

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA

*Desempeño de tres dietas balanceadas, suministradas a juveniles del  
langostino Macrobrachium acanthurus (Wiegmann, 1836)  
en condiciones de laboratorio.*

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE B I O L O G O  
PRESENTA:

FRANCISCO FIERRO CABO

Director de Tesis: Biol. Mario Fernández Araiza

MEXICO, D.F. 1990

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## AGRADECIMIENTOS:

A Mario Fernández Araiza, Jefe del Acuario de la E.N.E.P. Iztacala, por su valiosa ayuda y asesoramiento.

A todas las personas que contribuyeron directa o indirectamente para la realización del presente trabajo.

## I N D I C E

INTRODUCCION .....	4
ANTECEDENTES .....	7
MATERIALES Y METODOS .....	12
RESULTADOS .....	19
DISCUSION .....	33
CONCLUSIONES .....	48
APENDICES .....	49
LITERATURA CITADA .....	51

## INTRODUCCION

El cultivo de organismos acuáticos, aún cuando es una actividad reciente en muchos países, ya se practicaba en Asia hace miles de años con carácter de subsistencia y de manera empírica. Pese a la antigüedad de esta actividad, la contribución de las aguas mundiales a la dieta humana, todavía se debe en gran parte a la pesca y recolección de especies silvestres; no obstante, las pesquerías mundiales han tenido un incremento muy acelerado y las poblaciones de organismos acuáticos en su ambiente natural están cada vez más limitadas y no podrán sostener la presión de una cosecha intensiva; una alternativa para satisfacer la demanda es el cultivo a escala comercial.

Durante las últimas décadas, la acuicultura ha tenido gran auge y ha surgido el interés por tecnificarla y convertirla en una biotecnología paralela a la agricultura y zootecnia y suplementaria a la pesca en la producción de alimento de alto valor protéico para la humanidad (*Aguilera y Noriega, 1986*).

Una de las ramas de la acuicultura que recientemente ha tenido progresos espectaculares es el cultivo comercial y experimental de algunos crustáceos decápodos debido a los altos valores que estos organismos alcanzan en el mercado y a las posibilidades que

representan para países en vías de desarrollo destacando el camarón y el langostino.

El cultivo de langostino tuvo su origen en la región de Malasia donde se procuraba la entrada de formas juveniles procedentes de ambientes naturales, confinándolos en estanques poco profundos donde permacecían varios meses acompañados de depredadores, competidores y sin suplemento alimenticio, para finalmente ser cosechados. Actualmente, su cultivo se ha intensificado, tecnificado y difundido en países con climas tropicales y subtropicales de todo el mundo, donde existen las especies de langostino con crecimiento más rápido y tienen las condiciones más favorables para su desarrollo (Aviles et al., 1988). Algunas especies de langostino son susceptibles de ser cultivadas; sin embargo, casi en su totalidad, los intentos de cultivo en la mayoría de los países se han realizado con el langostino típico de la región indopacífica Macrobrachium rosenbergii, logrando desarrollar todas las técnicas necesarias para optimizar su cultivo (New y Singhalka, 1984).

En América Latina, se ha impulsado el desarrollo de líneas de investigación dedicadas al estudio de la especie M. rosenbergii, así como las posibilidades de cultivo de las especies nativas de mayor importancia comercial en las pesquerías del género Macrobrachium. En México, destacan cuatro especies: M. americanum, M. tenellum,

ubicadas en la vertiente del pacífico; *M. carcinus* y *M. acanthurus* en la vertiente del Golfo de México. *M. acanthurus* es el principal recurso pesquero de las lagunas y ríos dulceacuícolas y salobres de las planícies costeras del Golfo de México (Cabrera, 1978).

Hoy en día existen muchos centros acuícolas en México, donde se cultiva comercialmente el langostino asiático y se ejecutan cultivos experimentales de carácter piloto y/o comercial del langostino *M. acanthurus* ya que el precio que alcanza y los rendimientos obtenidos hacen que esta especie de langostino sea más rentable en cultivo que el de tilapia, mojarra nativa o cualquier otra especie tropical de las que la acuicultura mexicana maneja (Cabrera, 1978).

El interés por la explotación de este crustáceo para hacer cultivos a escala comercial, y en general, todo lo referente a la biología y manejo de esta especie se justifica y fundamente en que el langostino *M. acanthurus* reúne varios de los requisitos exigidos a una buena especie de cultivo a saber: talla, calidad de carne, rusticidad, fácil manejo, reproducción e incubación en condiciones artificiales, estadios larvales cortos, alta fecundidad, rápido incremento en peso, adaptabilidad al confinamiento, resistencia a enfermedades y hábitos alimenticios y/o requerimientos nutricionales aceptables.

## ANTECEDENTES

Algunos crustáceos ya se cultivaban a principios del siglo XIX con diferentes propósitos dentro de la actividad científica ya sea, para conocer la biología de los organismos con sus cambios morfológicos a lo largo de su ciclo de vida, así como sus requerimientos ecológicos; o bien eran utilizados como provisión de material científico y alimento para otros organismos en investigación, con leves tendencias de cultivarlos como alimento para el ser humano [Provenzano, 1973].

En las dos últimas décadas los crustáceos han sido cultivados comercialmente con fines de repoblamiento en ambientes naturales; como alimento para otros organismos cautivos o como alimento para el hombre. Los crustáceos utilizados para este último propósito están incluidos en la familia *Palaemonidae* dentro del orden *Decapoda*; la cual agrupa a los grandes crustáceos de mayor explotación como son el camarón y el langostino. El alto precio, rápida tasa de crecimiento y fácil obtención de especies deseables de camarones y langostinos son los factores que contribuyen a la popularidad de los esfuerzos en cultivarlos en las modernas granjas de camarón.

El cultivo de langostino controlando todo su ciclo de vida, fué posible cuando la salinidad del agua para las larvas del langostino



*M. rosenbergii* fué establecida por *Ling y Merican (1961)* y *Ling (1969)* quienes son los precursores en la producción de postlarvas para los cultivos a gran escala de langostino, que comenzaron a partir de 1966, tras la importación de algunos ejemplares a Hawaii por *Fujimura* quien logró su reproducción y rápida multiplicación en 1972. A partir de entonces se generó un desarrollo explosivo en avances científicos que han logrado establecer las bases para el cultivo comercial de langostino, encontrándose actualmente granjas comerciales en Asia, Africa, Norte y Sur América, Australia y Europa. También *Malecha (1979, 1983)* ha publicado numerosos trabajos sobre el cultivo comercial de langostino y *New (1976, a, b, 1980, a, b y 1982)* autor de múltiples investigaciones importantes tanto de alimentación como de cultivo en general. También podemos citar a *Andrews et al. (1972)*, *Meyers y Zein-Eldin (1973)*, *Pravasoli (1976)*, *Biddle (1977)* y a *Conklin et al. (1980)*, quienes han abarcado aspectos nutricionales en crustáceos de importancia acuícola.

En relación a las especies del género *Macrobrachium* se han realizado una serie de trabajos sobre temas diversos desde descripciones y rangos de distribución hasta temas muy específicos en conducta, reproducción, alimentación y cultivo, pero desafortunadamente casi toda la atención la ha recibido la especie asiática *M. rosenbergii*.

En América algunos investigadores han trabajado con

langostinos nativos; entre los pioneros destaca *Villalobos (1966, 1969 y 1982)* abarcando temas de taxonomía. Más recientemente se han realizado diversos estudios que tratan diferentes aspectos, entre los cuales se tienen de distribución geográfica (*Guzmán y Kenster, 1977*), hábitos alimenticios en poblaciones silvestres (*Guzmán et al., 1977*), cultivo de especies como *Macrobrachium acanthurus* y *M. carcinus* (*Cabrera, 1978; Hanson y Godwin, 1977; Costello, 1971*, y reproducción (*Dugan et al., 1975*).

En cuanto a aspectos nutricionales algunos autores como *Sick y Millikin (1983)* revelan que han encontrado a través de la identificación de enzimas digestivas que los langostinos juveniles y adultos son omnívoros en estado natural, alimentándose de una gran variedad de materia orgánica animal y vegetal.

Aunque en el cultivo de camarón de agua dulce durante la fase de engorda se puede obtener una buena producción basada exclusivamente en la productividad natural de los estanques; es preciso recurrir a una alimentación artificial para lograr un incremento en la producción. Los primeros ensayos para incorporar alimentación a cultivos de langostino se llevaron a cabo en la década de los 50's en Tailandia, basada en la introducción de desperdicios de varios alimentos y algunos desechos agrícolas y pecuarios (*Vergara y Barrera, 1987*). La primera dieta artificial que se utilizó a gran escala para la fase de engorda en los langostinos cultivados fué alimento

balanceado para pollo usada para *M. rosenbergii* por Fujimura (1966 y 1972).

Hasta la fecha se han realizado numerosas investigaciones dietéticas para este género; sin embargo, los resultados no pueden aplicarse a todos los casos, debido a que las condiciones entre las diferentes granjas así como la composición de las materias primas difieren entre sí; de ahí surgen una serie de estudios nutricionales relacionados con cuestiones muy específicas en el metabolismo de estos crustáceos como son la influencia de niveles de proteína y energía en el crecimiento y sobrevivencia (Andrews et al., 1972) la asimilación de dietas (Condrey et al., 1972; Forster y Cabbott, 1971; y Newman y Lutz, 1982) Tasa metabólica medida por el consumo de oxígeno y excreción de nitrógeno (Nelson et al., 1977 b; Elliot y Davison, 1975; y Clifford y Brick, 1983), balance energético (Stephenson y Knight, 1980; Logan y Epifanio, 1978; Clifford y Brick, 1979) y requerimiento de algunas proteínas y aminoácidos (Sick y Beaty, 1975; Clifford y Brick, 1979 a). Esta serie de estudios permiten conocer de mejor manera la situación fisiológica de los crustáceos así como los requerimientos nutricionales para las especies con fines de cultivo.

En las granjas acuícolas, el costo de la alimentación suplementaria es el más fuerte, y ahí radica el interés de los acuicultores de proporcionar a los organismos un alimento

balanceado que se acerque lo más posible a los requerimientos nutricionales y energéticos de la especie para su óptimo crecimiento y así poder tener un buen rendimiento de sus inversiones en términos de ganancia en peso del producto.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio es conocer la efectividad de tres dietas balanceadas en juveniles de *Macrobrachium acanthurus*; con la ayuda de los siguientes parámetros:

- Tasa de Ingestión.
- Producción de Heces y de Exuvias.
- Consumo de Oxígeno.
- Excreción Nitrogenada y
- Mortalidad.

## MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la E.N.E.P. Iztacala, U.N.A.M., Tlalnepanitla, Estado de México.

Los langostinos objeto de experimentación provinieron de su ambiente natural a ocho kilómetros de la desembocadura del río "El Sabinal", en el municipio de Villa de Aldama, estado de Tamaulipas.

Se utilizaron 230 juveniles del langostino *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) con un peso promedio de 0.23 g., los cuales, tras una fase de aclimatación, se distribuyeron de manera azarosa en nueve recipientes rectangulares de plástico con capacidad de 80 litros y un área de 0.25 m<sup>2</sup>; los cuales estaban equipados con un aireador para optimizar la concentración de oxígeno disuelto, un calentador para acuario "pen plax" de 100 watts para mantener la temperatura a 28°C (2±) y tres tubos de PVC cada uno, con el fin de disminuir el estrés por la carencia de refugio. Posteriormente, se formaron tres lotes de 22 organismos cada uno con tres repeticiones para cada dieta a probar. El período experimental fué de cuatro meses; los langostinos fueron mantenidos a una densidad inicial de 1 org./dm<sup>2</sup> y/o 0.7 organismos/ litros.

Al inicio del experimento se realizó un análisis bromatológico de

los tres tipos de alimentos suministrados y se determinó la biomasa de los langostinos en Peso Húmedo (P.H.) para cada lote con la ayuda de una balanza analítica "Mettler H 78", la biomasa fué rectificada cada 40 días.

Los juveniles del langostino fueron alimentados con tres dietas balanceadas: dos de ellas elaboradas en el Laboratorio de Biotecnología y Bioingeniería del CINVESTAV y una comercial "Aqualine" fabricada por Nutrimentos Purina. El alimento se suministró diariamente en ración al 10% de la biomasa de cada lote. El tiempo de alimentación fué de tres horas, después del cual el alimento remanente fué recuperado de cada recipiente mediante filtración por sifoneo.

Se colectaron las heces y las exuvias desechadas por los langostinos cada 24 hrs. antes de suministrar el alimento y se empleó una malla de 87 micras instalada en el extremo del sifón. Las muestras así obtenidas fueron etiquetadas y secadas en una estufa "Casa Ríos" de 90 watts para obtener el valor en Peso Seco (P.S.). Se realizó el recambio de agua usada en esta operación, la cual fué de 25% del volumen de cada recipiente.

Para conocer el contenido de materia orgánica de los alimentos y de las heces, se determinó el contenido de cenizas, incinerando las muestras en crisoles de porcelana en una mufla "Caixa" modelo 301

a 450°C durante tres horas y por diferencia entre el Peso Seco y el peso de cenizas se obtuvo el Peso Seco Libre de Cenizas (P.S.L.C.).

También se calculó el contenido calórico de los alimentos utilizados, de las heces y las exuvias producidas por los langostinos, así como también se determinó el contenido calórico de los mismos organismos de cada tratamiento. Los análisis calóricos se hicieron con una bomba calorimétrica "PARR"; los valores se expresaron en cal/mg.

Los parámetros fisiológicos determinados en los organismos alimentados con las tres diferentes dietas fueron:

**C = Tasa de Ingestión.** Determinada mediante el método gravimétrico: alimento proporcionado menos la cantidad de alimento remanente. Se considera en este punto el Factor de Dilución (Apendice 1) y se expresa como: mg. de alimento ingerido día/g. de P.S. de langostino.

**H = Quantificación de Heces producidas.** Se obtuvo como el peso total de las heces colectadas para cada tratamiento en cada lapso de tiempo. Expresada en: mg. día/g. P.S. de langostino.

**Ex = Exuvias producidas.** Se obtuvo como el peso total de las exuvias colectadas para cada tratamiento en cada lapso de tiempo. Expresada en mg. día / g. P.S. de langostino.

R = Consumo de Oxígeno, determinado con un respirómetro semiabierto. (Apendice 2). Se midió con un oxímetro "Yellow spring" modelo 51B. En cada cámara respirométrica se colocó un langostino por un lapso de una hora, completando un total de quince organismos para cada tratamiento (cinco organismos por lote). El Consumo de Oxígeno se determinó por diferencia entre la concentración inicial y final en las cámaras respirométricas, expresado en mg. de oxígeno consumido/ h.g.<sup>-1</sup> P.S. de langostino. Transformándolo a su equivalente calórico utilizando el factor oxicalórico de 3.53 calorías.mg. de oxígeno consumido propuesto por *Elliot y Davison*, (1975). Simultaneamente se hicieron las mediciones de Excreción Nitrogenada.

ADE = Efecto Calorigénico de los Alimentos. Se determinó por medio de la diferencia en la cuantificación del consumo de oxígeno en dos condiciones diferentes: alimentados y después de 48 horas de inanición. Expresado como incremento del consumo de oxígeno en mg. día / g. P.S. de langostino.

U = Excreción Nitrogenada: medida mediante la técnica de azul de indofenol. (*Rodier*, 1981) los valores se expresan en: mg. NH<sub>4</sub> producido/h.g.<sup>-1</sup> P.S. de langostino, convertidos a su equivalente calórico usando el factor de 5.73 cal. mg.<sup>-1</sup> de NH<sub>4</sub> excretado (*Clifford y Brick*, 1979).

La relación entre las tasas metabólicas (Consumo de Oxígeno y



Excreción Nitrogenada) y el Peso Seco de los organismos, esta descrita por la regresión exponencial representada por la ecuación:

$$Y = aX^b$$

donde:

Y = es la tasa metabólica en mg.h.g.<sup>-1</sup>.

X = es el Peso Seco por individuo en gramos.

Para determinar las constantes a y b se ajustó la ecuación utilizando la transformación logarítmica y la regresión lineal.

$$\log Y = \log a + b \log X$$

Con base a estos parámetros se determinó el balance de energía de los organismos utilizando la fórmula:

$$C = H + Ex + R + ADE + U + P$$

propuesta por *Klekowsky y Duncan* (1975). Donde:

P = Campo de Crecimiento o energía neta: está considerada como las diferencias entre el alimento ingerido (C) y la suma de la energía utilizada en la producción de heces (H) y de exuvias (Ex), el consumo de oxígeno (R), el efecto calorígeno de los alimentos (ADE) y la excreción nitrogenada (U); por lo tanto, a partir del despeje de la ecuación de balance energético, se

expresa de la siguiente manera:

$$P = C - (H + Ex + R + ADE + U)$$

Para estandarizar los datos referentes a la ingestión, producción de heces, respiración y excreción nitrogenada, se usó la mediana como medida de tendencia central. Los valores obtenidos en la tasa de ingestión, producción de heces y de exuvias y el incremento en la respiración, fueron multiplicados por sus respectivos valores y/o equivalentes calóricos para ser expresados en cal/mg.

Otros parámetros útiles en la evaluación de dietas fueron:

Eficiencia de Asimilación: es el porcentaje asimilado del alimento ingerido (peso seco). Para su determinación se usó el método de Conover, modificado por *Condrey et al* (1972).

$$U' = \frac{F - E}{(1 - E) F} \times 100$$

$$F = \frac{\text{Peso seco libre de cenizas del alimento}}{\text{Peso seco del alimento}}$$

$$E = \frac{\text{Peso seco libre de cenizas de las heces}}{\text{Peso seco de las heces}}$$

Asimilación: se calculó como el producto de la Tasa de Ingestión (C) por la Eficiencia de Asimilación (U') expresada en

mg. día<sup>-1</sup> / individuo.

$$A = C \times U'$$

Tasa de Crecimiento Parcial y Total: la primera se determinó como el incremento del peso en un lapso de tiempo y se expresó como mg. de peso húmedo ganado/día . individuo<sup>-1</sup>.

$$\frac{\text{Peso ganado}}{\text{Tiempo}}$$

La segunda se determinó mediante la recta de regresión entre número de días y peso, siendo la pendiente b el valor de la Tasa de Crecimiento Total; el dato de peso de los langostinos de cada tratamiento, es la media de las medias parciales de cada lote y la de los organismos usados en las mediciones de las tasas metabólicas.

Todas las mediciones de los parámetros fisiológicos fueron evaluadas para los juveniles del langostino M. acanthurus alimentados con las tres diferentes dietas cada 40 días a partir del inicio del experimento.

En cuanto a las características fisicoquímicas del agua se cuantificó el PH con un potenciómetro de campo "Corning" modelo 3 D; alcalinidad y dureza según *Franco et al.* (1985). La temperatura se mantuvo constante con los calentadores para acuario.

## R E S U L T A D O S

Alimento	Proteínas	Lípidos	Carbohi-	Fibras	Cenizas	Factor de	Valor
	(%)	(%)	dratos	(%)	(%)	Dilución	Calórico
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(Cal/mg)
A (Purina)	29.31	3.7	56.56	2.22	8.2	13	4.302
B (Experimental)	34.52	12.07	39.09	2.91	13.41	12	4.428
C (Experimental)	33.58	11.59	39.06	2.8	12.97	27	3.963

**TABLA I:**  
CONTENIDO PROXIMAL, FACTOR DE DILUCION Y VALOR CALORICO DE LAS DIETAS A, B Y C, SUMINISTRADAS A LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. acanthurus*.

		A	B	C
PERIODO S	0	0.2322*	0.2087	0.2705
	1	0.2845	0.2786	0.3272
DE	2	0.079**	0.074	0.089
	3	0.2848	0.2627	0.266
TIEMPO	2	0.077	0.072	0.072
	3	0.3003	0.2654	0.239
V.C		0.082	0.068	0.064
		4.823	5.09	4.483

**TABLA II:**  
PESO DE LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. acanthurus* ALIMENTADOS CON LAS DIETAS A, B Y C. EN CADA PERIODO DE TIEMPO.  
EXPRESADO EN: g. de Peso Húmedo (P.H. \*) y g. de Peso Seco (P.S. \*\*), y Valor Calórico (cal/mg).

		A	B	C
PERIODO S	1	55.67	61.67	33
DE	2	68.67	73.67	78.23
TIEMPO	3	67.33	71	68.67

TABLA III: TASA DE INGESTION DE LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. acanthurus* ALIMENTADOS CON LAS DIETAS A, B Y C, EN CADA PERIODO DE TIEMPO. EXPRESADO EN: mg. día / g. P.S. de langostino.

