

2 ej 42

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



EFFECTO DE LA CANTIDAD DE PROTEINA EN
LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE LANGOS-
TINOS JUVENILES Macrobrachium rosenbergii

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA
P R E S E N T A :
N I C O L A S
C A R M O N A P A R E D E S

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

RESUMEN -----	1
1.- INTRODUCCION -----	3
1.1.- Calidad y tipos de alimentos para esta especie -----	5
1.2.- Frecuencia y tasa de alimentación -----	6
1.3.- Nivel de proteínas -----	7
2.- MARCO DE REFERENCIA -----	9
2.1.- El animal y su alimento -----	9
2.2.- Agua -----	10
2.3.- Proteínas -----	10
2.4.- Lípidos -----	10
2.5.- Carbohidratos -----	11
2.6.- Vitaminas -----	11
2.7.- Minerales -----	13
2.8.- Análisis de los alimentos -----	14
3.- LA ACUACULTURA -----	15
4.- LOS LANGOSTINOS <u>Macrobrachium rosenbergii</u> -----	18
4.1.- Características principales de la especie --	18
4.2.- Descripción del género <u>Macrobrachium</u> -----	21
4.3.- Situación económica del langostino en México -----	22
5.- ANTECEDENTES -----	24
5.1.- Niveles óptimos de proteínas en el alimento -	25
5.2.- Niveles óptimos de aminoácidos esenciales --	26
5.3.- Método por análisis de los animales -----	27
5.4.- Lípidos -----	28
5.5.- Carbohidratos -----	32
5.6.- Vitaminas -----	33

5.7.-	Minerales	-----	34
5.8.-	Energía	-----	35
6.-	OBJETIVO	-----	37
7.-	MATERIA Y METODOS	-----	38
7.1.-	Animales para análisis químicos	-----	38
7.2.-	Ingredientes empleados en los alimentos de experimentación	-----	38
7.3.-	Métodos para la determinación de la composición química	-----	39
7.4.-	Criterio de diseño de las dietas	-----	40
7.5.-	Elaboración de los alimentos y pruebas de estabilidad en el agua	-----	40
7.6.-	Comprobación de los valores calculados de cantidad y calidad de proteínas	-----	41
7.7.-	Preparación de los acuarios	-----	41
7.8.-	Animales de estudio para las pruebas biológicas	-----	42
7.9.-	Análisis estadístico	-----	43
7.10.-	Determinación de la cantidad de proteínas y grasa de los animales en estudio	-----	43
7.11.-	Determinación de ácidos grasos	-----	43
8.-	RESULTADOS Y DISCUSION	-----	44
8.1.-	Análisis químicos de los animales adultos	--	44
8.2.-	Ingredientes empleados en los alimentos de experimentación	-----	44
8.3.-	Composición proximal teórica de los alimentos	-----	45
8.4.-	Pruebas de estabilidad del alimento en el agua	-----	46
8.5.-	Comprobación de los valores calculados de cantidad y calidad de proteína	-----	46
8.6.-	Velocidad de crecimiento de los langostinos	-	49

8.7.-	Determinación de la cantidad de proteínas y grasa de los animales en estudio	-----	51
8.8.-	Análisis de ácidos grasos de los alimentos de experimentación	-----	52
8.9.-	Análisis de ácidos grasos de los animales experimentales	-----	53
9.-	CONCLUSIONES	-----	73
10.-	RECOMENDACIONES	-----	74
11.-	BIBLIOGRAFIA	-----	75

R E S U M E N

El langostino Macrobrachium rosenbergii recientemente se ha considerado una especie favorita para la acuicultura en México debido entre otras razones a la alta tasa de sobrevivencia así como su costo en el mercado que presenta respecto a otras especies del mismo género. desarrollándose su cultivo en varios Estados de la República, donde es práctica común que se le alimente con balanceados diversos, que por no cubrir los requerimientos de calidad y cantidad en la mayoría de los casos, repercute en el tiempo y costo del cultivo, por lo que la alimentación involucra un porcentaje elevado en los costos totales de producción. Dentro del alimento comercial uno de los principales nutrientes responsables que afectan el costo por su nivel, lo son las proteínas.

De la bibliografía revisada es claro que no existen datos que relacionen cantidad y calidad de proteína en cualquiera de las etapas de crecimiento, con ingredientes tradicionales. Por lo tanto en el presente trabajo se planteó el objetivo de conservar hasta cierto punto la cantidad de aminoácidos esenciales, incrementando el nivel de proteína con el fin de observar diferencias en los parámetros de crecimiento, para determinar así la cantidad de proteína que se debe suministrar para tener un crecimiento adecuado bajo las restricciones del mismo. Para llevar a cabo este objetivo se elaboraron tres alimentos con 28, 31 y 34 % de proteína, los cuales fueron probados y comparados con un alimento control, en juveniles de M. rosenbergii con un peso promedio húmedo al inicio del experimento de 0.2 gr. estas

pruebas tuvieron una duración de tres meses, haciendo mediciones semanales de longitud y peso. Los mejores resultados con respecto a la velocidad de crecimiento en términos de incremento porcentual en peso y longitud se obtuvieron con la dieta de 32 % de proteína (duplicando 9.7 y 1.1 veces el peso y longitud inicial respectivamente) existiendo diferencia significativa ($P = 0.05$) al término de los 80 días del estudio en relación al resto de los grupos alimentados con las dietas de 28 y 34 % de proteína (duplicando 7.7 y 0.99, 6.2 y 0.80 veces el peso y longitud inicial respectivamente). Con una conversión alimenticia de 2.99, 3.40 y 3.72 para los alimentos con 32, 28 y 34 % de proteínas, si bien la conversión alimenticia no fue significativamente diferente, se observa la misma tendencia que se presenta con el incremento porcentual en peso y longitud inicial.

Los resultados observados con el alimento con 34 % de proteína considerablemente menores a las otras, puede deberse a que por restricciones de diseño para alcanzar el nivel deseado a una misma calidad, se elevó la cantidad de harina de carne y hueso con la consecuente alteración de ácidos grasos insaturados.

1.- INTRODUCCION

Desde tiempos remotos algunos animales acuáticos invertebrados especialmente crustáceos y moluscos han estado ligados a la alimentación del ser humano; el consumo de estos organismos por lo general ha tenido mayor acogida entre los pueblos que cuentan con grandes extensiones acuáticas. México a pesar de que posee los suficientes recursos naturales como para llegar a ser una potencia pesquera, aún presenta deficiencias en este campo, ocasionando la extinción de algunas especies o bien la mala explotación de algunas otras, como es el caso de algunos langostinos nativos, esto demuestra la carencia de información detallada para su aprovechamiento adecuado, (Avilés Q.S., 1987).

Dentro de las especies acuícolas Macrobrachium rosenbergii destaca con un alto potencial para la acuicultura, ya que posee características tales como: alto valor nutritivo, exquisito sabor, conversión alimenticia baja (alimento consumido / incremento en peso) alrededor de 2.5, mercado Nacional e Internacional amplio, es una de las especies menos agresiva y se distribuye en casi todas las áreas tropicales y subtropicales de la región Indo-Pacífica por lo que México desde el punto de vista climático tiene amplias posibilidades para su cultivo, (Avilés Q.S., 1987; Watanabe W.O., 1975).

En la actualidad México cuenta con un registro de 46 unidades de producción para la engorda de este langostino (Cuadro 1), de las cuales 23 son propiedad del Sector Privado, 22 son del Sector Social y 3 del Sector Público, mismas que tienen un espejo de agua de 209.80, 55.03 y 11.50 hectáreas

Unidades De Producción Para Engorda Del Langostino

Macrobrachium rosenbergii

CUADRO 1

Estado	Sector	No. de Unidades	Superficie (HAS)
Total			276.3
Campeche	Privado	1	4.0
	Social	1	2.0
Colima	Privado	6	42.0
	Social	1	5.0
Guerrero	Privado	2	11.0
	Público	1	1.0
Jalisco	Privado	2	30.0
	Social	1	2.5
Morelos	Social	12	18.83
Puebla	Privado	1	2.0
Querétaro	Gob. del Edo.	1	3.0
San Luis Potosí	Privado	1	2.1
Tabasco	Social	1	2.0
	Social	3	35.0
Tamaulipas	Social	3	22.0
	Social	3	22.0
Veracruz	Privado	9	63.7
	Social	1	3.2
	Público	1	7.5

(Avilés Q.S. y García S.A., 1987).

respectivamente, disponiéndose de una superficie abierta al cultivo de 276.33 hectáreas de estanquería rústica que ofrecen una capacidad instalada para producir 344 toneladas por año; registrándose para 1986 una producción de 161 toneladas, con un rendimiento máximo de 700 Kg/Ha/año, lo que revela que se operó a un 46 % de la capacidad. Esta gran deficiencia es reflejo de

las altas tasas de interés en los créditos, falta de asistencia técnica adecuada, mala operación y diseño inadecuado de las instalaciones productivas. (Avilés Q. S. y García S.A., 1987).

1.1.- Calidad y tipos de alimentos para esta especie.

A gran escala las granjas dependen del alimento formulado, particularmente en la fase de crecimiento y engorda, en donde el consumo es elevado y puede alcanzar hasta un 47% del costo total de producción. En los centros acuícolas y unidades de producción el principal problema que afrontan los productores es la falta de un alimento balanceado específico para la especie, teniendo que elaborar éstos sus propios alimentos o en su defecto utilizar las líneas de otras especies como son las de peces o aves, derivando de ello limitaciones en cuanto al contenido de nutrientes, estabilidad, tamaño de partícula y costo; así como la realización de tratamientos previos al uso del alimento como con el molido, tamizado y adición de otros ingredientes a nivel regional para mejorar las características del alimento, cuando así se requiere. Si esto último ocurre, se reporta poca disponibilidad y costo elevado de los ingredientes.

El mayor costo de la producción animal radica en la provisión de alimentos adecuados. No obstante que las deficiencias nutricionales específicas en proteínas, ácidos grasos, carbohidratos, energía, vitaminas y minerales, son causas importantes de un lento desarrollo y crecimiento; en el alimento pueden presentarse desbalances en su composición que afectan el desarrollo de los organismos que puede ocasionar que se debiliten y sean susceptibles a enfermedades.

El patrón de alimentación de los langostinos Macrobrachium rosenbergii es muy variada y depende de la fase de cultivo así como de la disponibilidad de alimentos en la región.

Para la alimentación de las larvas es común el empleo de pescado fresco (molido o tamizado) y alimento elaborado ahí mismo.

En post-larva o preengorda se suministran en general los alimentos balanceados en su presentación original, siendo éstos los de Albamex en las líneas de engorda para pollo y trucha; los de Purina en las líneas de pollo iniciador, o bien una dieta de elaboración propia; los tamaños de partícula de éstos van de 1 a 10 mm. En engorda se emplean dos tipos de alimentos, el de Albamex de la línea bagre reproductor y el de la CONASUPO de la línea de engorda para pollo, moliendo este último antes de administrarlo; los tamaños de partícula van de 1 a 10 mm. El alimento que se proporciona a los reproductores es el de Purina (engorda para pollo). Esto refleja que en los tres Sectores tanto Privado, Social y Público no hay un patrón de alimentación para su cultivo, dado que se emplean una variedad de dietas de diferente calidad y cantidad de nutrientes, principalmente de proteína. (Avilés Q.S. y García S.A., 1987).

1.2.- Frecuencia y tasa de alimentación

La frecuencia de alimentación en los diferentes casos tanto larvas, juveniles y adultos es de 2 a 5 veces/día; en la post larva o preengorda oscila entre el 3 y el 12 % respecto al peso, suministrada en 1 ó 2 veces/día; en la de engorda el porcentaje de alimentación va del 3 al 17 % proporcionándose dos veces al día,

y en los reproductores la tasa fluctúa del 1 al 5 % administrándola con una frecuencia de 1 a 2 veces/día.

Los registros de la conversión alimenticia son escasos, reportándose solamente en dos centros acuícolas para la fase de reproductor y son de 3 y 4.8 kg de alimento / kg de peso ganado.

1.3.- Nivel de proteína.

La composición proximal de los alimentos balanceados es muy variada, siendo más evidente su variación en el contenido promedio de proteínas entre los alimentos elaborados en las propias instalaciones de producción de langostino (42.5 % prot.) y los obtenidos comercialmente de las líneas para peces (32 % prot.) y para aves. (20 % prot.). En lo que respecta a los alimentos balanceados propuestos por algunos investigadores con un porcentaje promedio de proteína de 25 %, se sabe que los ingredientes más comunes utilizados son la harina de soya, camarón, pescado, maíz, trigo y arroz, como se pueden ver en la Tabla 1 algunas formulaciones de dietas experimentales y comerciales. (Balazs et. al., 1973 y 1976; Boonyaratpalin y New, 1982).

Al formular alimentos balanceados, no solo se debe pensar en que deben ser adecuados desde el punto de vista nutricional, sino que también se produzcan al menor costo posible con una determinada cantidad y calidad de nutrientes que sean adecuados para la especie que se desee, para ello es necesario tomar en cuenta la información sobre la especie, medio ambiente, requerimientos de nutrientes, etapa fisiológica, materias primas

disponibles. y para el caso particular de esta especie es importante tener en cuenta la palatabilidad, textura, tamaño, forma, digestibilidad del producto elaborado así como su estabilidad en agua.

El componente en los alimentos balanceados que afecta el costo por su nivel es la proteína, considerando que cuanto mayor sea su cantidad mayor es su costo. En cuanto a los requerimientos de esta especie existe un rango acerca del nivel de proteína para los diferentes estados de desarrollo que va del 20 al 40 %, (Millikin et. al., 1980).

El descubrimiento de que aquellos aminoácidos que componen las proteínas corporales deben ser provistos como tales en el alimento, explica porqué diferentes alimentos con el mismo contenido pero diferente calidad de proteína tienen valores protéicos distintos en nutrición y dan variaciones en el crecimiento.

Una utilización económica de las proteínas debe estar basada en el empleo de la mínima cantidad de las mismas, con la calidad adecuada, para obtener valores altos de la eficiencia protéica (PER), (Farmanfarmanian y Lauterio, 1980).

2.- MARCO DE REFERENCIA

2.1.- El animal y su alimento

El concepto de alimento " adecuado " implica algo más que las calorías suficientes para sobrevivir, en el se debe balancear y considerar la cantidad y calidad de proteína, ácidos grasos, carbohidratos, energía total así como del contenido de vitaminas y minerales.

