



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ZARAGOZA"

ESTUDIO PRELIMINAR EN LA PRUEBA DE
DIETAS PARA ESPECIES COMERCIALES NATI-
VAS DEL GENERO Macrobrachium EN EL PACIFICO

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A :
ROSA MARIA ESPINOSA GARCIA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

MARZO 1990



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

INDICE

RESUMEN.....	1
I.- INTRODUCCION.....	2
II.- ASPECTOS BIOLOGICOS de <i>Macrobrachium spp.</i>	
2.1.- Ecología y distribución.....	7
2.2.- Hábitat.....	7
2.3.- Hábitos alimenticios.....	7
2.4.- La muda y el crecimiento.....	8
2.5.- Dimorfismo sexual.....	8
2.6.- Reproducción.....	9
2.7.- Desove y fecundidad.....	9
2.8.- Incubación y eclosión de huevos.....	9
2.9.- Desarrollo larvario.....	10
2.10- Notas sobre cultivos de <i>Macrobrachium spp.</i>	11
2.11- Taxonomía.....	12
III.- ANTECEDENTES.....	13
IV.- DESCRIPCION DE LA ZONA DE COLECTA.....	17
V.- OBJETIVOS.....	20
VI.- MATERIALES Y METODOS	
6.1.- Caracterización de las materias primas.....	21
6.2.- Diseño y elaboración de dietas.....	21
6.3.- Pruebas físicas y químicas de las dietas.....	23
6.4.- Colecta de organismos.....	23
6.5.- Instalación y registro de organismos.....	24
6.6.- Prueba de las dietas en <i>Macrobrachium spp.</i>	25
6.6.- Análisis de resultados.....	26
VII.- RESULTADOS.....	27

VIII- DISCUSION

8.1.- Elección de las materias primas.....	42
8.2.- Caracterización de las materias primas.....	42
8.3.- Diseño de dietas.....	43
8.4.- Características físicas y químicas de las dietas..	44
8.5.- Prueba de las dietas en <i>Macrobrachium tenellum</i> y <i>M. americanum</i>	48
8.6.- Costos de las dietas.....	54
IX.- CONCLUSIONES.....	56
X.- RECOMENDACIONES.....	57
APENDICE.....	58
BIBLIOGRAFIA.....	62

RESUMEN

La acuicultura hoy en día abre nuevas perspectivas para mejorar la producción prácticamente de cualquier especie, siendo fundamental para el éxito de ésta la alimentación que se les brinde a los organismos en el cultivo. Por esta razón en el presente trabajo se diseñaron y elaboraron 2 dietas teniendo como diferencia la principal fuente de proteína, hechas a base de harina de pescado (D.P.) y harina de camarón (D.C.).

Las 2 dietas fueron isocenergéticas, con igual relación de lípidos:carbohidratos (1:3) y muy similar en su composición de ácidos grasos, especialmente la relación linolénico:linoléico.

La dieta de camarón presentó una mejor calidad en proteína y cubrió mejor a los aminoácidos que son considerados limitantes en el crecimiento de los organismos (lisina, arginina, histidina y tirosina).

La aceptación de las dietas fue probada, con langostinos juveniles (*Macrobrachium tenellum*) y adultos (*M. americanum*) bajo condiciones de laboratorio, durante 3 meses. Realizándose biometrías cada quince días en las cuales se registro: la longitud total (L.T.), longitud patrón (L.P.), longitud cefalotorácica (L.C.), peso, alimento suministrado, alimento consumido, factor de conversión alimenticia y mudas para cada organismo.

Las dietas en general fueron aceptadas, dadas las diferencias en los aminoácidos con la dieta de camarón se obtuvieron los mejores resultados tanto en crecimiento y conversión alimenticia con juveniles (*M. tenellum*), en comparación con los que fueron alimentados con la dieta de pescado.

El efecto de las dietas fue más notorio en organismos juveniles que en adultos.

I. - INTRODUCCION

El langostino o camarón de río es uno de los recursos con los que cuenta México, existen 12 especies nativas, pero sólo 4 son explotadas a nivel comercial, *Macrobrachium acanthurus* y *M. carcinus* en el Golfo, y *Macrobrachium americanum* y *M. tenellum* en el Pacífico (Holthuis, 1952). La pesquería como tal se efectúa sobre los adultos cuando estos se encuentran en cauces fluviales. (Guzmán, 1987). En 1985 en el litoral del Pacífico, *M. americanum* y *M. tenellum* contribuyeron con el 55 y 45% respectivamente en la producción por especie (López y Picaseño, 1988).

Los langostinos son bien cotizados, estando su precio a nivel comercial determinado por la oferta, ya que esta resulta insuficiente ante la demanda anual. Actualmente en los mercados del D.F., los precios oscilan entre 28 y 40 mil pesos el kg. (Montaño, 1988)

El langostino soporta una intensa pesquería, creando una importante derrama económica en toda su área de distribución (Guzmán, op. cit.), pero hasta la fecha no se ha creado una infraestructura para el adecuado manejo del recurso, por lo que no está lejano el día en que su sobreexplotación disminuya la producción y a futuro su posible extinción. Como es el caso de "La Villita" en Michoacán, donde su pesca es prácticamente artesanal y se le explota durante todo el año. Además de la presión de pesca, la disponibilidad de áreas para la producción natural disminuye y la contaminación restringe las posibilidades de las poblaciones naturales (Cabrera, et. al. 1979). Por ello una alternativa para preservar e incluso mejorar la producción del camarón de agua dulce es la acuacultura.

El cultivo del langostino todavía no es una industria, sino un pequeño negocio (Hanson y Goodwin, 1977) en el cual se trabaja principalmente con *Macrobrachium rosenbergii*, especie exótica introducida en México. Sin embargo, se está desarrollando un enorme esfuerzo por diseñar y establecer tal industria. Gran número de científicos y técnicos se encuentran comprometidos en esta empresa, en la cual se invierten ya fuertes sumas por parte de gobiernos, empresas privadas y universidades. Tal interés

obedece al alto precio que este recurso alcanza en el mercado y al hecho de que se puede cultivar en aguas dulces durante la mayor parte del ciclo y que sólo se requieren cantidades modestas de agua salobre por tiempo breve. Además, existe la circunstancia de que la información derivada del laboratorio y de actividades comerciales pequeñas, arrojan elementos de juicio alentadores, tanto para establecer procedimientos de cultivo eficientes, como para proponer relaciones costo-beneficio atractivas. Por estas razones no sólo se deben generar sino acelerar las investigaciones para precipitar la acuicultura del langostino en el menor tiempo posible. (Cabrera, op. cit.)

En un cultivo de organismos la alimentación es un factor muy importante, a éstos se les puede dar alimento natural o preparado en una dieta. Los alimentos preparados ofrecen algunas ventajas sobre los naturales; ser de fácil manejo, se pueden preservar por periodos relativamente largos, pueden contener todos los nutrientes necesarios, además de ser estables durante cierto tiempo en el agua. Es precisamente por estas cualidades que se están haciendo intentos por desarrollar formulaciones de dietas adecuadas para el cultivo intensivo de crustáceos (Sick and Beatty, 1975). Además el éxito del cultivo de langostinos del género *Macrobrachium* y otros invertebrados acuáticos depende en parte del desarrollo de dietas nutricionalmente adecuadas (Sandifer and Joseph, 1975). Esto es muy importante ya que una dieta bien elaborada, es decir, que cubra total o la mayor parte de los requerimientos nutricionales de un organismo, puede incluso llegar a sustituir el alimento vivo que requieren en alguna fase de su desarrollo algunos animales, como es el caso de la fase larvaria de *Macrobrachium* (Stickney, 1979).

En la elaboración de una dieta se debe tener presente los requerimientos nutricionales del organismo a cultivar, para cubrir en la medida de lo posible sus necesidades alimenticias. Dentro de este contexto se encuentran: la calidad y cantidad de la proteína (aminoácidos esenciales principalmente). El nivel óptimo de la proteína, cambia en función de la edad, condición y estado reproductivo y con las variaciones del ambiente. Los jóvenes crecen rápidamente y necesitan más proteína que los viejos, y los animales adultos reproductivos pueden requerir altos niveles

durante la formación de gametos que durante periodos inactivos de reproducción (Stickney, op. cit.). La fuente de proteína en una dieta puede ser vegetal o animal, aunque la mezcla de ambas se considera lo adecuado, por aportar cada una de ellas diferente cantidad y calidad de proteína, además de que al introducir proteína vegetal en la dieta se abaratan los costos de la misma, y se ha demostrado que no puede afectar significativamente al crecimiento de los animales (Stickney, op. cit.) sino al contrario favorece su crecimiento (Sick and Beaty, op. cit.).

El nivel de lípidos en una dieta es muy importante. Estos se pueden adicionar hasta cerca del 10% según las necesidades de la especie, pero nunca por arriba de este nivel ya que repercute en la calidad del producto final, es decir, en un exceso de tejido adiposo y en el sabor de la carne. Los principales ácidos grasos que se deben incluir en la dieta son los no saturados como el linoléico y el linolénico, por ser esenciales en los organismos (Tacon, 1987) y la incapacidad que presentan éstos para sintetizarlos. Además se cree que en camarones y langostinos estos ácidos grasos presentan una gran actividad, (Tacon, op. cit.).

En cuanto a carbohidratos no hay recomendaciones específicas para sus niveles en la mayoría de las especies (Stickney, op. cit.), aunque se menciona que una relación de carbohidratos: lípidos de 3:1 a 4:1 es mejor que la proporción 1:1 y 2:1 (Corbin, et. al. 1983). Siendo generalmente los polisacáridos los que se incorporan a las dietas como almidones y celulosas (Stickney, op. cit.). Quizá no se han establecido los niveles de carbohidratos en los organismos, debido a la habilidad para sintetizarlos a partir de otras sustancias y satisfacer sus requerimientos de energía a partir de proteínas y lípidos, catalizándolos cuando es necesario. Sin embargo su inclusión en las dietas esta garantizado ya que representan una fuente de energía barata en especies no carnívoras, y además se les puede usar como aglutinantes en las mismas (Tacon, op. cit.).

La energía de una dieta la van a proporcionar los lípidos carbohidratos y proteínas al catabolizarse y oxidarse. Esta es esencial para mantener los procesos de la vida como el metabolismo celular, crecimiento, reproducción y la actividad física de los

organismos.

Las vitaminas y minerales son también importantes en una dieta y por ello se agregan generalmente como premezclas al 1% de cada una. El objetivo de esto es, en el caso de las vitaminas, compensar el efecto de las hidrosolubles en el medio acuoso, y en los minerales, cubrirlos de manera adecuada en la dieta (Zendejas, 1988).

Otros elementos importantes en una dieta son: los antioxidantes y los aglutinantes, a los que también se les llama aditivos de manera general, agregándose a la dieta en pequeñas cantidades. Los antioxidantes previenen contra la oxidación o enranciamiento de las grasas y el ataque microbial al almacenar el alimento. Cuando no se utilizan la descomposición puede causar una reducción en el valor nutritivo de los lípidos, proteínas y vitaminas; ya que durante la auto-oxidación de los lípidos se forman peróxidos, aldehídos y cetonas, los cuales reaccionan con las vitaminas, proteínas y otros lípidos. Además se ha observado que en ausencia de un buen antioxidante esta oxidación aumenta con la luz, incremento de temperatura y elementos traza. Los aglutinantes se utilizan para unir a los ingredientes de una dieta, mejorar la eficiencia de la manufacturación del alimento, reducir la pérdida de éste y mantenerlo estable en el agua durante cierto tiempo (Tacon, op.cit.; Stickney, op.cit.)

Los ingredientes para elaborar una dieta pueden ser naturales, semipurificados o purificados; de acuerdo a la pureza de éstos las dietas pueden ser prácticas, semipurificadas o purificadas. Siendo los costos mucho más altos en éstas últimas y por tal motivo rara vez son utilizadas en acuicultura. (Stickney, op.cit.).

Al formular una dieta se deben cuidar además de la calidad nutricional de ésta, otras propiedades de la misma como son: el sabor, el olor, la textura, la estabilidad al agua y el color.

Una de las formas más comunes en dietas preparadas es la presentación de "pellets" secos, la utilización de estos alimentos se lleva a cabo con el fin de producir un óptimo crecimiento (Sick and Beaty, op.cit.). El tamaño del alimento se hace de acuerdo a la talla del animal, para juveniles las partículas son generalmente

menores de 0.5mm de diámetro, (Stickney, op. cit.).

Otro factor a considerar y de gran importancia es el de probar la aceptación del alimento por la especie a cultivar. La aceptación de la dieta está en relación directa con las propiedades físicas y químicas de ésta. La cantidad de alimento a suministrarse diariamente varía con la temperatura del agua y en general también con la edad del organismo, aunque los porcentajes más usados van desde el 1% hasta el 5% del peso del animal, (Stickney, op. cit.).

En términos generales una buena dieta es aquella que reúne las siguientes características: que sea bien aceptada por el organismo en estudio, que lo nutra adecuadamente reflejándose esto en un rápido crecimiento y en una buena conversión alimenticia. Además de ser estable en el agua el tiempo suficiente para que los animales tengan oportunidad de consumirlo, que tenga el menor costo posible y que sea fácil y sencillo de conservar, (Stickney, op. cit.; Holtschmit, 1988).

Tomando en consideración lo anterior y partiendo de que las investigaciones en cuanto a alimentación de especies nativas del género *Macrobrachium* es realmente escasa, el propósito del presente trabajo fué el de realizar un estudio preliminar para la elaboración y prueba de 2 dietas, que cubran en la medida de lo posible los requerimientos nutricionales de *M. americanum* y *M. tenellum*, y puedan ser utilizadas en la práctica no solamente a nivel experimental sino en cultivos intensivos.

II. - ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Macrobrachium americanum* y *M. tenellum*

2.1. - Ecología y distribución

Estas especies se distribuyen desde Baja California hasta el edo. de Chiapas en la República Mexicana (Holthuis, 1952). Son crustáceos de agua dulce y salobre. Los adultos se encuentran en ríos, cerca de estuarios donde efectúan su reproducción; esporádicamente se les encuentra en los esteros. Las partes bajas de los ríos generalmente son utilizadas como zonas de reproducción por estos organismos, ya que las larvas requieren de cierta salinidad para poder desarrollarse; remontando nuevamente las corrientes una vez que son post-larvas, completando su ciclo de vida en aguas dulces (Arana, 1974).

Los langostinos son de hábitos nocturnos, por ello se desplazan principalmente durante la noche en busca de alimento y durante sus migraciones. En el día se refugian en oquedades, piedras o troncos que les sirven como protección. Cuando llega la época de sequía y los arroyos disminuyen su caudal hasta quedar secos, los langostinos que han quedado en las pozas salen durante la noche y se desplazan por tierra cubriendo distancias grandes en busca de nuevos charcos; de no encontrarlos en algunas ocasiones mueren en el intento (Arana, op. cit.).