		A	B	C
PERIODO S	1	12.74	12.85	11.42
DE	2	22.4	14.97	23.74
TIEMPO	3	24.52	9.83	24.5
	V.C	3.819	2.466	3.869

TABLA IV:  
TASA DE PRODUCCION Y VALOR CALORICO DE LAS HECES PRODUCIDAS POR LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. acanthurus* ALIMENTADOS CON LAS DIETAS A, B Y C EN CADA PERIODO DE TIEMPO EXPRESADO EN: mg. día/g. P.S. de langostino.

DIETAS	EFICIENCIA DE ASIMILACION (%)
A	89.6
B	75.81
C	73.73

**TABLA V:**  
EFICIENCIA DE ASIMILACION (U<sup>1</sup>) DE LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. acanthurus* ALIMENTADOS CON LAS DIETAS A, B Y C. EXPRESADO EN: porcentaje (%) de alimento asimilado.

		A	B	C
PERIODOS DE TIEMPO	1	4	3.46	2.16
	2	4.58	3.99	4.45
	3	4.97	3.57	2.89

**TABLA VI:**  
TASA DE ASIMILACION (A<sup>1</sup>) DE LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. acanthurus* ALIMENTADOS CON LAS DIETAS A, B Y C, EN CADA PERIODO DE TIEMPO. EXPRESADO EN: mg. día<sup>-1</sup> / individuo..

		Dietas	Alimen- tados	Ayuno 48 hrs.	ADE
PERIODO S DE TIEMPO	1	A	1.96	0.36	1.6
		B	1.51	0.97	0.54
		C	1.06	0.15	0.91
	2	A	0.98	0.29	0.7
		B	0.71	0.68	0.03
		C	0.9	0.54	0.36
	3	A	1.86	0.93	0.93
		B	1.02	0.46	0.56
		C	0.86	0.52	0.34

**TABLA VII:**  
 CONSUMO DE OXIGENO ( $QO_2$ ) E INCREMENTO DEL  $QO_2$  (ADE)  
 DE LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. acanthurus* RECIEN  
 ALIMENTADOS CON LAS TRES DIETAS Y MANTENIDOS  
 DURANTE 48 Hrs. EN INANICION. EXPRESADO EN:  
 $mg. QO_2 / h.g.^{-1}$  P.S. de langostino.



		Dietas	Alimen- tados	Ayuno 48 hrs.
PERIODO S DE TIEMPO	1	A	0.057	0.03
		B	0.017	0.005
		C	0.016	0.007
	2	A	0.034	0.006
		B	0.02	0.006
		C	0.03	0.002
	3	A	0.01	0.007
		B	0.015	0.011
		C	0.006	0.005

**TABLA VIII:**  
 DETERMINACION DE LA EXCRESION NITROGENADA (NH<sub>4</sub>) EN  
 LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. acanthurus* RECIEN  
 ALIMENTADOS CON LAS TRES DIETAS Y MANTENIDOS 48 Hrs.  
 EN INANICION. EXPRESADO EN: mg. NH<sub>4</sub> producido / h.g.<sup>-1</sup> P.S.  
 de langostino.

		A	B	C
PERIODO S	1	0.886	1.185	0.961
DE	2	0.005	0	0
TIEMPO	3	0.263	0.003	0
	TOTAL	0.56	0.47	0.28

**TABLA IX:**  
TASA DE CRECIMIENTO PARA CADA PERIODO DE TIEMPO Y TASA DE CRECIMIENTO TOTAL DE LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. acanthurus* ALIMENTADOS CON LAS DIETAS A, B Y C. EXPRESADO EN: mg. P.H. / días.

		A	B	C
PERIODO S	1	15	6	6
DE	2	13	10	15
TIEMPO	3	18	4	23

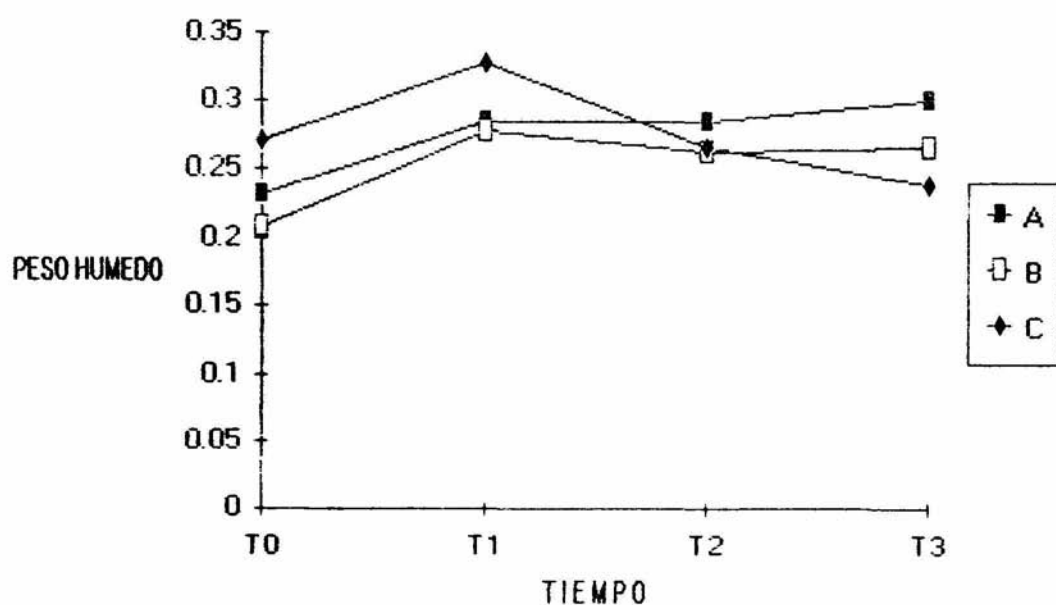
**TABLA X:**  
MORTALIDAD DE LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. acanthurus* ALIMENTADOS CON LAS DIETAS A, B y C EN CADA PERIODO DE TIEMPO. EXPRESADO EN: porcentaje (%).

		A	B	C
PERIODO S	1	1.32	0.9	0.95
DE	2	1.35	0.75	0.79
TIEMPO	3	1	0.69	1

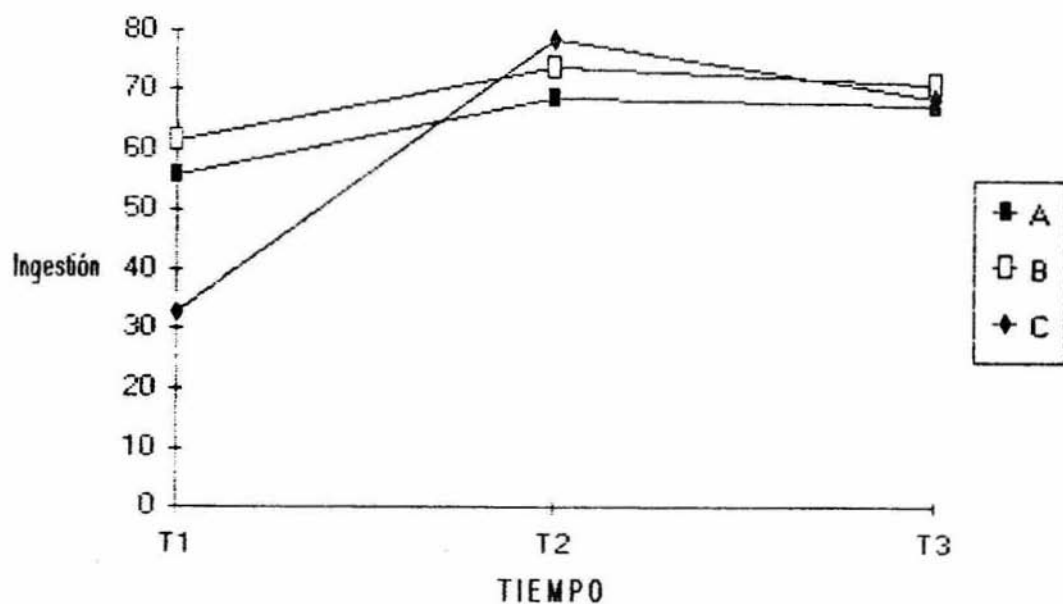
**TABLA XI:**  
 FRECUENCIA DE MUDA DE LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. acanthurus* ALIMENTADOS CON LAS DIETAS A, B y C EN CADA PERIODO DE TIEMPO. EXPRESADO EN: mudas . individuo<sup>-1</sup> / tiempo.

		A	B	C
PERIODO S	1	1.28	0.93	1.08
DE	2	4.81	1.56	2.18
TIEMPO	3	3.13	2.46	3.91
	V.C	2.176	1.933	2.262

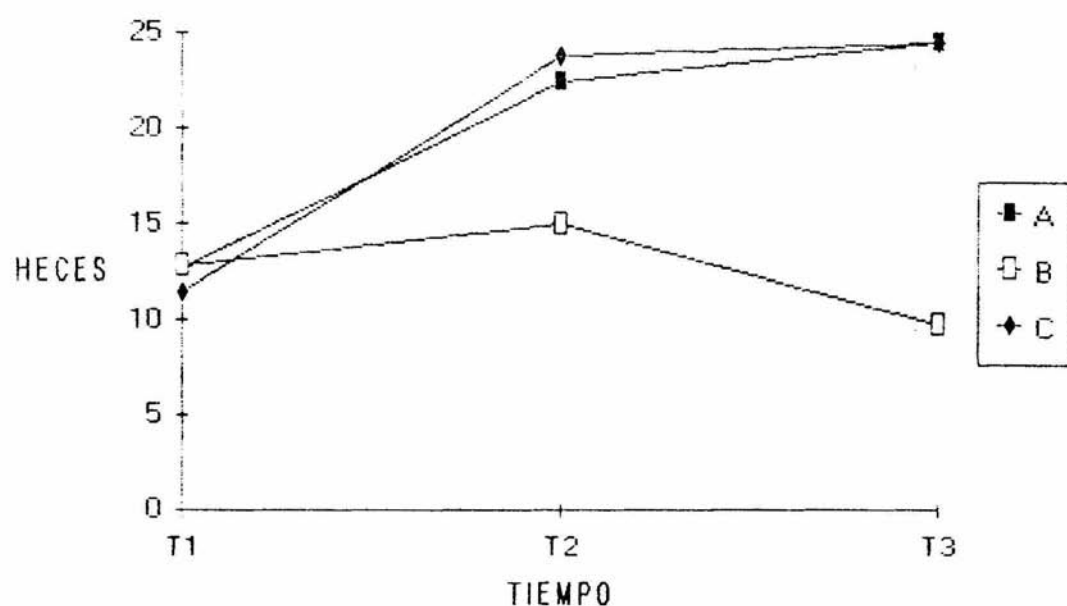
**TABLA XII:**  
 TASA DE PRODUCCION Y VALOR CALORICO DE EXUVIAS DE LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. acanthurus* ALIMENTADOS CON LAS DIETAS A, B y C EN CADA PERIODO DE TIMEPO. EXPRESADO EN: mg./ día / g. P.S. de langostino.



