron mayores que la del control ($d = 0.69$) y que la dieta A1 ($d = 0.77$), mismo que es atribuido a los diferentes grados de adaptación por el cambio de alimentación durante las primeras semanas de experimento. Según Campbell (1973), la presencia y concentración de productos finales en la excreción, es un indicador de la regulación de los cambios de factores. El cambio de un factor a corto plazo (en este caso las dietas probadas), puede afectar con una inhibición de retroceso. En cambio, una regulación a largo plazo (la dieta control) puede estar afectada por la inducción (observada también por el crecimiento) o represión enzimática. La dieta A1,

que presentó la mayor eficiencia, pudo contener elementos nitrogenados y enzimáticos muy similares a la dieta control que generaran menores gastos metabólicos y por ende tasas de excreción muy cercanas.

Las tasas de excreción en la dieta control y en la dieta A1, fueron mayores a las reportadas por Dagg (1977), para Calliopius laeviusculus (0.51 - 0.56), y muy similar a otras generalmente obtenidas según Zar, (1967), en relaciones de metabolismo estandar con respecto al peso corporal.

La excreción amoniacal por unidad de masa ($\mu\text{mol/g/24h}$), bajo la dieta control tendió a disminuir moderadamente conforme el aumento en tiempo de experimento (Fig. 6.), esto se explica por la tendencia de los organismos a aminorar sus gastos energéticos y en sí el metabolismo, conforme crece.

Este comportamiento o efecto específico, ha sido mostrado en Calanus sp (Corner et al., 1965), en Macrobrachium rosebergii (Nelson et al., 1977), más no ha sido observado en estudios bajo pequeños intervalos de peso (Regnault, 1979).

Las diferencias de excreción por gramo mediante el análisis de varianza en dos vías de Wilson, debido al tiempo (Anexo 2, Tabla XV) no fueron significativas. Sin embargo dada la probabilidad (0.053) los efectos del tiempo son importantes globalmente, puesto que los resultados

estàn afectados por el poco cambio observado en el tiempo de la excreción por gramo, del control. Los efectos de la dieta fueron significativos considerando el control, y mediante el mismo análisis sin considerarlo control (Anexo 2, Tabla XVII), no se observaron diferencias significativas. Esto resultó igual que en el análisis de medias ajustadas al modelo $E = c Mc^d$, debido posiblemente a la fuente de error por considerar el peso húmedo y principalmente a las diferencias en el proceso de muda.

Esto se observa en la Figura 6. donde las dietas probadas presentaron un patrón de comportamiento similar, tendiente a disminuir a mediados del experimento, con mayores intervalos de excreción entre las dietas A1 y A3, durante las primeras semanas, con respecto a las dietas A2 y A4.

En la razón del número de mudas entre el número de organismos (Fig. 8.), durante el experimento se observó una relación inversa entre la razón correspondiente a las dietas A1 y A3, en relación a las dietas A2 y A4.

Regnault (1977), reporta en Cragnon cragnon un comportamiento similar de excreción ($\mu\text{mol/g/24h}$), tendiente a disminuir, hacia las tres semanas de observación; y aumentar, hacia las cuatro semanas con un cierto ciclo en el tiempo. Asimismo, menciona altas variaciones debido a las diferencias en el proceso de muda entre los organismos. El acortamiento en tiempo de las fluctuaciones en excreción

y muda, pueden ser debidas al tiempo del ciclo de muda que en Penaeus japonicus, con un peso entre 2g y 5g, es de 9 días (CNEXO, 1983).

Regnault (1979), determinó un intervalo de excreción entre 0.2 y 10 $\mu\text{mol/g/h}$ durante el proceso de muda, relacionando tal patrón al catabolismo de proteínas y proceso de síntesis. Esto en crustáceos representa dos fases caracterísiticas de la activa síntesis de proteína en el crecimiento celular (Skinner, 1966).

Las variaciones en los datos de excreción producto de los organismos bajo la dieta A3, coinciden con las mayores frecuencias en mudas (Fig. 7.), asimismo tal dieta originó bajo crecimiento (Tabla 1.), que pudo estar generado por la baja calidad del alimento, como se mencionó anteriormente, entre otros factores. Este acortamiento del proceso de intermuda puede a mediano plazo generar baja sobrevivencia por tal alteración metabólica (Hartnoll, 1983).

En la dieta A2 donde se observa la menor frecuencia en muda y el menor crecimiento, las variaciones en sí son menores, observándose una tendencia más clara al aumento de la variación con respecto al aumento de peso, generalmente observado en el desarrollo de los organismos. Las frecuencias en mudas para la dieta A4 se presentaron periódicas y bajas en número, de acuerdo al bajo crecimiento. La dieta A1, mostró un comportamiento periódico similar al control, lo que puede constatar la

eficiencia de la dieta. Este tipo de comportamiento según Hartnoll (1983), se presenta cuando las dietas tienen la calidad requerida en los crustáceos, misma dieta que mostró una producción de amonio tendiente a disminuir con el peso ganado.