2.2. - Hábitat

La calidad del agua es muy importante para los langostinos en cuanto a temperatura se refiere se marca como rango entre 28 a 30°C, aunque este puede ser más amplio. El oxígeno disuelto puede oscilar desde 2 a 5.4 p.p.m.; el pH va de 7 a 8.5.

Para las larvas los valores de salinidad son muy variables dependiendo de la especie, oscilan entre 12 y 14 ‰ para *M. tenellum* (Cabrera, et. al. 1979) y de 15 a 20 ‰ para *M. americanum*. (Holtschmit and Pfeiler, 1984)

2.3. - Hábitos alimenticios

Los langostinos adultos en su medio natural son omnívoros y detritívoros, con un amplio espectro trófico. Consumen insectos y sus larvas, vegetales, pequeños moluscos y crustáceos, anélidos,

detrítus orgánico y restos de organismos como peces, y si están hambrientos pueden llegar al canibalismo (Ling, 1969), particularmente en el momento de la muda (Arana, op. cit. y Cabrera, et. al. 1979). En cautiverio aceptan alimento artificial (Guzmán, 1987).

2.4. - La muda y el crecimiento

El origen del crecimiento en los crustáceos ocurre como consecuencia de las mudas. Por ello en las primeras etapas de estos organismos la frecuencia de muda es mayor y mucho menor en la edad adulta, es decir, las mudas se presentan más espaciadas. La muda es una de las etapas más críticas para los langostinos, al quedar indefensos en ocasiones son devorados por sus congéneres.

Para la muda el langostino se dispone de costado y se presenta una ruptura del exoesqueleto, en la unión del cefalotorax con el abdomen en su porción dorsal. Con movimientos lentos el organismo se incurva y poco a poco se desprende primero la parte del abdomen y posteriormente en forma lenta se desprende de la cubierta del cefalotorax.

El tiempo que tardan en efectuar la muda depende mucho del estado en que se encuentren los animales, es rápida cuando están en buenas condiciones y, lenta hasta de una media hora cuando están en malas condiciones, inclusive llegan a morir al término de la muda o en el intento al no poder mudar (Arana, op. cit.).

2.5. - Dimorfismo sexual

En las formas juveniles, es posible identificar el sexo a partir de tallas de 10mm., utilizando para ello caracteres constantes tales como la posición del gonoporo, el apéndice masculino o el punto duro del primer somito abdominal de los machos (New and Singholka, 1984). La diferenciación sexual externa es muy notable especialmente para *M. americanum*, ya que además del tamaño siempre mayor del macho, este se distingue fácilmente por el mayor tamaño que alcanza su segundo par de pereópodos (Rodríguez de la Cruz, 1970).

2.6. - Reproducción

La época de reproducción tiene lugar entre los meses de junio y septiembre, y tal vez se prolongue hasta octubre (Rodríguez de la Cruz, op.cit.), aunque se ha observado que puede efectuarse durante todo el año, especialmente durante el otoño para *M. tenellum* (Cabrera, op.cit.).

La reproducción se lleva a cabo en organismos adultos, efectuándose la cópula después de que la hembra ha mudado, acercándose el macho y extendiendo las quelas a fin de rodearla con movimientos hacia los lados tratando de excitarla. Poco después la aborda sujetándola con los pereiópodos y produciendo un movimiento de rotación a fin de voltearla. Una vez que lo consigue incurva el abdomen hasta juntar las bases de sus coxas y depositar el espermatóforo, como una pequeña masa gelatinosa de color blanco que queda adherida en la parte media del cefalotorax entre las coxas. Este paso es relativamente rápido, de una media hora o incluso menos, y la cópula en sí es de cerca de cinco minutos (Rodríguez de la Cruz, op.cit. y Arana, op.cit.).

2.7. - Desove y fecundidad

Después de la cópula tiene lugar el desove, el cual en *M. tenellum* se realiza durante las siguientes 24 horas (Cabrera, op.cit.); en cambio en *M. americanum* se presentan entre las 18 y 35 horas, esta especie tiene una alta fecundidad hasta 250 000 huevos por desove según el tamaño de la hembra (Arana, op.cit.), se reportan incluso 900 000 huevos por año; mientras que *M. tenellum* tiene una fecundidad menor, 70 000 huevos por año (Cabrera, op.cit.).

2.8. - Incubación y eclosión de huevos

El tiempo de incubación es variable dependiendo de la temperatura (Arana, op.cit. y Cabrera, op.cit.). El periodo de incubación en *M. tenellum* va de 12 a 14 días, manteniéndose la temperatura de 25 a 30°C (Cabrera, op.cit.); para *M. americanum* a una temperatura de 28°C el periodo de incubación es aproximadamente de 15 a 16 días, siendo un poco mayor a menor temperatura (Arana, op.cit.).

Las hembras ovadas mueven constantemente los pleópodos con el

fin de proporcionar aireación a los huevecillos. En principio estos movimientos son lentos e incostantes, aumentando su ritmo a medida que el embrión adquiere mayor desarrollo. Cuando la eclosión está próxima, la hembra agita con mayor velocidad los pleópodos, lo cual es un indicio de la proximidad de la eclosión (Arana, op. cit.).

En el momento de la eclosión, la hembra mueve rápida y constantemente los pleópodos, dejando en libertad de forma gradual a miles de larvas que nadan libremente en el agua. El tiempo de la eclosión total es de cerca de 6 horas como promedio, aunque puede ser más largo o más corto según las condiciones en que se halla desarrollado la incubación. Observándose que cuando las variaciones de temperatura son amplias durante el periodo de incubación, la eclosión se presenta en forma muy irregular, durando hasta dos días (Arana, op. cit.).

Se ha observado que el nacimiento de *M. tenellum* se inicia usualmente durante las primeras horas de la noche y que puede extenderse hasta un lapso de 48 horas (Cabrera, op. cit.). Para *M. americanum* algo muy similar también se ha reportado (Arana, op. cit.; Pérez-Chi, 1990).

2.9. - Desarrollo larvario

Para *M. tenellum* se reportan 12 mudas durante el desarrollo larvario pero se estima que puede haber más, con una duración total no menor de 25 días, en la serie larval; manteniéndose a 30°C y 12‰ de salinidad, (Cabrera, op. cit.). En cambio para *M. americanum* se han encontrado 11 estadios larvales antes de ser post-larvas, con 55 días en promedio a partir de la eclosión, teniendo una temperatura de 28°C y 10‰ de salinidad (Arana, op. cit.). Aunque a esta especie se le puede tener en rangos más amplios de salinidad que van desde 10 hasta 30‰... se ha observado que las altas concentraciones son mejores para los primeros estadios -entre 20 y 30‰, decreciendo la salinidad para los estadios posteriores, entre 15 y 20‰. (Holtzschmit and Pfeiler, op. cit.).

El alimento básico durante todo el periodo larvario consiste principalmente en nauplios de *Artemia salina*, también se les puede dar alimento preparado a base de huevo cocido con agregado de

levadura de cerveza y vitaminas; además de carne de pescado, crustáceos y huevos de peces, que se preparan en partículas de tamaño adecuado a la talla de las larvas en cada etapa (Arana, op. cit.).

2.10. - Notas sobre cultivos de *Macrobrachium* spp.

Martínez et. al. (1980) sugiere la posibilidad de cultivar a *M. tenellum* en forma extensiva con resultados prometedores en cuerpos de agua temporales, en monocultivo o con especies de peces no carnívoras, realizando algunas introducciones en bordos temporales del estado de Morelos.

Se han hecho ensayos en sistemas de monocultivo y policultivo, utilizando estanques de concreto y rústicos. Sánchez (1975) utilizó una baja densidad (0.1 org./m²) con un tamaño de siembra de 2.8 g., así como una mayor proporción de machos en la población.

Los sistemas de cultivo empleados hasta ahora muestran que existe por el manejo y otras causas alta mortalidad, la cual se produce en mayor tasa entre los 21 días de cultivo iniciales. Se han probado tasas de siembra desde 0.1 hasta 16 org./m² en sistemas pequeños y más intensivos. Se ha observado que *M. tenellum* consume alimento balanceado, cladóceros, larvas de culicidos y responde a la fertilización con estiércol de ganado y con fertilizantes orgánicos. Las tasas de alimentación van de 10 a 3% del peso corporal en la etapa de engorda. Los rendimientos alcanzados se han obtenido desde 472.2 a 2 310 kg/Ha/año con una ganancia en peso promedio por individuo de 0.3 a 0.84 g./semana. Se empiezan a presentar proporciones importantes en organismos de talla comercial (12 cm.) a partir de los 160 días de cultivo. (Ponce, et. al. 1988).

Entre las conclusiones más importantes señaladas por Ponce, et. al. (1986), y Martínez, (op. cit.) sobre el crecimiento en estanques de *M. tenellum* se encuentra que existe una marcada diferencia entre hembras y machos, por lo que es necesario investigar sobre las diferencias en el crecimiento de los dos sexos. También se requiere estudiar la relación entre la densidad, tamaño de siembra y la respuesta del crecimiento bajo condiciones de monocultivo y policultivo (Ponce, op. cit.).

Phylum:	Arthropoda
Subphylum:	Euarthropoda
Superclase:	Mandibulata
Clase:	Crustácea
Subclase:	Malacostraca
Serie:	Eumalacostraca
División:	Eucaridea
Orden:	Decapoda
Sección:	Macrura
Grupo:	Natantia
Tribu:	Caridea
Familia:	Palemonidae
Subfamilia:	Palemoninae
Género:	<i>Macrobrachium</i>
Especie:	<i>tenellum y americanum</i>

(Guzmán, 1987)

III.- ANTECEDENTES

El pionero en investigar al género *Macrobrachium* fue Ling (1969) al estudiar primeramente la biología de la especie *M. rosenbergii*, mencionando que este organismo es omnívoro y por ello se recomienda una dieta con 75% de proteína animal y 25% de proteína vegetal, recomienda a su vez alimentarlos bien porque si están hambrientos se puede presentar el canibalismo. Además describe la puesta de huevos, los embriones, el desarrollo y estadios de las larvas (11), la fase de postlarva, el estadio juvenil y la etapa adulta de esta especie. Menciona también que para mantenerlos en el laboratorio su temperatura debe estar entre 26 y 28°C. Ling (1974) da los métodos para lograr la cría y el cultivo de este langostino, recomendando alimentos naturales en pequeños trozos, como pescado, carne, huevo cocido, arroz y otras semillas entre otros para juveniles; para los adultos estos mismos alimentos, sólo que en trozos más grandes. Siempre como complemento del alimento natural producido en los estanques.

Actualmente la literatura para esta especie es muy extensa, siendo la más importante en cuanto a nutrición se refiere, la de Sick y Beaty (1975), quienes elaboraron varios alimentos con diferentes características para los estadios larvales y juveniles de *M. rosenbergii*, encontrando que las dietas formuladas con base en almidón de maíz y harina de soya produjeron un crecimiento mucho más rápido en estos organismos, comparadas con dietas que no contenían estos ingredientes. Por otra parte Balazs y Ross (1976) estudiaron el nivel y la fuente de proteína para la misma especie, observando que el nivel de proteína se encuentra arriba de 35% y que la harina de camarón en comparación con la harina de pescado como fuente de proteína, da mejores resultados en el crecimiento de estos animales. New y Singholka (1984) menciona que el nivel de proteína para esta especie está abajo del 40%. Watanabe (1975) hizo investigaciones sobre los aminoácidos esenciales en juveniles de *M. rosenbergii* reportando como esenciales a la isoleucina, leucina, fenilalanina, metionina, tirosina, valina, arginina e histidina, y no se obtuvieron datos para treonina y triptófano a pesar de ser considerados también como esenciales para otros crustáceos. Además la aparente

no-esencialidad para lisina en el estudio se debió probablemente a la dificultad de su análisis.

En cuanto a lípidos, Sandifer y Joseph (1975) prepararon un alimento impregnándolo con el 3% de su peso con extracto de aceites de cabeza de camarón, obteniendo un mayor crecimiento en los juveniles de *M. rosenbergii*, además de que los animales alimentados con esta dieta contenían cerca de 15 veces más pigmentos carotenoides que los organismos de la dieta control. Este estudio sugiere que los ácidos grasos que contiene la cabeza de camarón (entre ellos el linoléico) son importantes en la nutrición de esta especie.

Reigh y Stickney (1989) investigaron la habilidad para sintetizar, alargar y desaturar ácidos grasos esenciales y no esenciales en el camarón de agua dulce *M. rosenbergii*, e identificar el efecto de los ácidos grasos de la dieta en los tejidos, así como su composición a través de alimentos semipurificados conteniendo una alta cantidad de ácidos grasos purificados (palmítico, linoléico y linolénico) como única fuente de lípidos en la dieta. Los resultados indicaron que este organismo sintetiza los ácidos grasos saturados y monoinsaturados, encontrándose en la mayoría de sus tejidos: palmítico, palmitoléico, estéarico, oléico, araquidónico, mirístico, eicosapentanoico y dicohexanoico. No pueden sintetizar el linoléico y el linolénico, y éstos parecen ser un factor importante en el crecimiento; aunque el nivel óptimo aún no se ha determinado. Además aparentemente el ácido linolénico actúa como un depresor del crecimiento cuando se encuentra como única fuente de lípidos en la dieta, mientras que con el linoléico no ocurre esto en las mismas condiciones.

Harpaz y Galun (1986) estudiaron los efectos benéficos en crecimiento y salud, empleando adultos de *M. rosenbergii*, de ambos sexos y pesos de 6 a 40g.; alimentándolos con un "pellet" con 30% de proteína, elaborado con harina de pescado, trigo, soya y carne. Suplementándolo simultáneamente con hojas frescas (*Malva parviflora* y *Atlanthus altissima*). Observaron que el lote alimentado de esta manera no presentó "El síndrome de muerte de la muda", y sólo casos aislados de enfermedad, además el periodo de intermuda fué más breve y con un mejor promedio del

incremento del peso, en comparación con el lote alimentado sólo con el "pellet".

Carmona (1989) elaboró 3 alimentos con 28, 32 y 34% de proteína, utilizando la harina de pescado, carne y hueso, sangre, soya y maíz amarillo; para juveniles de *M. rosenbergii*. Obteniendo como resultados que la dieta con 32% de proteína dió los mejores incrementos en peso y longitud; mientras que con el de 34% se obtuvieron los incrementos más bajos debido a la alteración de la relación de los ácidos grasos insaturados, al aumentar ésta su eficiencia fué mucho menor.

Con respecto a estudios de nutrición en especies nativas es poca la investigación que se ha realizado, la mayoría trata sobre la biología, la ecología y la comercialización de estas especies.

Holthuis (1982) describió 4 especies de importancia comercial para México, siendo *Macrobrachium carcinus* y *M. acanthurus* para el Golfo de México, y para el Pacífico *M. americanum* y *M. tenellum*.