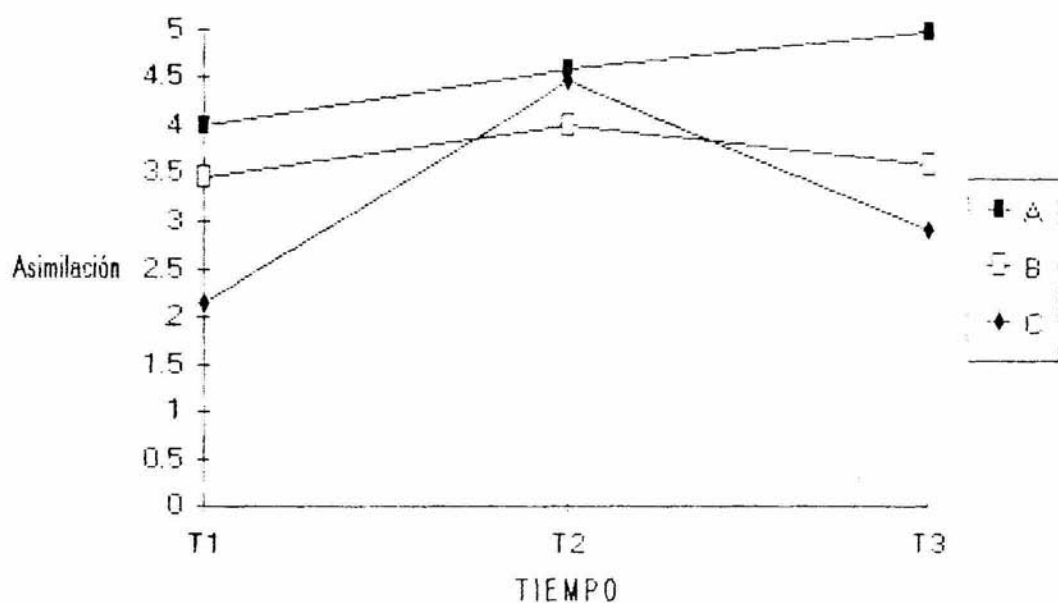
**GRAFICA 1:**  
**PESO HUMEDO DE LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO**  
***M. acanthus* ALIMENTADOS CON LAS DIETAS A, B Y C EN**  
**CADA UNO DE LOS PERIODOS DE TIEMPO. EXPRESADO EN:**  
**g P.H.**



**GRAFICA 2:**  
 TASA DE INGESTION DE LOS LOS JUVENILES DEL  
 LANGOSTINO *M. acanthurus* ALIMENTADOS CON LAS DIETAS  
 A, B Y C EN CADA UNO DE LOS PERIODOS DE TIEMPO.  
 EXPRESADO EN: mg.día/g. P.S. de langostino



**GRAFICA 3:**  
 TASA DE PRODUCCION DE LAS HECES PRODUCIDAS POR LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. acanthurus* ALIMENTADOS CON LAS DIETAS A, B Y C EN CADA UNO DE LOS PERIODOS DE TIEMPO. EXPRESADO EN: mg.día/g. P.S. de langostino



**GRAFICA 4:**  
 TASA DE ASIMILACION DE LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. acanthurus* ALIMENTADOS CON LAS DIETAS A, B Y C EN CADA UNO DE LOS PERIODOS DE TIEMPO. EXPRESADO EN: mg.día<sup>-1</sup>/individuo.

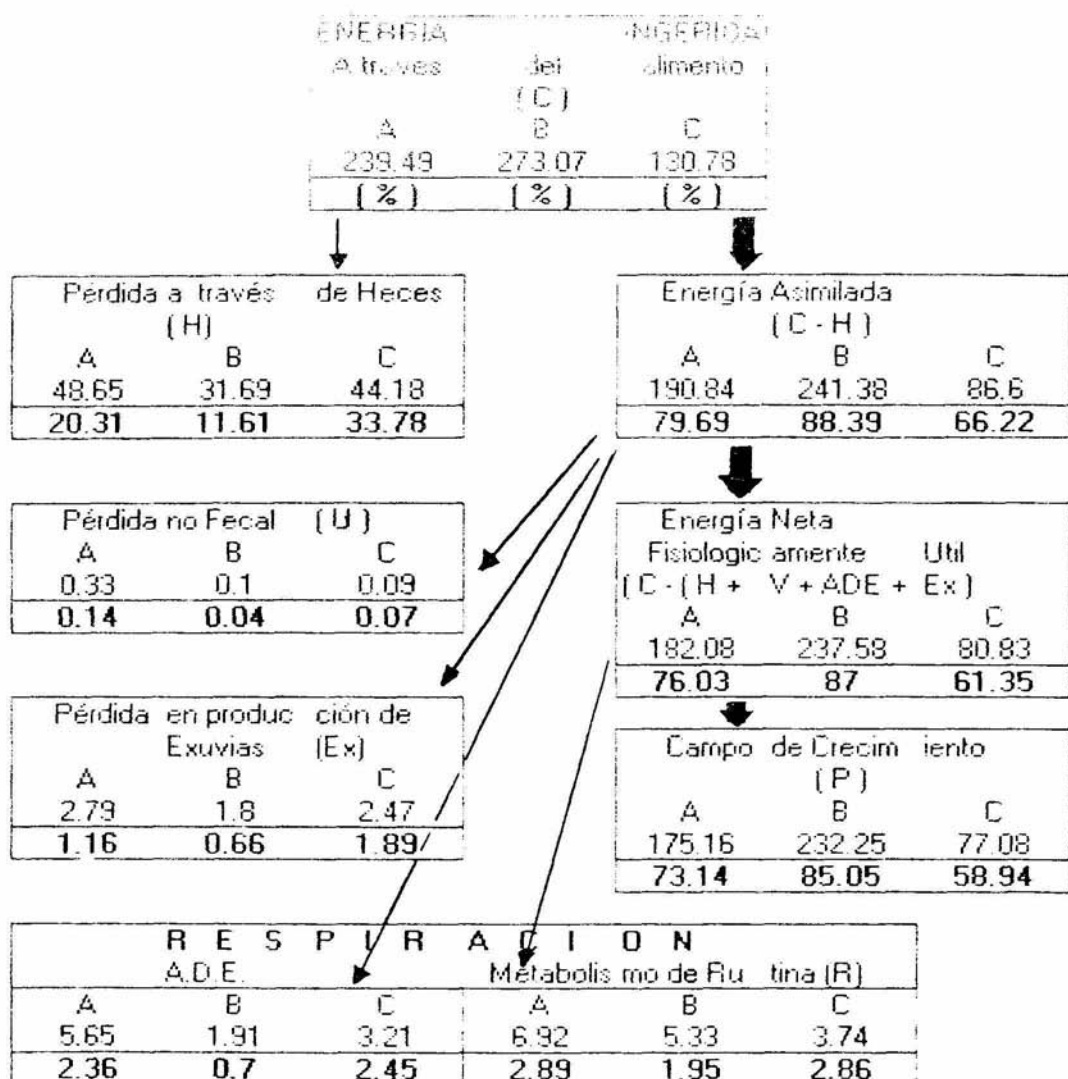


FIGURA 1:  
DISTRIBUCION DE LA ENERGIA INGERIDA A TRAVES DEL ALIMENTO EN LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. scanthurus* CON LAS DIETAS A, B Y C EN EL PRIMER PERIODO DE TIEMPO. EXPRESADO EN: Cal./día/g. P.S. de langostino y porcentajes enmarcados.