La fluctuación en excreción ($\mu\text{mol/g/24h}$) producida por la dieta control y por el resto durante el experimento, no se puede relacionar a datos de trabajos recientes de excreción amoniaca (Spaargaren et al., 1982), para Penaeus japonicus. Esto se debe a las diferencias en cuanto a las condiciones del análisis químico del amonio, a los parámetros fisicoquímicos controlados y a las variaciones por la forma de considerar la masa corporal.

En general las concentraciones promedio de $\text{NH}_4\text{-N}$ excretadas por animal, en las dietas probadas, fueron altas. Esto sugiere un cierto efecto del cambio de alimentación en la producción de amonio, que en ciertos límites puede ser determinante en la toxicidad del medio, para el desarrollo y la sobrevivencia de crustáceos de cultivo (Wickins, 1976 citado por Cictus 1983; Mevel, 1983).

V CONCLUSIONES

1. El crecimiento en postlarvas de Penaeus japonicus està significativamente afectado por las diferentes dietas experimentadas.
2. La dieta màs eficiente por el alto crecimiento observado en P. japonicus, fue la basada en Loligo sp. Entre las dietas experimentales que generaron menor crecimiento, a base de Gammarus sp., larvas de Drosophila sp y Daphnia sp, ésta última resultó la menos eficiente.
3. La excreción amoniaca por gramo ($\mu\text{mol/g/24h}$) de P. japonicus, no presentó diferencias significativas entre las cuatro dietas experimentadas, màs sí se observaron estas diferencias con respecto a la dieta control a base de Mytilus galloprovincialis.
4. Las tasas de excreción (d) por organismo ($\mu\text{mol/org./24h}$) con respecto a la masa corporal (Mc), presentaron diferencias significativas entre las dietas experimentadas y con respecto a la dieta control.

5. Las menores tasas de excreción (d) corresponden a los organismos alimentados bajo la dieta control y la dieta más eficiente en crecimiento (Loligo sp), e inversamente, las mayores tasas de excreción corresponden a los organismos alimentados bajo las dietas menos eficientes.

VI LITERATURA CITADA

- AMINOT A., 1983. Dosage de l'azote ammoniacale. En: Manuel des Analyses Chimiques en Milieu Marin: 107 - 108. Ed. CNEEXO, Paris.
- ASHFORD N. A., Hattis D., y Murray, A. E., 1977. Industrial prospects for chitin and protein from shellfish wastes. MIT Sea grant Report, Mitsg 77-3, Mit. Cambridge, Mass.
- BATREL Y. e Y. Le gal, 1983. L'utilization de l'azote mineral: points d'entre et terminaux enzymatiques. Oceanis 9(3):125 - 142.
- BAUTISTA M., 1986. The response of Penaeus monodon juveniles to varying protein/energy ratios in test diets. Aquaculture, 53:229 - 242.
- BLIGH E. y W. J. Dyer, 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian jour. of Biochem. and Physiol., 37(8):911 -917.
- BROWN J. A. y T. R. Cline, 1974. Urea excretion in the pig: an indicator of protein quality and amino acid requirements. Jour. Nutr. 104:542-545.
- CAMPBELL J. W., 1973. Nitrogen excretion. En: Comparative Animal Physiology, Vol. 1. Prosser C. L. (3rd ed). Toronto Canada. Saunders Co. p 279 - 306.
- CAMPILLO A. y Luquet P., 1975. Influence du taux de proteines sur la croissance ponderale de Palemon serratus (Pennant) elevee au laboratoire. Rev. Trav. Inst. Peches Marit., 39(4):407-414.
- CICTUS, 1983. El Cultivo del Camarón Azul, Penaeus stylirostris, (Stimpson). Rodriguez M. y Reprieto G. (eds). CICTUS. 125pp.
- CECCALDI H. J., 1978. La nutrition des crustaces. Oceanis, 4(1):55 - 62
- CECCALDI H.J., 1986. Digestion et secretions digestives chez les crustaces. Oceanis, 12(1):31 - 49.
- CLAYBROOK L. D., 1983. Nitrogen metabolism. En: The Biology of Crustacea. Vol. 5. Bliss (ed). New York. Academic press. p 165 - 213.

- CNEXO, 1983. La Crevette. Fiches biotechnique d'aquaculture. Ed.CNEXO. 31pp.
- COLL MORALES J., 1983. Acuicultura Marina Animal. Ediciones Mundiprensa, Madrid. 670 pp.
- COLVIN, P. M., 1976. Nutritional studies on Penaeid prawns: protein requirements in compounded diets for juvenile Penaeus indicus (Milne Edwards). Aquaculture, 7:315 -326.
- CONOVER R. J., y E. D. S. Corner, 1968. Respiration and nitrogen excretion by some marine zooplankton in relation to their life cycles. Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K. 48:49 - 75.
- CORNER E. D. S., C. B. Conway y S. M. Marshall, 1965. On the nutrition and metabolism of zooplankton. III. Nitrogen excretion by Calanus. Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K. 45:429 - 442.
- CORNER E. D. S. y B. S. Newell, 1967. On the nutrition and metabolism of zooplankton. IV. The forms of nitrogen excreted by Calanus. Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K. 47:113 - 120.
- CRUZ SUAREZ L. E., Guillaume J. y A. Van Wormhoudt, 1984. Effects of various levels of squid protein on growth and some biochemical parametres of Penaeus japonicus (Bate) juveniles. 1st Intern. Conf. on the culture of penaeid prawns/shrimps. (Philippines), 10p.
- CRUZ SUAREZ L.E. y Guillaume, 1983. Facteur de croissance inconnu de la farine de calmar pour la crevette japonaise: localisation de ce facteur. CIEM, Comite de la Mariculture, CMF: 14.
- CUZON G. A., Michel A., Griessinger J. M., Martin J. L., Calvas J. y J. F. Le Bitoux, 1976. Resultats experimentaux sur Penaeus japonicus specifite des besoins en proteines, importance des acides gras. Conf. Tech. FAO, sur l'Aquaculture. 1 - 5 p.
- DAGG M. J., 1976. Complete carbon and nitrogen budgets for the carnivorous amphipod Calliopius laeviusculus (Kroyer). Int. Revue Ges. Hydrobiol. 61:279 - 357.
- DALL W. y D. J. Moriaty, 1982. Functional aspects of nutrition and digestion. En: The Biology of Crustacea. Vol. 5. Bliss (ed). New York, Academic Press. p. 215-251.