Los alimentos son fuente de nutrientes y energía tanto para el hombre como para los animales, son productos que al ser ingeridos por el animal se digieren, absorben y asimilan; en un sentido más general se designan así a los productos comestibles y a los componentes capaces de ser utilizados como nutrientes. (McDonell et. al. 1981).

La nutrición implica diversas reacciones químicas y procesos fisiológicos que transforman los alimentos en tejidos corporales y energía. Comprende así la ingestión, digestión y absorción de los diferentes nutrientes; su transporte hacia todas las células del cuerpo, así como la eliminación de elementos no utilizables y productos de desecho del metabolismo.

Las plantas y los animales contienen sustancias químicas similares, se puede agrupar de acuerdo con su constitución, propiedades y función. Estos son: agua, proteínas, lípidos, carbohidratos, ácidos nucleicos, ácidos orgánicos, vitaminas y minerales.

2. - MARCO DE REFERENCIA

2.1.- El animal y su alimento

El concepto de alimento " adecuado " implica algo más que las calorías suficientes para sobrevivir, en el se debe balancear y considerar la cantidad y calidad de proteína, ácidos grasos, carbohidratos, energía total así como del contenido de vitaminas y minerales.

Los alimentos son fuente de nutrientes y energía tanto para el hombre como para los animales, son productos que al ser ingeridos por el animal se digieren, absorben y asimilan; en un sentido más general se designan así a los productos comestibles y a los componentes capaces de ser utilizados como nutrientes, (McDoneli et. al., 1981).

La nutrición implica diversas reacciones químicas y procesos fisiológicos que transforman los alimentos en tejidos corporales y energía. Comprende así la ingestión, digestión y absorción de los diferentes nutrientes; su transporte hacia todas las células del cuerpo, así como la eliminación de elementos no utilizables y productos de desecho del metabolismo.

Las plantas y los animales contienen sustancias químicas similares. se puede agrupar de acuerdo con su constitución, propiedades y función. Estos son: agua, proteínas, lípidos, carbohidratos, ácidos nucleicos, ácidos orgánicos, vitaminas y minerales.

2.2.- Agua

El contenido en agua de los organismos varía con su edad y disminuye conforme esta aumenta. Tiene el papel de disolvente en el cual se transportan los nutrientes y eliminan los productos de desecho: muchas de las reacciones enzimáticas se llevan a cabo en medio acuoso, por lo que tiene un importante papel en la regulación de la temperatura.

2.3.- Proteínas

Las proteínas forman la mayor parte de los compuestos nitrogenados, tanto en las plantas como en los animales. En el caso de las plantas, el porcentaje de estas es más alto en los individuos jóvenes y disminuye a medida que la planta envejece.

Las plantas y muchos microorganismos son capaces de sintetizar proteínas a partir de compuestos nitrogenados simples, tales como los nitratos. Los animales no pueden sintetizar algunos aminoácidos, y para formar sus proteínas necesitan que los aminoácidos les sean suministrados en el alimento. Algunos aminoácidos pueden sintetizarse a partir de otros por un proceso de transaminación, los que no son sintetizados se les conoce como aminoácidos esenciales y deben ser agregados en el alimento que se suministra.

2.4.- Lípidos

Los lípidos son moléculas orgánicas insolubles en el agua, desempeñan diversas funciones, actuando como: (1) componentes estructurales de las membranas, (2) transportadores y almacenadores del combustible catabólico, (3) cubierta protectora

de muchos organismos y (4) constituyente de la superficie celular. entre otras. Algunas sustancias clasificadas dentro de este grupo son: esteroides, vitaminas y hormonas, que poseen una intensa actividad.

Los lípidos son una fuente de Ácidos Grasos Esenciales (A.G.E.) los cuales son muy importantes para el mantenimiento e integridad de las membranas celulares, transporte de lípidos y precursores de ciertas hormonas.

La investigación realizada hasta la fecha, ha permitido concluir que algunos animales pueden sintetizar ácidos grasos saturados y monoinsaturados a partir de precursores, pero son incapaces de sintetizar ácido linoleico y ácido γ -linolénico, A.G.E.

Las oleaginosas poseen ácido linoleico en abundancia, destacando la linaza por ser especialmente rica en ácido linolénico. (Tacon et. al. 1987).

2.5.- Carbohidratos

Los carbohidratos desempeñan dos funciones biológicas principales: una como almacenadores de combustible y otra como elementos estructurales. El almidón es la principal forma de almacenamiento de combustible en los vegetales, mientras que la celulosa es el principal componente extracelular. El glucógeno, es el principal glúcido de reserva en los animales.

2.6.- Vitaminas

Las vitaminas es un grupo heterogéneo de compuestos

orgánicos esenciales para el crecimiento y mantenimiento del animal. La mayoría de ellas no son sintetizadas por los animales en la cantidad necesarias y sus necesidades dependen de la especie, velocidad de crecimiento, capacidad de síntesis bacteriana del tracto gastro-intestinal del animal y composición de los alimentos. En general los animales muestran distintos signos morfo-fisiológicos de deficiencia cuando alguna de las vitaminas está ausente en la dieta, de igual forma se presentan signos de hipervitaminosis cuando estas exceden las demandas metabólicas. Dependiendo de su solubilidad se clasifican en: liposolubles e hidrosolubles. Las liposolubles son absorbidas en el tracto gastro-intestinal con la presencia de grasa y pueden ser almacenadas junto con las reservas de grasa al grado de ser tóxicas. (Tacon et. al., 1987). En contraste, las vitaminas hidrosolubles no se almacenan en cantidades apreciables por lo que los niveles tóxicos de estas son improbables.

Desde el punto de vista fisiológico y nutricional existen muchas ventajas al considerar a las vitaminas como un grupo, pero se debe tener presente que la mayoría de ellas no tienen relación química y que el nombre del grupo no posee ningún significado respecto a su composición.

La mayoría de las vitaminas hidrosolubles actúan como componentes de coenzimas importantes en las rutas metabólicas, mientras que las liposolubles desempeñan otras funciones. Por ejemplo, la vitamina A actúa en el ojo en la transmisión de los estímulos luminosos hasta el cerebro, entre otras funciones.

Las vitaminas están presentes en los alimentos, tanto de origen animal como vegetal y son requeridos por los animales en cantidades traza. Aproximadamente 15 vitaminas se han aislado de los organismos y su esencialidad depende de las especies, el estado de desarrollo de los animales, composición de los alimentos y de la capacidad de síntesis bacteriana del tracto gastro-intestinal del animal. Los requerimientos de vitaminas para peces y camarones se han determinado a través de niveles graduales de cada vitamina con dietas puras o semi-puras bajo condiciones de laboratorio; los requerimientos son tomados en base a la respuesta del crecimiento, eficiencia alimenticia o concentración de vitaminas en el tejido. (Halver, 1972 y 1985).

Existe escasa información sobre requerimientos de vitaminas en peces y camarones bajo condiciones de cultivo de explotación. A pesar de estos serios problemas los requerimientos de algunas vitaminas para camarones penaeidos se mencionan, representando los requerimientos mínimos para el crecimiento y prevención de signos de deficiencia, por ejemplo, para la tiamina en *P. japonicus* es de 60 - 120, piridoxina de 120 e inositol 4000 mg/kg de alimento, (Deshimaru y Kuroki, 1979; Deshimaru, 1985); colina 600 mg/kg. (Kanazawa et. al., 1976); Acido ascórbico de 10000, 3000 y 1000 mg/kg propuesto por Guary et. al., 1976, Kanazawa, 1983 y Lightner et. al., 1979; tocoferol (vit. E) y colecalciferol (vit. D3) se sabe que son requeridos pero se desconoce la cantidad, (Kanazawa, 1983).

2.7.- **Minerales**

La materia inorgánica está constituida por todos los

elementos que forman parte de las plantas y los animales, a excepción del carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno. Las cenizas de los animales son ricas en calcio y fósforo y las de las plantas están compuestas principalmente por potasio y sílice.

Los elementos minerales sirven en el organismo de diferentes maneras. Como constituyentes de huesos y dientes, forman parte de los compuestos orgánicos como proteínas y lípidos, son importantes en la activación de muchas enzimas, entre otras funciones.

2.8.- Análisis de los Alimentos

La mayor parte de la información que se tiene hoy en día acerca de la composición de los alimentos esta basada en el método denominado Análisis Inmediato de los Alimentos. Este análisis divide a los alimentos en seis fracciones:

Humedad.- Agua (ácidos volátiles y bases, si existen)

Cenizas.- Minerales elementos

esenciales: Ca, K, Mg, Na, S, P, Cl,
Fe, Mn, Cu, Co, I, Zn,
etc.

Proteína bruta.- Proteína, aminoácidos, aminos, nitratos,
glucósidos nitrogenados, ácidos nucleicos.

Extracto etéreo.- Grasas, aceites, ceras, ácidos orgánicos,
pigmentos, esteroides, vitaminas A, D, E, K.

Fibra bruta.- Celulosa, hemicelulosas, lignina.

Extracto Libre de Nitrógeno.- Celulosa, hemicelulosa,
lignina, azúcares, fructosanas, almidón, pectinas,
ácidos orgánicos, pigmentos.

3.- La Acuicultura

La acuicultura es la producción de organismos biológicos de un sistema acuático mediante manejo, reproducción y engorda; esta actividad ha existido desde varios milenios. Actualmente esta actividad se practica de alguna forma en todos los países del mundo con excepción, posiblemente, del Continente Antártico. (Fredrick, 1982).

En comparación con la producción agrícola; la acuicultura es la subdivisión de producción alimenticia más reciente y actualmente provee menos del 1% del suministro mundial de alimentos.

Existen muchas razones por las que se considera a la acuicultura como una actividad en crecimiento en muchos países entre los que se pueden mencionar a Japón, Francia, Estados Unidos, Panamá y México entre otros, por: 1) la demanda de alimentos por parte de la población mundial aumenta y la escasez de estos se hace más aguda especialmente aquellos con proteína de buena calidad; 2) la producción pesquera está alcanzando su máximo rendimiento, prueba de ello la preocupación de algunos países para salvar especies en proceso de extinción; 3) la producción agrícola no aumenta en relación directa al crecimiento demográfico en muchas regiones del mundo. Su importancia radica en que utiliza áreas de la superficie terrestre cubiertas con agua que no han sido totalmente explotadas y que sin embargo, son potencialmente aptas para un futuro desarrollo.

Muchos organismos acuáticos son eficientes transformadores de alimento en proteína, con un coeficiente de conversión

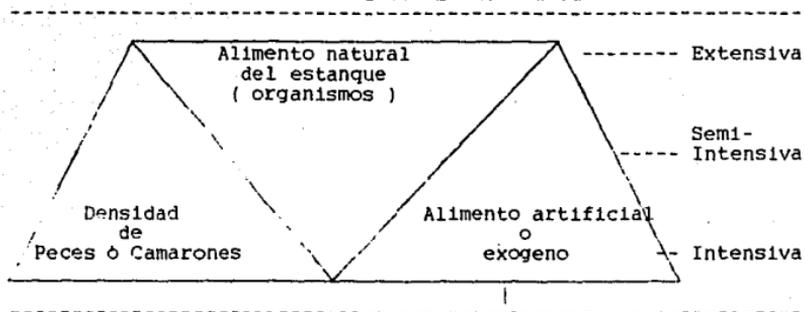
alimenticia bajo, que en su gran mayoría es tan buena o mejor que la de algunos animales terrestres domesticados. (Fredrick W.W., 1982).

La acuicultura puede producir grandes cantidades de alimentos, con recursos que ahora son desperdiciados, por ejemplo, los ostiones y almejas, cultivados en estanques poco profundos, pueden alimentarse por el plancton del océano; estos organismos también utilizan la energía solar para producir alimento de alta calidad utilizado por el hombre.

El desarrollo de las empresas acuiculturales está limitado por varios impedimentos, entre estos está principalmente la falta de conocimientos científicos y de ingeniería para hacer el cultivo comercial de varias especies práctico y económicamente rentable, (Fredrick W.W., 1982).

Se han llevado a cabo principalmente tres sistemas de explotación en esta actividad, el extensivo, semi-intensivo e intensivo. En el sistema extensivo a diferencia del intensivo no se tiene un control de la cantidad, calidad de alimento y número de organismos cultivados por unidad de área, ver siguiente esquema.

Sistemas De Cultivo En Acuicultura



(Tacon A.G.J., 1987).

En donde se relacionan los organismos como alimento natural y el alimento artificial en la nutrición de los peces ó camarones en un estanque con un sistema de cultivo extensivo, semi-intensivo e intensivo.

La nutrición y alimentación está relacionada con el complemento de nutrientes en forma directa, artificial, mediante alimentos balanceados o indirectamente a través del incremento de la producción de organismos que sirven como alimento vivo para peces ó camarones.

4.- Los langostinos Macrobrachium rosenbergii.

4.1.- Características principales de la especie.

Están ampliamente distribuidos en casi todas las áreas tropical y subtropical de la región Indo-Pacífica, incluyendo el Este de Pakistán, India, Ceilán, Tailandia, Malasia, Indonesia, Filipinas, Camboya y Vietnam. Están presente en ambos tipos de agua tanto dulce como salada. Habitan en casi todos los ríos, lagos, reservorios de agua, estanques y canales de irrigación.

Son territoriales, migratorios, de hábitos nocturnos y omnívoros; su alimentación incluye gusanos acuáticos, insectos, moluscos, crustáceos pequeños, carne, desechos de origen animal así como granos, semillas, algas, hojas blandas y tallos de plantas acuáticas.

El alimento lo detecta por el olfato y tacto, cuando lo busca los filamentos de las antenas y antenulas son movidos activamente a su alrededor hasta encontrarlo, lo recoge y lleva a la boca por sus primer y segundo pares de patas torácicas.

Tienen cuatro etapas en su ciclo de vida, que son: Huevo, larva, juvenil y adulto. De 18 a 45 días después de la eclosión, dependiendo de la temperatura y calidad de agua, la larva del langostino completa su desarrollo; después de la metamorfosis, toma la apariencia y comportamiento de adulto. (New, 1984 ; Ling, 1969).

Durante el crecimiento, periódicamente deben desecar su caparazón y formar uno nuevo, a este proceso se le llama muda y

va acompañada de un aumento repentino de tamaño y peso. al mudar, la vieja cutícula la desechan en menos de diez minutos, causando una ruptura transversal dorsal en la parte media del torax y abdomen. El langostino entonces se dobla casi en forma de U invertida y flexiona en forma repetida hasta que empuja parte del cuerpo y sale a través de la ruptura dorsal. La frecuencia de muda depende de la edad del organismo así como de la cantidad y calidad del alimento: a menor edad la frecuencia de muda es mayor.