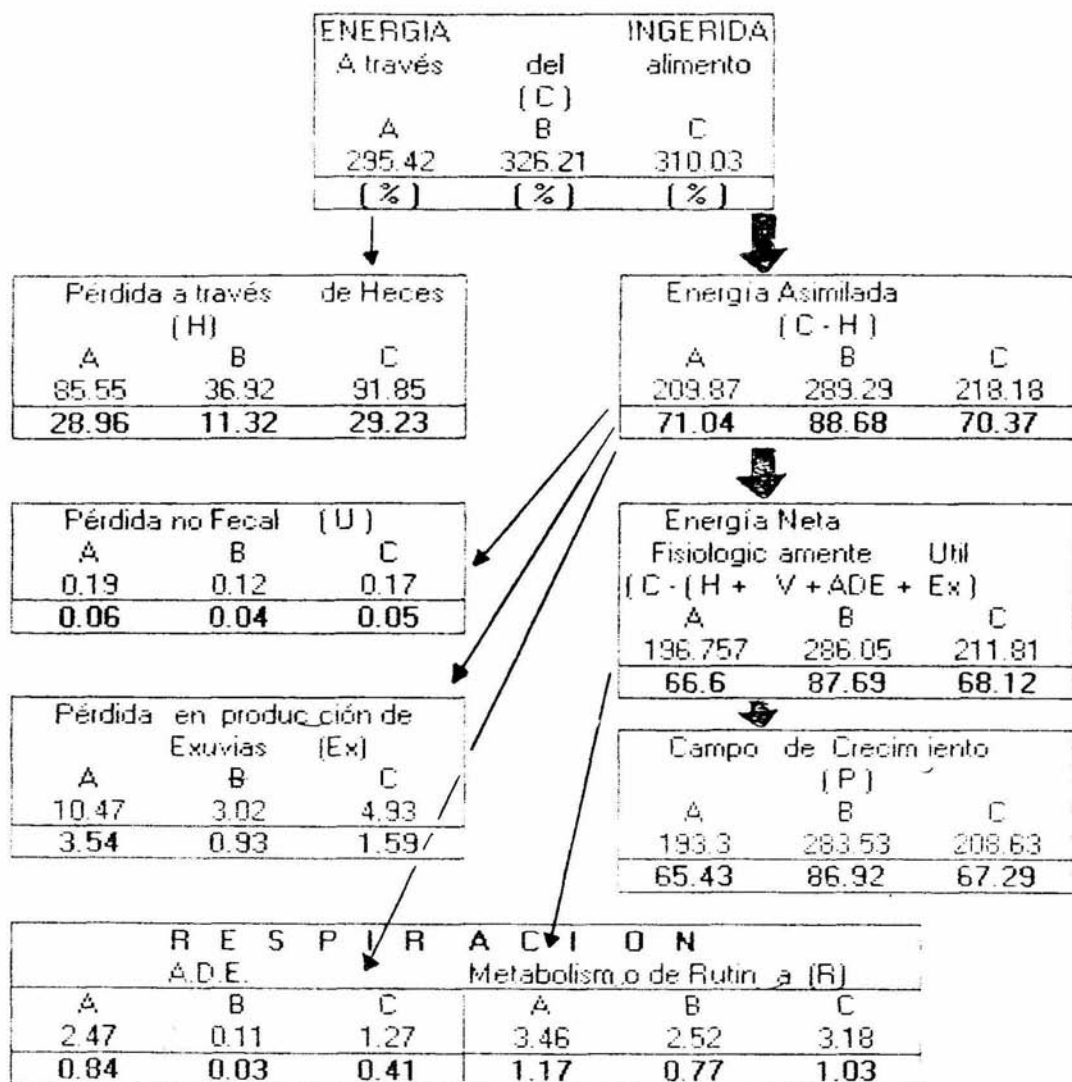
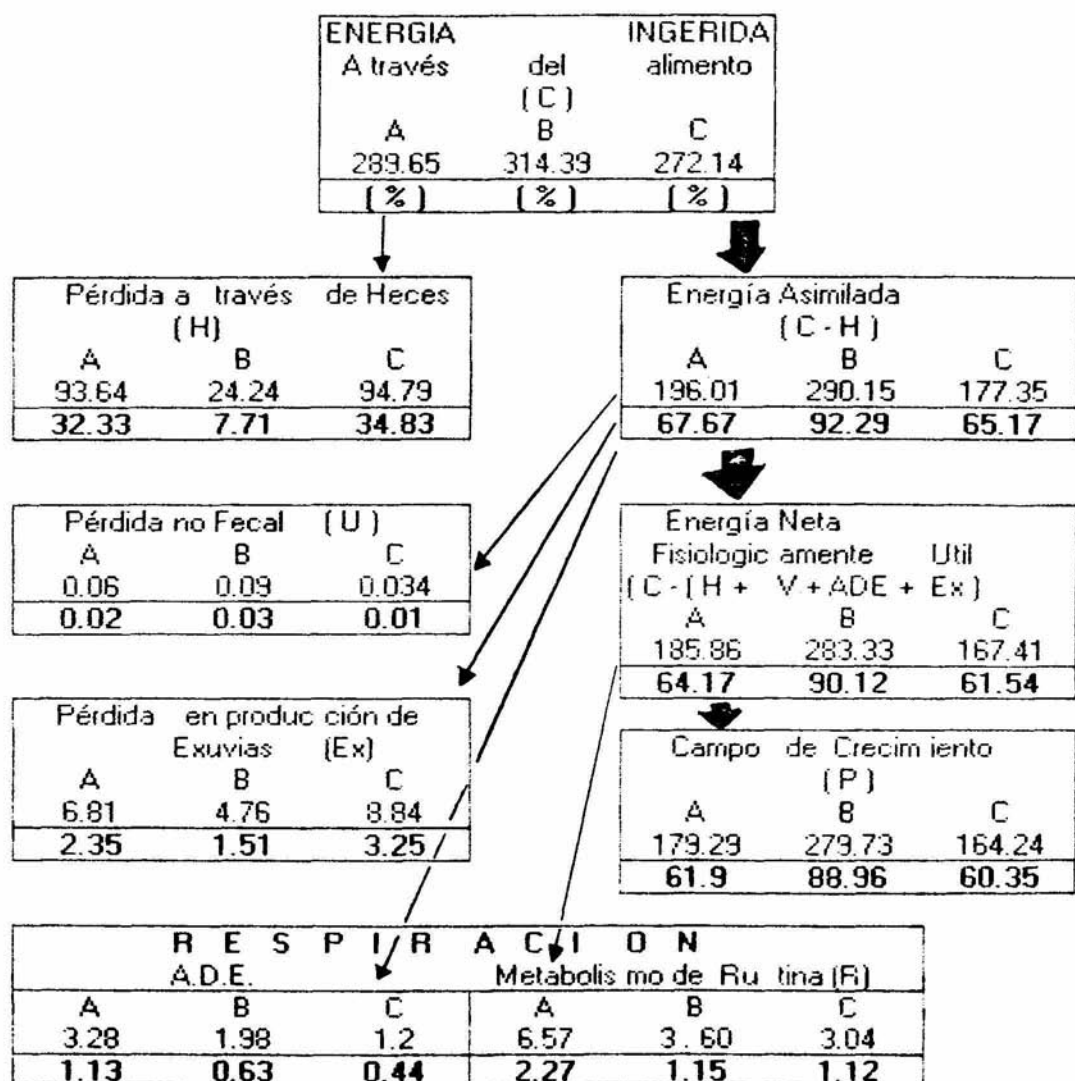


FIGURA 2:  
DISTRIBUCION DE LA ENERGIA INGERIDA A TRAVES DEL ALIMENTO EN LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. acanthurus* CON LAS DIETAS A, B Y C EN EL SEGUNDO PERIODO DE TIEMPO. EXPRESADO EN: Cal/día/g. P.S. de langostino y porcentajes enmarcados.



**FIGURA 3:**  
 DISTRIBUCION DE LA ENERGIA INGERIDA A TRAVES DEL ALIMENTO EN LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *M. acanthurus* CON LAS DIETAS A, B Y C EN EL TERCER PERIODO DE TIEMPO. EXPRESADO EN: Cal./día/g. P.S. de langostino y porcentajes enmarcados.

## DISCUSION

Los valores en la Tasa de Ingestión para el alimento **B**, fueron los más altos (11% y 5%) en referencia a la dieta **A** en los periodos de tiempo 1 y 3 respectivamente; los organismos alimentados con la dieta **C** presentaron una Ingesta 41% menor a la dieta **A** en el primer periodo de tiempo y 14% superior para el segundo periodo de tiempo (Tabla III y Gráfica 2).

El requerimiento o capacidad física en el langostino de material para ocupar el espacio en la cámara cardiaca, probablemente representa un límite mecánico en la Tasa de Ingesta. Otros factores relacionados a la elaboración de las dietas seguramente repercutieron en los resultados obtenidos, a saber: palatabilidad, tipo y tamaño de las partículas utilizadas, así como la concentración y compactación de los tres diferentes comprimidos proporcionados a los organismos.

La producción de Heces aumentó en cada período de tiempo, como se esperaba, ya que los organismos crecían. Los valores se comportan de una manera similar a los obtenidos en la Tasa de Ingestión a lo largo del tiempo para los langostinos alimentados con la dieta **C**, manteniéndose en un rango de 10% inferior a 6% superior en relación a la dieta **A** en los diferentes periodos de tiempo, sin embargo la Tasa de Producción de Heces para los langostinos del tratamiento **B** fué mucho menor para los periodos de tiempo 2 y 3, siendo 33% y

60% inferior tomando como referencia la dieta A. (Tabla IV y Gráfica 3). Los datos obtenidos son comparables a los reportados por *Condrey et al.* en 1972 con dos especies de camarón siendo de 1.3 a 3.4 mg.h/g. P.S. La producción de Heces para el alimento B en los dos últimos periodos de tiempo fué relativamente menor al conjunto de datos, sugiriendo una mejor asimilación que las dietas A y C lo cual no fué así. En referencia a estos problemas existen algunos estudios donde se atribuye una cierta contaminación a los datos obtenidos pudiendo citar a *Nelson et al.* (1977), quien sostiene que la rejurgitación de las partículas de la dieta que no pudieron ser molidas o filtradas por los langostinos y la pérdida de Heces por dilución en el medio o debido a la acción bacteriana y micótica, afectan de una u otra manera nuestros datos obtenidos en la cuantificación de Heces producidas.

La Eficiencia de Asimilación o Digestibilidad, que se considera como el porcentaje (%) de alimento asimilado del peso seco del material ingerido, se presenta en la Tabla V, cuyos valores indican que los organismos sometidos a los tres tratamientos asimilaron satisfactoriamente los alimentos proporcionados. Los langostinos que fueron alimentados con la dieta A (Purina), tuvieron una Eficiencia de Asimilación de 15% y 18% mayor que los langostinos alimentados con la dieta B y C respectivamente; no obstante los resultados revelan que la materia orgánica de las tres dietas fué asimilada en gran parte (Tabla V). Se han reportado resultados similares de Digestibilidad en

langostinos juveniles de *M. rosenbergii* siendo del 81% (Logan y Epifanio, 1978). Mootz y Epifanio en 1974, reportaron que la Eficiencia de Asimilación no se incrementó en el tiempo para los juveniles de *M. rosenbergii*.

En un estudio similar realizado por Condrey et al. (1973) donde probó tres dietas de diferente naturaleza (algas, detritus y balanceadas) en *M. rosenbergii*, reportó Eficiencias de Asimilación de 87%, 85% y 80%, Nelson et al. en el mismo año también reportó para la misma especie una Digestibilidad entre 85% y 90% para dietas de origen vegetal, animal y mezclada. Estos datos revelan una adaptación de los langostinos a la trituración y un aparato enzimático funcionando eficientemente contra una amplia gama de materiales orgánicos; la habilidad de asimilar eficientemente varias dietas de origen algal, vegetal (vascular) y animal, demuestran los requerimientos variados y los hábitos omnívoros de estos animales.

Es muy difícil de estimar el consumo de alimento cuantitativa y cualitativamente en los langostinos, especialmente para dietas compuestas, ya que hay pérdidas inevitables que ocurren durante la masticación, esto se debe en parte a los hábitos masticatorios de los langostinos y en parte a la dificultad de compactar los elementos de la dieta juntos (Forster, 1971). Es decir que una porción o fragmento de la dieta (pellet) es rotado y manipulado por el segundo y tercer par de pereiópodos y pasado a los maxilípedos; la rotación de la materia en

la proximidad de las corrientes de agua provocadas por las branqueas en la respiración, resulta ser un "lavado" de la materia en la periferia del comprimido. Esta inspección y búsqueda de áreas más accesibles para la acción de las mandíbulas e ingerirlo, propicia una selección de material orgánico dentro del comprimido por parte del langostino afectando así las estimaciones y conclusiones referentes a las proporciones de nutrientes en las dietas y la ingestión de los mismos.