- DESHIMARU, O. y Kuriki, K., 1974. Studies on a purified diet for prawn. I Basal composition of diet. Bull Jpn. Soc. Sci. Fish., 40:413 - 419.
- DESHIMARU, O. y Yone Y., 1978. Otimun level dietary protein for prawn. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 44:1395 - 1397.
- DUBOIS M., K. A. Guilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers, y F. Smith 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analitical Chemistry, 28:350 - 356.
- FENUCCI J. L. y Z. P. Zein-Eldin, 1976. Evaluation of squid mantle meal as a protein source in penaeid nutrition. FAO Tech. Conf. Aquaculture. Kyoto Jap. 9pp.
- GALOIS R., 1980. Le metabolisme des lipides chez Penaeus japonicus (Bate): teneur en eau et incorporation de lipides dans les tissus au cours du cycle d'intermue. Tethys 9(4):371 - 377.
- GUILLAUME J., 1986. La nutrition proteique des crustaces. Oceanis, 12(1):11 - 19.
- HARTNOLL R., 1982. Growth. En: The Biology of Crustacea. vol. 2. Bliss, (ed). New York, Academic press. p. 113 - 196.
- HIRATA T., 1984. Elevage de Penaeus japonicus (Bate), a l'Echelle Pilote. These Doc. d'Univ. des Sci. et Tech. du Languedoc, France. 119 pp.
- JACOBSEN T. R. y G. W. Comita, 1976. Ammonia-nitrogen excretion in Daphnia pulex. Hidrobiologia 51:195 - 200.
- KAFUKU T. y H. Ikenoue, 1983. Modern Methods of Aquaculture in Japan. 216 pp.
- KAHN L.N., Berk L., Pariser E. R. Goldblith S. A. y J. M. Flink, 1974. Squid protein isolate: efect of processing conditions on recovery yields. Jour. of Food Science. 39:592 - 595.
- KANAZAWA A., 1984. Nutritional requeriments and artificial diets of kuruma shrimp Penaeus japonicus. Noaa Proc. 9th and 10th U. S. Japan meet. on Acuaculture Senderman (Ed) 3- 7 p.

- KANAZAWA A., Tanaka N., Teshima S., y K. Kashiwada, 1971. Nutritional requeriments of prawn. II. Requeriments for sterols. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 37 (10):1015 - 1019.
- KANAZAWA A., Teshima S., y Tanaka N., 1976. Nutritional Requirements of Prawn - V. Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ. 25(1):47 - 51.
- KANAZAWA A., Teshima S. y Tokiwa S., 1977. Nutritional Requirements of Prawn - VII. Effect of Dietary Lipids on Growth. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 43 (7):849 - 856.
- KANAZAWA A., Teshima S., Tokiwa S., y H. J. Ceccaldi, 1979. Effects of dietary linoleic and linolenic acids on growth of prawn. Oceanologica Acta, 2(1):41 - 47.
- KERARON A., 1983. Contribution a l'elevage de la crevette Penaeus japonicus en marais atlantique. Station CNEXO - Aqualive Noirmoutier. Diplome d' etudes Sup. Specialisees de Cultures Marines. Univ. de Caen. 43 pp.
- KIRIYAMA S. y A. Iwao, 1964. Effect of dietary amino acid balance on the excretion of urinary N compounds and their ratios. Agric. Biol. Chem. 20:307-312..
- KNORR Dietrich, 1984. Use of chitinous polymeres in food. Food Technology. Jan. 85 -97 p.
- KOROLEFF, F., 1969. Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. ICES, C.M. 1969/C: 9 Hydr. Comm.
- LAUBIER - BONICHON A., Van Wormhoudt A. y D. Sellos, 1977. Croissance larvairecontrollee de Penaeus japonicus (Bate). Enzymes digestives et changements de regimes alimentaires. Actes de Coloques du CNEXO, 4:131- 145.
- Le GAL Y., 1986. L'excretion azote chez les crustaces. Resumes des conferences. Colloque, La Nutrition des Crustaces et des Insectes. Paris. 22 pp.
- LOWRY O. H., Roserough N. J., Farr A. L. y J. Randal, 1951. Protein measurement with the Folin Phenol reagent. Jour. Biol. Chem. 193: 265 - 275.
- LUCET P., Cavailles M., y J. L. Charriux, 1984. Elevages lagunaires de crevetes peneides en Languedoc Rousillon. CEPLAMAR, CNEXO, Station Deva Sud. 29 p.