De la eclosión hasta la metamorfosis a juveniles, las larvas pasan por 11 estadios, de los cuales solo ocho pueden ser distintivamente reconocidos. Todos los estadios larvales requieren de agua salobre; se alimentan continuamente y su comida natural consiste principalmente de zooplancton y partículas muy pequeñas de plantas. Los juveniles dejan de ser pelágicos tan pronto como ellos sufren la metamorfosis del último estadio.

La velocidad de crecimiento es rápida. Se ha visto que juveniles con un peso de 0.5 gr. en estanques con condiciones de agua y alimento de buena calidad pueden alcanzar los 110.5 gr. durante un periodo de siete meses.

Después de alcanzar una longitud alrededor de 14 cm y un peso de 80 gr. el crecimiento de las hembras decrece y hay un pequeño crecimiento más allá de alrededor de los 15 cm. y 100 gr. Los machos se mantienen en crecimiento alrededor de los 200 gr.

La diferenciación sexual externa de Macrobrachium rosenbergii es muy notable, ya que además del tamaño siempre

mayor del macho, este se distingue también por poseer su segundo par de pereópodos de mayor tamaño.

La copulación se realiza por lo general después de una muda reciente, por contacto entre los vientres y depositando el macho los espermatozoides dentro del receptáculo seminal de la hembra, (Ling, 1969).

4.2.- Descripción Del Género Macrobrachium

Los langostinos son artrópodos, es decir, que tienen patas articuladas y están protegidos por una cubierta dura llamada cutícula cuyo material tiene su origen en la secreción de las células epidérmicas; pertenecen a la Clase Crustacea, que son esencialmente acuáticos y poseen una cutícula que se convierte en un esqueleto externo más duro por la incrustación de sales calcáreas, del Orden Decapoda del cual son importantes sus especies dentro de la alimentación humana los cuales pueden ser marinos o de agua dulce y con cinco pares de patas andadoras. El Orden Decapoda se divide en dos Subordenes: Natantia y Reptantia. El Suborden Natantia se divide a su vez en dos secciones: los Peneidos y Carideos, camarones y langostinos respectivamente. En la Sección Caridea se encuentra la Familia Palaemonidae con la mayoría de sus miembros de vida libre, marinos, dulceacuicolas y estuarinos; entre ellos están las especies de mayor importancia económica. Aquí se encuentra al Género Macrobrachium que engloba más de 100 especies distribuidas en todo el mundo. Con una clasificación taxonómica (Holthuis, 1952; Rodríguez, 1965; Tome, 1988) resumida de la siguiente manera.

T A X O N O M I A

Phylum -----	Arthropoda
Subphylum -----	Euarthropoda
Superclase -----	Mandibulata
Clase -----	Crustacea
Subclase -----	Malacostraca
División -----	Eucarida

Orden ----- Decapoda
 Suborden ----- Natantia
 Sección ----- Caridea
 Familia ----- Palaemonidae
 Género ----- Macrobrachium (Bate. 1968).

4.3.- Situación económica del langostino en México

El análisis de la situación de la comercialización del langostino en México, implica una revisión en términos generales de la situación de la pesca, los recursos económicos y financieros destinados al sector, los pescadores, la flota pesquera, la contaminación del mar, la pesca irracional y distribución, hasta llegar a los hábitos de consumo, donde se encuentra en primer lugar el poder adquisitivo del consumidor sumamente deteriorado.

Los niveles de consumo se mantienen en proporciones mínimas que llegan por persona al año. A nivel mundial México se encuentra entre los que menos consumen, cuando en las costas mexicanas, lagunas, presas y ríos, existe un enorme potencial para ser aprovechado.

El precio del langostino se mantiene sujeto a la ley de la oferta y la demanda, además de no encontrarse con precio oficial por no considerarlo como alimento básico. Los \$ 16.000.00 a \$ 18.000.00 que se tienen que aportar para la compra de un Kg. de este producto son sin lugar a duda precios muy elevados.

Para el langostino Macrobrachium rosenbergii existen

ventajas que pudieran hacer de esta especie a corto plazo, de las de mayor producción. Diversos factores que favorecen su rápida reproducción, el alto número de crías por hembra, la existencia de condiciones naturales y artificiales para su desarrollo en los litorales mexicanos.

Por otra parte, la intensificación de la producción artificial del langostino a bajos costos, su fomento y difusión a nivel rural y privado incrementará el volumen de langostino en el mercado.

Existe información técnica y científica que ha demostrado la viabilidad del cultivo del langostino Macrobrachium rosenbergii en California del Sur. Sin embargo, se ha recomendado que la investigación futura se encamine hacia la naturaleza combativa del animal, la depredación de larvas por un hidrozoo (Moerisia lyonsi) que se establece en el sistema de incubación, enfermedades bacterianas, obtención de alimentos balanceados eficaces bajo el aspecto costo, localización y fomento de mercados adecuados, manipulación genética para mejorar las características de crecimiento y aumentar su tolerancia a las temperaturas bajas y preparación de sistemas eficaces de cría (Sandifer, 1976).

5.- ANTECEDENTES

Los problemas más frecuentes en estudios sobre nutrición de camarones son: a) selección de las condiciones del experimento, b) la gran variabilidad en la velocidad de crecimiento de los camarones, c) la selección de la forma del alimento y sus ingredientes y d) la presentación de los resultados en una forma accesible tanto para investigadores como para la gente interesada en este cultivo. (Zoula; 1973). Por lo tanto, se debe tener el conocimiento acerca de la temperatura, requerimientos de salinidad, efectos posibles de contaminantes en el agua, así como de la cantidad de aereación adecuada y remoción efectiva de excrementos. Considerando que los animales cultivados en un sistema de recirculación de agua fueron significativamente más grandes que los cultivados en un sistema por recambio de agua.

Otro parámetro que no ha sido uniformizado es la densidad, número de animales por área, la más apropiada envuelve el efecto del grupo de animales en el crecimiento en un sistema particular.

Una particularidad de los langostinos es la variabilidad inherente de crecimiento con lo que la interpretación de los resultados es más difícil cuando se hacen comparaciones entre grupos muy pequeños de solo 5 a 10 animales.

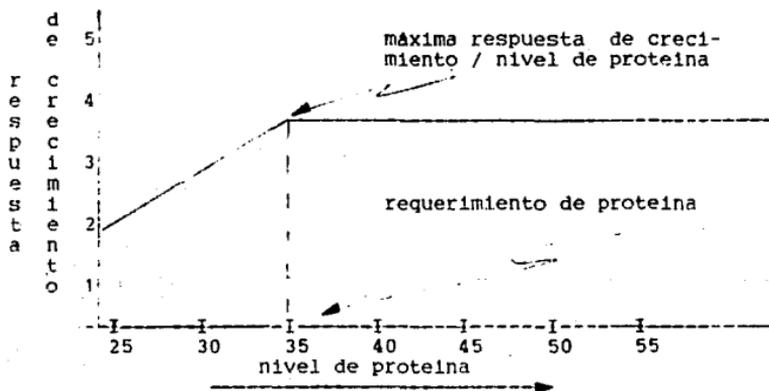
Un alimento no solo debe ser de buena calidad, retener su forma y consistencia por un número de horas en el agua (Meyers and Zein-Eldin, 1972), sino que tiene que ser atractivo para el estadio del animal al cual es presentado. La forma de alimento debe ser determinado por la conducta de un estado dado al hacer

la elección entre hojuelas, harina o aglomerado.

Los requerimientos nutricionales de todas las especies para la explotación en acuicultura pueden ser considerados bajo cinco grupos: proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales.

5.1.- Niveles óptimos de proteína en el alimento.

A la fecha no hay información cuantitativa sobre los requerimientos de proteína para langostinos, sin embargo, se han hecho investigaciones al respecto en peces por Delong, *et. al.*, 1958, alimentándolos con dietas que contenían niveles graduales de proteína de alta calidad (una mezcla de caseína: gretina suplementada con aminoácidos puros para simular el perfil de aminoácidos de la proteína del huevo de gallina), el nivel de proteína con el que se obtuvo el mejor crecimiento fué tomado como el óptimo para esta especie, 35 %.



Este criterio para determinar los requerimientos de proteína ha cambiado muy poco con la determinación de retención máxima de

proteína en tejido (Ogino, 1980).

Se evaluaron algunos alimentos isocalóricos (2900. Kcal/Kg) en langostinos juveniles Macrobrachium rosenbergii, con mediciones subsecuentes de la respuesta metabólica en términos de consumo de oxígeno y excreción de nitrógeno, al relacionar la respuesta metabólica con los niveles de proteína, lípidos y carbohidratos. Estas mediciones junto con algunos índices tales como el-Acción Dinámica Específica (ADE) y proporciones de O:N sugieren que una relación lípidos-carbohidratos entre 1:3 y 1:4 da una mayor eficiencia de proteínas. (Cifford y Brick; 1978).

Animales juveniles M. rosenbergii fueron alimentados en sistemas cerrados donde se les ofreció una dieta con una concentración de proteína de 49, 40, 32 y 23 %, los alimentos con 40 y 49 % promovieron significativamente una ganancia en peso a diferencia de los alimentos con 32 y 23 %. Además el alimento con 32 % fue mejor que el de 23 %. La eficiencia proteica fue menor para 49 % contra 40 %. El decremento de la velocidad de crecimiento observado con la dieta de 49 % aparentemente coincide con el incremento en el catabolismo de proteína. Esto fue sugerido por la alta defecación de nitrógeno con este alimento, comparado con los demás. (Millikin et. al., 1980).

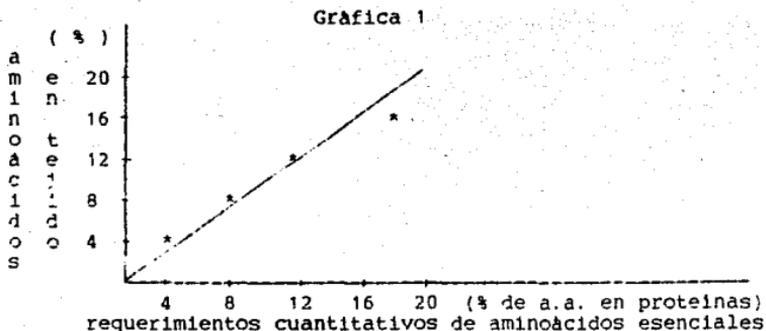
5.2 Niveles óptimos de aminoácidos esenciales

Hasta ahora no hay información cuantitativa de los requerimientos de aminoácidos esenciales en langostinos. Tradicionalmente, la cuantificación de requerimientos de aminoácidos esenciales en animales, se ha determinado observando

la respuesta al crecimiento cuando los animales se alimentan con niveles graduales de cada uno de los aminoácidos. La información referente a los requerimientos cuantitativos de aminoácidos esenciales en peces, difiere significativamente dentro y entre las especies. Por lo que se debe poner atención al cuantificar los niveles de estos, ya que bajan con la edad, los aminoácidos puros son más rápidamente asimilados en algunos peces que los aminoácidos unidos a la proteína por lo que se puede sobrestimar el crecimiento. Si bien, Deshimaru (1981) reporta que no hay un efecto benéfico en el crecimiento cuando se suplementan aminoácidos puros en dietas para juveniles P. japonicus, investigaciones recientes han demostrado que las larvas de la misma especie son capaces de utilizar aminoácidos suplementados en la dieta para el crecimiento (Teshima, et. al. 1986).

5.3.- Método por análisis de los animales

Los datos obtenidos por el método anterior muestran que no hay diferencias entre las proporciones relativas de los aminoácidos esenciales requeridos en el alimento y las de los aminoácidos presentes en el animal (Tacon y Cowey, 1985). Conclusiones similares fueron obtenidas por Wilson y Poe (1985), cuando determinaron el coeficiente de regresión (0.96) de los requerimientos de aminoácidos esenciales y los del cuerpo del pescado (bagre) o langostinos . A pesar de que no se ha probado, se podría suponer que existe una relación similar entre los camarones. En la Gráfica 1 se puede observar una correlación lineal entre ellos.



Con trazadores radioactivos pudieron ser determinados los aminoácidos esenciales (A.E.) para el langostino Macrobrachium rosenbergii, histidina, arginina, metionina, leucina, isoleucina, valina, fenilalanina, tirosina y posiblemente lisina, treonina y triptofano (Watanabe, 1975).

La determinación de los requerimientos cuantitativos de algunos A.E., lisina, arginina, metionina y triptofano, muestran que estos aminoácidos fueron dispensables para el crecimiento cuando se omitieron. Las bacterias del intestino pudieron haber aportado a los langostinos las cantidades suficientes de estos aminoácidos para su crecimiento (Stahl y Ahearn, 1978).

5.4.- Lípidos

Los ácidos grasos que son indispensables para el mantenimiento e integridad de membranas celulares entre otras funciones, son fuente de energía para el metabolismo aeróbico del músculo de los peces y crustáceos. El grado de insaturación de los ácidos grasos influye en las propiedades físicas de los lípidos, en general los ácidos grasos insaturados se desdoblan y

se metabolizan más rapido y tienen puntos de fusión más bajos que sus correspondientes ácidos grasos saturados. En vista de que los animales no pueden sintetizar de novo los ácidos grasos de las series linoleico y linolenico, bajo algunas excepciones, estos deben ser suministrados en el alimento. (Tacon, 1987).

A la fecha hay muy pocos estudios sobre los requerimientos de ácidos grasos esenciales (A.G.E.) en cuanto al crecimiento, tanto de crustáceos marinos como de agua dulce. Consecuentemente su importancia en la nutrición de Macrobrachium es poco conocida. En términos generales se puede decir que para algunos animales terrestres, los ácidos grasos de la serie w-6 son más importantes que ácidos grasos de la serie w-3, por lo tanto los ácidos grasos predominantes en los tejidos de estos animales pertenecen a la serie linoleico (linoleico y araquidonico). Los animales acuáticos poseen ácidos grasos de la serie w-3 que predominan sobre los de la serie w-6, aunque en algunos animales acuáticos de agua templada se han reportado niveles altos de la serie w-6. En general, los peces de agua fría tienen requerimientos mayores de ácidos grasos de la serie w-3, mientras que los de agua templada son de ambas series tanto de w-3 y w-6, o solo de la serie w-6. (Tacon, 1987). En el caso de los animales acuáticos carnívoros, los organismos consumidos son ricos en ácidos grasos de la serie w-3, por lo que han perdido la habilidad de sintetizar ácidos grasos de cadena más larga a partir del ácido linolenico. (Kanazawa, 1985).