En Panamá se realizó un estudio en estanques para *M. americanum* (Smitherman, et. al. 1974), observando que este animal es de hábitos omnívoros y que en ocasiones puede presentarse el canibalismo especialmente cuando mudan. Similares resultados en la alimentación de esta especie reporto Rodríguez de la Cruz (1970) en el Golfo de California, mencionando que aún cuando son omnívoros prefieren alimentarse principalmente de formas animales como: Pequeñas larvas de otros crustáceos, peces de los llamados forrajeros, organismos en descomposición y carne seca de res. Arana (1974) en su investigación hecha en Sinaloa sobre esta misma especie en un cultivo experimental, observó que por tratarse de un organismo omnívoro se puede alimentar de muy variadas formas. El utilizó como alimento básico para reproductores alimento balanceado para aves y como suplemento carne fresca picada de diversos tipos de animales, suministrada 3 veces por semana. Además de que recomienda un alimento variado a fin de cubrir los requerimientos de vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales, de lo contrario las carencias provocan mortandad y canibalismo. Pérez-Chi (1990 En prensa) en sus observaciones hechas con *M. americanum* en cautiverio, alimentó a estos organismos con proteína animal (pescado fresco) y en ocasiones con alimento vivo (Tubificidos y Quironómicos) o proteína vegetal (alfalfa).

Reportando que el consumo de estos alimentos en general fué bueno, aunque en el caso de la alfalfa fué menor en comparación con los otros. Este trabajo está enfocado más que nada a la biología de la especie.

Con *Macrobrachium carcinus* en Actopán, Veracruz. Chávez y Chávez (1976), analizaron el contenido estomacal de 30 organismos de diferente sexo, peso y longitud total; encontrando alimentos vegetales y animales, variando el porcentaje de éstos según la edad del animal. Además de estos alimentos también se encontró detritus y arena en sus estómagos, variando el porcentaje de éstos también con la edad. En langostinos de 2 meses se presenta un 29.4% de algas, 26.23% de larvas de *Trichoptera*, 4.98% de arena, 8.8% como desecho de plantas superiores, detritus 11.1% y langostinos 18.5%; mientras que los animales de 6 meses contenían hasta un 59.4% de algas, 12.0% de larvas de *Trichoptera*, 28.49% de peces, 12.0% de langostinos y dejan de ingerir arena, detritus y plantas superiores.

En el cultivo experimental hecho con *Macrobrachium tenellum* por Cabrera, et. al. (1979), se menciona que los juveniles fueron cultivados a 30°C y alimentados con *Daphnia*, alimentos comerciales concentrados con 35% de proteína e hígado seco granulado. En este trabajo se obtuvo el ciclo de vida completo para esta especie.

En lo que se refiere a la alimentación de larvas del género *Macrobrachium*, la mayoría de los autores les dan nauplios de *Artemia* por brindar hasta el momento los mejores resultados.

IV. - DESCRIPCION DE LA ZONA DE COLECTA

La presa José María Morelos "La Villita", fué construida para aprovechar en riego y en la generacion de energía eléctrica los escurrimientos del río Balsas, beneficiando 18 000 Ha. de cultivos en la zona costera de Guerrero y Michoacán. (S.R.H., 1973)

Localización

Está situada en los municipios de la Unión Gro. y Lázaro Cárdenas, Mich. a 10.5 km. al N de Melchor Ocampo, Mich. y a 36.5 km. al S-SE de Arteaga, Mich. Su latitud es de 18° 02' 36" N y su longitud es de 102° 10' 45" (Fig.1)

El acceso a la presa se logra partiendo de Uruapán, Mich. por la carretera federal No. 120 rumbo a Apatzingán, Mich.; después de un recorrido de 58 km. se continúa por la carretera estatal No. 37 que conduce a Arteaga, Mich. y Playa Azul, Mich. 195 km., en donde por la desviación y después de 8 km. se llega a la cortina de la presa. (S.R.H., op.cit.)

Características del cuerpo de agua

El área de la cuenca es de 110,920.2 km.² Su agua de acuerdo a la cantidad de sólidos totales disueltos (372 mg/l) es dulce, y dura por la cantidad de CaCO₃ (215.5 mg/l) presente en ella. Además de estos contiene minerales como: Mg⁺⁺ (19.9 mg/l), Na⁺ (24.1 mg/l), K⁺ (1.6 mg/l), SO₄⁼ (104.2 mg/l), HCO₃⁻ (152.5 mg/l), NO₃ (2.5 mg/l) y Cl⁻ (14.2 mg/l). (Datos promedio de 10 años de registro). De acuerdo a las características del agua se le ha clasificado como incrustante por depositar CaCO₃; presenta un pH promedio de 8.4 (Carta Hidrológica de Aguas Superficiales de Lázaro Cárdenas, S.P.P., 1983)

Clima

El clima en esta región es AW₀CwD_{ig} es decir, es el más seco de los cálidos con precipitación en verano, con un cociente P/T menor de 43.2. La precipitación del mes más seco es 5, y la mayor precipitación se da en verano, hasta 1200 mm. La temperatura media anual mayor de 22°C y la del mes más frío mayor de 18°C. Isotermal. (Carta de Climas, S.P.P., 1980)

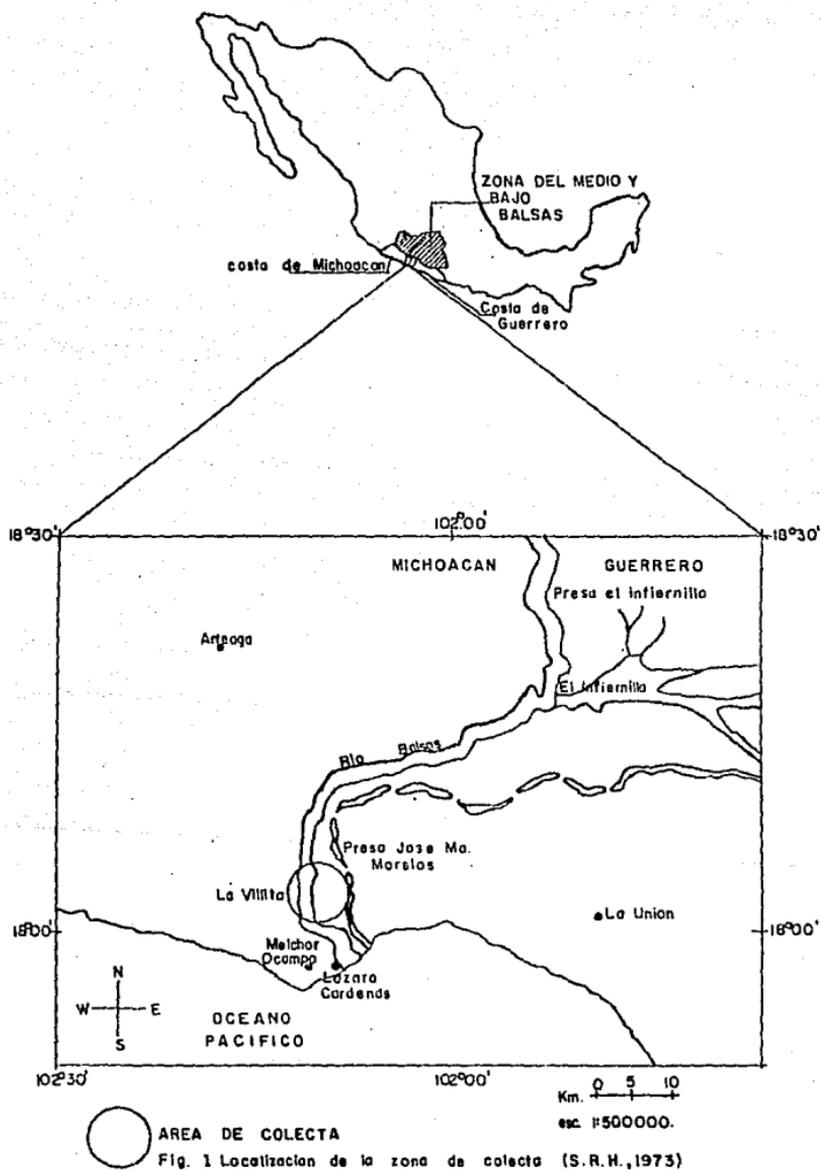


Fig. 1 Localización de la zona de colecta (S.R.H., 1973)

Vegetación

La vegetación dominante es la Selva Baja Caducifolia propia de los climas cálidos subhúmedos, la vegetación de la Selva Media Subcaducifolia también está presente. Además se encuentran manchones de Bosque de Encino. (Carta de Uso del Suelo y Vegetación, S.P.P.,1980)

Geología

Cenozoico inferior y superior. Principalmente rocas ígneas extrusivas del Terciario, siendo el granito el dominante, y algunas del Mesozoico, del tipo ígneo extrusivo de finales del Cretácico, como la andesita. (Carta Geológica de Lázaro Cárdenas, S.P.P.,1983)

Edafología

El suelo dominante es el Regosol eútrico asociado con el Luvisol crómico. La textura del suelo es gruesa. (Carta Edafológica de Lázaro Cárdenas, S.P.P.,1983)

V.- OBJETIVO GENERAL

Diseñar, elaborar y probar 2 dietas con distintas fuentes de proteína animal (pescado y camarón) para las siguientes especies comerciales del Pacífico: *Macrobrachium americanum* (fase adulta) y *M. tenellum* (fase juvenil) en condiciones de laboratorio.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.- Caracterizar las materias primas (harinas de: pescado, camarón, carne y hueso, soya, maíz amarillo y alfalfa)
- 2.- Diseñar y elaborar 2 dietas.
- 3.- Determinar las características físicas y químicas de las dietas (color, olor, tamaño de partícula, estabilidad en el agua, análisis químico proximal y energía)
- 4.- Probar las dos dietas en *Macrobrachium americanum* y *M. tenellum* (aceptación, incremento en peso y longitud, conversión alimenticia y frecuencia de muda en condiciones de laboratorio)

VI.- MATERIALES Y METODOS

6.1.- Caracterización de las materias primas

Las dietas se elaboraron con base en materias primas de origen animal y vegetal. Las harinas fueron: pescado, camarón, carne y hueso, soya, maíz amarillo y alfalfa. A cada una de ellas se les efectuó análisis químico proximal según los siguientes métodos:

Humedad.- Por el método de la Estufa de Vacío.

(A.O.A.C. 7-003,1970)

Proteínas.- Método Microkjeldhal, multiplicándose el nitrógeno total por el factor de 6.25, para obtener el porcentaje de proteína cruda (A.O.A.C. 42-014,1970)

Cenizas.- Según el Método General del Soxhlet

(A.O.A.C. 7-010,1970)

Extracto etereo.- Por el Método del Soxhlet (A.O.A.C.7-048,1970)

Fibra cruda.- Por el Método Modificado de Van de Kamer y Ginkel para cereales (1952)

6.2.- Diseño y elaboración de dietas

En el diseño de las dos dietas se consideró como principal diferencia entre ellas la fuente de proteína animal, quedando de esta forma constituida cada una de las dietas por los siguientes elementos:

Dieta de pescado

- Harina de pescado
- " " carne y hueso
- " " soya
- " " maíz amarillo
- " " alfalfa (hojas)

Dieta de camarón

- Harina de camarón
- " " carne y hueso
- " " soya
- " " maíz amarillo
- " " alfalfa (hojas)

Los cálculos necesarios para las dietas se realizaron tomando en cuenta los valores obtenidos del análisis químico proximal practicados a las harinas excepto a la de camarón, es decir, todos los cálculos se efectuaron en base a la harina de pescado, carne y hueso, soya, maíz amarillo y alfalfa, que forman la dieta de pescado, y para la dieta de camarón sólo se sustituyó la harina de pescado por la de camarón al elaborarla.

Los cálculos consistieron en resolver un sistema de ecuaciones simultáneas, donde las variables fueron los 3 aminoácidos limitantes en el crecimiento de los animales; arginina, histidina y tirosina; en un nivel del 32% de proteína.

Además se sacaron los índices de carencia para los siguientes aminoácidos; arginina, histidina, tirosina y lisina; con el fin de saber hasta donde se cubriría cada uno de ellos en las dietas, utilizando aminogramas de cada una de las harinas y la siguiente fórmula:

Índice de carencia

$$I.C. = \frac{\text{Aminoácido en el cuerpo del animal} - \text{aminoácido de la dieta}}{\text{Aminoácido en el cuerpo del animal}}$$

Para los lípidos también se efectuó un sistema de ecuaciones utilizando los aceites de soya, maíz y linasa; siendo las variables el ácido linolénico y el linoléico, conservando una relación de 1:2.5 respectivamente. Adicionando finalmente el 5% de la mezcla a cada dieta.

Ambas dietas fueron suplementadas con el 1% de vitaminas y minerales, además de agregar una mezcla de antioxidantes de 0.1% (Ácido cítrico, BHA y BHT)

Una vez hechos los cálculos las dietas se elaboraron.

El camarón seco se lavo hasta quitarle toda la sal y se colocó en una estufa de tiro forzado hasta secarlo completamente, a 50°C, lo mismo que la alfalfa. Después fueron molidos en un molino de martillos, también el maíz y la soya. Pasando posteriormente todas las harinas (incluyendo pescado y carne y hueso) por un tamiz del número 40, para homogenizar el tamaño de partícula.

Se pesó cada una de las harinas en una balanza granataria, así como los demás ingredientes (vitaminas, minerales, antioxidantes y lípidos).

Se mezcló primeramente el antioxidante con los lípidos y después éstos con los demás ingredientes en una mezcladora hasta quedar totalmente homogéneos. En seguida en la misma mezcladora se adicionaron pequeñas cantidades de agua bien caliente (a punto de ebullición) hasta formar una pasta moldeable. Posteriormente esta masa fué colocada en un molino de carne con el disco adecuado según el diámetro seleccionado para el alimento (2 y 4 mm.). El

alimento al ir pasando por el molino se fraccionó según la longitud deseada del comprimido; en este caso fué de 1 y 2 cm. Y se colocó en charolas de aluminio, éstas se metieron en una estufa de tiro forzado para secar el alimento, primeramente a 100°C por dos horas (para evitar que el alimento se fermente) y después a 50°C hasta quedar completamente seco (aproximadamente 12 horas).

Todos los utensilios fueron previamente desinfectados con benzal.

6.3. - Pruebas físicas y químicas de las dietas

Una vez elaboradas las dietas se les practicó nuevamente el mismo análisis químico proximal señalado para las harinas.

La energía se obtuvo multiplicando el total de proteínas, carbohidratos y lípidos de cada dieta de la siguiente manera: Proteínas por 4 kcal/kg; carbohidratos por 4 kcal/kg y lípidos por 9 kcal/kg. (Tacon, 1987). De esta manera se obtuvieron las calorías para cada una de las dietas.

Además por cromatografía de gases (A.O.A.C., 1970) se determinó a los ácidos grasos de cada dieta, principalmente la relación linolénico:linoléico.