La Asimilación, la cual depende tanto de la Eficiencia de Asimilación como de la Tasa de Ingestión, fué más alta para los langostinos alimentados con la dieta A (Purina) indistintamente en los tres periodos de tiempo, siendo 14% y 46% superior a las dietas B y C en el primer periodo de tiempo, 13% y 3% en el segundo lapso de tiempo y 72% y 42% para el tercer periodo de tiempo (Tabla VI y Gráfica 4). Esto se debe en gran medida a la alta Digestibilidad de esta dieta; a su vez la dieta C en general presentó los valores más bajos de Asimilación debido a su relativamente baja Digestibilidad. Calculos directos de la Asimilación son difíciles en medios acuáticos por la necesidad de medir cuantitativamente digestión y excreción de los organismos bajo estudio. La variabilidad en los resultados obtenidos por algunos investigadores en organismos de la misma especie es causa de la técnica usada en la cuantificación de la Asimilación.

La Tasa de Asimilación orgánica no es necesariamente

proporcional a la Tasa de Incorporación de Peso en los tejidos del cuerpo de los langostinos (Tabla VI y IX).

*Clifford y Brick* en 1979, mencionan que la Asimilación puede estar relacionada con el grado de maceración o trituración del alimento, tamaño y estructura de los componentes de la dieta y a su forma física. Visualmente constaté que los comprimidos de la dieta A estaban elaborados con partículas muy finas; propiciando por un lado, la disminución en la selección de materia por parte del organismo y facilitando la ingesta seguida de un ahorro de energía en la trituración o masticación, por otro lado, se logra una mejor compactación del pellet haciendolo más estable en el medio. (Ver Factor de Dilución, Tabla I). Respecto a los comprimidos de la dieta B y C; sus partículas eran visiblemente mayores sobre todo para la dieta C.

Las enzimas digestivas obviamente están muy relacionadas con la Asimilación. *Muthy* en 1977 reportó que la gran variedad de enzimas digestivas indentificadas en *M. lamarrei* y *M. rosenbergii* son indicativas de la relativamente amplia capacidad para digerir varias clases de proteínas, carbohidratos y lípidos.

## TASAS METABOLICAS

En las Tablas VII y VIII se presentan los valores obtenidos en

las Tasas Metabólicas expresados en concentraciones de Oxígeno Consumido  $QO_2$  y Excreción de Nitrógeno Amoniacal  $NH_4$  de los langostinos recién alimentados con las tres dietas y mantenidos en inanición durante 48 horas en los tres diferentes periodos de tiempo.

Las dietas produjeron un Efecto Calorigénico (ADE) sobre el metabolismo respiratorio estandar (ayuno) de los organismos ya que la ingestión de las dietas causaron un incremento del 82%, 36% y 86% para las dietas A, B y C respectivamente para el primer periodo de tiempo, de 71%, 4% y 40% para el segundo periodo de tiempo y de 50%, 55% y 35% para el tercer periodo de tiempo (Tabla VII), estos resultados son comparables a los encontrados para *M. rosenbergii* en un ensayo similar donde el ADE varió de 7.1 a 35% (Nelson et al., 1977). El incremento en el  $QO_2$  de los juveniles después de alimentarlos se debió a que las dietas ejercieron un Efecto Calorigénico el cual fué mayor par los organismos alimentados con Purina en los tres distintos periodos de tiempo (Tabla VII). El ADE se manifiesta generalmente como un incremento pronunciado en el Consumo de Oxígeno inmediatamente después de la ingestión, este incremento en la tasa metabólica se debe a la ingestión de proteínas y aminoácidos, los carbohidratos y lípidos tienen un mínimo efecto (Harper, 1971); Guyton en el mismo año corrobora que altos niveles de proteína en la dieta causan un incremento de 50% a 70% en la Tasa Metabólica basal y por lo contrario, altos niveles de carbohidratos y lípidos en la dieta causan ambos un incremento del 4%.



Al comparar los resultados obtenidos en las Tasas de Ingestión con los obtenidos en la respiración, se puede apreciar que el incremento en el Consumo de Oxígeno se debe al tipo de dieta y no a la cantidad ingerida. *Nelson et al.* en 1977 hizo la correlación entre ingestión y ADE encontrando un valor de 0.32 el cual indica que el ADE es un fenómeno independiente de la cantidad de alimento ingerido y del Peso Seco Corporal ( $r = 0.16$ ).

La proteína es por mucho el constituyente más costoso en metabolizarse de la dieta, por lo tanto, el ADE es proporcional al monto de aminoácidos desaminados. Al observar los porcentajes de proteínas en las dietas cabe pensar en tres posibles causas de las diferencias en el ADE: calidad de proteínas usadas, solubilidad de aminoácidos en el medio y la cantidad real de proteína ingerida por los organismos.

La Tasa de Excreción Nitrogenada cuantificada en los juveniles del langostino recién alimentados con los tres alimentos tuvo un intervalo de 0.016 a 0.057 mg. de  $\text{NH}_4/\text{g. P.S.}$  en el primer lapso de tiempo, de 0.020 a 0.030 y de 0.007 a 0.010 para los periodos de tiempo 2 y 3 respectivamente (Tabla VIII).

La Excreción Nitrogenada es mayor en los organismos al estar recién alimentados, este incremento en la Tasa de Producción de Amonia (mg. $\text{NH}_4$ , producido/g. P.S./h.) es el resultado de la digestión

Al comparar los resultados obtenidos en las Tasas de Ingestión con los obtenidos en la respiración, se puede apreciar que el incremento en el Consumo de Oxígeno se debe al tipo de dieta y no a la cantidad ingerida. *Nelson et al.* en 1977 hizo la correlación entre ingestión y ADE encontrando un valor de 0.32 el cual indica que el ADE es un fenómeno independiente de la cantidad de alimento ingerido y del Peso Seco Corporal ( $r = 0.16$ ).

La proteína es por mucho el constituyente más costoso en metabolizarse de la dieta, por lo tanto, el ADE es proporcional al monto de aminoácidos desaminados. Al observar los porcentajes de proteínas en las dietas cabe pensar en tres posibles causas de las diferencias en el ADE: calidad de proteínas usadas, solubilidad de aminoácidos en el medio y la cantidad real de proteína ingerida por los organismos.

La Tasa de Excreción Nitrogenada cuantificada en los juveniles del langostino recién alimentados con los tres alimentos tuvo un intervalo de 0.016 a 0.057 mg. de  $\text{NH}_4/\text{g. P.S.}$  en el primer lapso de tiempo, de 0.020 a 0.030 y de 0.007 a 0.010 para los periodos de tiempo 2 y 3 respectivamente (Tabla VIII).

La Excreción Nitrogenada es mayor en los organismos al estar recién alimentados, este incremento en la Tasa de Producción de Amonia (mg. $\text{NH}_4$ , producido/g. P.S./h.) es el resultado de la digestión

de las proteínas. Al canalizar estos resultados notamos que la cantidad de  $\text{NH}_4$  excretado esta relacionada ( $r=0.60$ ) con el ADE ( $p<0.05$ ) y no tanto con el Peso Seco Corporal ( $r=0.218$ ), resultando no ser significativa.

Los investigadores *Borsook y Winergarden* en 1981 demostraron que el ADE si esta relacionado con la Excreción Nitrogenada, implicando que el efecto se debe en gran parte a la desaminación de los aminoácidos, siendo liberado el grupo amino y excretado al medio como Amonia  $\text{NH}_3$ .

## CRECIMIENTO

En la Tabla IX se muestran las Tasas de Crecimiento Parcial y Total para los organismos en los tres tratamientos resultando ser la dieta A la que produjo un mayor incremento en biomasa 16% con referencia a la dieta B y 50% en relación a la dieta C.

El hecho de que con la dieta A se obtuvo la mayor Tasa de Crecimiento Total, se debió a que contenía los nutrientes necesarios y en mejor proporción de lípidos y carbohidratos (1:15) con respecto a las dos dietas Experimentales B y C (1:3) para el mayor desarrollo de los organismos mantenidos en condiciones de laboratorio.

Los valores del Campo de Crecimiento o Potencialidad de

Crecimiento que se calcularon para los juveniles del langostino *M. acanthurus* alimentados con las tres diferentes dietas, se muestran en los esquemas de distribución del Balance Energético (figuras 1, 2 y 3 para los periodos de tiempo 1, 2 y 3 respectivamente). La energía asimilada reflejada en el Campo de Crecimiento fué siempre mayor para los langostinos que ingirieron la dieta experimental B, seguida de la A y en tercer termino la dieta C; sin embargo, en los tres casos el Campo de Crecimiento fué superior al 58% de la energía ingerida, considerandose bueno.

De la energía asimilada, la pérdida a través de heces fué siempre mayor en los organismos alimentados con la dieta C, y menor para los alimentados con la dieta B quedando en nivel intermedio la dieta A. El gasto de energía en la formación del exoesqueleto resultó ser siempre menor en los organismos alimentados con la dieta B y un tanto variante para las dietas A y C pero siempre con valores inferiores a 4%. Las pérdidas vías Excreción Nitrogenada se mantuvieron en niveles relativamente bajos salvo la dieta A en el primer periodo de tiempo presentando un valor de 0.14%; las pérdidas fueron mínimas en los tres periodos de tiempo para las diferentes dietas y con poca variación pues se mantuvieron en un rango de 0.01% a 0.007% (Fig.1, 2 y 3); estos resultados indican que la dieta B fué la más ingerida y energeticamente la más rica (ver Tabla III y I y Figuras 1, 2 y 3), además de que los organismos bajo este tratamiento presentaron menores gastos energéticos en Metabolismo, Producción

de Heces y Exuvias, por lo que la energía remanente se canalizó hipotéticamente hacia crecimiento.

Los resultados del Balance Energético aparentan exagerar los obtenidos en las Tasas de Crecimiento sino que considera que el campo de Crecimiento se calculó en base a la ingestión ocurrida en un lapso de solo tres horas (1/8 parte de día). Es sabido que los langostinos emplean mucho tiempo y energía en la búsqueda y forrajeo de alimento; por lo tanto es fácil pensar que la disponibilidad de alimento, limitada por el tiempo, repercutiera en el crecimiento ya que la poca energía ingerida era gastada en el mantenimiento y actividad de los langostinos.