Debido a la falta de una información cuantitativa confiable acerca de los requerimientos de ácidos grasos esenciales para

crustáceos, la información disponible está basada bajo ciertas suposiciones y sobre bases muy debiles más bien que por conclusiones. Se cree que los ácidos grasos de la serie w-3 son más importantes que los de la serie w-6 en crustaceos como es el caso de ciertos peces: (Castel et. al., 1986: Sandifer y Joseph, 1976).

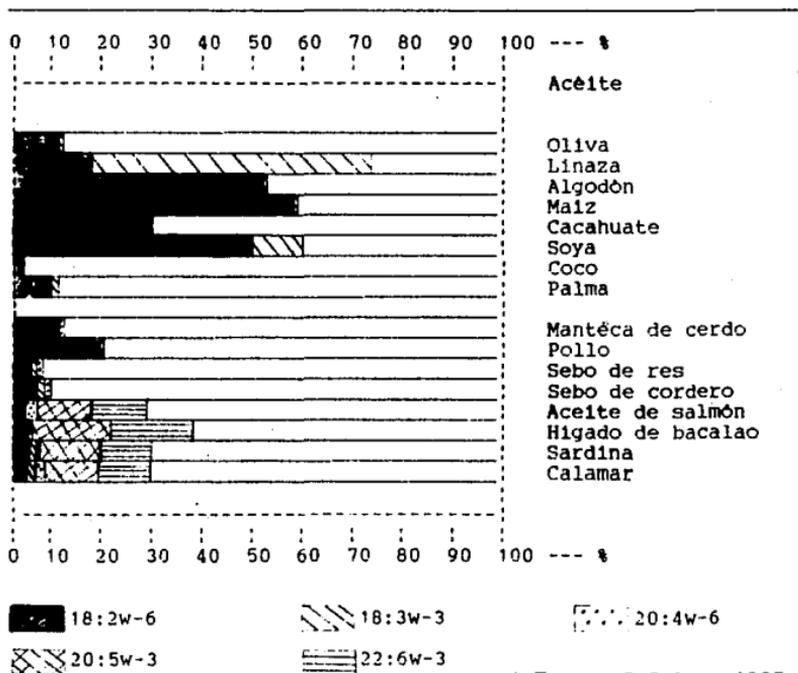
Se evaluó la capacidad de bioconversión del ácido graso (1-14C) 18:3w3 a los ácidos grasos 20:5w3 y 22:6w3 entre diferentes peces y crustaceos: examinando la proporción de ácidos grasos radioactivos en la cantidad total de lípidos y se calculó el porcentaje de incorporación de (1-14C) 18:3w3 a 20:5w3 y 22:6w3. este varió considerablemente entre las especies examinadas y permitió concluir que algunas especies son incapaces de sintetizar 20:5w3 y 22:6w3 a partir de 18:3w3 en cantidades suficientes para su desarrollo. (Kanazawa et. al. , 1979).

Al probarse un alimento comercial para camarones con langostinos Macrobrachium rosenbergii, al que se le agregó 3 % de aceite de cabezas de camarón Penaeus setiferus dió como resultado la reducción del nivel de ácidos grasos de la serie w-6 y un incremento de los ácidos grasos de la serie w-3 y ácidos grasos saturados. Se comprobó un incremento significativo en el crecimiento de los animales que recibieron este alimento. Los camarones alimentados con ambas dietas tubieron en sus tejidos alrededor del mismo porcentaje de ácidos grasos de la serie w-3 como en sus dietas. a diferencia de los niveles del ácido graso 18:2w6 que fué menor al de sus dietas. Esto sugiere que los ácidos grasos de la serie w-3 son importantes en la nutrición de

los langostinos Macrobrachium rosenbergii. (Sandifer y Joseph, 1976).

En contraste a los aceites animales, los vegetales son ricas fuentes de 18:2w-6 y contienen poco o nada de ácidos grasos esenciales de la serie w-3, con excepción del aceite de soya y de linaza, como muestra la siguiente figura.

Composición de ácidos grasos de la serie w-6 y w-3 de algunos aceites de origen animal y vegetal.
(gr. / 100 gr. de muestra)



(Tacon G.J.A., 1987).

5.5.- Carbohidratos

A la fecha los requerimientos de carbohidratos no han sido establecidos para peces y langostinos. Hasta cierto punto esto se debe a los hábitos alimenticios carnívoros u omnívoros de la mayoría de las especies de camarones que se cultivan: su capacidad para sintetizar carbohidratos (por ejemplo, glucosa) a partir de fuentes alimenticias como proteínas y lípidos; y su capacidad para satisfacer sus requerimientos energéticos solo si fuera necesario a través del catabolismo de proteínas y lípidos. No obstante, la aparente ausencia de requerimientos de carbohidratos en el alimento para peces y camarones, no hay duda de las importantes funciones biológicas que desempeñan. Por ejemplo, la glucosa, sirve como fuente de energía del cerebro y como un intermediario metabólico para la síntesis de otros compuestos importantes tales como la quitina del exoesqueleto de crustáceos, ácidos nucleicos y secreciones mucosas. Si bien estos pueden ser vistos como nutrientes alimenticios no esenciales para peces y camarones, su inclusión es necesaria porque representan una fuente con valor energético alimenticio de bajo costo, su uso cauteloso en los alimentos puede economizar la cantidad de proteína para el crecimiento en vez de que sirva como provisión de energía; pueden servir como constituyentes para facilitar la fabricación de alimentos estables en el agua cuando se usan como aglomerantes; ciertos carbohidratos pueden incrementar la palatabilidad de ellos.

Se ha demostrado que en peces carnívoros los niveles altos de carbohidratos disminuyen el crecimiento, elevan los niveles de

glucógeno del hígado y causan eventualmente la muerte (Phillips et. al., 1948; Austreng et. al., 1977). En contraste, en omnívoros se ha encontrado que toleran niveles altos de carbohidratos, son utilizados como fuente de energía o se almacenan en forma de lípidos (Chiou y Ogino, 1975; Anderson et. al., 1984).

La utilización de los carbohidratos varía con su complejidad y estructura química, teniendo un mayor beneficio los polisacáridos y disacáridos que los monosacáridos por su digestibilidad (Anderson et. al., 1984; Robinson y Wilson, 1985). En el caso de langostinos su habilidad para adaptarse a alimentos con altos porcentajes de carbohidratos depende de su capacidad para convertir el exceso de energía (por ejemplo la glucosa) en lípidos o aminoácidos no esenciales.

5.6.- Vitaminas

Existe poca información sobre requerimientos de vitaminas del langostino bajo condiciones de cultivo intensivo o semi-intensivo. A pesar de ello se puede mencionar que la mayoría de las vitaminas no son sintetizadas por el animal a una velocidad suficiente para alcanzar las necesidades, cuando una de las vitaminas es excluida del alimento, se presentan distintos signos de deficiencia morfológicos y fisiológicos.

Las vitaminas liposolubles como es el caso de la A, D, E y K, se absorben en el tracto gastro-intestinal en presencia de grasa y pueden ser almacenadas con las reservas de esta grasa, este almacenaje puede incrementarse con el alimento hasta un

nivel que puede resultar adverso al desarrollo. En --
contraste, las vitaminas hidrosolubles como la B y C no se
almacenan en cantidades apreciables, por lo que este nivel es
poco probable que se alcance bajo condiciones de cultivo, sin
embargo, puede inducirse experimentalmente hasta que los animales
muestran signos de toxicidad.

Los requerimientos vitamínicos para camarones peneidos se
han determinado en alimentos con niveles graduales de cada
vitamina, bajo condiciones controladas de laboratorio, por
ejemplo para la tiamina y piridoxina son de 60 a 120 mg / kg y de
120 mg / kg respectivamente, inositol de 4000 mg / kg,
(Deshimaru y Kuroki, 1979), colina de 600 mg / kg. (Kanazawa,
Teshima y Tanuka, 1976), vitamina D y E se desconoce la
cantidad. (Kanazawa, 1983). Los requerimientos son tomados en
base a la respuesta observada de crecimiento, eficiencia
alimenticia o concentración vitamínica en el tejido. (Kanazawa:
1983, Halver; 1985). No obstante, las necesidades vitamínicas
para la mayoría de los camarones dependen de varios factores
importantes: hábitos alimenticios; capacidad de síntesis
vitamínica por la microflora intestinal; sistema de cultivo
llevado a cabo (intensivo, semi-intensivo o extensivo); tamaño
y velocidad de crecimiento; contenido de otros nutrientes;
proceso de fabricación del alimento; características físico-
químicas del agua y estado físico de los animales.

5.7.- **Minerales**

Hay escasa información acerca de los requerimientos
minerales del langostino. Esto se debe principalmente a la

capacidad de los animales acuáticos para absorber minerales del agua que les rodea además de los ingeridos por el alimento y por su variación de respuesta a la regulación de sales o presión osmótica.

Como en el caso de las vitaminas, los requerimientos minerales se determinan graduando los niveles de cada uno de estos en el alimento y se toma en base a la respuesta del crecimiento o eficiencia alimenticia, careciendo de los valores en cultivo intensivo y semi-intensivo.

No obstante, la presencia adecuada de minerales en virtualmente todos los ingredientes comúnmente usados para la alimentación de peces (Tacon y De Silva, 1983) y la capacidad de estos organismos para absorber ciertos elementos del agua que les rodea, las deficiencias de minerales pueden surgir bajo condiciones de cultivo intensivo por: La ausencia de una premezcla específica de minerales en el alimento y la disponibilidad reducida de los minerales por un balance inadecuado en el alimento.

5.8.- Energía

A la fecha hay poca información sobre requerimientos energéticos para que pueda ser practicado en alimentos comerciales, debido principalmente a dificultades que se presentan al hacer mediciones cuantitativas de las pérdidas energéticas del metabolismo (Brafield, 1985). Sin embargo, los requerimientos energéticos dependen de : temperatura del agua, tamaño del animal (Brett y Groves, 1978); estado fisiológico

(Wooton, 1985); fotoperiodo; calidad del agua y stress
(Talbot, 1985; Knights, 1985).

La energía requerida de los camarones por ser organismos acuáticos es diferente a la de los terrestres principalmente porque pueden obtener de 10 a 20 % más energía del catabolismo de proteínas que los animales terrestres, dado que ellos no tienen que convertir el amonio (producto final del catabolismo de proteínas) en sustancias menos tóxicas (urea o ácido úrico) antes de la excreción (Brett y Groves, 1979). En salmonidos las pérdidas de nitrógeno por branquias y orina se ha reportado del 85 % en forma de amoníaco y 15 % en forma de urea (Luquet, 1982). Por lo tanto la excreción de productos nitrogenados requieren menos energía en animales acuáticos. Es importante proveer de un nivel óptimo de energía ya que un exceso o deficiencia de esta puede dar como resultado una reducción en el crecimiento (Robinson y Wilson, 1985).

6.- OBJETIVO

Debido a las consideraciones económicas y a su profunda influencia en el crecimiento, las proteínas son consideradas el componente más importante de una dieta. La evidencia disponible sugiere que el nivel óptimo de proteína en la dieta para Macrobrachium rosenbergii es de 27 a 36 %. Sin embargo, los requerimientos de proteína varían no solo de acuerdo a la edad sino también de los niveles de calidad y cantidad de esta y de las otras fuentes energéticas como de vitaminas y minerales. Por lo anterior, el objetivo de esta tesis fue determinar si existe un incremento en la velocidad de crecimiento de langostinos juveniles (Macrobrachium rosenbergii) por un aumento en la cantidad de proteína, conservando idealmente la misma calidad.

7.- MATERIAL Y METODOS

7.1.- Animales para análisis químicos

Se compró un kg de animales adultos vivos Macrobrachium rosenbergii por intermedio de la Delegación de Pesca, del Edo. de Morelos, a los cuales se les sacrifico con hielo para posteriormente preparar las harinas por separado de las cabezas, cuerpo y colas e integral mediante el secado de estas tres partes en una estufa de tiro forzado a 75 °C durante 12 hrs. y finalmente el molido en un molino de martillos con el que se obtuvo una harina homogénea; a estas tres harinas se les realizó el análisis ácidos grasos por cromatografía de gases y solo a la harina integral se le hizo el análisis proximal mediante las técnicas que se describirán de la A.O.A.C., 1975 (Association of Official Analytical Chemists.), y aminoácidos mediante un autoanalizador, la muestra para el análisis de aminoácidos fue previamente deslipidizada.

7.2.- Ingredientes empleados en los alimentos de experimentación

Se elaboraron tres alimentos con diferentes niveles de proteína, seleccionándose para ello a la alfalfa, maíz, soya, arroz, trigo, harina de sangre, pescado y de carne y hueso, como posibles componentes de los alimentos a probar por ser comunes para estudios de alimentación del langostino; Tabla 1.

De los materiales seleccionados como posibles componentes de los alimentos a probar se utilizaron: el maíz, la soya, harina de pescado y de carne y hueso.

Con el fin de formular una mezcla de aceites con una

relación de ácido linoleico : linolenico 3 : 1. se determinó el contenido de ácidos grasos en los aceites de ajonjolí, cartamo, soya, maíz, linaza, así como mezclas de estos aceites: Tabla 2, 3 y 4.

7.3.- Métodos para la determinación de la composición química

Se realizó el análisis bromatológico tanto de los ingredientes de los alimentos como del langostino M. rosenbergii empleando los siguientes métodos:

HUMEDAD. Determinación de humedad por el método 7-003/1970 AOAC. (1975).

CENIZAS. Determinación de cenizas totales y materia orgánica AOAC. 1975

PROTEINA CRUDA. Determinación de nitrógeno total, método microkjeldahl. AOAC. 1975.

EXTRACTO

ETEPEC. Determinación de extracto etéreo por el método soxlet. AOAC. 1975.

FIBRA CRUDA. Determinación de fibra cruda por el método modificado por Holst, 1978, AOAC. 1975.

FIBRA NEUTRO DETERGENTE. Determinación de fibra neutro detergente ó paredes celulares por el método AOAC. 1975.

EXTRACTO LIBRE

DE NITROGENO. Resulta de la diferencia entre el total de la suma de los valores anteriores y 100.