Las pruebas físicas se determinaron de la siguiente manera: Color y olor. - Determinados de la manera más objetiva posible según el investigador.

Tamaño de partícula. - Midiendo el tamaño elegido que fue de 2mm para juveniles y 4 mm para adultos, en diámetro, con una longitud de 1 y 2 cm respectivamente. Siendo la presentación de ambas dietas en comprimidos.

Estabilidad del alimento en el agua. - Los comprimidos se colocaron en un acuario con aireación bajo dos temperaturas, la del medio ambiente (alrededor de 23°C) y la de 28°C, misma que se utilizó en el mantenimiento de los organismos, se midió el tiempo en que se mantuvo el comprimido en su forma original.

6.4. - Colecta de organismos

Los ejemplares adultos de *Macrobrachium americanum* se adquirieron directamente con los pescadores en La Planta, Guerrero, y los juveniles de *M. tenellum* fueron colectados con un chinchorro playero en la presa José María Morelos (La Villita). En

el lugar de colecta se registró la temperatura y el pH del agua.

Para transportar a los organismos al laboratorio, los adultos fueron colocados individualmente en bolsas de polietileno con una cuarta parte de su volumen con agua desclorada (por medio de aireación), y posteriormente se le adicionaron dos cuartas partes de su volumen con oxígeno puro, cerrándose perfectamente con ligas de cámara de llanta. Con los organismos juveniles se siguió el mismo procedimiento pero colocando dos ó tres en cada bolsa. Una vez empacados en sus bolsas, estos se acomodaron en cajas estibables de plástico, manteniendo la temperatura baja (17°C aproximadamente) con trozos de hielo durante el transporte.

6.5. - Instalación y registro de organismos

Ya en el laboratorio cada uno de los organismos (11 en total) fué registrado, anotando su longitud total (de la punta del rostro hasta la punta del telson), longitud patrón (de la orbita ocular hasta el final del telson), longitud cefalotorácica (de la orbita ocular hasta el margen posterior del cefalotorax), peso, sexo y especie.

Los juveniles (*M. tenellum*) fueron colocados en acuarios individuales con un volumen aproximado de 20 litros de agua, y los adultos (*M. americanum*) se instalaron en peceras grandes con divisiones, proporcionando un volumen de 25 litros de agua aproximadamente para cada uno de ellos.

Los acuarios contaban con un falso fondo sobre el cual se colocó una cama de grava de 5 cm de espesor aproximadamente, para recircular y filtrar el agua.

En los acuarios se colocaron frascos ambar pequeños (para los juveniles) y ladrillos huecos (para los adultos) con el objeto de que los utilizaran como refugio.

La temperatura de los acuarios se mantuvo a 28°C \pm 1.5°C, y la limpieza de los mismos se efectuó generalmente cada quince días, cambiándose por lo regular de un 25 a un 50% del volumen de agua. Además el agua que se perdía por evaporación se reponía continuamente.

6.6. - Prueba de las dietas en *Macrobrachium spp.*

Con los organismos colectados se constituyeron 2 lotes que incluyeron: organismos de ambas especies, de ambos sexos, adultos y juveniles. Con el primer lote se probó la dieta de pescado y con el otro la dieta de camarón.

A todos los organismos se les dieron 15 días de adaptación al alimento con su respectiva dieta, y se continuó la secuencia de las dietas alimentándolos al inicio con un 5% de su peso.

Se realizaron biometrias con todos los langostinos cada quince días, registrando en cada una de ellas las longitudes (total, patrón y cefalotorácica), peso, cantidad de alimento consumido, así como la cantidad de dieta a suministrarse diariamente en la siguiente quincena; también se anotó el número de mudas sufridas por cada organismo antes de cada biometria (durante la quincena). Con estos datos se obtuvo el incremento en peso (gr.) y longitud (mm.), así como el porcentaje de éstos y la conversión alimenticia empleando las siguientes formulas:

$$\text{Incremento en peso (gr.)} \frac{AP}{AL} = \frac{Pf - Pi}{tf - ti}$$

Donde:

AP= incremento en peso; Pf= peso final; Pi= peso inicial

At= tiempo transcurrido; tf= tiempo final; ti= tiempo inicial

$$\text{Incremento en longitud total (mm.):} \frac{AL}{At} = \frac{Lf - Li}{tf - ti}$$

Donde:

AL = incremento en longitud total

Lf = longitud final

Li = longitud inicial

Esta fórmula se aplicó sólo a la longitud total, por ser ésta la más importante, ya que este parámetro mide realmente la magnitud del crecimiento; mientras que las otras longitudes (patrón y cefalotorácica) indican el crecimiento de algunas estructuras del organismo, por lo que sólo se registraron, por ser importantes para otro tipo de estudios como los taxonómicos principalmente.

$$\% \text{ Incremento en peso} = \frac{\text{Peso final} - \text{peso inicial}}{\text{peso inicial}} \times 100$$

$$\% \text{ Incremento en longitud} = \frac{\text{Longitud final} - \text{longitud inicial}}{\text{longitud inicial}} \times 100$$

Factor de conversión alimenticia:

$$\text{F.C.A.} = \frac{\text{Cantidad de alimento suministrado en un tiempo dado}}{\text{Peso total ganado por organismo en un tiempo dado}}$$

Las características del agua como la concentración de oxígeno y el pH de los acuarios, también se registraron.

6.7. - Análisis de resultados

Con los resultados obtenidos de las biometrias se realizaron gráficas de tiempo contra incremento en peso y longitud total, así como el porcentaje de éstos.

Finalmente se da el costo de las dietas.

VII. - RESULTADOS

De los análisis químico proximal practicados a las materias primas empleadas para elaborar cada una de las dietas se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA I

Composición químico proximal de las materias primas empleadas					
% en base seca					
<u>Harina</u>	<u>Proteínas</u>	<u>Carbohidratos</u>	<u>Lípidos</u>	<u> Cenizas</u>	<u>Fibra C.</u>
Camarón	55.68	20.69	3.71	13.60	6.30
Pescado	47.57	17.74	6.65	25.17	0.84
Carne y hueso	27.00	11.43	14.31	44.87	0.00
Soya	38.15	43.64	4.58	7.54	6.07
Alfalfa (hojas)	20.36	41.88	3.52	12.32	21.90
Maíz amarillo	8.00	81.92	5.97	1.44	3.62

(Determinaciones efectuadas por triplicado)

Una vez caracterizadas cada una de las harinas se diseñaron las dietas, empleando para ello sistemas de ecuaciones simultáneas, uno para las harinas y otro para los lípidos (ver apéndice), y así obtener las siguientes formulaciones:

TABLA II

Formulación de las dietas			
<u>Harina</u>	<u>%</u>	<u>Aceites</u>	<u>%</u>
Pescado	50.2	Soya	17.02
Carne y hueso	7.9	Maíz	22.33
Soya	5.4	Linaza	10.64
Alfalfa (hojas)	7.8	Total =	5% en la dieta
Maíz amarillo	28.5		

Para variar la fuente de proteína animal entre las dietas, se sustituyó la harina de pescado por harina de camarón, quedando las dos dietas de la siguiente manera:

TABLA III

Composición de las dietas		
<u>Dieta</u>	<u>% de harinas</u>	<u>Cantidad para un kg</u>
De pescado (D.P.)	50.2 pescado	529.5 gr.
	7.9 carne y hueso	82.02
	5.4 soya	58.7
	7.8 alfalfa (hojas)	82.2
	28.5 maíz amarillo	297.6
	harinas con humedad	1049.02 gr.
De camarón (D.C.)	50.2 camarón	529.5 gr.
	7.9 carne y hueso	82.5
	5.4 soya	58.7
	7.8 alfalfa (hojas)	82.2
	28.5 maíz amarillo	297.6
	harinas con humedad	1049.02 gr.

A las dos dietas se les agregó el 5% de aceites, el 1% de vitaminas y minerales, así como el 0.1% de mezcla de antioxidantes (ver tabla en apéndice).

Después de obtener la formulación de las dietas se elaboró un kilogramo de cada una de ellas, posteriormente se les determinó sus características químicas y físicas, obteniendo los siguientes resultados:

TABLA IV

Análisis químico proximal de las dietas		
	<u>% en base seca</u>	
<u>Análisis</u>	<u>D. P.</u>	<u>D. C.</u>
Proteínas	31.94	36.79
Carbohidratos	32.85	31.08
Lípidos	10.59	9.56
Cenizas	17.28	12.09
Fibra cruda	4.58	6.25
Lípidos:carbohidratos	1:3	1:3
Energía (kcal/kg)	3,544	3,575

(Determinaciones efectuadas por triplicado)

Como se puede observar la relación lípidos:carbohidratos para ambas dietas es la misma, y esto se detecta desde el análisis químico, donde se ve que el porcentaje de lípidos y carbohidratos es muy semejante entre ellas. En cambio en las proteínas hay una diferencia de aproximadamente 5 unidades, resultando la dieta de camarón con un mayor nivel. En cenizas la diferencia es mayor, sólo que en este caso el valor más alto lo presenta la dieta de pescado. Finalmente en fibra cruda también existe un ligero incremento en la dieta de camarón, aunque es menor de 2 unidades con respecto a la dieta de pescado.

Los aminoácidos limitantes se cubrieron mejor en la dieta de camarón que en la de pescado, observándose esto a través de los índices de carencia:

TABLA V

Índices de carencia calculados para los aminoácidos limitantes		
<u>Aminoácido limitante</u>	<u>D. P.</u>	<u>D. C.</u>
Lisina	0.428	+0.290
Arginina	0.539	0.518
Histidina	0.401	0.296
Tirosina	0.770	0.742

De acuerdo a las cantidades (de mayor a menor) que se observan en el cuadro el primer aminoácido limitante es la tirosina, el segundo la arginina, el tercero lisina y el cuarto histidina; especialmente en la dieta de pescado, ya que en la de camarón lisina no es limitante e incluso el valor sobrepasa los requerimientos del animal, e histidina pasa a ser el tercer limitante en esta dieta.

En energía los resultados muestran que es ligeramente mayor la dieta de camarón, aunque no llega ni al 1% esta diferencia; por lo que se dice que las dietas resultaron ser isocalóricas o isoenergéticas, es decir que tienen la misma cantidad de energía.

La composición en ácidos grasos de cada una de las dietas se puede observar en la siguiente tabla:

TABLA VI

Determinación de ácidos grasos en las dietas		
Ácidos grasos	D. P.	D. C.
Acido mirístico	2.32 %	0.73 %
" palmítico	24.38	20.60
" palmitoléico	2.00	3.65
" estearico	14.39	5.75
" oléico	32.16	29.75
" linoléico	12.85	28.58
" linoléico	2.75	5.40
" C ₂₀	0.75	0.38
" C ₂₂	0.56	0.53

(Determinaciones efectuadas por triplicado)

De los ácidos grasos los más importantes son el linoléico y el linolénico, y la relación que existe entre ellos en la dieta de pescado es de 1:4.6 y en la de camarón de 1:5.2.

Con respecto a las pruebas físicas realizadas con las dietas se obtuvieron los siguientes resultados:

Color. - Los colores que presentaron cada una de las dietas fueron: para la dieta de pescado (color café claro), y para la dieta de camarón (verde claro).

Olor. - El olor que adquirió la dieta fué el de la harina que predominó; a pescado y camarón.

Estabilidad en el agua. - Se observó durante las pruebas que la estabilidad del alimento en el agua fué muy parecida a temperatura ambiente y a 28°C. Siendo para ambos casos mayor de 2 horas.

Tamaño de partícula. - El tamaño de partícula escogido de 2 y 4 mm de diámetro se mantuvo durante el tiempo de experimentación, siendo su longitud de 1 y 2 cm. respectivamente.

Presentación del alimento. - Por su facilidad de manejo esta fué a través de comprimidos, más comunmente llamados "pellets".

Una vez determinadas las características físicas y químicas de las dietas, éstas se probaron en adultos de *Macrobrachium americanum* y juveniles de *M. tenellum*.

Las condiciones en el cuerpo de agua donde se colectaron los organismos fueron: pH= 8.25 y T= 28°C en promedio. En los acuarios el pH oscilo entre 8.0 y 8.4, obteniéndose un promedio de 8.3. Por lo que respecta a la concentración de oxígeno, su intervalo fue de 4.0 a 5.0 p.p.m., dando un promedio de 4.4 p.p.m. en ambas dietas.

Los resultados obtenidos en cada organismo para longitud total (L.T), longitud patrón (L.P.), longitud cefalotoracica (L.C.), alimento suministrado (A.S.), alimento consumido (A.C.), el factor de conversión alimenticia (F.C.A.), así como el promedio del factor de conversión alimenticia ($\overline{F.C.A.}$); y sólo por cuestiones prácticas se les asignó un número progresivo y una inicial que indican su dieta.