- MARANGOS Ch., Guissi A. y H. J. Ceccaldi, (En preparación).
Temperature et salinite sur l'excretion ammoniacale et
les acides amines libres chez Penaeus japonicus.
- MAYRAT, A., 1967. Croissance et developpement chez les
crustaces. Leur etude biometrique (avec quelques
remarques sur les insectes). Mem. Inst. Fond. Afrique
Noire, A, 21(1):21 - 59.
- MAYZAUD P., 1976. Respiration and nitrogen excretion of
zooplankton. IV. The influence of starvation on the
metabolism and the biochemical composition of some
species. Mar. Biol. (37):47 - 58.
- MEVEL G., 1982. La nitrification Bacterienne et sa
regulation dans des elevages de peneides en circuits
clos. Oceanis, 8(6):417 - 436.
- NEEDHAM A. E., 1957. Factors affecting nitrogen excretion
in Carcinides maenas (Pennant). Physiol. Comp. Occol.
4:209-239.
- NELSON S. J., Knight A. W., y H.W. Li, 1977. The metabolic
cost of food utilization and ammonia production by
juvenile Macrobrachium rosenbergii (Crustacea
Palemonidae). Comp. Biochem. Physiol. (57, A):67 - 72.
- NITSAN Z. e I. E. Liener, 1975. Levels of urea in the blood
and urine of rats fed raw and heated soy bean meal.
Nutr & Metab. 18:240-244.
- PARRY G., 1960. Excretion. En: The Physiology of Crustacea.
Vol. I. Waterman H. (ed). New York, Academic Press.
p. 314-366.
- REGNAULT M., 1977. Etude de la croissance chez la crevette
Cragnon cragnon (L.) d'apres les variations
quantitatives de ses acides nucleiques. Influence de
l'alimentation. These Doct. Etat. Univ. P. et M.
Curie. Paris VI. 210 pp.
- REGNAULT M., 1979. Ammonia excretion of The sand Shrimp
Cragnon cragnon (L.) during the moult cycle. J. Comp.
Physiol. 133:199 - 204.
- RICHARD P., 1982. Role Biologique et Ecologique des Acides
Amines Amines Libres Chez Quelques Crustaces Decapodes
marins. These Doct. es Sci., Univ. Aix Marseille II.
192pp.

- SHIGHENO K., 1975. Shrimp Culture in Japan. Assoc. for International Tech. Promotion. Japan. 153 pp.
- SKINNER D. M., 1966. Macromolecular changes asociated with the growth of crustacea tissues. Am. Zool. 6:235 - 242.
- SNEDECOR G. W. y Corchran W. G., 1971. Métodos Estadísticos. ed Continental, 703pp.
- SNOW N. B. y P. J. Williams, 1977. A simple method to determine the O/N ratio of small marine animals. Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K., 51:105 - 109.
- SOKAL R. R. y F. J. Rohlf, 1981. Biometry. 2a ed. W. H. Freeman and Co. 843 pp.
- SPAARGAREN D. H., Richards P., y H. J. Ceccaldi, 1982. Excretion of nitrogenous products by Penaeus japonicus (Bate), in relation to enviromental osmotic conditions. Comparative Biochemical Physiology, 72, A (4):637 - 678.
- SRIBHIBHADH A., 1985. International shrimp marketing situation. En: 2nd. Austral. Nation. Prawn Semin. P.C. Rothlisberg, and B.J. Staples (eds.) Cleveland, Australia. 297 - 304 p.
- TEISSIER G., 1948. La relation d'allometrie sa signification statistique et biologique. Biometrics. 4(1):14-50.
- TEISSIER G., 1960. Relative growth. En: The Physiology of Crustacea. Vol. I. Watermann (ed). New York, Ac. Press, p. 537-560.
- TESHIMA S. I., Kanazawa A. y M. Yamashita, 1986. Dietary value of several proteins and supplemntal amino acids for larvae of the prawn Penaeus japonicus. Aquaculture, 51:225 - 235.
- TESHIMA S., y Kanazawa A., 1984. Effects of protein, lipid and carbohydrate levels in purified diets on growth and survival rates of the prawn larvae. Bull. Jpn. Soc. Sci. of Fish. 50:1709 - 1715.
- WICKINS J. F., 1976. The tolerance of warm water prawns to recirculated water. Acuaculture, 9: 19-37.

WILSON V. K., 1956. A Distribution - Free Test of Analysis of Variance Hipotesis. Phychological Bulletin 53(1):96 - 101.