El análisis de aminoácidos y ácidos grasos se realizó por medio de un autoanalizador y cromatografía de gases respectivamente.

Los valores de los aminoácidos de cada ingrediente fue tomado de bibliografía referente a la

nutrición de peces y aves.

7.4.- Criterio de diseño de las dietas

Los cálculos de los alimentos fueron hechos por medio de sistemas de ecuaciones simultaneas empleando el método de solución de ecuaciones de Gauss-Jordan con un programa para copradoras mediante el lenguaje Basic, fijando y teniendo como restricción cierta cantidad de satisfacción de aminoácidos, es decir, tomando en cuenta la cantidad y calidad de proteína. Los niveles de proteína son: 28, 32 y 34 % : Tabla 5, a los que les corresponde un índice aproximadamente del 50 % para el caso de los aminoácidos histidina, arginina y lisina, respecto al perfil de aminoácidos del animal: Tabla 6.

Una vez alcanzados los niveles de proteína y aminoácidos deseados se calculó la composición teórica y el contenido calorico de los tres alimentos: Tabla 7, para establecer la cantidad de la mezcla de aceites que debería incorporarse para que los alimentos fueran isocalóricos y tuvieran una relación lípidos : carbohidratos lo más cercana posible a lo reportado por Clifford, H. C. y R. W. Brick, 1979.

7.5.- Elaboración de los alimentos y pruebas de estabilidad en el agua.

Para decidir el porcentaje a emplear del agente aglomerante (grenetina), se hicieron pruebas de estabilidad con el alimento de 34 % de proteína, este alimento se preparó con dos diferentes niveles de grenetina (1 y 2 %), mezclando las harinas, vitaminas (Vitafort A, multivitaminico para aves), minerales (

premezcla conocida de minerales utilizada en alimentos balanceados para peces) y aceite en una batidora de panificación hasta homogenizarse perfectamente. Incorporando agua caliente hasta obtener la consistencia deseada para realizar el moldeado en un molino de carne y finalmente efectuar el secado en una estufa de tiro forzado a 70°C por 12 h.

Una vez seco el alimento se hicieron las pruebas de estabilidad para evitar grandes pérdidas de alimento por dilución, en la que se probaron dos porcentajes 1 y 2% del aglomerante, simulando las condiciones de los acuarios en que se harían las pruebas biológicas, provocando movimientos del agua mediante burbujeo constante, a diferentes temperaturas 25 y 30°C y tiempos 3 y 15 h., al término de los cuales se determinó el porcentaje de dilución por diferencia de pesos.

7.6.- Comprobación de los valores calculados de cantidad y calidad de proteína.

Para la comprobación de la cantidad y calidad de proteína de los alimentos se les hizo el análisis químico proximal acuerdo a los métodos ya mencionados del A.O.A.C. : aminoácidos y ácidos grasos.

7.7.- Preparación de los acuarios

Se contó con cuatro acuarios de 0.5 X 1 m., adaptados con un filtro de falso fondo, con 18 divisiones de tela de mosquitero de plástico y una superficie de 256 cm², a una temperatura de 29°C, aireados y con un frasco ambar como refugio.

7.8.- Animales de estudio para las pruebas biológicas.

Para las pruebas biológicas fueron donados 120 animales juveniles Macrobrachium rosenbergii por el Centro Piscícola de Zacatepec Morelos, con una edad aproximada de 2.5 meses: 72 de ellos tomados al azar fueron colocados individualmente en los acuarios.

Las pruebas biológicas se llevaron a cabo durante un periodo de tres meses durante el cual se hizo un recambio de agua del 30% cada semana y se limpió el fondo del acuario quitando los restos de alimento diariamente por sifoneo, con un régimen de luz semejante al fotoperiodo.

Los animales se dejaron en adaptación al lugar durante una semana, alimentandose con la dieta empleada en la granja piscícola de Zacatepec (control). La cantidad de alimento suministrado fué del 8% del peso total de cada animal una vez al día, realizando las biometrias cada semana considerando peso y longitud.

Al término de los 80 días la eficiencia alimenticia fué medida en términos de:

- a) Crecimiento expresado en términos de peso y longitud por tiempo.
- b) Incremento de estos dos parámetros de crecimiento por tiempo.

$$(X2 - X1)$$

Donde X2 = peso final
y X1 = peso inicial

c) Incremento porcentual de peso y longitud por tiempo.

$$\text{I.P.} = \frac{(X_2 - X_1)}{X_1} \times 100$$

d) Conversión alimenticia definida como:

C.A. = cantidad de alimento consumido del tiempo 0 al tiempo T / incremento en peso del tiempo 0 al tiempo T (peso final - peso inicial)).

$$\text{C.A.} = \frac{\text{Alimento Consumido}}{\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}}$$

e) Supervivencia.

7.9.- Análisis estadístico

Los resultados tanto del incremento porcentual en peso como de longitud fueron analizados estadísticamente por medio de programas computarizados de análisis de varianza y la prueba de rango múltiple de Duncan con el paquete para computadoras PC, SPSS.

7.10.- Determinación de la cantidad de proteína y grasa de los animales en estudio.

Al finalizar la fase experimental se efectuó el análisis de los cuatro grupos además de fibra neutro detergente y perfil de ácidos grasos.

7.11.- Determinación de ácidos grasos.

En la nutrición animal además de los otros nutrientes es importante saber si la cantidad y calidad de grasa en los alimentos influyen en el estado nutricional de los animales, por lo que se hace necesario el análisis de ácidos grasos de los grupos animales.

8.- RESULTADOS Y DISCUSION

Muchos estudios se han llevado a cabo en acuarios de experimentación y estanques rusticos. Desafortunadamente, la composición de los alimentos, el tamaño de los animales usados y las condiciones de experimentación y ambientales incluyendo la presencia de alimento natural, han diferido por lo que pocas comparaciones entre estos estudios pueden ser posibles.

8.1.- Análisis químico de los animales adultos

La composición proximal de los animales adultos (Tabla 8), muestra un contenido de 46.11 % de proteína, con 13.24 % de grasa, 15.86 % de cenizas y 12.71 % de extracto libre de nitrógeno.

8.2.- Ingredientes empleados en los alimentos de experimentación

Como se puede observar en la Tabla 9 , la harina con mayor cantidad de proteína es la de pescado (67.13 %), seguida de la harina de soya (38.00 %), de carne y hueso (28.10 %) y de maíz (6.94 %); en el caso del extracto etéreo, la harina de carne y hueso es la que presenta el mayor contenido (13.98 %), seguida de la de pescado (8.99 %), maíz (5.98 %) y la de soya (3.43 %); finalmente se puede hacer notar que en el caso del extracto libre de nitrógeno, la harina que presenta la mayor cantidad es la de maíz (81.92 %) y la soya (38.65 %) seguidas de la harina de pescado (4.28 %) y de carne y hueso (2.32 %).

8.3.- Composición proximal teórica de los alimentos

La composición química teórica se presenta en la Tabla 10, donde se puede observar que la cantidad de proteína esperada era de 28, 32 y 34 % ; una relación lípidos : carbohidratos de 1:8.4, 1:6.1 y 1:3.8 respectivamente y con una energía alrededor de 3738 kcal/kg. Los estudios que se han realizado para determinar los requerimientos protéicos se han hecho utilizando principalmente harina de soya, maíz, pescado, camarón, calamar, carne y hueso, etc. De acuerdo a New (1976) el nivel óptimo de proteínas para camarones y langostinos está entre 27 y 36 por ciento, pero Millikin, *et. al.* (1980) encontraron que el mayor crecimiento se obtuvo a niveles de 40 por ciento. Heinz, (1988) llegó a la conclusión de que para juveniles hay que usar 40 por ciento y para adultos (de más de cuatro gramos) entre 25 y 30 por ciento es suficiente. En relación a la proporción de L : C Clifford y Brick (1979) mostraron que para juveniles de *M. rosenbergii* una razón de L : C de 1:3 a 1:4 ocasiona una utilización más eficiente de las proteínas que a razones de 1:1 y 1:2.

Al comparar las Kcal de una serie de dietas comerciales Estadounidenses usadas para el langostino (con un promedio de 3700 Kcal / Kg) y las de este estudio se observa que contienen prácticamente la misma energía; proporción L : C similar a la relación propuesta por Clifford (1979), con calidad diferente.

Con todo esto se puede decir que los alimentos probados en este estudio se manejaron dentro de rangos tanto de proteína, relación L : C y energía propuestos y usados por algunos.

investigadores para esta especie.

8.4.- Pruebas de estabilidad del alimento en el agua

Las pérdidas de alimento por dilución fueron ligeramente mayores al usar la grenetina al 1 % que al 2 %, a las 15 horas y 25 °C. Cuando es elevada la temperatura a 30 °C las pérdidas son mayores al 2 % que al 1 %. incluso reduciendo el tiempo de exposición en el agua; Tabla 11. De La Re, 1986. en su trabajo. Elaboración de una dieta para la alimentación de langostino (Macrobrachium rosenbergii), al probar varios agentes aglomerantes (grenetina, alginato y goma guar) concluye que la estabilidad del alimento con grenetina es mayor a la mostrada por los alimentos con alginato y goma guar, por lo que se decidió emplear grenetina en las pruebas de estabilidad. En contraste a las conclusiones hechas por De La Re (1986), que el mejor tratamiento en cuanto a estabilidad en agua fué cuando se usó grenetina al 3 por ciento, en este estudio resultó la del 1 por ciento porque aquí se probaron estos dos porcentajes (1 y 2 %) a diferentes temperaturas, probocando una mayor dilución al usar mayor cantidad de aglomerante. Por otro lado otros investigadores, en su mayoría usan el 1 por ciento de aglomerante en caso de que sea empleado.

8.5.- Comprobación de los valores calculados de cantidad y calidad de proteína

La composición química porcentual de los alimentos moldeados se presentan en la tabla 12 . Los análisis de proteína confirman una aproximación adecuada a los niveles teóricos calculados. Si bien el contenido de lípidos de los alimentos varía ligeramente.

el menor porcentaje fué del alimento con 28 % de proteína (13.26 %) y el mayor para el alimento con 34 % de proteína (15.45 %). esto puede deberse a que al obtener el nivel y calidad de proteína aumentó la cantidad de harina de carne y hueso con la consecuente alteración de la cantidad de lípidos, sin embargo, por esta aproximación se puede decir que el procedimiento de cálculo es adecuado .

En cuanto al contenido calórico, los alimentos diseñados fueron prácticamente isocalóricos y la relación lípidos:carbohidratos fué de 3.44 y 2.14 para los alimentos con 28 y 34 % de proteína respectivamente.

En contraste a las conclusiones de Clifford y Brick 1978 y 1979, el alimento con una cantidad de proteína similar en su estudio (28 %) y una proporción de L : C (1 : 3.44) produjo menor crecimiento que el alimento con 32 % de proteína y una proporción de L : C de 1 : 3.03 a su sugerencia óptima del alimento de 25 % de proteína y una proporción L : C de 1:4. Una razón por esta discrepancia en el alimento de Clifford pudo haber sido por una diferencia apreciable en la proporción de L : C en el alimento con mucha proteína (40 %), el cual era de 1 : 2, con mayor proporción de lípidos y calidad diferente.

En la ausencia de una información cuantitativa firme de requerimientos de aminoácidos esenciales para la mayoría de las especies cultivadas incluyendo los langostinos Macrobrachium rosenbergii, los requerimientos de estos fueron calculados en base a los aminoácidos esenciales presentes en el tejido del

animal dentro de un porcentaje conocido de proteína (28 a 34 %) a una misma calidad, coincidiendo los resultados calculados con los determinados tanto en cantidad como en calidad de proteína.

En términos generales se observa una tendencia ascendente de los niveles de aminoácidos conforme aumenta la cantidad de proteína de los alimentos, ver Tabla 13, bajo algunas excepciones como es el caso de la histidina, arginina y serina que mientras en el alimento con 28 % de proteína los niveles son bajos respecto a los del alimento con 32 % de proteína, en el alimento con 34 % de proteína estos niveles nuevamente bajan y en el caso de la fenilalanina, los niveles de esta son más altos en los alimentos con 28 y 34 % de proteína que en el alimento con 32 %.

Si se considera que los niveles óptimos de aminoácidos para el desarrollo son los encontrados en la proteína de los animales, se puede tener una idea más clara del aporte real de aminoácidos de los alimentos. En la Tabla 6 se observan los índices de carencia teóricos de los aminoácidos limitantes de los alimentos diseñados, prácticamente todos presentan la misma calidad de proteína con respecto a los aminoácidos controlados: correspondiendo para el caso de la lisina, histidina, arginina y fenilalanina un índice de carencia alrededor del 50 % respecto al tejido del animal; en el caso de la tirosina del 76 % siendo este el más limitante y los aminoácidos que cubren el mayor nivel del tejido de los animales están la valina, isoleucina, leucina y metionina.

Una de las principales razones por las que los niveles de proteína del alimento son excesivamente elevados para un crecimiento óptimo, es por un alimento mal balanceado, particularmente cuando uno ó más aminoácidos esenciales son deficientes. En tal caso la cantidad de proteína en exceso es desperdiciada de acuerdo a la cantidad de ésta requerida hasta alcanzar el nivel del ó los aminoácidos esenciales. Para mejorar la calidad de proteína de los alimentos experimentales se hace necesario elevar los niveles de aminoácidos más limitantes como es el caso de tirosina y si es posible disminuir los niveles de valina, isoleucina y leucina.