Considerando especie, sexo, peso y tipo de dieta para cada organismo se presentan a continuación:

DIETA DE PESCADO

1p	Especie; <i>M. americanum</i>		sexo; ♀						
<u>Biometria</u>	<u>L.T.</u>	<u>L.P.</u>	<u>L.C.</u>	<u>Peso</u>	<u>A.S.</u>	<u>A.C.</u>	<u>F.C.A.</u>	<u>Mudas</u>	
Inicio	141mm.	128mm.	46mm.	48.0g.	2.2g(5%)				
1a.	141	128	46	48.2	1.4	22.2g.	111.0		
2a.	143	128	47	51.5	0.9	9.8	3.0	1	
3a.	143	128	47	52.0	0.9	10.8	21.6		
4a.	145	130	48	52.0	0.9	8.1	0.0		
5a.	145	130	48	53.5	1.0	9.9	6.6		
6a.	145	130	50	54.2	1.0	12.1	17.1		

2p	Especie; <i>M. americanum</i>		sexo; ♂						
<u>Biometria</u>	<u>L.T.</u>	<u>L.P.</u>	<u>L.C.</u>	<u>Peso</u>	<u>A.S.</u>	<u>A.C.</u>	<u>F.C.A.</u>	<u>Mudas</u>	
Inicio	128mm.	115mm.	44mm.	37.3g.	1.8g(5%)				
					1.1 (3%)				
1a.	128	115	44	37.7	1.1 (3%)	17.6g	44.5		
2a.	128	115	44	38.5	0.7 (2%)	8.8	11.0	1	
3a.	133	121	47	42.4	0.8 (2%)	8.8	2.3		
4a.	133	121	47	42.4	0.8 (2%)	7.2	0.0		
5a.	133	121	48	43.7	0.8 (2%)	8.8	6.7		
6a.	133	122	48	43.7	0.8 (2%)	7.2	0.0		

3p Especie: *M. tenellum* sexo: ♂

<u>Biomètria</u>	<u>L.T.</u>	<u>L.P.</u>	<u>L.C.</u>	<u>Peso</u>	<u>A.S.</u>	<u>A.C.</u>	<u>F.C.A.</u>	<u>Mudas</u>
Inicio	47mm.	39mm.	13mm.	1.2g.	0.06g(5%)			1
1a.	47	38	13	1.2	0.06 (5%)	0.2g.	0.0	
2a.	47	38	13	1.5	0.07 (5%)	0.56	1.9	
3a.	47	38	13	0.7	0.07 (5%)	0.49	0.0	2
4a.	47	38	13	1.6	0.08 (5%)	0.63	6.3	
5a.	47	38	13	1.6	0.08 (5%)	0.72	0.0	
6a.	47	38	13	1.6	0.08 (5%)	0.56	0.0	1

4p Especie: *M. tenellum* sexo: ♂

<u>Biomètria</u>	<u>L.T.</u>	<u>L.P.</u>	<u>L.C.</u>	<u>Peso</u>	<u>A.S.</u>	<u>A.C.</u>	<u>F.C.A.</u>	<u>Mudas</u>
Inicio	52mm.	42mm.	14mm.	1.8g.	0.09g(5%)			
1a.	55	45	14	2.2	0.1 (5%)	1.17g	2.9	1
2a.	56	45	14	2.4	0.1 (5%)	1.10	5.5	1
3a.	57	46	16	2.4	0.1 (5%)	1.20	0.0	1
4a.	57	46	16	2.4	0.1 (5%)	0.90	0.0	
5a.	61	49	16	2.4	0.1 (5%)	1.20	0.0	1
6a.	61	49	16	3.0	0.15 (5%)	1.10	1.8	1

5p Especie: *M. tenellum* sexo: ♀

<u>Biomètria</u>	<u>L.T.</u>	<u>L.P.</u>	<u>L.C.</u>	<u>Peso</u>	<u>A.S.</u>	<u>A.C.</u>	<u>F.C.A.</u>	<u>Mudas</u>
Inicio	47mm.	38mm.	12mm.	1.1g.	0.05g(5%)			1
1a.	49	38	13	1.4	0.05 (5%)	0.65g.	2.2	1
2a.	50	41	13	1.4	0.05 (5%)	0.55	0.0	1
3a.	51	41	13	1.4	0.05 (5%)	0.50	0.0	1
4a.	53	43	14	1.8	0.09 (5%)	0.45	1.1	1
5a.	53	43	14	1.9	0.09 (5%)	0.99	9.9	1
6a.	57	48	14	2.5	0.12 (5%)	0.90	1.5	1

DIETA DE CAMARON

1c Especie: *M. americanum* sexo: ♀

<u>Biometria</u>	<u>L.T.</u>	<u>L.P.</u>	<u>L.C.</u>	<u>Peso</u>	<u>A.S.</u>	<u>A.C.</u>	<u>F.C.A.</u>	<u>Mudas</u>
Inicio	125mm.	107mm.	39mm.	31.0g.	1.5g(5%)			
1a.	125	110	41	32.2	1.5 (5%)	19.5	16.2	1
2a.	130	112	41	34.7	1.0 (3%)	14.0	5.0	
3a.	133	116	43	36.0	1.0 (3%)	12.0	9.2	1
4a.	133	116	44	40.0	1.2 (3%)	9.0	2.2	c/h
5a.	133	116	45	40.7	1.2 (3%)	13.2	13.2	s/h
6a.	138	120	45	42.0	1.2 (3%)	12.0	12.0	1

F.C.A. antes/huevos= 9.1 c/h = con huevos
 F.C.A. después/huevos= 5.7 s/h = sin huevos

2c Especie: *M. americanum* sexo: ♂

<u>Biometria</u>	<u>L.T.</u>	<u>L.P.</u>	<u>L.C.</u>	<u>Peso</u>	<u>A.S.</u>	<u>A.C.</u>	<u>F.C.A.</u>	<u>Mudas</u>
Inicio	160mm.	141mm.	53mm.	91.0g.	4.5g(5%) y			1
					2.7 (3%)			
1a.	162	145	56	95.2	2.8 (3%)	44.1g.	10.5	
2a.	162	145	56	98.8	2.9 (3%)	28.0	7.7	
3a.	162	150	57	98.8	2.9 (3%)	25.0	0.0	
4a.	165	150	59	98.8	2.9 (3%)	25.1	0.0	
5a.	166	150	59	98.8	1.9 (2%)	22.2	0.0	
6a.	166	150	59	98.8	1.9 (2%)	22.2	0.0	

3c Especie: *M. tenellum* sexo: ♂

<u>Biometria</u>	<u>L.T.</u>	<u>L.P.</u>	<u>L.C.</u>	<u>Peso</u>	<u>A.S.</u>	<u>A.C.</u>	<u>F.C.A.</u>	<u>Mudas</u>
Inicio	38mm.	31mm.	9mm.	0.5g.	0.03g(5%)			1
1a.	40	32	10	0.6	0.03 (5%)	0.39g.	3.9	1
2a.	40	32	10	0.7	0.03 (5%)	0.27	2.7	1
3a.	43	35	10	0.9	0.04 (5%)	0.27	1.3	
4a.	45	37	12	1.8	0.09 (5%)	0.36	0.4	
5a.	49	39	14	1.8	0.09 (5%)	0.72	0.0	1
6a.	49	39	14	2.0	0.1 (5%)	0.72	3.6	1

4c Especie: *M. tenellum* sexo: ♂

<u>Biometria</u>	<u>L.T.</u>	<u>L.P.</u>	<u>L.C.</u>	<u>Peso</u>	<u>A.S.</u>	<u>A.C.</u>	<u>F.C.A.</u>	<u>Mudas</u>
Inicio	32mm.	21mm.	9mm.	0.5g.	0.03g(5%)			1
1a.	32	23	9	0.5	0.03 (5%)	0.39g.	0.0	1
2a.	32	25	9	0.5	0.03 (5%)	0.27	0.0	1
3a.	33	26	9	0.5	0.03 (5%)	0.24	0.0	1
4a.	36	28	10	0.5	0.03 (5%)	0.21	0.0	1
5a.	37	30	10	0.5	0.03 (5%)	0.21	0.0	1
6a.	38	31	10	0.6	0.03 (5%)	0.27	0.0	1

5c Especie: *M. tenellum* sexo: ♀

<u>Biometria</u>	<u>L.T.</u>	<u>L.P.</u>	<u>L.C.</u>	<u>Peso</u>	<u>A.S.</u>	<u>A.C.</u>	<u>F.C.A.</u>	<u>Mudas</u>
Inicio	52mm.	42mm.	14mm.	1.9g.	0.09g.(5%)			1
1a.	52	43	14	1.5	0.09 (5%)	1.17g.	0.0	2
2a.	52	45	14	2.1	0.1 (5%)	0.81	4.0	1
3a.	61	51	17	2.3	0.1 (5%)	1.20	3.0	
4a.	70	58	19	3.5	0.17 (5%)	1.00	0.8	1
5a.	71	59	21	4.0	0.2 (5%)	1.87	3.7	1
6a.	73	60	21	4.6	0.22 (5%)	2.20	3.6	1

6c Especie: *M. tenellum* sexo: ♂

<u>Biometria</u>	<u>L.T.</u>	<u>L.P.</u>	<u>L.C.</u>	<u>Peso</u>	<u>A.S.</u>	<u>A.C.</u>	<u>F.C.A.</u>	<u>Mudas</u>
Inicio	68mm.	54mm.	13mm.	4.3g.	0.2g.(5%)			1
1a.	74	58	19	4.3	0.2 (5%)	2.6g.	0.0	
2a.	83	65	21	5.0	0.25 (5%)	2.4	3.4	1
3a.	93	65	21	6.1	0.3 (5%)	2.5	2.3	1
4a.	86	70	25	6.6	0.33 (5%)	2.7	5.4	
5a.	98	70	25	7.6	0.38 (5%)	3.63	3.6	
6a.	92	71	25	8.9	0.44 (5%)	4.18	3.2	1

En forma comparativa se presentan a continuación los resultados obtenidos al final del periodo experimental:

DIETA DE PESCADO

Org.	sexo	Inicial		F i n a l		%L.T.	%Peso	F.C.A.	Mudas
		L.T.	Peso	L.T.	Peso				
1p	♀	141mm.	48.0g.	145mm.	54.2g.	2.8	13.3	11.87	1
2p	♂	128	37.3	133	43.7	3.9	17.2	9.09	1
3p	♂	47	1.2	47	1.6	0.0	33.3	8.15	4
4p	♂	52	1.8	61	3.0	17.3	66.7	5.55	5
5p	♀	47	1.1	57	2.5	21.3	127.3	2.88	7

DIETA DE CAJARON

Org.	Sexo	Inicial		F i n a l		%L.T.	%Peso	F.C.A.	Mudas
		L.T.	Peso	L.T.	Peso				
1c	♀	125mm.	21.0g.	138mm.	42.0g.	10.4	35.5	7.24	3
2c	♂	160	91.0	166	98.8	3.8	8.6	21.74	1
3c	♂	38	0.5	49	2.0	28.9	300.0	1.82	5
4c	♂	32	0.5	38	0.6	18.8	20.0	15.9	6
5c	♀	52	1.9	73	4.6	40.4	142.1	3.05	7
6c	♂	68	4.3	92	8.6	35.3	107.0	3.91	4

Costos de las dietas

El cálculo del costo de cada una de las dietas fué de:
\$ 2,478.00 y \$ 10,300.00 para pescado y camarón respectivamente.
El costo de las materias primas y demás ingredientes de cada dieta
aparece en el apéndice.

La variación del incremento y por ciento incrementado en el
peso y longitud se presentan a continuación en las gráficas (1, 2, 3
y 4).

Donde:

1p= *M. americanum* Cadulto ♀ > 1c= *M. americanum* Cadulto ♀ >

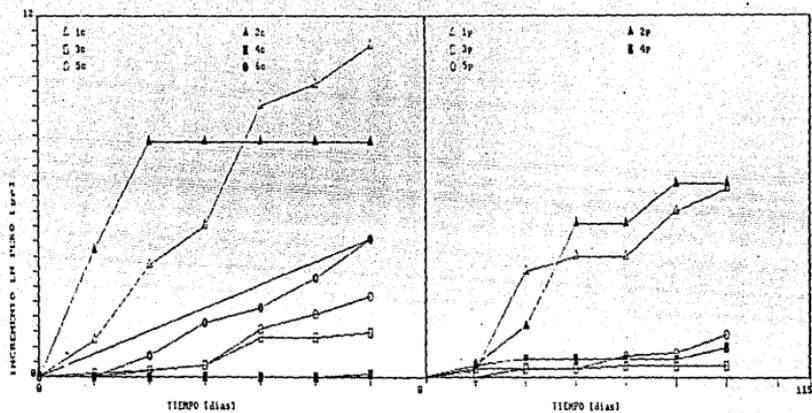
2p= *M. americanum* Cadulto ♂ > 2c= *M. americanum* Cadulto ♂ >

3p= *M. tenellum* Cjuvenil ♂ > 3c= *M. tenellum* Cjuvenil ♂ >

4p= *M. tenellum* Cjuvenil ♂ > 4c= *M. tenellum* Cjuvenil ♂ >

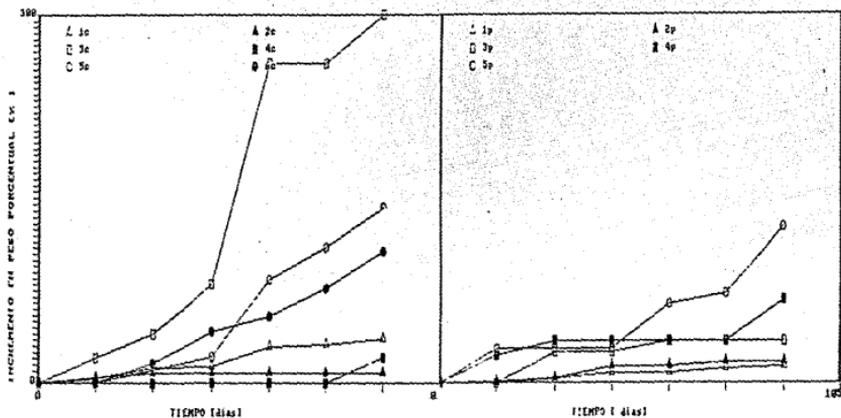
5p= *M. tenellum* Cjuvenil ♀ > 5c= *M. tenellum* Cjuvenil ♀ >

6c= *M. tenellum* Cjuvenil ♂ >



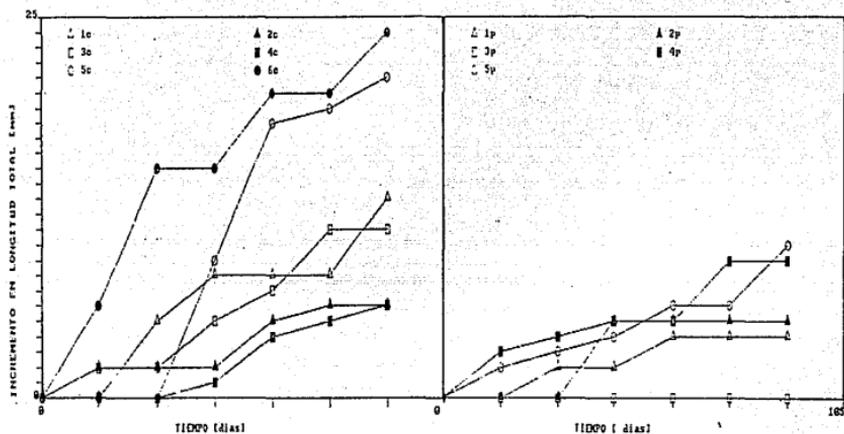
GRAFICA 1

Variación del incremento en peso (gr.) en función del tiempo (días), de las especies en estudio alimentadas con dietas que incluyen harina de pescado (D.P.) y camarón (D.C.).



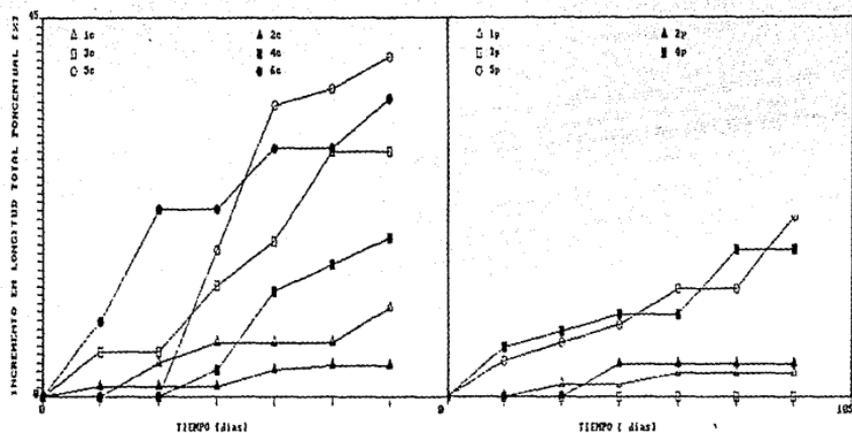
GRAFICA 2

Comparación del incremento en peso porcentual en función del tiempo de las especies en estudio, alimentadas con diferente dieta.