ZAR J. H., 1969. The use of the allometric model for avian standard metabolism - body weight relationships. Com. Biochem. Physiol. 29:277-234.

anexo
1

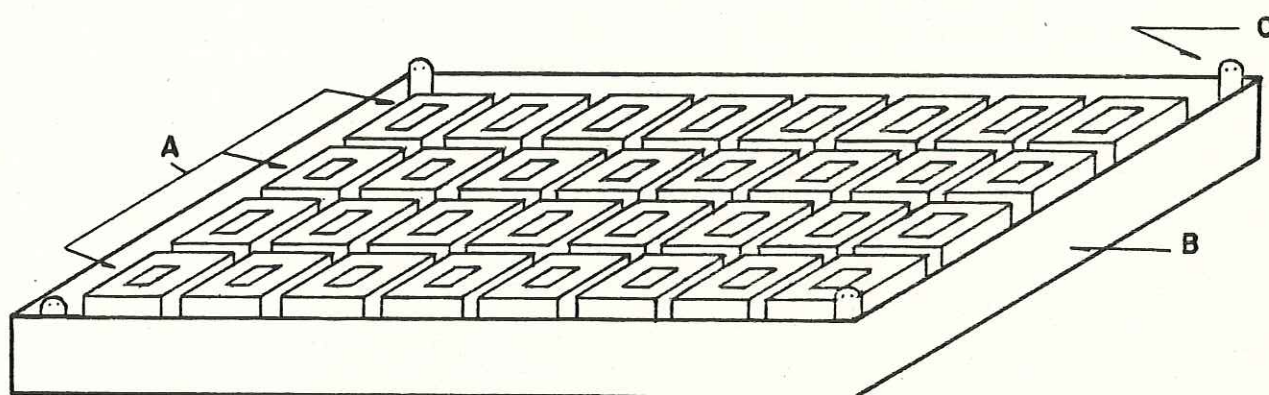


Fig. 9. Esquema de los recipientes para la determinación de amonio. A) Cajas acrílicas de 2 l de capacidad con cubierta en plástico perforado; B) Baño maría; C) Calentadores.