8.6.- Velocidad de crecimiento de los langostinos

Los cuatro grupos de animales mostraron a lo largo de los tres meses de este estudio un comportamiento positivo en cuanto a los dos parámetros de crecimiento medidos, peso y longitud (Figuras 1, 2) y con una sobrevivencia del 100 %. Obteniéndose aparentemente los mejores resultados con el grupo al que se le proporcionó el alimento con 28 % de proteína, a partir del día 25. Sin embargo, cuando se relaciona el incremento en longitud con el tiempo (Figura 4) se puede observar que el grupo al que se le proporcionó el alimento con 32 % de proteína es ligeramente mayor que el de 28 %. Como se puede observar en estas figuras, las comparaciones de crecimiento de los grupos se complica a pesar de que los animales son de la misma cría y por lo tanto de la misma edad; esto se debe a la influencia de la diferencia de peso y longitud promedio inicial de los animales que existe entre los grupos de experimentación. Si se expresa el crecimiento en

términos del incremento porcentual, es decir, tomando en cuenta el peso y longitud inicial, se corrige esto y se tienen así valores que permiten hacer interpretaciones adecuadas entre los grupos (Figuras 5 y 6). se observa que el grupo alimentado con la dieta de 32 % de proteína resultó el mejor a partir del día 45, logrando duplicar 9.7 y 1.1 veces en peso y longitud respectivamente, al término de los 80 días del estudio; siendo estas diferencias significativas ($P= 0.05$) para el resto de los grupos alimentados con las dietas de 28 y 34 % de proteína, duplicando 7.7 y 0.99, 6.2 y 0.80 veces el peso y longitud inicial respectivamente. Los resultados observados del incremento en peso y longitud porcentual (Figura 5 y 6), con la dieta de 34 % de proteína, considerablemente menores a las otras, puede deberse a que por restricciones de diseño para alcanzar el nivel deseado a una misma calidad de proteína, se elevó la cantidad de harina de carne y hueso con la consecuente alteración de los otros aminoácidos como es el caso del ácido glutámico y sobre todo la alteración de la cantidad de los ácidos grasos insaturados.

Al término de los 80 días, la conversión alimenticia del grupo alimentado con la dieta de 32 % de proteína fué de 2.99 siendo esta la menor, seguida de la del grupo alimentado con la dieta de 28 % de proteína con 3.40 y finalmente la del grupo de 34 % y control con 3.72 y 3.70 respectivamente; Tabla 14.

Si bien, la conversión alimenticia fué diferente en los cuatro grupos, no fué significativa para el análisis de varianza con la prueba de Duncan ($P= 0.05$), Sin embargo, cabe mencionar en

este punto el ahorro económico que se obtendría en una granja camaronera cuando en esta se emplean toneladas de alimento y si este fuera el de 32 % de proteína, se estaría hablando de 2990 kg de alimento / 1000 kg de animal vivo, mientras que al emplear el alimento con 28 % de proteína se estaría hablando de 3400 kg de alimento / 1000 kg de animal y más aún si se emplea el alimento con 34 % de proteína o el control serían 3720 y 3710 kg de alimento / 1000 kg de animal. Es decir, con estos datos se podría pensar en un ahorro de 410 Kgs de alimento en relación al alimento con 28 % de proteína y alrededor de 725 kgs para el caso de los alimentos con 34 % de proteína y control.

Tomando en consideración el precio de las harinas como ingredientes de los alimentos, se tiene un costo de 674.40, 842.52, 1061.72 y 780 pesos por kg de los alimentos con 28, 32, 34 % de proteína y control, respectivamente. Y al relacionar estos precios con la conversión alimenticia, se puede tener una idea general de la diferencia del costo de producción (sin tomar en cuenta lípidos, vitaminas, minerales y aglomerante) por kilogramo de animal al emplear estos tres alimentos (Tabla 15). La sobrevivencia de los grupos control, 28 y 32 % fué del 100 % mientras que la del 34 % fué del 94.44 %.

8.7.- **Determinación de la cantidad de proteína y grasa de los animales en estudio**

Las diferencias en el contenido de proteínas, lípidos, carbohidratos y cenizas de los cuatro grupos de animales aunque son mínimas, se observa una tendencia gradual principalmente de proteínas, a mayor cantidad de estas en los alimentos mayor es

la cantidad en los animales; pero es inversa con respecto a los lípidos: en la Tabla 16 se observa que conforme aumenta el nivel de proteína en los alimentos diseñados el extracto libre de nitrógeno aumenta; en el caso de las cenizas, y fibra neutro detergente los niveles disminuyen. Con todo esto se puede hacer mención de la respuesta evidente de los animales a los nutrientes alimenticios.

8.8.- Análisis de ácidos grasos de los alimentos de experimentación

En las investigaciones sobre nutrición animal es importante asegurarse de la calidad de la grasa contenida en un cierto tratamiento. Cuando los efectos del alimento son muy patentes se aprecia claramente un cambio en la consistencia de la grasa; Mc. Donald P. *et. al.*, 1981; pero a veces los cambios no se aprecian tan fácilmente y se hace necesaria una comprobación más objetiva. Como ya se ha visto las diferencias entre las grasas se deben a los ácidos grasos que intervienen en su composición, por lo tanto el método lógico para detectar cambios en las grasas es determinar los ácidos grasos que las integran. La composición de ácidos grasos de los lípidos de alimentos y langostinos muestran algunas relaciones interesantes; Tablas 17 y 18. En la Tabla 17 se puede observar que el alimento control tuvo la mayor cantidad del ácido graso palmítico, en relación a los alimentos diseñados se observa una tendencia hacia un nivel menor de los ácidos grasos palmítico, esteárico y palmitoléico en el alimento con mayor cantidad de proteína, excepto para el alimento con 32 % de

proteína. La cantidad del ácido graso oleico se mantuvo más o menos constante alrededor del 33 % aunque se observa esta misma tendencia: en el caso del ácido linoleico el alimento con 32 % de proteína presentó el menor nivel (34.54 %), seguido del alimento con 28 % de proteína (36.87 %) y finalmente el de 34 % (44.39) y respecto al ácido graso linolénico el nivel de este disminuye a partir del alimento con 28 % de proteína (6.17 %), después el de 32 % (4.58) y finalmente el de 34 % (1.42). Respecoto a la relación ac. linoléico : linolénico el alimento con 34 % de proteína tuvo la más alta relación (31 : 1), seguida del alimento con 32 % (8 : 1) y finalmente del 28 % (6 : 1).

8.9.- Análisis de ácidos grasos de los animales experimentales

En la Tabla 18 se presenta el análisis de ácidos grasos de los aceites de los cuatro grupos de animales, en términos generales se puede notar que mientras el nivel de ácido mirístico sube ligeramente en los alimentos, en los animales se hace notar más esta diferencia; esta misma relación solo que inversa se observa con los ácidos palmítico, estearico y palmitoléico, es decir, mientras los niveles bajan en los alimentos estos bajan en los animales. Con respecto a los ácidos linoleico y linolénico se presenta la misma relación directa con excepción del grupo de animales alimentados con la dieta de 34 % siendo que el alimento presentó el menor nivel de ácido linolénico, los animales presentaron el mayor nivel. Con respecto a la relación ácido linoleico : linolénico se observa una tendencia ascendente a partir del alimento con 28 % de

proteína (6 : 1), seguido del alimento con 32 % de proteína (8 : 1) y finalmente el de 34 % (31 : 1), que si bien, esta relación está dentro de un rango 6 y 8 para los dos primeros alimentos, la del 34 % resultó mayor y por ende afecta esto el crecimiento. La relación ácido linoléico : linolénico de los animales alimentados con 28 y 32 % de proteína es de 22 : 1 y 30 : 1 respectivamente, presentando la menor relación los animales de la dieta con 34 % (13 : 1), con lo que se puede inferir una menor utilización de estos ácidos grasos por el exceso de linolénico y escasez de linoléico en el alimento, es decir, por una alteración en el nivel de ellos.

Tabla 1 .- Formulación de alimentos para Macrobrachium rosenbergii propuestos por varios investigadores.

Componentes *	Alimentos			
	A	B	C	D
Harina de soya	21.0	12.6	5.0	**
Harina de pescado	20.3	12.0	10.0	**
Harina de camarón	20.0	12.0	25.00	----
Harina de maíz	17.3	42.0	----	----
Harina de trigo	20.0	20.0	----	**
Harina de mani	----	----	5.0	----
Harina de arroz	----	----	25.5	----
Salvado de arroz	----	----	25.5	----
Acemite de trigo	----	----	----	**
H. de carne y hueso	----	----	----	**
Acete de pescado	----	----	3.0	----
Grasa animal	----	----	----	**
Microingredientes **	1.0	1.0	----	----

A : Balazs et. al., 1973 ; B : Balazs y Ross, 1976 ; C : Boonyaratpalin y New, 1982.

* Proporciones expresadas en porciento.

** Desconocimiento de proporciones.

** Vitaminas y Minerales.

Tabla 2 .- Determinación de Ácidos grasos en muestras de aceites.

Ácidos Grasos %	Aceites				
	Ajonjolí	Cártamo	Soya	Maíz	Linaza
Mirístico	0.09	0.07	0.09	0.50	0.39
Palmitico	14.53	7.08	11.39	10.20	6.52
Estearico	4.97	3.39	2.71	1.63	3.54
Palmitoleico	0.12	0.15	0.10	0.12	0.15
Oleico	41.01	19.77	25.59	24.64	22.86
Linoleico	39.07	69.16	54.04	62.08	18.43
Linolénico	0.37	0.36	5.03	0.93	47.79

- Determinaciones efectuadas por Cromatografía de Gases.

Tabla 3 .- Determinaciones de Ácidos Grasos en el aceite de Langostino.

Ácidos Grasos %	Langostino
Mirístico	1.87
Palmitico	25.47
Estearico	12.22
Palmitoleico	7.06
Oleico	27.90
Linoleico	10.76
Linolénico	9.09

- Determinaciones efectuadas por Cromatografía de Gases.

Tabla 4 .- Formulación de la mezcla de aceites con una relación
Ac. linoleico : Ac. linolénico 3 : 1 * .

Componentes	(%)
Linaza	23
Ajonjolí	39
Soya	38

* Calculos efectuados por medio de Sistemas de Ecuaciones Simultaneas

Tabla 5 .- Formulación de los alimentos experimentales

Componentes *	Alimentos		
	28 %	32 %	34 %
Harina de maíz	45.0	38.0	31.0
Harina de carne y hueso	0.5	6.0	16.0
Harina de pescado	21.5	34.0	48.0
Harina de soya	33.0	22.0	5.0

* Expresados en por ciento y base seca.

Tabla 6 .- Indices de carencia calculado de aminoácidos limitantes en los alimentos.

Aminoácido	Indices X	* ± D
Lisina	0.50	0.022
Histidina	0.47	0.012
Arginina	0.54	0.009
Metionina	0.37	0.029
Leucina	0.27	0.029
Isoleucina	0.28	0.012
Valina	0.19	0.049
Fenilalanina	0.49	0.009
Tirosina	0.76	0.009

Indices = ((% A.A. Langostinos - % A.A. Alimento) / % A.A. Langostinos).

* = Desviación estándar

X = Promedio

Tabla 8.- Composición química porcentual de langostinos adultos
Macrobrachium rosenbergii

Componente	*
Proteína	46.11
Extracto Etéreo	13.24
Fibra Cruda	12.10
E.L.N.	12.71
Cenizas	15.86

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

* Determinaciones efectuadas por triplicado.

Tabla 9.- Composición química porcentual de las harinas como
ingredientes de los alimentos.

Componente	Harinas			
	Maíz	Soya	Pescado	Carne y Hueso
Proteína	6.94	38.00	67.13	28.10
E. E.	5.98	3.43	8.99	13.98
Fibra Cruda	3.63	14.13	3.31	N.D.
E.L.N.	81.92	38.65	4.28	2.32
Cenizas	1.54	5.79	16.29	55.63

- E.E. = Extracto Etéreo

- E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

- Determinaciones efectuadas por triplicado, expresadas en base seca.

Tabla 10.- Composición química porcentual teórica de los alimentos.

Componente	Alimento		
	28 %	32 %	34 %
Proteína	28.0	32.0	34.0
Extracto Etéreo	6.30	7.50	9.20
Fibra Cruda	6.60	5.30	3.20
E.L.N.	52.80	45.00	34.80
Cenizas	6.30	10.00	17.00
L : C	1 : 8.4	1 : 6.1	1 : 3.8
Energía (kcal/kg)	3798	3756	3660

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno.

* = Relación Lípidos-Carbohidratos.

Tabla 11.- Medición de estabilidad del alimento de acuerdo al tiempo y cantidad de aglomerante.

% aglomerante	tiempo (horas)	temperatura °C	% de dilución
1	15	25	15
2	15	25	14
1	3	30	8
2	3	30	23

Tabla 12.- Composición química porcentual de los alimentos.

Componente en %	Alimentos			
	Control	28 %	32 %	34 %
Proteína	26.10	28.34	32.32	34.34
Cenizas	6.51	6.43	9.54	15.23
E.E.	9.70	13.26	13.54	15.45
F.C.	8.65	6.37	3.54	1.88
E.L.N.	49.04	45.60	41.06	33.10
kcal/kg	3878.60	4151.00	4153.80	4088.10
L : C	5.05	3.44	3.03	2.14

E.E. = Extracto Etéreo

F.C. = Fibra Cruda

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

kcal/kg = Kilocalorías por kilogramo de alimento

L : C = Relación Lípidos : Carbohidratos

- Determinaciones efectuadas por triplicado, expresadas en por ciento y base seca.

Tabla 13 .- Perfil de aminoácidos de los alimentos diseñados .

Aminoácidos	Alimentos		
	28 %	32 %	34 %
LISINA	1.80	2.21	2.52
HISTIDINA	0.72	0.86	0.84
ARGININA	2.14	2.63	2.43
Ac. ASPARTICO	3.12	3.32	3.61
TREONINA	1.25	1.55	1.54
SERINA	1.57	1.70	1.61
Ac. GLUTAMICO	5.05	5.07	5.07
PROLINA	0.93	1.04	1.49
GLICINA	1.87	2.06	2.89
ALANINA	1.01	2.05	2.79
VALINA	1.38	1.46	1.62
METIONINA	0.19	0.18	0.20
ISOLEUCINA	1.11	1.33	1.32
LEUCINA	2.50	2.64	2.75
TIROSINA	1.40	1.15	1.25
FENILALANINA	1.55	1.47	1.54

- Determinaciones expresadas en porciento (grs. de aminoácido por cien grs. de muestra).

Tabla 14 .- Conversión alimenticia final de los cuatro grupos de langostinos.

Días	Alimentos			
	Control	28 %	32 %	34 %
80	3.71	3.40	2.99	3.72

Tabla 15.- Costos de producción teórica por kg de animal vivo.

Alimento	Conversión alimenticia	Costo del alimento (\$)	Costo por kg de animal vivo
28 %	3.40	674.40	2318.56
32 %	2.99	842.52	2519.00
34 %	3.72	1061.72	3950.00

Tabla 16 .- Composición química porcentual de los animales de experimentación.

	Animales			
	Control	28 %	32 %	34 %
Proteína	48.25	49.16	50.72	51.11
Cenizas	18.69	17.76	17.41	16.73
E.E.	6.53	7.39	6.53	6.10
F.N.D.	21.80	17.28	16.78	16.48
E.L.N.	4.73	8.41	8.56	9.58

- F.N.D. = Fibra Neutro Detergente.