Al comparar las calorías contenidas en cada dieta (Tabla I) y las calorías almacenadas en el tejido corporal de los organismos de cada tratamiento al finalizar el estudio (Tabla II) notamos una gran relación entre ambas, puntualizando que los organismos energéticamente son más ricos dependiendo del tratamiento; sugiriendo una explicación a los resultados obtenidos en el Balance energético y al escaso y gradual disminución en el crecimiento de los organismos. *Griffith* en 1977 señaló que en general el contenido calórico en los crustáceos disminuye o se mantiene constante al incrementarse el peso corporal para animales en ambientes estables. Para los langostinos objeto de este estudio el ambiente fué aparentemente estable pero estresante, pudiendo favorecer la

acumulación de aceite en los tejidos en respuesta al estrés provocado por el medio.

## FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO

### Temperatura

Por lo general, la actividad de estos organismos está relacionada con el fotoperiodo y la temperatura del agua; a temperaturas fuera del rango óptimo permanecen quietos o inactivos. *Cabrera* en 1978 concluye que las temperaturas frías dentro del clima tropical (20 - 26°C) son benéficas para la engorda de juveniles de *M. acanthurus*, mientras que las temperaturas altas (28-32°C) favorecen la producción de crías. La observación de algunas hembras grávidas neoténicas a lo largo del tiempo experimental corrobora lo mencionado por *Cabrera op cit.*, ya que los langostinos estudiados fueron mantenidos a 28°C (2+) desviando probablemente la energía hacia maduración gonádica y reproducción, retardando el crecimiento.

*Newman et al.* en 1982 atestigua que la temperatura del agua tiene un efecto significativo en la ingestión y asimilación del alimento. En *M. rosenbergii* se detectó un declive leve de la eficiencia de Asimilación a altas temperaturas (32°C) siendo su óptimo de 28 a 30°C. Las enzimas digestivas de los crustáceos pueden ser

caracterizadas por específicas pues tienen rangos óptimos de funcionamiento a PH y temperaturas determinadas (Vonk, 1960).

La temperatura es el factor que afecta más críticamente la respiración; determina no solamente la cantidad de oxígeno en disolución disponible para cada animal, sino que ejerce una profunda influencia sobre el metabolismo. En animales acuáticos de sangre fría, la tasa respiratoria aumenta con temperaturas altas provocando un mayor gasto energético para el mantenimiento. Por otra parte las altas temperaturas del medio aceleran la descomposición de la materia orgánica por la acción bacteriana afectando la cuantificación de Heces y por ende la Eficiencia de Asimilación.

#### Alcalinidad y Dureza

En cuanto a la calidad del agua; el PH registrado fué de 8.23, la Alcalinidad de 320 y la Dureza de 170 mg.  $\text{CaCO}_3$ ,

Los langostinos viven bien en aguas moderadamente duras, es decir por debajo de 100 mg.  $\text{CaCO}_3/\text{l}$ . Nakamura (1977) y Brock (1981) obtuvieron una reducción en el crecimiento de juveniles del langostino *M. rosenbergii* en aguas conteniendo 500 y 200 ppm. de  $\text{CaCO}_3$ , comparados con los mantenidos en aguas con 65 ppm.; encontrando una relación lineal inversa entre  $\text{CaCO}_3$  y crecimiento. Malecha en 1983 también reportó un lento crecimiento en una granja

comercial de langostino donde las concentraciones de iones calcio oscilaban entre 305 - 638 ppm. Los langostinos estudiados en este ensayo permanecieron en aguas con 320 mg. de  $\text{CaCO}_3/\text{l}$  afectando también su crecimiento.

### Densidad de Organismos

Después de varios ensayos, algunos investigadores determinaron que la densidad de siembra para langostinos no debe ser mayor a 6 org. x  $\text{m}^2$ . *Malecha* (1983) al comparar los resultados de engorda en densidades de 5 x  $\text{m}^2$  y 10 x  $\text{m}^2$  obtuvo sobrevivencias superiores al 50% pero el rendimiento en peso con la menor densidad es superior en más del 100% al obtenido con altas densidades. *Cabrera* (1978) también observó que a altas densidades (10 x  $\text{m}^2$ ) el langostino *M. acanthurus* presenta raquitismo como una respuesta a la sobrepoblación. Nuestras observaciones concuerdan con *Cabrera*, al aparecer hembras ovadas de tallas muy pequeñas (2.5 cm.).

Las agresiones intraespecíficas resultantes del comportamiento adoptado por los langostinos a las altas densidades manejadas, propiciaron la disputa y acaparamiento del alimento por parte de algunos animales afectando la ingestión del resto de la población de cada lote.



### Muda y Canibalismo

También se determinó la Mortalidad en porcentajes y la Frecuencia de Muda cuyos valores se presentan en las Tablas X y XI, pudiendo notar que la dieta B presentó valores más bajos en ambas Tablas en los diferentes periodos de tiempo. *Cabrera* de 1978 sostiene que el fenómeno de muda y ataque intraespecífico están relacionados y que es un comportamiento normal en poblaciones confinadas de *Macrobrachium*. Al comparar las Tablas X y XI se aprecia una cierta relación entre mudas y mortalidad. Sin embargo, esta última fué mínima, 23% en el peor de los casos. Estos resultados se reflejan en la Tabla XII encontrando que también el alimento B presenta la más baja Tasa de producción de Exuvias.

### Enfermedades

La Salud y buena apariencia del producto (langostinos) también se toman en cuenta como factores en la evaluación de las dietas; no obstante, las causas de enfermedad en *Macrobrachium* se deben también a la sobredensidad, mal manejo de los langostinos y a la mala calidad del agua.

Esporadicamente se detectaron síntomas de dos enfermedades, reportándose escasos casos en los tres tratamientos:

- Enfermedad de "atascamiento" de las exuvias; causada por las altas concentraciones de calcio en el agua, el cual se deposita en la superficie interna del exoesqueleto. Los organismos que padecieron esta enfermedad quedaban atrapados o se les dificultaba el proceso de muda impidiéndoles sus funciones normales, convirtiéndose en presa fácil para los otros organismos.

- Enfermedad de las manchas negras o cafés; debida a daños mecánicos sufridos en la epicutícula favoreciendo la entrada a bacterias quitinosas que infectaron el área. Esta enfermedad no es letal y es reversible.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio nos dan una idea de los procesos alimentarios de esta especie de langostinos en cuativerio alimentados exclusivamente con pellets artificiales; describe y explica algunos de los fenómenos observados.

La dieta que presentó un mejor rendimiento en el crecimiento de los langostinos fué la dieta **A**, seguida de la dieta **B**, por lo tanto y dependiendo de los objetivos de producción es factible utilizar la dieta **B** como una alternativa de alimentación.

En los diferentes ensayos sobre cultivos intensivos de *M. acanthurus* con dietas artificiales; en ninguno de los casos se superó el rendimiento obtenido en estanques rústicos fertilizados. Por lo tanto, la Alimentación natural es muy importante en esta especie de langostino.

El crecimiento se vió limitado por la disponibilidad de alimento, temperatura, concentración de iones  $Ca^{++}$  y a la densidad de organismos.

## A P E N D I C E

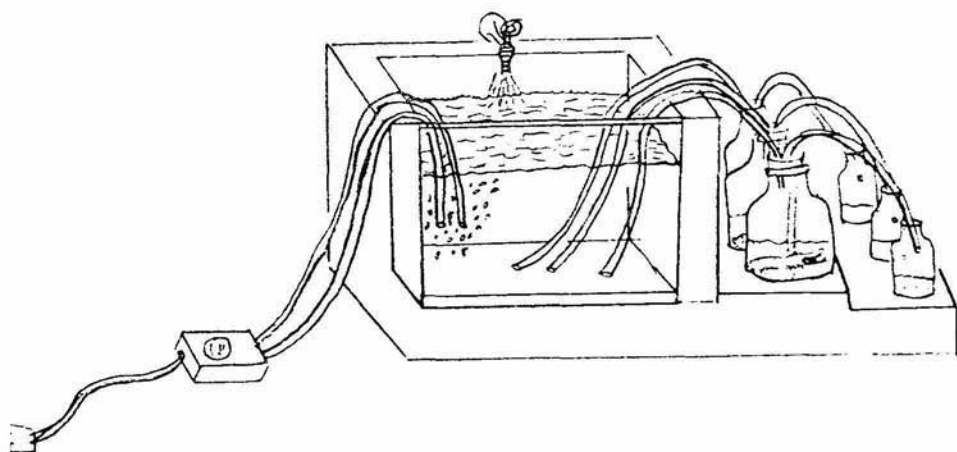
### 1.- Factor de Dilución.

Se colocó por triplicado una cantidad conocida de alimento en el mismo volúmen y con las mismas condiciones de aireación y temperatura (28°C) que se utilizaron durante el ensayo. Se dejan en remojo por un periodo de tres horas y al término de éste se retiran y se ponen a secar hasta peso constante, par luego ser pesadas. La diferencia que se obtenga entre el peso inicial y el final expresará el porcentaje de peso seco perdido.

### 2.- Respiración:

El agua contenida en un gran recipiente es sometida a aireación constante para saturarla de oxígeno, se hace circular el agua por gravedad a las cámaras respirométricas por varios minutos hasta que todas tengan la misma concentración de oxígeno y nitrógeno amoniacal; posteriormente se toma una muestra del agua y se introduce un langostino en cada cámara cerrando al mismo tiempo el flujo para que la cámara quede en un vacío. Se dejan los

organismos durante una hora y al término de ésta se toman muestras de agua de cada cámara y se procede a medir sus concentraciones de  $O_2$  y  $NH_4$  amoniacal.