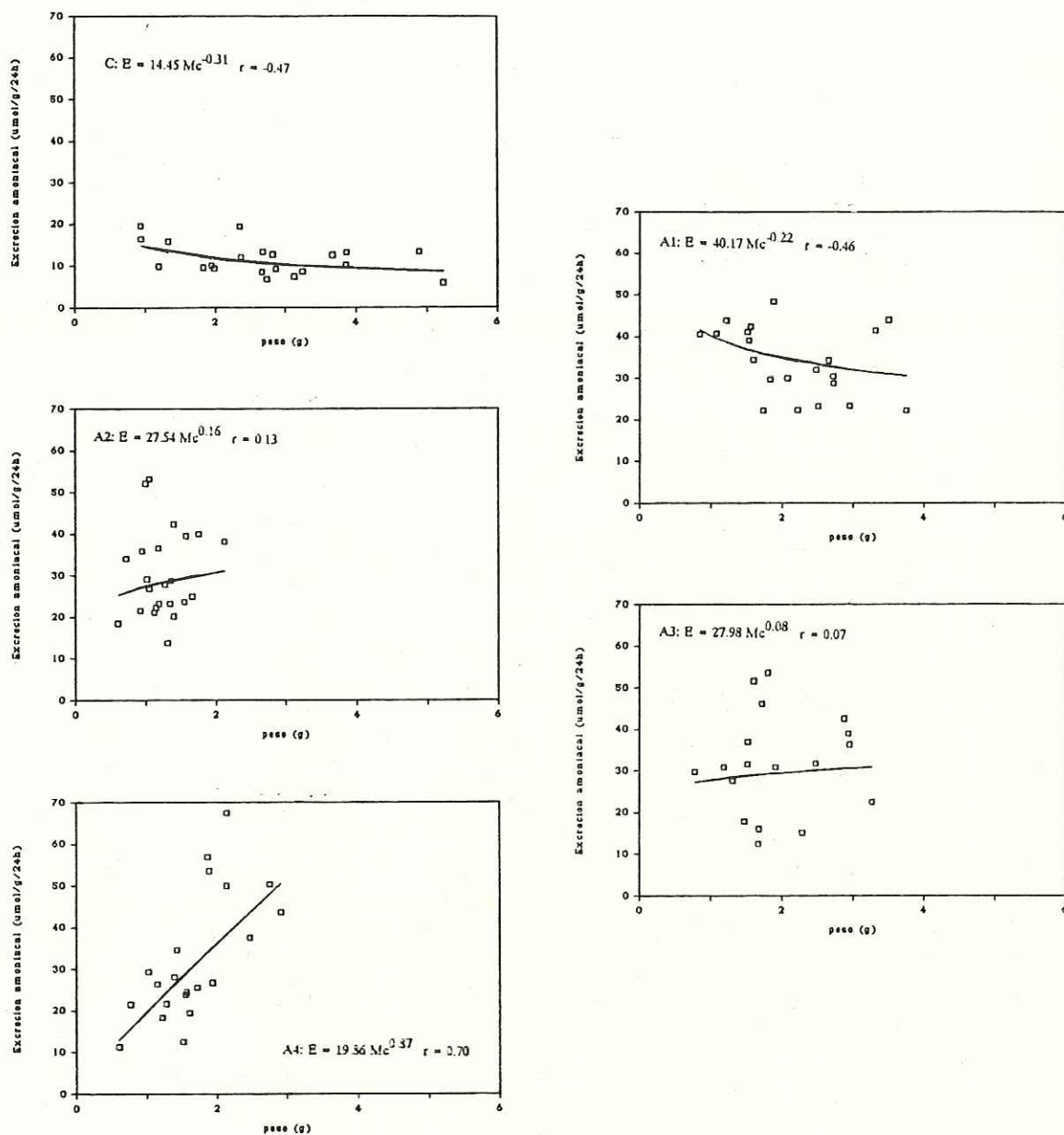


Fig. 10. Excreción amoniaca ($\mu\text{mol/g/24h}$) en función del peso (g). C: *Mytilus galloprovincialis*; A1: *Loligo* sp; A2: *Daphnia* sp; A3: *Gammarus* sp; A4: Larvas de *Drosophila* sp.

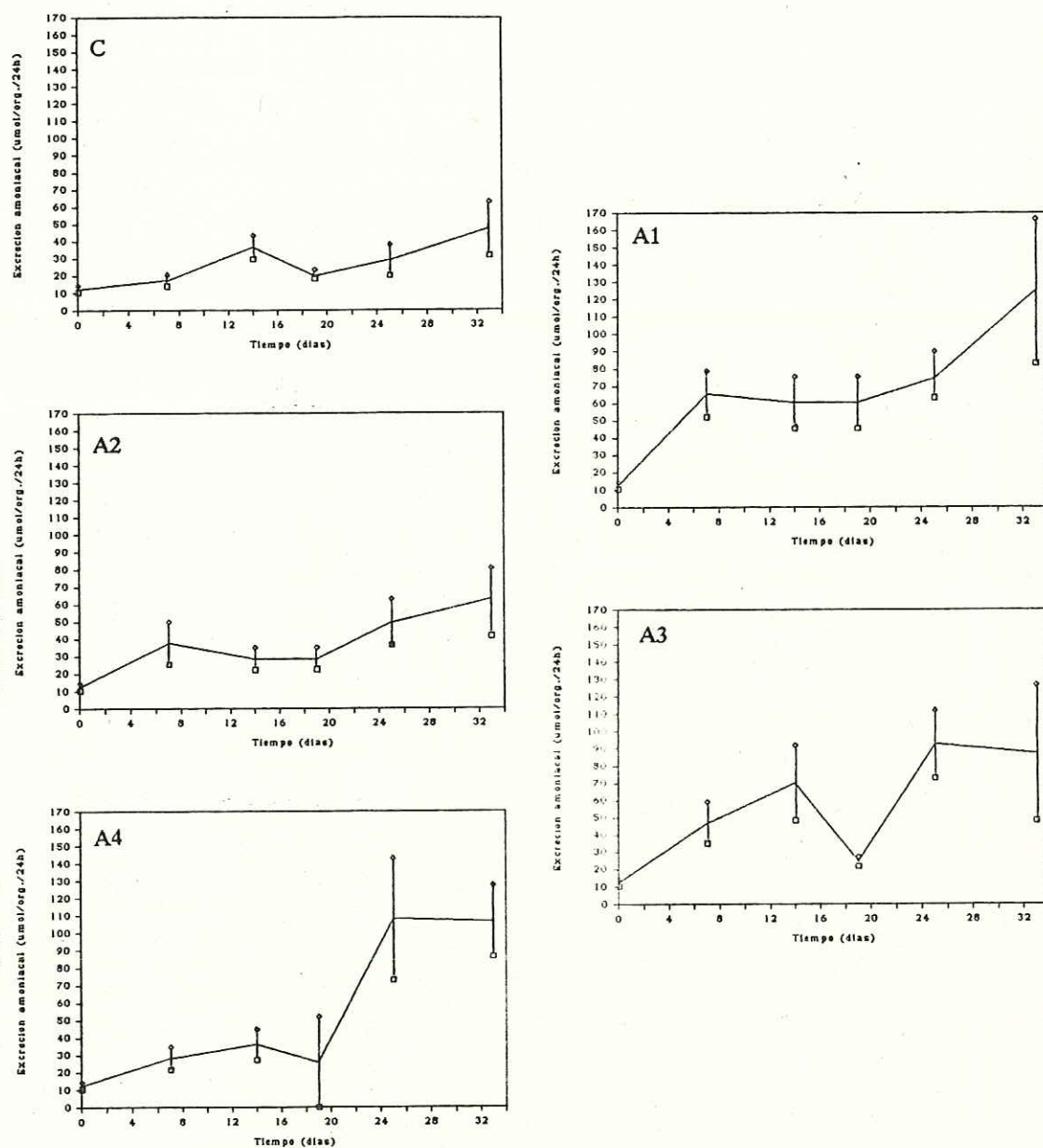


Fig. 11. Excreción amoniaca ($\mu\text{mol/org.}/24\text{h}$), promedio e intervalo de confianza ($P=0.05$), en función del tiempo de experimento.

C: Mytilus galloprovincialis; A1: Loligo sp;
A2: Daphnia sp; A3: Gammarus sp; A4: larvas de Drosophila sp.