- Determinaciones efectuadas por triplicado, expresadas en por ciento y en base seca.

Tabla 17 .- Determinación de ácidos grasos de los alimentos.

Ácidos Grasos	Alimentos			
	Control	28 %	32 %	34 %
MIRISTICO	1.35	1.49	2.08	1.74
PALMITICO	24.20	17.58	18.35	14.99
ESTEARICO	3.80	2.01	3.45	1.20
PALMITOLEICO	2.47	2.41	3.44	0.70
OLEICO	32.56	33.46	35.14	30.95
LINOLEICO	31.14	36.89	34.52	44.39
LINOLENICO	1.78	6.17	4.58	1.42
RELACION				
(LINOLEICO :	18 : 1	6 : 1	8 : 1	31 : 1
LINOLENICO)				

- Determinaciones efectuadas por Cromatografía de Gases.

Tabla 18 .- Determinación de ácidos grasos de los de langostinos alimentados con las dietas experimentales.

Ácidos Grasos	Animales			
	Control	28 %	32 %	34 %
MIRISTICO	3.12	2.67	3.76	3.29
PALMITICO	35.57	34.13	34.51	33.02
ESTEARICO	5.54	3.17	4.83	2.18
PALMITOLEICO	3.24	2.81	2.13	2.62
OLEICO	17.85	17.30	20.93	17.42
LINOLEICO	23.78	27.15	20.94	31.38
LINOLENICO	0.66	1.24	0.70	2.36
RELACION				
(LINOLEICO :	36 : 1	22 : 1	30 : 1	13 : 1
LINOLENICO)				

- Determinaciones efectuadas por Cromatografía de Gases.

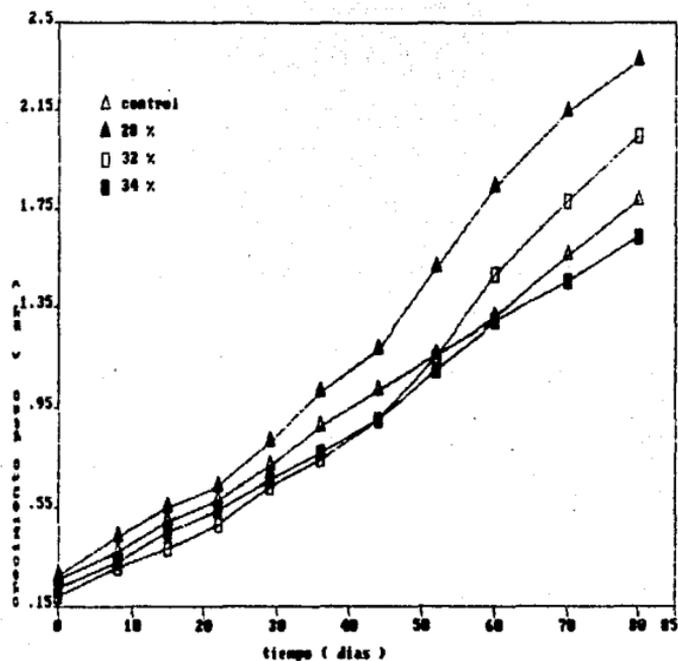


Figura 1.- Comparación del crecimiento en peso de Macrobrachium rosenbergii alimentados con las dietas de brucha.

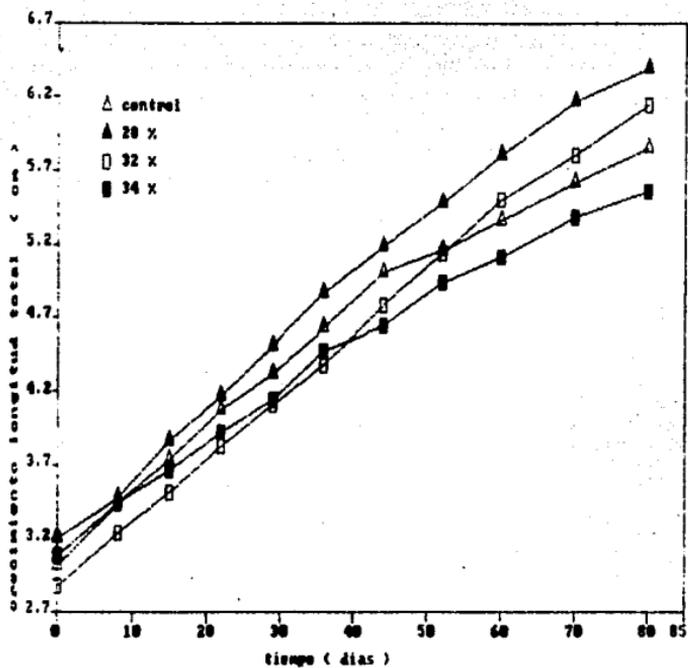


Figura 1.- Comparación del crecimiento en longitud de Macrobrachium rosenbergii alimentados con las dietas de prueba.

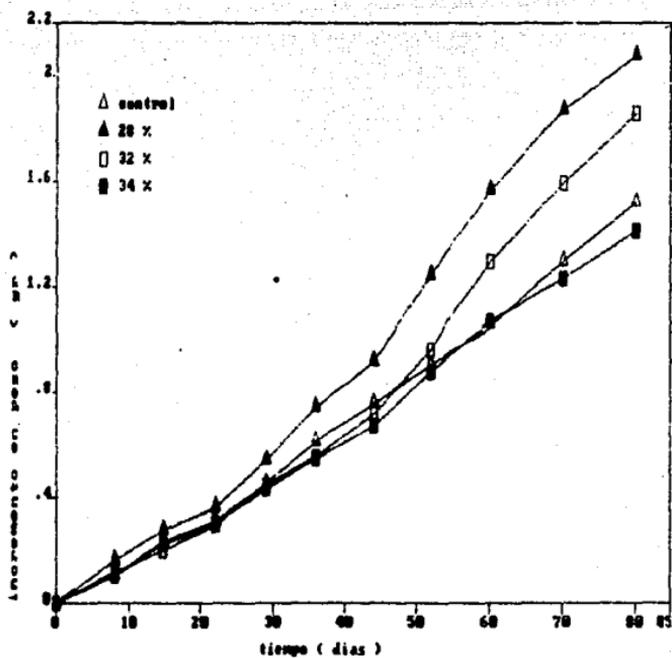


Figura 3.- Comparación del incremento en peso de Macrobrachium rosenbergii alimentados con las dietas de prueba.

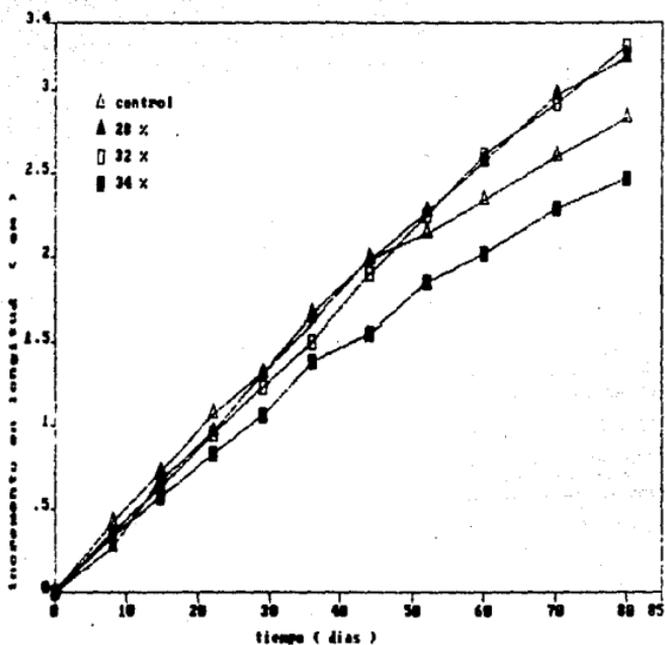


Figura 4.- Comparación del incremento en longitud de *Macrobrachium rosenbergii* alimentados con las dietas de prueba.

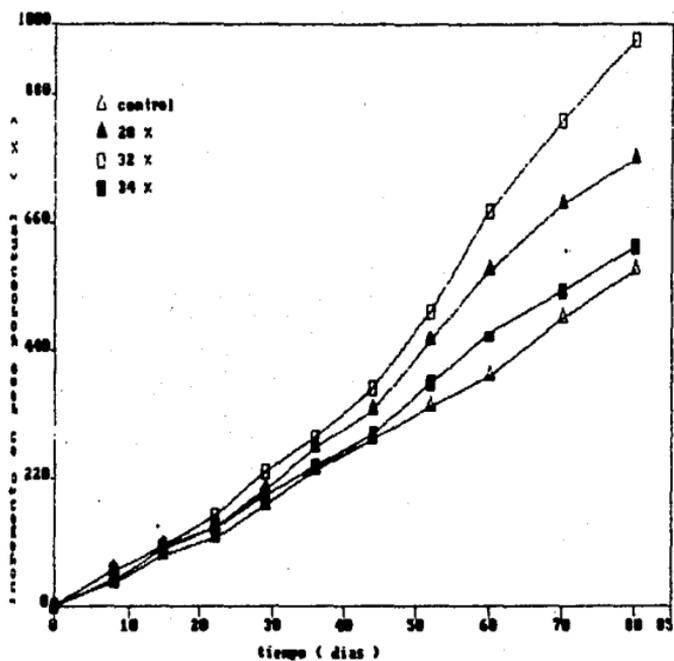


Figura 5.- Comparación del incremento en peso porcentual de *Macrobrachium rosenbergii* alimentados con las dietas de prueba.

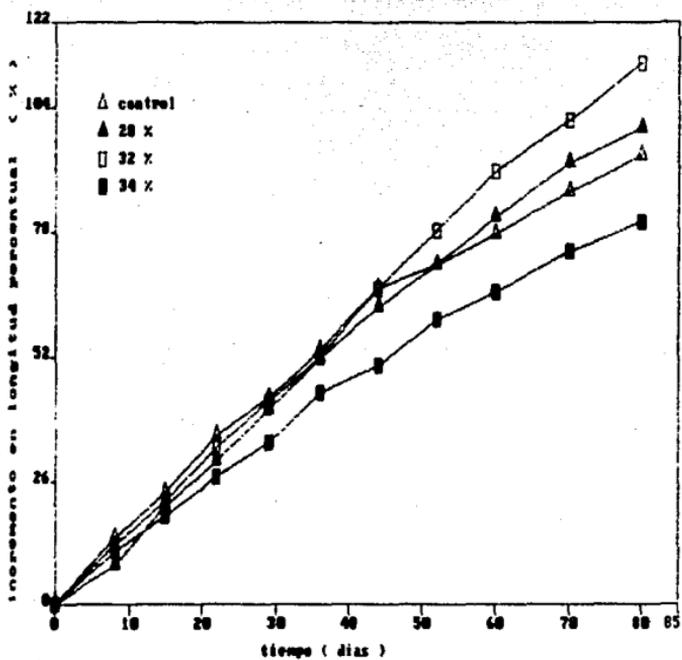


Figura 6.- Comparación del incremento en longitud porcentual de Macrobrachium rosenbergii alimentados con las dietas de prueba.

9.- CONCLUSIONES

El alimento con 32 % de proteína resultó ser el mejor para el crecimiento, con una relación L : C 1:3, relación Ácidos grasos linoleico:linolénico 7.6:1 y energía de 3756 y 4154 Kcal por Yg. teórica y real respectivamente.

Los resultados de este estudio indican que una concentración del 32 % de proteína fué requerida para obtener la máxima velocidad de crecimiento de los langostinos juveniles Macrobrachium rosenbergii.

Esta cantidad de proteína (32 %) puede ser disminuida si el balance de aminoácidos, la cantidad de energía y la relación L : C se ajustan para proveer los requerimientos específicos.

Los efectos de la cantidad y calidad de lípidos de los alimentos balanceados, se hicieron patentes, por cambios en la composición de los ácidos grasos de los grupos de animales. A mayor cantidad y menor relación de Ácidos grasos con doble ligadura mejor fijación en tejido y mayor crecimiento.

10.- RECOMENDACIONES

Este estudio marca la pauta para futuras investigaciones recomendando sean enfocados hacia la reducción de la cantidad de proteína, mejorando su calidad al utilizar otras fuentes alimenticias.

En este estudio los alimentos fueron diseñados para que fueran isocalóricos, por lo que la cantidad y relación de lípidos y carbohidratos varió en forma gradual para los tres alimentos; se recomienda hacer evaluaciones variando la cantidad de proteína manteniendo la cantidad y relación de lípidos y carbohidratos lo más semejante posible para los diferentes alimentos.

Se recomienda que en estudios nutricionales sean considerados la cantidad y relación entre los ácidos grasos insaturados, la cantidad que se recomienda para el ácido graso linoleico es alrededor de 35.5 % en la grasa, para el linolénico de 5 % y la relación entre estos dos entre 6 y 8:1.

11. - BIBLIOGRAFIA

- Anderson J., et. al., 1984. Effects of Dietary Carbohydrate and Fibre on the Tilapia (Oreochromis niloticus). Aquaculture, 37 : 303-314.
- A.O.A.C., 1970 y 1975. Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 11a. Ed., Washington D.C.
- Austreng E., et. al., 1977. Carbohydrate in Rainbow Trout Diets. 11. Influence of Carbohydrate Levels on Chemical Composition and Feed Utilization of Fish From Different Families. Aquaculture, 11: 39-50.
- Avilés Q.S., García S.A. 1987. Situación Actual del Cultivo del Langostino en México. Dirección de Operación Acuicola; Subsecretaría Dirección Gral. de Acuicultura, Secretaría de Pesca Pachuca Hidalgo, México.
- Balazs G.H., E. Ross and C.C. Brooks. 1973. Preliminary Studies on the Preparation and Feeding of Crustacean Diets. Aquaculture 2: 369-377.
- Balazs G.H. and E. Ross. 1976. Effect of Protein Source and Level on Growth and Performance of the Captive Fresh Water Prawn (Macrobrachium rosenbergii). Aquaculture 7: 299-313.
- Brafield, A.E., 1985. Laboratory Studies of Energy Budgets. In Fish Energetics: New Perspectives, edited by P. Tytler and P. Calow. Croom Helm Ltd., London and Sydney. pp. 257-281.
- Brett J.R. and T.D.D. Groves, 1978. Physiological Energetics. In Fish Physiology, edited by W.S. Hoar, D.U. Randall and J.R. Brett. New York, Academic Press, Volume 8., pp. 279-352.
- Boonyaratpalin, M. and New M.B. 1982. Evaluation of Diets for Macrobrachium rosenbergii Reared in Concrete Ponds. En Giant Prawn Farming, ed. New M.B. Amsterdam, Elsevier, pp. 249-256.
- Boorman K.N. 1980. Dietary Constraints on Nitrogen Retention. In Protein Deposition In Animals, edited by P.J. Buttery and D.B. Lindsay. Butterworth and Co. (Publishers) Ltd., London, pp. 147-166.
- Carmona Paredes Laura J., Salinas Avendaño Ma. Enriqueta, 1987. Comercialización del Langostino. Tesis Licenciatura. Escuela de Contaduría y Administración. Universidad La Salle.
- Castell J.D., et. al., 1986. Aquaculture Nutrition. In Realism in Aquaculture : Achievements, Constraints, Perspectives. Review papers from World Conference on Aquaculture, Venice, Italy, 21-25 September 1981; European Aquaculture Society, Bredene, Belgium, pp. 251-308.