GRAFICA 3

Variación del incremento en longitud total en función del tiempo, de las especies en estudio alimentadas con las dietas elaboradas.



GRAFICA 4

Comparación del incremento en longitud total porcentual con respecto al tiempo, de las especies en estudio alimentadas con diferente dieta.

VIII. - DISCUSION

8.1. - Elección de las harinas

En la elaboración de dietas se debe cuidar desde la selección de las materias primas, su calidad, su presentación, los hábitos alimenticios del organismo al que se le va a proporcionar, su aceptación, y su costo; sin olvidar su conversión alimenticia y su facilidad de manejo (Stickney, 1979; Holschmit, 1988). Tomando en cuenta esto y considerando que el objetivo principal de las dos dietas elaboradas, fue el de tener un alimento que cubriera en la medida de lo posible la mayoría de los requerimientos nutricionales de *Macrobrachium spp.*; la selección de las materias primas se realizó considerando que la harina de camarón y pescado deberían ser la principal fuente de proteína animal, apoyándose en los trabajos de Balazs y Ross (1976) los cuales mencionan que la harina de camarón da mejores resultados que la de pescado, mientras que Sick y Beaty (1976), recomiendan la incorporación de maíz y soya en los alimentos preparados, ya que mejoran el crecimiento de los organismos. Harpaz (1986) por su parte indica que una dieta brinda mejores resultados si es complementada con hojas frescas, además de recomendar la carne como ingrediente en la dieta. Por ello se incorporo la harina de alfalfa y carne en los alimentos que se prepararon. En cuanto a la alfalfa sólo se agregaron las hojas, por contener estas la mayor cantidad de proteína (Hughes, et. al., 1978). Como puede advertirse la elección de las harinas están respaldadas por trabajos anteriores, en donde se obtuvieron buenos resultados, mismos que se esperaron en el presente trabajo.

8.2. - Caracterización de las materias primas

En la caracterización de las materias primas se observó que la harina más rica en proteínas fue la de camarón (Tabla 1) incluso que la de pescado. La mejor calidad de ésta es porque en ella se encuentran con valores más altos todos los aminoácidos, reflejándose en el alto nivel de proteína que contiene. En cuanto al alto porcentaje de carbohidratos en la harina de maíz amarillo, son el resultado del gran contenido en

almidón de este cereal; siendo esta una razón por la cual se le utiliza como aglutinante en los alimentos preparados, abaratando los costos de las dietas, existen otros aglutinantes como el agar pero resultan muy caros (Stickney, op.cit.; Sick and Beaty, op.cit.). Otros beneficios del almidón es que mejora el crecimiento de los organismos (Sick and Beaty, op.cit.), además de ser muy importante como suministro de energía y reserva en los animales (Tacon, op.cit.). En la harina de carne y hueso se observa el mayor contenido de cenizas con respecto a las otras, y esto se debe precisamente a la gran cantidad de minerales que contienen los huesos, entre los que destacan el calcio y el fósforo. En cuanto a los lípidos son también los más altos en esta materia prima, por tratarse de una harina de baja calidad, es rica en ácidos grasos saturados pero falta de ácidos grasos insaturados y con poca cantidad de proteína. En cuanto a fibra cruda, como era de esperarse el porcentaje más alto se presentó en la alfalfa, porque de todos los ingredientes es la que contiene mayor cantidad de celulosa.

8.3. - Diseño de dietas

Una vez caracterizadas las harinas se diseñaron las dietas, fundamentando el criterio de utilización desde el punto de vista de cantidad y calidad de proteína; por ello en los cálculos se consideraron las harinas de: pescado, carne y hueso, soya, alfalfa y maíz amarillo; así como camarón como ingrediente de comparación. De esta manera se elaboraron dos dietas. El nivel calculado fue de 32% de proteína, este se fijó de acuerdo a los resultados que Carmona (1989) obtuvo en su trabajo. El realizó dietas entre 28 y 36% de proteína pero sin cambiar la fuente de éstas, utilizando a la harina de pescado como principal fuente de proteína para *Macrobrachium rosenbergii*; siendo el crecimiento mayor con la dieta de 32%, por ello en el presente trabajo se mantuvo este mismo nivel de proteína en una dieta, pero en su diseño se empleo harina de alfalfa, maíz amarillo, soya, carne con hueso y pescado, y en la que se empleo harina de camarón el valor fue de 37%. La sustitución de una harina por otra se realizó teniendo presente que la harina de camarón elevaría el nivel de proteína fijado para una dieta (de pescado) y esto se confirmó al revisar los

resultados del análisis químico proximal de las materias primas; observando que la mayor cantidad de proteína la presentó la harina de camarón, por tener ésta una mejor calidad en los aminoácidos esenciales, especialmente histidina, tirosina, arginina y lisina, que son considerados como limitantes en el crecimiento de los organismos (Watanabe, 1975). Por lo que respecta a la harina de alfalfa ésta se ve restringida a un 8% como máximo en una dieta, por la gran cantidad de fibra que contiene, ya que si se eleva ésta, es difícil lograr una buena aglutinación del alimento y la textura del mismo se ve afectada, teniendo como consecuencia una menor estabilidad en el agua. Por todo esto se prefirió tener un aumento en el nivel y calidad de proteína.

8.4. - Características físicas y químicas de las dietas

Al analizar los resultados de los alimentos, se observó que el nivel de carbohidratos y lípidos no varió mucho sólo en el caso de las proteínas cuya diferencia es 5 unidades mayor para la dieta de camarón. Carmona (op.cit.) en su trabajo recomienda variar la proteína pero sin afectar la relación lípidos:carbohidratos, porque al elevar los lípidos en una dieta aun cuando tenga un buen nivel de proteína, el crecimiento de los organismos se reduce y la calidad del producto final se ve afectada. Además de tener los animales un crecimiento lento se incrementa la cantidad de grasa en ellos. Por otra parte aun cuando no se ha establecido un determinado porcentaje de carbohidratos en las dietas, Clifford y Brick (1979), lo mismo que Corbin (1983) consideran que una relación lípidos:carbohidratos de 1:3 ó 1:4 es mejor que la proporción 1:1 y 1:2, porque ocasiona una utilización más eficiente de las proteínas. Analizando la relación lípidos:carbohidratos en las dietas realizadas, se observó que ésta es la recomendable, al ser de 1:3 respectivamente, en ambas dietas; lo cual quiere decir que en estos nutrientes no se alteró su relación. Como resultado de ello presentaron la misma cantidad de energía, aun cuando la dieta de camarón mostró ligeramente mayor cantidad de kilocalorías, este incremento no llega ni al 1% (0.88%) con respecto a la dieta de pescado; por ello se les considera isocalóricas, al tener muy semejante cantidad de calorías.

Por otra parte analizando la determinación de los ácidos grasos en los alimentos preparados, se detectó que la relación entre el ácido linolénico:linoléico fué de 1:4.67 para la dieta de pescado, y de 1:5.29 para la de camarón, manteniéndose en ambos casos una relación muy similar. La proporción de estos ácidos grasos es muy importante, por ser esenciales en los animales acuáticos, es decir, que estos organismos no pueden sintetizarlos y su única fuente son los alimentos que ingieren, ya sea naturales o preparados. Además se cree que tanto el linoléico como el linolénico pueden ser un factor que promueva el crecimiento, aunque también se ha observado en otros estudios, que el linolénico cuando se encuentra como única fuente de lípidos, aparentemente contribuye a reducir el crecimiento de los animales; lo que no ocurre con el linoléico en las mismas condiciones. (Reigh and Stickney, 1989). El óptimo para éstos ácidos grasos aún no se ha determinado hasta la fecha ni para *Macrobrachium rosenbergii*. En cuanto a los otros ácidos grasos presentes en los alimentos (Mirístico, palmítico, palmitoléico, estearico, oléico, C₂₀ y C₂₂, todos ellos no son considerados como esenciales) son también reportados por Reigh y Stickney (op.cit.) en sus investigaciones, mencionando que éstos se encuentran en los tejidos de *M. rosenbergii*.

Algo muy similar ocurre con los aminoácidos, ya que algunos son esenciales y otros no, siendo vital que se incorporen en los alimentos los que no pueden ser sintetizados por los organismos, y son determinantes en el crecimiento de los mismos. Por ello es que se calcularon los índices de carencia de los aminoácidos limitantes en las dos dietas. Observándose que la dieta de camarón cubrió mejor los aminoácidos esenciales, principalmente lisina, donde se cubrió por arriba de las necesidades del langostino; siguiéndole histidina, en donde se aportó aproximadamente el 70% de los requerimientos; para arginina se satisfizo de manera muy similar en las dos dietas, alrededor del 50%. En tirosina fué donde mayor carencia se presentó y de manera parecida en los dos alimentos elaborados, cubriéndose aproximadamente sólo un 30% de éste aminoácido. Es precisamente por esta deficiencia que se le considera el primer limitante en el crecimiento, el segundo es arginina, y el tercer lugar lo comparten lisina e histidina.

especialmente en la dieta de pescado; porque en la dieta de camarón lisina deja de ser limitante al cubrirse totalmente, e histidina también al aportar el 70%. De esta manera sólo tirosina y arginina son considerados limitantes para ésta dieta (por cubrir el 30 y 50% respectivamente). Como puede verse la dieta de camarón resultó de mayor calidad al cubrir mejor los aminoácidos esenciales.

Por otra parte en cenizas lo que se cuantifica son los minerales (Fisher y Hart, 1977), se observó un mayor porcentaje en la dieta de pescado que en la de camarón siendo esto por sus propios ingredientes, ya que la primera contribuye principalmente a elevar la cantidad de cenizas, por las espinas del pescado; siendo más elevado el aporte de minerales en esta dieta. Mientras que en la otra dieta es más bajo el valor de cenizas porque el camarón aún cuando contribuye lo hace en menor proporción que el pescado.

En fibra cruda se detectó que el valor más alto lo presentó la dieta de camarón, y es precisamente por este ingrediente por el cual se eleva el porcentaje de fibra, ya que la harina de camarón aporta la quitina de los exoesqueletos de estos animales. En cambio en la dieta de pescado el valor es más bajo porque sólo contribuyeron los otros ingredientes de la dieta pero no la harina de pescado. Aún cuando en fibra cruda se observó un incremento en la dieta de camarón, este fué ligero y no llegó ni al 2% (1.67%), es por ello que la textura y estabilidad en el agua fué muy parecida en los dos alimentos (más de 2 horas). Además como ya se había anotado, la estabilidad de un alimento la dá el aglutinante, siendo en este caso el almidón del maíz amarillo, que puede verse afectada por la cantidad de fibra que se incorpore a la dieta, a mayor fibra menor estabilidad en el alimento, por ello no se recomienda agregarla en grandes cantidades. En este caso no se alteró la textura ni la estabilidad de las dietas, y como consecuencia el tamaño de partícula escogido (2 y 4 mm. de diámetro) también se mantuvo después de elaborados los alimentos.

En la presentación de las dietas se escogieron los comprimidos ("pellets"), tomando en cuenta los hábitos alimenticios de los langostinos, y como tienen una digestión lenta, requieren de un alimento que permanezca estable el tiempo

suficiente para consumirlo (Tacon, op. cit.). Por ello es que el alimento elaborado se les ofreció a través de comprimidos, además de su facilidad de manejo.

En cuanto al color y olor, aunque no se han hecho estudios serios para saber que tan importantes son en los alimentos preparados, se cree que estas características son importantes en la aceptación de las dietas, lo mismo que el sabor (Stickney, 1979), ya que aún cuando un alimento cubra las necesidades alimenticias de los organismos, sino son aceptados por éstos no sirven de nada.

Además el color del alimento en la mayoría de las veces puede ser indicativo de los pigmentos que éste contenga. Se observó claramente que en la dieta de camarón, la harina de alfalfa fué la determinante en el color, al no tener otro ingrediente que la opacara, como ocurrió con la dieta de pescado, en donde se enmascara al color de la alfalfa y prevaleció el de la harina de pescado. En estas dietas la harina de alfalfa fué la principal fuente de carotenos, y en menor proporción el maíz amarillo, siendo estos precursores de la vitamina "A" (Tacon, op. cit.; Simmons, 1978). Los carotenos son muy importantes en los invertebrados ya que, de la ingestión de ellos, depende la formación de cromatóforos en estos organismos; determinando éstos la coloración o pigmentación en carne y exoesqueleto de los crustáceos (Hiramatsu, et. al., 1985). Esta coloración es un factor importante en la aceptación, consumo y valor comercial de muchas especies cultivadas (Tacon, op. cit.).

Aún cuando la harina de alfalfa es una buena fuente de vitamina "A", y contribuye con otras vitaminas y minerales, lo mismo que los demás ingredientes de las dietas; se optó por adicionar en ambas el 1% de vitaminas y minerales. Con el objeto, en el caso de las primeras, de compensar la reducción de las termolábiles durante la elaboración de los alimentos, y la pérdida de las hidrosolubles en los acuarios al suministrarse a los organismos. Además las vitaminas son compuestos orgánicos esenciales para el crecimiento y mantenimiento del animal. En su mayoría no son sintetizadas por el organismo ó bien no en el grado suficiente para cubrir sus necesidades, presentándose distintos signos de deficiencia en su morfología y fisiología cuando las

vitaminas están ausentes en la dieta, como son las enfermedades y en los crustáceos se presenta "el síndrome de la muerte de la muda" (Harpaz, op. cit.).

En el caso de los minerales, se adicionan para cubrirlos de manera adecuada en las dietas, por la importancia que tienen estos en la formación del exoesqueleto de los crustáceos, además de regular la presión osmótica y el pH, entre otras funciones (Tacon, op. cit.).

Por otra parte los antioxidantes (BHT, BHA y ácido cítrico) se agregaron a las dietas para prevenir la oxidación o enranciamiento de los lípidos, durante el almacenamiento del alimento. Porque en ausencia de un adecuado antioxidante como protección para los lípidos, estos son altamente propensos a la auto-oxidación al exponerse al oxígeno atmosférico. Bajo estas condiciones, el beneficio nutricional de los ácidos grasos esenciales llega a deteriorar la salud de los organismos (Tacon, op. cit.).

8.5. - Prueba de las dietas en *Macrobrachium americanum* y *M. tenellum*

En las pruebas biológicas de las dietas se consideró más que nada la aceptación de las mismas, pero además se anotan otros aspectos importantes, como es el factor de conversión alimenticia, los incrementos en peso y longitud total, así como las mudas de cada uno de los organismos; por que estas observaciones son importantes en este tipo de pruebas.