Tabla III. Parámetros estadísticos en talla (mm) por intervalo de tiempo. Valor promedio ($\bar{X}$), límites de confianza ($P=0.05$), desviación estandar (σ), coeficiente de variación ($CV\% = (\sigma / \bar{X})100$) y número de individuos (n).

		intervalos de tiempo (días)					
DIETA		0	7	14	19	25	33
CONTROL	liminf	34.56	38.56	46.68	51.01	55.44	60.11
	$\bar{X}$	37.60	42.00	50.83	54.40	62.16	63.16
	limsup	40.63	45.43	54.99	57.71	68.88	66.22
	σ	4.65	3.91	4.74	3.38	7.67	1.56
	CV%	12.38	9.30	8.79	6.21	12.33	2.46
	n	10	6	6	5	6	6
A1	lim inf	34.56	36.57	44.36	47.88	53.37	57.31
	$\bar{X}$	37.60	41.17	47.66	52.00	58.00	59.66
	lim sup	40.63	45.76	50.97	56.11	62.42	62.02
	σ	4.65	5.24	3.77	4.19	4.51	1.70
	CV%	12.38	12.72	7.91	8.06	7.78	2.84
	n	10	6	6	5	5	3
A2	lim inf	34.56	34.12	37.04	37.14	42.75	42.74
	$\bar{X}$	37.60	38.00	40.50	40.50	46.66	47.66
	lim sup	40.63	41.81	43.96	43.26	50.57	52.60
	σ	4.65	4.34	3.94	3.15	4.46	5.61
	CV%	12.38	11.42	9.72	7.80	9.55	11.78
	n	10	6	6	6	6	6
A3	lim inf	34.56	41.20	42.82	37.69	46.30	51.45
	$\bar{X}$	37.60	44.16	45.67	43.00	51.75	54.50
	lim sup	40.63	47.13	48.51	48.30	57.19	57.55
	σ	4.65	3.38	3.24	4.69	4.82	2.69
	CV%	12.38	7.65	7.09	10.90	9.30	4.93
	n	10	6	6	4	4	4
A4	lim inf	34.56	38.18	41.25	46.54	48.68	52.35
	$\bar{X}$	37.60	41.00	43.16	50.50	51.00	55.00
	lim sup	40.63	43.81	45.08	54.46	53.31	57.65
	σ	4.65	3.22	2.19	3.50	2.36	2.35
	CV%	12.38	7.84	5.07	6.39	4.62	4.26
	n	10	6	6	4	5	4

Tabla IV. Parámetros estadísticos en peso (g) por intervalo de tiempo. Valor promedio (X), límites de confianza (P=0.05), desviación estandar (o), coeficiente de variación (CV% = (o /X)100) y número de individuos (n).

		intervalos de tiempo (días)					
DIETA		0	7	14	19	25	33
CONTROL	liminf	0.81	0.88	1.85	2.22	2.46	3.41
	X	0.96	1.20	2.32	2.59	3.51	3.95
	limsup	1.09	1.52	2.79	2.96	4.57	4.49
	o	0.23	0.36	0.53	0.38	1.20	1.60
	CV%	23.98	29.90	22.90	14.70	34.20	15.50
	n	10	6	6	5	6	6
A1	liminf	0.81	0.79	1.43	1.90	2.38	3.28
	X	0.96	1.12	1.62	2.33	2.78	3.52
	limsup	1.09	1.45	1.82	2.76	3.18	3.76
	o	0.23	0.37	0.22	0.44	0.41	0.18
	CV%	23.98	33.00	13.95	18.83	14.72	5.02
	n	10	6	6	5	5	3
A2	liminf	0.81	0.70	0.84	0.86	1.17	1.21
	X	0.96	0.96	1.03	1.06	1.45	1.57
	limsup	1.09	1.22	1.36	1.25	1.72	1.94
	o	0.23	0.29	0.30	0.22	0.31	0.18
	CV%	23.98	30.17	27.19	20.99	21.50	11.76
	n	10	6	6	6	6	6
A3	liminf	0.81	1.14	1.36	0.98	1.83	2.31
	X	0.96	1.43	1.58	1.40	2.52	2.63
	limsup	1.09	1.72	1.80	1.82	3.20	2.95
	o	0.23	0.33	0.25	0.36	0.60	0.27
	CV%	23.98	22.90	15.53	26.21	24.20	10.23
	n	10	6	6	4	4	4
A4	liminf	0.81	0.92	1.19	0.87	1.67	2.06
	X	0.96	1.13	1.37	1.47	2.12	2.55
	limsup	1.09	1.34	1.55	2.00	2.57	3.05
	o	0.23	0.24	0.20	0.50	0.39	0.43
	CV%	23.98	21.16	14.66	34.01	18.79	16.90
	n	10	6	6	4	5	4

Tabla V. Análisis de varianza en dos vías: dieta y tiempo sobre el crecimiento en talla de Penaeus japonicus.

fuelle de variacion	Grados de libertad	Suma de cuadrados	media cuadrada	F	probabilidad
Tiempo	5	7056.364	14.110	54.508	0.000
Dieta	4	1856.275	464.069	21.210	0.000
Interaccion	20	1017.689	50.884	2.320	0.002
Error	153	3347.450	21.879		
Total	182	13278.234			

Tabla VI. Análisis de varianza en una via: dietas sobre los últimos incrementos de crecimiento en talla en Penaeus japonicus.

fuelle de variacion	Grados de libertad	Suma de cuadrados	media cuadrada	F	probabilidad
Entre grupos	4	776.601	194.150	10.859	0.000
Dentro de los grupos	18	321.833	17.880		
Total	22	1098.435			

Tabla VII. Comparación múltiple, mediante la prueba "SNK" del crecimiento final en talla, en Penaeus japonicus, bajo las diferentes dietas.