- Chiou J.Y. and C. Ogino., 1975. Digestibility of Starch in Carp. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 41: 465-466.
- Cho C.Y. and S.J. Kaushik, 1985. Effects of Protein Intake on Metabolizable and Net Energy Values of Fish Diets. In Nutrition And Feeding In Fish, edited by C.B. Cowey, A.M. Mackie and J.G. Bell. Academic Press, London, pp. 95-117.
- Clifford, H.C. and R.W. Brick, 1978. Protein Utilization in the Freshwater Shrimp Macrobrachium rosenbergii. Proceedings World Mariculture Society 9:195-208.
- Clifford, H.C. and R.W. Brick 1979. A Physiological Approach to the Study of Growth and Bioenergetics in the Freshwater Shrimp Macrobrachium rosenbergii. Proceedings World Mariculture Society.
- De La Re Davila Raúl Ricardo. 1986. Evaluación de la Estabilidad en Agua de una Dieta para la Langostinos en Función del Tiempo, para Gelatina, Alginato y Goma Guar como Agentes Estabilizadores. Tesis. Ingeniero Agronomo Administrador. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Obregón. División de Ciencias Agropecuarias.
- DeLong, D.C., J.E. Halver and E.T. Mertz., 1958. Nutrition of Salmonid Fishes VI. Protein Requirements of Chinook Salmon at Two Water Temperatures. J. Nutr., 65: 589-599.
- Deshimaru, O. and Kuroki, K. 1979. Requirements of Prawns for Dietary Thiamin, Pyridoxine and Choline-Chloride. Bull Jap. Soc. Sci. Fish., 45: 363-367.
- Deshimaru O., 1981. Studies on Nutrition and Diet for Prawn, Penaeus japonicus. Mem. Kagoshima Prefect. fish. Exp. Stn., 12:1-118.
- Deshimaru, O. 1985. Nutritional Quality of Compounded diets for Prawn Penaeus monodon. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 51: 1037-1044.
- Farmanfarmaian, A. and T. Lauterio, 1979. Amino Acid Supplementation of Feed Pellets of the Giant Shrimp (Macrobrachium rosenbergii). Proc. World Maricul. Soc. 10:674-688.
- Farmanfarmaian A. and Lauterio T. 1980. Amino Acid Composition of the Tail Muscle of Macrobrachium rosenbergii. Comparison to Amino Acid Patterns of Supplemented Commercial Feed Pellets. Proc. World Maricult. Soc. 11: 454-462.
- Fredrick W. Wheaton, 1982. Acuacultura Diseño y Construcción de Sistemas. AGT Editor, S.A.

- Guary, M., et. al. 1976. Nutritional Requirements of Prawn. VI. Requirement for Ascorbic Acid. Mem. Fac. Fish. Kogoshima Univ., 25: 53-57.
- Halver J.E., 1972. The Vitamins. In Fish Nutrition, edited by J.E. Halver. Academic Press, New York and London., pp. 29-103.
- Halver J.E., 1985. Recent Advances in Vitamin Nutrition and Metabolism in Fish. In Nutrition and Feeding in Fish, edited by C.B. Cowey, A.M. Mackie and J.G. Bell. Academic Press. London, pp. 415-429.
- Heinz Hollschmit M.K., 1988. Langostino Manual Técnico para el Cultivo y Engorda del Langostino Malayo. Fideicomiso Fondo Nacional para el Desarrollo Pesquero. Secretaria de Pesca Fondepesca.
- Holthuis, L. B., 1952. A General Revision of the Palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemonidae. Allan Hancock Found. Publ., Occ. Paper 12:11-132 pp.
- Hood M.A., Meyers S.P. and Colmer A.R., 1971. Bacteria of the Digestive Tract of White Shrimp. Penaeus setiferus. Bact. Proc., 71: G 147.
- Kanazawa, A. S. Teshima and N Tanaka. 1976. Nutritional Requirements of Prawn. V. Requirements for Choline and Inositol. Mem. Fac. Fish. Kogoshima Univ., 25: 47-51.
- Kanazawa Akio, Shin-Ichi Teshima and Kazuo Ono, 1978. Relationship Between Essential Fatty Acid Requirements of Aquatic Animals and the Capacity for Bioconversion of Linolenic Acid to Highly Unsaturated Fatty Acids. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 63 B, pp. 295 to 298.
- Kanazawa Akio, Shin-Ichi Teshima and Kazuo Ono. 1979. Relationship Between essential Fatty Acid Requirements of Aquatic Animals and the Capacity for Bioconversion of Linolenic Acid to Highly Unsaturated Fatty Acids. Comp. Biochem. Physiol., Vol. 63B. pp. 295 to 298.
- Kanazawa A., 1983. Penaeid Nutrition. In Proceedings of the Second International Conference on Aquaculture Nutrition: Biochemical and Physiological Approaches to Shellfish Nutrition, edited by G.D. Pruder C.U. Langdon and D.E. Conklin. World Mariculture Society, Louisiana State University, Baton Rouge, LA, USA. Special Publication No. 2, pp. 87-105.
- Kanazawa A.S. Teshima and M. Sakamoto., 1985. Effects of Dietary Lipids, Fatty Acids, and Phospholipids on Growth And Survival of Prawn (Penaeus japonicus) Larvae. Aquaculture, 50 : 39-49.
- Knights B., 1985. Energetics and Fish Farming. In Fish

- Energetics: New Perspectives, edited by P. Tytler and P. Calow. Croom Helm (Publishers) Ltd., London and Sydney, pp. 309-340.
- Lehninger. A.L. 1983. Bioquímica. Ediciones Omega, S.A.
- Leonard A. Maynard, J. K. Loosli, H. F. Hintz, R. G. Warner. 1983. Nutrición Animal. Ed. Mc. Graw-Hill Book Co., U. S. A.
- Leonila Vazquez G., Alejandro Villalobos F., 1981. Arthropoda. parte I y II. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lightner, D.V. et. al. 1979. Ascorbic Acid: Nutritional Requirement and Role in Wound Repair in Penaeid shrimp. Proc. World Mariculture Soc., 10: 513-528.
- Ling S. W. 1969 a. Methods for Rearing and Culturing of Macrobrachium rosenbergii (De Man). FAO Fish. Rep., 57 (3): 607-619.
- Ling S. W., 1969. The General Biology and Development of Macrobrachium rosenbergii. FAO Fish. Rep., (57) vol. 3:589-606.
- Luquet P., 1982. Aspects du Métabolisme des Poissons Particulièrement Importants Pour la Qualité de Léau. In Razionale Utilizzo Delle Risorse Idriche in Acquacoltura. Atti del Convegno Internazionale Verona, Salone Acquacoltura, 16 Ottobre 1982. Pubblicazione curata dal Centro regionale tutela e sperimentazione Pesca e Acquacoltura dell' E.S.A.V., Italy., pp. 30-38.
- Mc.Donald P., Edwards R. A., Greenhalgh J. F. D., 1981. Nutrición Animal. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza (España).
- Meyers, S.P., and Z.P. Zein-Eldin. 1972. Brinders and Pellet Stability in Development of Crustacean Diets. Proceedings 3rd. Annual Workshop World Mariculture Society 3:351-364.
- Millikin M., Fortner A., Fair P. and Sick L., 1980. Influence of Dietary Protein Concentration on Growth, Feed Conversion and General Metabolism of Juvenile Prawn (Macrobrachium rosenbergii). Proc. XI Annu. Meet. World Maricult. Soc., pp. 382-391.
- Miyajima L. S., G. A. Broderick and R. D. Reimer, 1977. Identification of the Essential Amino Acids of the Freshwater Shrimp (Macrobrachium ohione). Proceedings World Mariculture Society 8: 245-250.
- Nelson S.G., A.W. Knight, and H.W. LI. 1977. The Metabolic Cost of Food Utilization and Ammonia Production by Juvenile Macrobrachium rosenbergii (Crustacea: Palaemonidae). Comparative Biochemistry and Physiology. Vol. 57, No. 1A pp. 67-72.

- New, M.B., 1976. A Review of Dietary Studies with Shrimp and Prawns. *Aquaculture* 9:101-144.
- New M.B., Somsuk Singholka, 1984. Cultivo del Camarón de Agua Dulce. Manual Para el Cultivo de Macrobrachium rosenbergii. FAO Documento Técnico de Pesca (225):118 p.
- New M.B., 1987. Feed and Feeding of Fish and Shrimp. FAO: Aquaculture Development and Coordination Programme. ADCP/REP/87/26.
- Njaa, L.P. and F. Utne, 1982. A Comparison of the Amino Acid Composition of Fifteen Species of Whole Fish. Fisk. Dir. Skr. Ernæring. 11:25-33.
- Ogino C. and G.Y. Yang, 1980. Requirements of Carp and Rainbow Trout for Dietary Manganese and Copper. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 46: 455-458.
- Paul A. Sandifer and Jeanne D. Joseph, 1976. Growth Responses and Fatty Acid Composition of Juvenile Prawns (Macrobrachium rosenbergii) Fed a Prepared Ration Augmented with Shrimp Head Oil. *Aquaculture*, 8 (1976) 129-138.
- Paul A. Sandifer and T. I. J. Smith, 1976. Experimental Aquaculture of the Malaysian Prawn, Macrobrachium rosenbergii in South Carolina, USA. *Advances in Aquaculture*; Ed. R. Pillay FAO., 306-310.
- Phillips A.M., et. al., 1948. The Utilization of Carbohydrates by Trout. Fish. Res. Bull. (N.Y. Cons. Dept.), No.11, 44 pp.
- Robinson E.H. and R.T. Lovell, 1984. Nutrition and Feeding of Channel Catfish (Revised). A Report From the Nutrition Subcommittee Southern Regional Cooperative Research Project S-168. Southern Cooperative Series Bulletin No.296, February 1984, 57 pp.
- Robinson E.H. and R.P. Wilson, 1985. Nutrition and Feeding. In Channel Catfish Culture, edited by C.S. Tucker. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Vol. 15. Elsevier Scientific Press. Amsterdam, pp. 323-404.
- Rodríguez de la Cruz, 1965. Contribución al Conocimiento de los Palemonidos de México II. Palemonidos del Atlántico y vertiente oriental de México con descripción de dos especies nuevas. *An. Inst. Nac. Invest. Biol. Pesq.* 1: 71-112 pp.
- Sandifer, P.A. and Joseph, J.D., 1976. Growth Response and Fatty Acid Composition of Juvenile Prawn (Macrobrachium rosenbergii) Fed a Prepared Ration Augmented with Shrimp Head Oil. *Aquaculture*, 8: 129-139.
- Sosa de Pro. E. 1981. Manual de Procedimientos Analíticos para

Alimentos de Consumo Animal. Chapingo, México.

- Stahl M. S. and G. A. Ahearn. 1978. Amino Acid Studies with Juvenile Macrobrachium rosenbergii. Proceedings World Mariculture Society. 9: 209-216.
- Stephen Spote. 1979. Fish and Invertebrate Culture. A Wiley-Interscience Publication by John Wiley & Sons, Inc.
- Tacon, A.S.D. and S.S. De Silva. 1983. Mineral Composition of Some Commercial Fish Feeds Available in Europe. Aquaculture, 31: 11-20.
- Tacon, A.G.J. and C.B. Cowey. 1985. Protein and Amino Acid Requirements. In Fish energetics: new perspectives, edited by P. Tytler and P. Calow. Croom Helm (Publishers) Ltd., London and Sydney, pp. 155-183.
- Tacon Albert, G.J. 1987. The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp - A Training Manual 1.- The Essential Nutrients. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Brasilia, Brazil. GCP/RLA/075/ITA.
- Talbot C., 1985. Laboratory Methods in Fish Feeding and Nutritional Studies. In Fish energetics : new perspectives, edited by P. Tytler and P. Calow. Croom Helm (Publishers) Ltd., London and Sydney, pp. 125-154.
- Teshima S.A. Kanazawa and M. Yamashita. 1986. Dietary Value of Several Proteins and Supplemental Amino Acids for Larvae of the Prawn Penaeus japonicus. Aquaculture, 51 : 225-235.
- Tome Flores H. I., 1988. Estado del Conocimiento de los Langostinos del Género Macrobrachium (Decapoda, Palaemonidae) en México. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. U. N. A. M. 166 pp.
- Watanabe W.O., 1975. Identification of the Essential Amino Acids of Fresh Water Prawn (Macrobrachium rosenbergii) M. sc. Thesis. Department of Zoology, University of Hawaii. 26 pp.
- Wilson R.P. and C.B. Cowey. 1985. Amino Acid Composition of Whole Body Tissue of Rainbow Trout and Atlantic Salmon. Aquaculture, 48:373-376.
- Wilson R.P. and W.E. Poe. 1985. Relationship of Whole Body and Egg Essential Amino Acid Patterns to Amino Acid Requirement Patterns in Channel Catfish (Ictalurus punctatus). Comp. Biochem. Physiol., 80B: 385-388.
- Wootton P.J., 1985. Energetics of Reproduction. In Fish Energetics : New Perspectives, edited by P. Tytler and P. Calow. Croom Helm (Publishers) Ltd., London and Sydney, pp. 231-254.

Zoula P. Zein-Eldin and Samuel P. Meyers, 1973. General Consideration of Problems in Shrimp Nutrition. Proc. World Maricult. 4: 299-317.