En general los alimentos preparados fueron bien aceptados por los organismos al consumir la mayor parte de su ración, aunque a la mitad del experimento, (aproximadamente 45 días), se noto que los animales alimentados con la dieta de pescado, dejaban mucho más restos, que los animales alimentados con la dieta de camarón. Considerando esto es probable que la aceptación de las dietas fue dada por el olor y el sabor de éstas, y que repercutio mayormente en los langostinos alimentados con la dieta de pescado, dando incrementos menores. Así mismo, en la gráfica 1 se nota que entre los 45 y 80 días no ganaron peso; lo que indica que sólo consumían el alimento necesario para mantenerse, pero no la cantidad suficiente para ganar peso; en cambio en la mayoría de los animales alimentados con la dieta de camarón incrementaron

su peso.

La poca ganancia en peso de algunos organismos para ambas dietas se podría explicar considerando que dentro de una población no todos los organismos reaccionan de la misma manera (Ra'anan, 1983), en este caso al alimento. Además de las observaciones hechas en el laboratorio se puede decir que algunos animales (4c y 3p) dejaban continuamente la mayor parte de su ración y por ende se quedaron rezagados en sus incrementos en longitud total, pero una nota importante es que si bien el organismo de la dieta de camarón (4c), aún cuando sólo ganó el 20% en peso, creció aproximadamente 10% (longitud total); mientras que el animal de la dieta de pescado (3p), su incremento porcentual en longitud total fué nulo su ganancia en peso de 33.3%. La explicación de esto especialmente para 4c, es que este animal posiblemente apenas estaba empezando su etapa juvenil, ya que de todos, él presentó una menor talla, y Holschmit (1988) considera que un langostino entra a su etapa juvenil cuando mide de 2 a 3 cm. Quizá es por esta razón que este organismo utilizó los nutrientes de mejor calidad en crecer, más que en ganar peso, muchos de los organismos así lo hacen en sus primeras etapas, para posteriormente ir ganando peso (Lagler, et al., 1984). Por lo que respecta al otro organismo (3p), se considera que los factores ambientales pudieron ser los causantes de los bajos incrementos en peso y longitud, ya que trabajos recientes han demostrado una fuerte conexión entre los factores ambientales, tal como temperatura, luz y salinidad, e incremento en talla, peso y frecuencia de muda (Ra'anan, op.cit.).

En este caso, las características del agua como el pH, concentración de oxígeno y temperatura no presentaron grandes fluctuaciones y son similares en ambas dietas. Los rangos de estos parámetros están dentro de los que reportan Cabrera (op.cit.), Guzmán (op.cit.) y Gasca (1986). Por esta razón es probable que la luz y la dieta hallan sido los responsables de la respuesta de 3p.

Por otra parte otro factor muy importante en el crecimiento e incremento en peso en los crustáceos es la muda (ecdysis), ésta se ve afectada por los nutrientes de los organismos y las condiciones ambientales (Waterman, 1980; Harpaz and Galun, 1987).

Primeramente para que la muda pueda efectuarse, el organismo

necesita contar con las suficientes reservas orgánicas como son: proteínas, carbohidratos y lípidos; además de contar con fosfatos de calcio y magnesio como reservas inorgánicas. Todas estas reservas actúan como la fuente de energía que necesita un crustáceo para poder efectuar con éxito las distintas fases de este proceso, como son de manera general: la intermuda, la muda y la postmuda. Por ello es importante que los organismos especialmente durante su crecimiento estén bien alimentados, esto es, que cuenten con los ácidos grasos que necesiten ya que éstos son utilizados como una buena fuente de energía; los carbohidratos por su parte además de actuar como fuente energética se cree que son precursores de la quitina, muy importante en el exoesqueleto del animal, así como los minerales especialmente el calcio. Las proteínas son consideradas un componente esencial, porque de ellas depende la formación de tejidos durante el crecimiento del organismo (Waterman, op. cit.).

Tomando en consideración todo lo anterior se observó que los organismos juveniles presentaron un mayor número de mudas, con respecto a los adultos; esto se debe precisamente a que los primeros están creciendo con mayor rapidez, presentando como consecuencia una mayor frecuencia en sus mudas. Mientras que los adultos presentaron mudas más espaciadas con respecto al tiempo, por ser el crecimiento de éstos mucho más lento (ver gráfica 3). En las hembras el proceso de muda es utilizado con fines reproductivos una vez que han alcanzado su madurez sexual, después de la muda se lleva a cabo la cópula y posteriormente el descenso de los huevos para su incubación; en caso de no haber copulación de todas maneras descienden los huevos al abdomen de ésta, siendo éstos infértiles. Este proceso se observó en una hembra adulta (1c) alimentada con la dieta de camarón, notándose todo su abdomen lleno de huevos. Este hecho viene apoyar anteriores trabajos como los de Arana (op. cit.) y Cabrera (op. cit.) entre otros, en donde se indica que los organismos reproductores y juveniles necesitan una mayor cantidad y calidad de proteína, por lo que esta dieta pudiera ser utilizada en estas dos fases de los langostinos.

Como se mencionó la muda es un factor hasta cierto punto crítico en el desarrollo de un crustáceo, durante ella se consumen gran cantidad de las reservas energéticas y cuando se presenta

con demasiada frecuencia puede llegar a afectar el peso del organismo; esto se advirtió en un organismo de cada dieta (5c y 3p). Por lo que respecta al animal alimentado con la dieta de camarón (5c), esto se atribuye al incremento de la temperatura del acuario, llegando a subir ésta hasta 32°C, debido a problemas que se tuvieron con el calentador; mientras que con el organismo de la dieta de pescado (3p), tal vez se deba a que durante un lapso de 30 días no mudó y por esto después realizó 2 mudas en un periodo de 15 días; sin olvidar que otros factores del medio pudieron afectar a este proceso como pudo ser la luz, además Ra'anán (op.cit.) menciona que el período de intermuda es más largo cuando los organismos se encuentran aislados, ya que el ciclo de la muda viene a ser el punto clave en la dinámica de la población. Las mudas consecutivas afectaron el peso de 3p, bajando éste en más del 50%, aunque después lo volvió a ganar, posiblemente se vio seriamente afectado al no incrementar arriba del 33.3% de su peso inicial, lo que no sucedió con el animal de la dieta de camarón, ya que sí bien bajo de peso también por las 2 mudas efectuadas en 15 días, después incrementó su peso por arriba del inicial y al final del experimento tenía una ganancia del 142.1% (gráfica 2). Todo esto puede indicar que la dieta de camarón cubrió mucho mejor las necesidades nutricionales de los langostinos.

Los mejores resultados en crecimiento (incremento en longitud total) se obtuvieron en los animales alimentados con la dieta de camarón (gráfica 3). Se advierte de manera general que cada 2 mudas crecen, especialmente en el caso de los juveniles; es por ello que se observan las mesetas en dicha gráfica. Estos resultados se apegan a lo que Ra'anán (op.cit.) menciona en sus trabajos:

El origen del crecimiento ocurre como resultado del incremento del peso entre 2 mudas consecutivas y la frecuencia de la muda.

Tomando en cuenta el efecto de la talla individual en la respuesta a los alimentos (incremento porcentual en longitud total gráfica 4), es claro que se alcanzan valores comprendidos entre 15 y 40% para juveniles alimentados con la dieta de camarón (3c al 6c), y para los adultos del 5 hasta el 10% (1c y 2c); mientras que en los animales de la dieta de pescado se observan los

porcentajes más bajos, menos del 5% para los adultos y desde cero hasta cerca del 22% para juveniles. Estas diferencias posiblemente se debieron a la talla inicial, sexo y alimento de cada organismo.

Los resultados obtenidos en cuanto a porcentos de incremento en longitud total para los animales de la dieta de pescado fueron aproximadamente la mitad de los obtenidos para la dieta de camarón.

En los porcentajes de incremento en peso se observó que tres de los organismos de la dieta de camarón (3c, 5c y 6c) duplicaron su peso inicial al ser el incremento mayor del 100%, incluso para uno de ellos (3c) fué del 300%, lo que indica que triplicó su peso inicial; esto se observó en los juveniles. En los adultos para uno de ellos se obtuvo cerca del 36% (1c) y para el otro (2c) sólo un 9% aproximadamente. Esto se debe quizá a que a mayor edad no se aprovecha de igual manera el alimento, primero porque no está en pleno crecimiento y segundo porque no está en época reproductiva. De ocurrir esto el alimento sólo tiene como función mantener y engordar al animal, recomendándose para éstos casos alimentos más bajos en proteína, por no requerir gran cantidad de ésta, así como también un menor porcentaje de alimento diario, (Stickney, op. cit.). Esto se puede corroborar al observar la gran meseta que presenta en su incremento en peso (2c, en gráfica 1).

En los organismos de la dieta de pescado se observó que sólo un juvenil rebasó el 100% de su peso inicial, los adultos incrementaron su peso de manera parecida entre ellos, 13.3 y 17.2% (1p y 2p).

Como se puede notar en los valores de los incrementos en peso y longitud total así como en los porcentajes de éstos, los organismos alimentados con la dieta de camarón estuvieron en la mayoría de las veces por arriba de los incrementos que se obtuvieron para los animales alimentados con la dieta de pescado.

Otro parámetro de comparación de las dietas es a través de la conversión alimenticia (F.C.A.), y se observó una mejor eficiencia en la dieta de camarón al presentar en general los valores más bajos con respecto a la dieta de pescado. Los altos valores de conversión alimenticia obtenidos especialmente para la última

dieta, se deben a que este último alimento como ya se mencionó con anterioridad tuvo una menor aceptación, repercutiendo de esta manera en un mayor desperdicio del alimento. Además como se observa en muchos casos la eficiencia de este alimento es nula (Coero), debido tal vez a que algunos de los organismos durante la quincena consumían muy poco del alimento y su incremento en peso fue muy bajo o no se dió. Esto es muy importante en la evaluación de un alimento, se debe considerar también el alimento no consumido por el organismo, para que de esta manera la conversión alimenticia se aproxime más a la realidad (Kuri-Nivón, 1982). Como en este caso el alimento no consumido no se evaluó por la dificultad que éste ofrece, quizá los valores de F.C.A. calculados se encuentren por arriba de los reales. Además en el caso de los crustáceos, la conversión alimenticia también se ve influenciada por la muda, por ocurrir cambios en la ecdisis, en estos animales cesa totalmente la ingestión de alimento, esta creencia esta basada en la hipótesis de que ocurren cambios histológicos durante su metamorfosis, y que se presentan durante la pre y post ecdisis, (Harpaz and Galun, op. cit.). Esto fue observado en el laboratorio a lo largo de este trabajo, notando de manera general que un día antes de efectuarse la muda (premuda) no consumían alimento, y después de efectuarse la muda tampoco ingerían alimento, ya que se comían el exoesqueleto recién mudado.

Otro punto importante en la evaluación de un alimento, es que se debe efectuar de preferencia en organismos en pleno crecimiento, porque en ellos se refleja mejor la eficiencia de este. En los resultados esto se observó especialmente en los juveniles, donde su F.C.A. promedio fue mucho más bajo en comparación con los animales más grandes; es por ello que en los adultos no es recomendable probar una dieta, debido a que crecen más lentamente y el alimento lo utilizan para otras funciones como: la reproducción ó el mantenimiento solamente. Por esto es que la conversión alimenticia en los adultos presentan valores más altos. Además las tallas de los animales adultos con los que se trabajó estan por encima de la talla comercial, es decir, un langostino se cotiza en el mercado a partir de una talla de aproximadamente 12 cm. (Guzmán, 1987). Lo que quiere decir que el mantenimiento de estos animales en un cultivo ya no es rentable a

menos que sean reproductores, y en ese caso si se les sigue manteniendo con una buena fuente de proteína (Ponce, 1984). Además de la talla del langostino, el valor de la conversión alimenticia indica en que momento el animal debe comercializarse, en cuanto a este último al observar que ya no hay ninguna eficiencia del alimento (F.C.A.=0, así como en el caso de 2c) o que ya es muy alto el valor de conversión alimenticia (1p y 2p), esto quiere decir que no es rentable seguir manteniendo estos organismos. Mientras se tenga un valor de conversión alimenticia entre 3 y 4, la eficiencia del alimento es buena. (Kuri-Mivón, op.cit.). En el presente trabajo se observó que en los juveniles alimentados con la dieta de camarón (ver gráficas 1 a 4) los valores de F.C.A. promedio fueron entre 2 y 4.

Debido al pequeño número de organismos con el que se trabajó no se pudo aplicar ningún método estadístico, y aún cuando este es importante, viene a ser sólo un herramienta más en el análisis de los resultados.

8.6. - Costos de la dietas

Por lo que respecta a los costos de las dietas (ver apéndice), la de camarón es aproximadamente 4 veces más cara que la de pescado, pero ofrece en general una mejor conversión alimenticia y propicia un mayor crecimiento en un menor tiempo. Si se tiene presente que el kilogramo de langostino fresco es elevado, resulta atractivo el empleo de este alimento con el fin de realizar estudios de su rentabilidad.

Es preciso mencionar que el experimento se planeó para un número mayor de organismos, pero esto no fue posible debido al pequeño número de animales colectados, a pesar de los numerosos muestreos realizados, esto puede ser consecuencia del manejo que el hombre hace de la presa "La Villita" y más arriba de la presa "El Infiernillo" (continuación presa "La Villita"), ya que el nivel del agua de ésta se encontró muy bajo, lo que puede propiciar la migración de langostinos, además de la sobreexplotación de este recurso, que los pescadores de la zona realizan durante todo el año, causando de esta manera la

disminución de la población. Arana (1974) mencionó que la población de langostinos puede variar de un año a otro por las condiciones del ambiente.

Finalmente aún cuando en las biometrías y en los resultados se tomaron en cuenta tres tipos de longitudes: total, patrón y cefalotorácica, sólo se analizó la longitud total, por ser esta la más importante (Guzmán, op. cit.; Pérez-Chi, 1990).

IX. - CONCLUSIONES

- 1.- La dieta de camarón presentó una mejor calidad en proteína y cubrió mejor los siguientes aminoácidos: lisina, histina, arginina y tirosina, que son considerados como limitantes en el crecimiento de los animales.
- 2.- La dieta de pescado y camarón fueron isoenergéticas.
- 3.- La relación lípidos:carbohidratos fue de 1:3 respectivamente en ambas dietas.
- 4.- La relación linolénico:linoléico fue muy similar en ambas dietas.
- 5.- La dieta de camarón cubrió mejor las necesidades nutricionales de los organismos *M. tenellum* en el estadio juvenil debido a que
 - a) Presentaron el mejor crecimiento
 - b) Se obtuvo una conversión alimenticia aceptable
- 6.- La dieta de pescado se recomienda para engorda de los langostinos del género *Macrobrachium*, ya que en esta fase se requiere menor cantidad de proteína.
- 7.- El efecto de las dietas fué más notorio en organismos juveniles que en adultos.