Grupos	t	probabilidad
C y A2	6.349	0.000
C y A3	3.175	0.013
C y A4	2.992	0.017
A1 y A2	4.013	0.005
A2 y A3	2.504	0.035
A2 y A4	2.687	0.027

Tabla VIII. Analisis de varianza en dos vías: dieta y tiempo sobre el crecimiento en peso (g) de Penaeus japonicus.

fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	media cuadrada	F	probabilidad
Tiempo	5	75.039	15.008	78.664	0.000
Dieta	4	29.260	7.315	38.341	0.000
Interaccion	20	17.740	0.887	4.649	0.000
Error	153	19.190	0.191		
Total	182	151.228			

Tabla IX. Análisis de varianza en una vía: dieta sobre los últimos incrementos de crecimiento en peso (g) de Penaeus japonicus.

fuelle de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	media cuadrada	F	probabilidad
Entre grupos	4	18.844	4.711	19.251	0.000
Dentro de los grupos	18	4.405	0.245		
Total	22	23.248			

Tabla X. Comparación múltiple, mediante la prueba "SNK" del crecimiento final en peso, en Penaeus japonicus bajo las diferentes dietas.

Grupos	t	probabilidad
C y A2	8.322	0.000
C y A3	4.112	0.004
C y A4	4.370	0.003
A1 y A2	5.531	0.001
A2 y A3	3.340	0.010
A2 y A4	3.080	0.015

Tabla XI. Análisis de covarianza, para el peso, ajustando el efecto de la longitud, después de la transformación log, en Penaeus japonicus, bajo las cinco dietas probadas.

fuelle de variacion	Grados de libertad	Suma de cuadrados	media cuadrada	F	Probabilidad
Tratamientos ajustados	4	0.050	0.014	4.050	0.003
Regresion	1	7.350	7.357		
Error	177	0.630	0.003		
Homogeneidad	4	0.020	0.005	1.624	0.170
Error por Homogeneidad	173	0.610	0.003		
Total	182	9.810			

Tabla XIII. Análisis de covarianza para la excreción amoniaca ($\mu\text{mol/org.}/24\text{h}$) ajustando el efecto de la masa corporal (g), después de la transformación log en Penaeus japonicus, bajo las cinco dietas experimentadas.

fuelle de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	media cuadrada	F	Probabilidad
Tratamientos ajustados	4	2.950	0.738	27.971	0.000
Regresión	1	3.120	3.121		
Error	98	2.580	0.026		
Homogeneidad	4	0.570	0.142	6.661	0.000
Error por Homogeneidad	94	2.010	0.021		
Total	103	7.760			

Tabla XIV. Análisis de covarianza para la excreción amoniaca ($\mu\text{mol/org.}/24\text{h}$) ajustando el efecto de la masa corporal, después de la transformación log en Penaeus japonicus, bajo las dietas probadas sin considerar el control.

fuelle de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	media cuadrada	F	Probabilidad
Tratamientos ajustados	3	0.010	0.006	0.228	0.876
Regresión	1	2.860	2.868		
Error	78	2.100	0.027		
Homogeneidad	3	0.390	0.133	5.856	0.001
Error por Homogeneidad	75	1.700	0.022		
Total	82	5.940			

Tabla XV. Análisis de varianza en dos vías de Wilson: dieta y tiempo, sobre la excreción amoniaca ($\mu\text{mol/g/24h}$) de Penaeus japonicus.

Fuente de variacion	grados de libertad	valor de Ji cuadrada	probabilidad
Dieta	4	29.987	0.000
Tiempo	4	9.341	0.053
Interacion	16	19.866	0.226

Tabla XVI. Analisis de varianza en una vía de Wilson: factor dieta, sobre la excreción ($\mu\text{mol/g/24h}$) correspondiente al último día de experimento.

Fuente de variacion	grados de libertad	valor de Ji cuadrada	probabilidad
Dieta	4	11.313	0.023

Tabla XVII. Análisis de varianza en dos vías de Wilson:
dieta y tiempo sobre la excreción amoniacal
($\mu\text{mol/g/24h}$) de Penaeus japonicus, bajo las
dietas experimentadas sin considerar el control

Fuente de variacion	grados de libertad	valor de Ji cuadrada	probabilidad
Dieta	3	4.966	0.174
Tiempo	4	18.317	0.001
Interacion	12	22.316	0.034

Tabla XVIII Análisis de varianza en una vía de Wilson:
factor dieta, sobre la excreción ($\mu\text{mol/g/24h}$)
correspondiente al último día de experimento
bajo las dietas experimentales, sin considerar
el control.

Fuente de variacion	grados de libertad	valor de Ji cuadrada	probabilidad
Dieta	3	1.934	0.586