## LITERATURA CITADA

- Aguilera, H.P. y Noriega, G.P.* (1969) ¿Qué es la acuicultura? Secretaría de Pesca. FONDEPESCA. Méx., D.F. pp.
- Andrews, J.W., Sick, L.V. and Baptist, G.F.* (1972). The Influence of Dietary Protein and energy levels on growth and survival of penaeid shrimp. *Aquaculture* 1, 341-347.
- Aviles, Q.S., Carranza, J.M. et al* (1988) Manual Técnico para la Operación de Centros Acuícolas Productores de Langostino. Secretaría de Pesca. México, D.F. pp.212.
- Balazs, G.H., Ross, E. and Brooks, C.C.* (1973) Preliminary studies on the preparation and feeding of crustacean diets. *Aquaculture*, 2: 369-377.
- Biddle, G.N.* (1977). The nutrition of *Macrobrachium* species. In "Shrimp and Prawn farming in the Western Hemisphere" (J.A.Hanson and H.L.Goodwin, eds.), pp.272-290. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. Penn., U.S.A.
- Bursack, H. y Winergarden, H.M.* (1981) The Work of the Kidney in the production of urine. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 17:1328.
- Brock, J.A.* (1983) Diseases (Infectious and Noninfectious), Metazoan Parasites, Predators, and Public Health Considerations in *Macrobrachium* Culture and Fisheries *Crustacean Aquaculture*, 1:329-370.
- Cabrera, C.M.*, (1978) Método para el cultivo comercialmente rentable del camarón prieto o langostino manos de carrizo *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836). II Simp. Asoc. Latinoamer. Acuicultura, México. pp.12.
- Clifford, C.H. and Brick, A.W.* (1979a). Protein Utilization in the Freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii* *Proc. World Maricul. Soc.* 9:195-208.,

- Clifford, C.H. and Brick, A.W.* (1979b). A Physiological Approach to the study of Growth and Bioenergetics in the Freshwater Shrimp. Macrobrachium rosenbergii Proc. World Maricul. Soc. 10: 701-719.
- Clifford, C.H. and Brick, A.W.* (1983). Nutricional physiology of the Freshwater shrimp Macrobrachium rosenbergii (De Man) . Substrate Metabolism in fasting Juvenile Shrimp. Comp. Biochem. Physiol. 71 [A]: 561-568.
- Condrey, R. E., Gosselink, J.G. and Bennett, H.J.* (1972) Comparison of the Assimilation of Different Diets by Penaeus setiferus and P.aztecus. Fishery Bulletin, 70:1281-1293.
- Conklin, D.E., D'Abramo, L.R., Bordner, E.E. and Baum, N.A.* (1980). A successful purified diet of the culture of juvenile lobsters: The effect of lecithin. Aquaculture, 21:243-249.
- Costello, T.J.*(1971) Freshwater prawn culture techniques developed. Am. Fish Farmer and World Aquacul. News 2(2):10-27.
- Dugan, C.C., Haggood, R.W. and Frakes, T.A.* (1975) Development of spawning and mass larval rearing Techniques for brackish-freshwater stimps of the genus Macrobrachium (Decapoda-Palaemonidae) Florida Department of Natural Resources Marine Research Laboratory. No. 12, pp. 28.
- Elliott, J.M. and Davison, W.*, (1975) Energy Equivalents of Oxygen Consumption in Animal Energetics. O ecologia, 19: 195-201.
- Forster, R.M. and Cabbott, P.A.* (1971) The Assimilation of the Nutrients From Compounded Diets by the Prawns Platyceros. J.Mar. Biol. Assoc. U.K., 51: 943-961.
- Fujimura, T.* (1966). Notes on the development of a practical mass culturing technique of the giant prawn Macrobrachium rosenbergii Proc. Indo- Pac. Fish. Council., 12th Sess., Honolulu, Hawaii (IPEC/C66/WWP47) pp.3.

- Fujimura, T.* (1972) Notes on progress made in developing a mass culturing technique for *Macrobrachium rosenbergii* in Hawaii. In "Coastal Aquaculture in the Indo-Pacific Region" (T.V.R. Pillay, ed.), pp. 313-327. Fishing News (books) Lts., Surrey, England.
- Franco, J., et al.* (1985) Manual de Ecología. Ed. Trillas, México. pp.266.
- Guzmán, A.M., Cabrera, J. y Kensler, C.* (1977) Notes on *Macrobrachium* species in Mexico. In "Shrimp and Prawn farming in the Western Hemisphere". (Hanson, J.A. and Goodwin, H.L., eds.) Dowden Hutchinson and Ross, Inc. Penn. USA.
- Guzmán, A.M. y Kensler, C.* (1977). Posibilidad de cultivo de langostino del género *Macrobrachium*, en el área de Cd. Lázaro Cárdenas, Mich. Centro de Ciencias del Mar y Limnología, U.N.A.M. México. pp.19.
- Guyton, A.C.* (1971). Textbook of Medical Physiology. 4th edn. W.B. Saunders Co., Philadelphia, USA. pp. 100
- Griffiths, D.* (1977). Caloric variation in crustacea and other animals. J. anim. Ecol. 46:593-605.
- Hanson, J.A. and Goodwin, H.L.* (1977) Shrimp and Prawn farming in the Western Hemisphere. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. Penn. USA. pp. 440.
- Harper, H.A.* (1971). Review of Physiological chemistry, 13th ed. Large Medical Publications, Los Altos, Calif. USA.
- Klekowsky, R.Z. and Duncan, A.* (1975) Physiological approach to ecological energetics. In "Methods for Ecological Bioenergetics". (Grodzinski, W., Klekowsky, R.Z. and Duncan, A. eds.) pp.15-66. I.B.P. Blackwell. Sci. Pub. Oxford. England.
- Kuri-Nivon, E.* (1979). Instructivo para la determinación del factor de conversión de alimento (FCA); Manuales técnicos de Acuicultura, Departamento de pesca. México. 1 (1): 22-34.



- Ling, S.W., and Merican, A.B.O., (1961). Notes on the life and habits of the adults and larval stages of Macrobrachium rosenbergii (de Man). Proc. Indo. Pacific Fish Council. 3:55-60.
- Ling, S.W. (1969). Methods of rearing and Culturing Macrobrachium rosenbergii (de Man). FAO Fish, Rep. 57:607-619.
- Logan, D.T. and Epifanio, C.E., (1978) A Laboratory Energy Balance for the Larvae and Juveniles of the American Lobster Hemarus americanus. Mar. Biol. 47: 381-389.
- Malecha, S.R. (1980) Research and Development in Freshwater Prawn (Macrobrachium rosenbergii) Culture in the U.S.: Current Status and Biological Constraints with Emphasis on Breeding and Domestication, presented at 9th Joint Meeting U.S. Hapan Aquaculture Panel, Kyoto, Japan, May 26 and 27 1980.
- Malecha, S.R. (1983) Commercial pond production of the freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii (De Man). Proc. World Maricult. Soc. 9: 83-90.
- Meyers, S.F., and Zein-Eldin, Z.F. (1973). Binders and pellet stability in development of crustacean diets. Proc. World Maricult. Soc. 3, 351-364.
- Meyers, S.F. and Hagood, R.W. (1984) Flake Diets and Larval Crustacean Culture. Progressive Fish-Culturist, 46(4):9497.
- Mootz, C.A. and Epifanio, C.E. (1974). An energy budget for Menippe mercenaria larvae fed Artemia nauplii. Biol. Bull. 146:44-55.
- Murthy, R.C. (1977). Study of proteases and esterases in the digestive system of Macrobrachium lamarrei Crustacea: Decapoda. J. Anim. Morphol. Physiol., 24:211-221.
- Nakamura, R. (1975). A preliminary report on the circadian rhythmicity in the spontaneous locomotor activity of Macrobrachium rosenbergii and its possible application to prawn culture. Proc. ann. Meet. World. Mar. Soc., 6:37-41.

- Nelson, S.G., Armstrong, D.A., Knight, A.W. and Li, H.W.* (1977a) The effects of temperature and salinity on the metabolic rate of juvenile *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea: Palaemonidae) *Comp. Biochem. Physiol.* 56: 533-537.
- Nelson, S.G., Knight, A.W. and Li, H.W.* (1977b) The metabolic cost of food utilization and ammonia production by Juvenile *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea: Palaemonidae) *Comp. Biochem. Physiol.* 57 (A): 67-72.
- Nelson, S.G., Li, H.W. and Knight, A.W.* (1977c) Calorie, carbon and nitrogen metabolism of juvenile *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Crustacea: Palaemonidae) with regard the trophic position. *Comp. Biochem. Physiol.* 58 (A): 319-327.
- New, M.B.* (1976a). A review of dietary studies with shrimp and prawns. *Aquaculture* 9, 101-144.
- New, M.B.* (1976b). A review of shrimp and prawn nutrition. *Proc. World Maricult. Soc.*, 7: 277-287.
- New, M.B.* (1980a). A bibliography of shrimp and prawn nutrition. *Aquaculture* 21, 101-128.
- New, M.B.* (1980b). El Potencial de cultivo de *Macrobrachium* en Latinoamérica. *Rev. lat. Acuacult.* 6: 25-37.
- New, M.B.* (1982) "Giant Prawn Farming". Elsevier, Amsterdam.
- New, M.B. and Singhalka S.* (1962) Freshwater prawn farming. A manual for the Culture of *Macrobrachium rosenbergii*. FAO, Fish Rep. pp.116.
- Newman, M.W. and Lutz, P.L.* (1982) Temperature Effects on Feed Ingestion and Assimilation Efficiency of Nutrients by the Malasian Prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *J. World Maricul. Soc.*, 13: 95-103.
- Provasoli, L.* (1976) Nutritional aspects of crustacean aquaculture. *Proc. Int. Conf. aquacult. Nutr.*, 1st, 1975 pp. 13-24.

- Provenzano, A.J.* (1973) Culture of crustaceans. general principles.
- Rodier.* (1981) Análisis de las Aguas. Omega Ed., Barcelona, España. pp137-140.
- Sick, L.V. and Beaty, H.* (1975). Development of formula foods designed for *Macrobrachium rosenbergii* larval and juvenile shrimp. Proc. World Maricult. Soc., 6:89-102
- Sick, L.V. and Millikin, M.R.* (1983). Dietary and Nutrient Requirements for culture of the Asian Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. CRC Handbook of Mariculture, CRC Press., Inc. Boca Raton. Florida, USA.
- Stephenson, M.J. and Knight, A.W.* (1980) Growth, Respiration and Caloric content of larvae of the prawn *Macrobrachium rosenbergii* Comp. Biochem. Physiol. 66 (A): 385-391.
- Vergara, V. y Barrena, B.* (1987) El langostino malayo. Nutrición acuícola. Acuavisión: 7: 25-28.
- Villalobos, A.* (1966) Estudio de los Palemonidos de México. *Macrobrachium acantochirus* del sureste de México. An. Inst. Biol. UNAM, Ser. Zool. 27 (1,2): 167-174.
- Villalobos, A.* (1969) Problemas de especiación en América de un grupo de Palemonidos del género *Macrobrachium*. FAO Fish. Rep. 3 (57): 1055-1066.
- Villalobos, A.* (1982) Decapoda. En: "Acuatic Biota of México, Central América and the West Indies". (Helbert, S.H. y Villalobos, A., eds.) pp. 215-239 pp.
- Vonk, H.J.* (1960) Digestion and Metabolism. T.H. Waterman (ed). The Physiology of Crustacea. Metabolism and Growth. Academic Press, New York. 1:291-316.