X. - RECOMENDACIONES

1. - Probar las dietas con un número mayor de organismos, ya que el presente trabajo fué preliminar y en trabajos posteriores se pueden reafirmar los resultados obtenidos aquí.
2. - Formar lotes con una muestra mayor de juveniles de las dos especies (*Macrobrachium americanum* y *M. tenellum*), probar ambas dietas con cada lote (subdividido).
3. - Seria conveniente hacer un tercer alimento cuidando más calidad que cantidad de la proteína, teniendo presente el costo del mismo.
4. - En caso de ser posible, tomar en cuenta el alimento no consumido para que de esta manera se tenga un valor más real de la conversión alimenticia.

APENDICE

Cálculos para la elaboración de las dietas

Los cálculos fueron hechos con base en los datos del análisis químico proximal de las harinas de: pescado, carne y hueso, soya, alfalfa y maíz amarillo. Elaborando un sistema de ecuaciones en donde:

En la 1a. ecuación se tenían las materias primas y las proporciones que debían cubrir éstas. En la 2a. ecuación la cantidad de proteína con la cual contribuía cada una de las harinas y el nivel de proteína que tendría la dieta de pescado; en la 3a., 4a. y 5a. ecuaciones se colocaron los aminoácidos de las materias primas, y el total a cubrir en la dieta, especialmente en arginina, histidina y tirosina por considerarlos limitantes en el crecimiento de los organismos.

El sistema de ecuaciones quedó de la siguiente manera:

- 1) $A + B + C + D + E = 1.00$ partes
- 2) $A(0.09) + B(0.3815) + C(0.4757) + D(0.27) + E(0.2036) = 0.32$ proteína
- 3) $A(0.0041) + B(0.0412) + C(0.0234) + D(0.0135) + E(0.0105) = 0.017$ arginina
- 4) $A(0.0026) + B(0.0199) + C(0.0107) + D(0.0008) + E(0.003) = 0.0075$ histidina
- 5) $A(0.0038) + B(0.0205) + C(0.207) + D(0.0033) + E(0.002) = 0.138$ tirosina

Y al resolverlo se obtuvieron los siguientes resultados:

- "A" Maíz amarillo = 28.5%
"B" Soya = 5.4
"C" Pescado = 50.2
"D" Carne y hueso = 7.9
"E" Alfalfa = 7.8

En la dieta de camarón sólo se substituyó la cantidad de harina de pescado por la de camarón, en la formulación.

Con la mezcla de aceites que se agregaron a las dietas también se efectuó un sistema de ecuaciones, en donde las variables fueron:

El ácido linoléico y el linolénico que contenían los siguientes aceites:

Soya (A), maíz (B) y linaza (C). Conservándose una relación de 2.5:1 entre el ácido linoléico y el linolénico.

El sistema de ecuaciones para los lípidos fué:

$$1) \quad A + B + C = 1.00 \text{ partes}$$

$$2) \quad A(0.54) + B(0.62) + C(0.1843) = 0.45 \text{ Acido linoléico}$$

$$3) \quad A(0.05) + B(0.0093) + C(0.4779) = 0.18 \text{ acido linolénico}$$

Siendo los resultados de este sistema de ecuaciones los siguientes:

$$\text{"A"} \text{ aceite de soya} = 34.05$$

$$\text{"B"} \text{ " " maiz} = 44.66$$

$$\text{"C"} \text{ " " linaza} = 21.29$$

La mezcla de aceites se agregaron en ambas dietas en un 5%

- - TABLA - -

Composicion de los minerales	
<u>Componente</u>	<u>% en peso</u>
Cloruro de sodio	13.9300
Fosfato monobásico de potasio	38.9000
Sulfato de magnesio	57.3000
Carbonato de calcio	38.1400
Sulfato ferroso heptahidratado	2.7000
Sulfato de manganeso	0.4110
Yoduro de potasio	0.0790
Sulfato de zinc	0.0548
Sulfato cuprico	0.0477
Cloruro de cobalto	0.0023

Vitaminas	
<u>Vitamina</u>	<u>Contenido en 100 gr.</u>
A	125 000 U.I.
D ₃	41 500 U.I.
B ₁₂	500 Mcgs.
E	40 U.I.
B _{2,5} fosfato	90 Mgs.
B ₁	100 Mgs.
B ₆	50 Mgs.
C	100 Mgs.
K	100 Mgs.
Acido pantoténico	100 Mgs.
Nicotinamida	400 Mgs.
Acido fólico	3 Mgs.

Antioxidante (mezcla)

BHT = Butileno hidroxitolueno

BHA = " hidroxianisol

Acido citrico

Costos de las dietas

Harina de camarón	\$ 16 000 kg.
" " pescado	1 200
" " carne y hueso	800
" " soya	6 000
" " maíz amarillo	600
" " alfalfa	3 000

Dieta de pescado

\$ 634.20 H. pescado
66.00 " carne y hueso
352.20 " soya
246.60 " alfalfa
<u>178.50 " maíz</u>

1 477.50 total de harinas

Dieta de camarón

\$ 8 456.00 H. camarón
66.00 " carne y hueso
352.20 " soya
246.60 " alfalfa
<u>178.50 " maíz</u>

9 299.30 total de harinas

Se estimo en \$ 1 000 el total de costos de minerales, vitaminas, lípidos y antioxidantes; siendo el costo total de cada dieta:

Dieta de pescado = \$ 2 478.00 Kg.

Dieta de camarón = 10 300.00 Kg.

BIBLIOGRAFIA

- 1) A. O. A. C. (1970) Official methods of analysis. 11Th. Association Official Analytical Chemists. Washington, U. S. A.
- 2) Arana, F. M. (1974) Experiencias sobre el cultivo del langostino *Macrobrachium americanum* Bate en el Noroeste de México. Simposio FAO/Carpas/6/SE 19.
- 3) Balazs, G. H. and Ross, E. (1976) Effect of protein source and level on growth and performance of the captive fresh water prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture, 7: 299-304.
- 4) Cabrera-Jimenez, J. A.; Chávez, C. y Martinez, C. (1979) Fecundidad y cultivo de *Macrobrachium tenellum* (Smith) en el laboratorio. An. Inst. Biol. U. N. A. M. Ser. Zoología, 1: 127-157.
- 5) Carmona, N. P. (1989). Efecto de la cantidad de proteína en la velocidad de crecimiento de langostinos juveniles *Macrobrachium rosenbergii*. Tesis de licenciatura. U. N. A. M. México.
- 6) Chávez, Z. A. y Chávez, E. A. (1976) Introducción al conocimiento de la Biología del langostino *Macrobrachium carcinus* (L.) en el Edo. de Veracruz. Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones. Guaymas, Son. del 8 al 13 de agosto.
- 7) Clifford, H. C. and Brick, R. W. (1979) A physiological approach to the study of growth and bionergetics in the freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. Proceedings World Mariculture Society
- 8) Colvin, L. B. and Brand, C. W. (1977) Meeting the protein requirement of Penaeid shrimp at various life-cycle stages with compounded diets in controlled environment systems. Proc. World Maricult Soc., 8: 821

- 9) Corbin, J.S.; Fujimoto, M.M. and Iwai, T.Y. Jr. (1983) Feeding practices and nutritional considerations for *Macrobrachium rosenbergii* culture in Hawaii. In: Handbook of Mariculture Vol. I Crustacean Aquaculture. CRC Press Inc. Florida, U.S.A. 423p.
- 10) Fisher, H.J. y Hart, F.L. (1977) Análisis moderno de los alimentos. Acribia, España.
- 11) Gasca, L.J.F. (1986) Requerimientos de oxígeno del camarón prieto *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman) a diferentes temperaturas y salinidades. Tesis de licenciatura. U.N.A.M. México.
- 12) Guzmán, M.A. (1987) Biología, Ecología y pesca del langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith 1871), en lagunas costeras del Edo. de Guerrero, México. U.N.A.M. Tesis de Maestría y Doctorado en Ciencias del Mar y Limnología. México.
- 13) Hanson, J.A. and Goodwin, H.L. (1977). Shrimp and prawn farming the western hemisphere state-of-the-art reviews and status assessments. Dowden, Hutchinson & Roos, Inc., E.U.A. 436p.
- 14) Harpaz, S. and Galun, R. (1987) Variability in feeding behavior of the malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) during the molt cycle (Decapoda, Caridea). Crustaceana 52(1): 53-60
- 15) ----- and Schmalbach, E.A. (1986) Improved growth and health of the maysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, by addition of fresh leaves to the artificial diet. Aquaculture 55: 81-85
- 16) Hiramatsu, K. and Uno, Y.; Horas, N. (1985) Variation in chromatophore patterns on the bodies of different sizes of post-larvae to the adolescent of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) in the laboratory (Decapoda, Natantia). Crustaceana 49(2): 150-160.

- 17) Holtschmit, K.H. (1988) Manual técnico para el cultivo y engorda del langostino malayo. Secretaria de Pesca, Fondapesca 128p.
- 18) Holtschmit, K.H. and Pfeiler, E. (1984). Effect of salinity on survival and development of larvae and postlarvae of *Macrobrachium americanum* Bate (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 46(1): 23-27
- 19) Holthuis, L.B. (1952) A general revision of the Palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of Americas. Allan Hancock Foundation Publications of the University of Southern California. Los Angeles California, U.S.A. Vol. 11: 1-332p.
- 20) Hughes, H.D.; Heath, M.E. y Metcalfe, D.S. (1978) Forrajes. C. E. C. S. A. Barcelona, España. 750p.
- 21) Kuri-Nivón, E. (1979) Instructivo para la determinación de conversión de alimento (F. C. A.). Manuales técnicos de acuicultura, Departamento de Pesca. México 1(1).
- 22) Lagler, K.F.; Bardach, J.E.; Miller, R.P. y Passino, D.P.M. (1984) Ichthyology. 2a. Ed. John Wiley & Sons. New York, U.S.A.
- 23) Ling, S.W. (1969b) The General Biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). FAO/ UNDP/ TA Regional Fish Culturist for Asia and the far east Bangkok, Thailandia.
- 24) ----- (1974) Métodos para la cría y el cultivo del langostino. Ministerio de Pesquería. DOCUMENTA No. 41
- 25) López, I.E. y Picaseño, J.F. (1988) Comercialización del langostino. Memorias del Seminario Nacional de Cultivo y Comercialización del Langostino. Secretaria de Pesca. Acapulco, Gro. del 19 al 22 de abril.

- 26) Martínez, P.C., Chávez, C. y Palomo, G. (1980). Avances sobre el semicultivo del langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith). En Anónimo. Memorias del Segundo Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Departamento de Pesca. México.
- 27) Montaffo, T.P. (1988) Langostino perspectivas de mercado. Memorias del Seminario Nacional de Cultivo y Comercialización del langostino. Secretaría de Pesca. Acapulco, Gro. Del 19 al 22 de abril.
- 28) New, M.B. and Singholka, S. (1984) Cultivo del camarón de agua dulce. Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. FAO Documento Técnico de Pesca No. 225 México..
- 29) Pérez-Chi, A. (1980) Observaciones sobre la Biología del langostino *Macrobrachium americanum* en cautiverio. An. de la Esc. Nal. Cienc. Biol. I.P.N. Vol. 34 En Prensa.
- 30) Ponce, J.T.P. (1988) Avances del Semicultivo del langostino *Macrobrachium tenellum*. Memorias del Seminario Nacional de Cultivo y Comercialización del langostino. Secretaría de Pesca. Acapulco, Gro. Del 19 al 22 de abril
- 31) Ponce, J.T.P., Navarrete, E y Salazar, O. (1986). Análisis del crecimiento del langostino *M. tenellum* en la Unidad de producción Acuícola "El Higueron", Mor. En: I. Simposio de la Asociación Mexicana de Acuicultura, A.C. Palacio de Minería, Mexico.
- 32) Ra'anani, Z. (1983) The effect of size ranking on the moulting cycle of juvenile stages of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) when reared individually and in pairs (Decapoda, Caridea). Crustaceana 45 (2):131-138.
- 33) Reigh, R.C. and Stickney, R.R. (1989) Effects of purified dietary fatty acids on the fatty acid composition of freshwater shrimp, *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture 77: 157-174

- 34) Rodríguez-De la Cruz, M.C. (1970) Paleomonidos del Golfo de California con breves notas sobre la Biología del langostino *Macrobrachium americanum* Bate. FAO. Fish. Rep. 52(2):373-380
- 35) S. P. P. (1980) Carta de Climas de Guadalajara. Inst. Nal. Est. Geo. Inf.
- 36) ----- (1980) Carta de Uso del Suelo y Vegetación de Guadalajara. Inst. Nal. Est. Geo. Inf.
- 37) ---- (1983) Carta Edafológica de Lázaro Cárdenas. Inst. Nal. Est. Geo. Inf.
- 38) ---- (1983) Carta Geológica de Lázaro Cárdenas. Inst. Nal. Est. Geo. Inf.
- 39) ---- (1983) Carta Hidrológica de Aguas Superficiales de Lázaro Cárdenas. Inst. Nal. Est. Geo. Inf.
- 40) S. R. H. (1973) Región Hidrológica Núm. 18 (parcial) Cuenca del Medio y Bajo Balsas. Tomo I y IV. Boletín Hidrológico No. 49
- 41) Sánchez, C. (1975). Desarrollo de juveniles del camarón de río, *Macrobrachium tenellum* (Smith) en estanques de arcilla y concreto. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Soyapango, El Salvador. C. A. 2(2):1-13
- 42) Sandifer, P. A. and Joseph, J. D. (1975) Growth responses and fatty acid composition of juvenile prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) fed a prepared rations augmented with shrimp head oil. Aquaculture 8:124-138
- 43) Sick, L. V. and Beaty, H. (1975) Development of formula foods designed for *Macrobrachium rosenbergii* larval and juvenile shrimp. Proc. World Maricult. Soc. 6, 89.
- 44) Simmons, H. O. (1978) Tecnología de la fabricación de piensos. 2a. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 390p.

- 45) Smitherman, R.O.; Moss, D.D. and Díaz, E.L. (1974) Observations on the biology of *Macrobrachium americanum* Bate. from a pond environment in Panama. Proc. World Maricult. Soc.
- 46) Stickney, R.R. (1979) Principles of warmwater aquaculture. A. Wiley-Interscience Publication. New York, U.S.A. 360p.
- 47) Tacon, A.G.J. (1987) The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp-A training manual. I the essential nutrients. FAO/SCP/RLA/075/ITA Brasilia, Brasil.
- 48) Van de Kamer, J.H. and Van Ginkel, L. (1952) Rapid determination of crude fiber in cereal. Cereal Chemistry 29(4):239-251.
- 49) Watanabe, W.O. (1975) Identification of the essential amino acids of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*, M.S. Thesis. Universidad of Hawaii.
- 50) Waterman, T.H. (1980) The physiology of crustacea. Vol. I Metabolism and growth. Academic Press. New York, U.S.A. 585p.
- 51) Zendejas, J.H. (1988) Alimentación artificial del langostino. Memorias del Seminario Nacional de Cultivo y Comercialización del Langostino. Secretaria de Pesca. Acapulco, Gro. Del 19 al 22 de abril.