

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA.

**FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
ESCUELA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.**



Trabajo monográfico para optar al título de Licenciada en Tecnología de Alimentos.

**Eaboración de dos dietas pelletizadas para camarones juveniles
Penaeus vannamei.**

Autores:

1. Br. María Cristina Espinoza Espinal.
2. Br. Karent Yolanda Matute Chamorro.

Tutores:

Lic. Indiana Dávila Prado.
Dr. Evenor Martínez Gonzales.

León, Nicaragua Febrero 1999.



173.161
C.2

W
42
E772
1999

Indice

Contenido	Página
I Introducción	1
II Objetivos	2
III Literatura Citada	3
3.1 Cadena Alimenticia de los Camarones	3
3.2 Pelletizado	4
3.3 Por que se pelletiza un alimento	4
3.4 Beneficios del Alimento pelletizado para acuicultura	5
3.5 Composición del alimento balanceado	6
3.6 Los nutrientes y sus funciones principales	6
3.7 Proteínas	7
3.8 Lípidos	10
3.9 Carbohidratos	15
3.10 Fibra	17
3.11 Minerales	17
3.12 Vitaminas	19
3.13 Requerimientos energéticos	21
3.14 Procesamiento de alimentos para camarones	22
3.15 Manejo y almacenamiento del alimento	24
3.16 Evaluación del Alimento pelletizado	25
IV Material y Método	27
V Resultados y Discusión	32
VI Conclusiones	37
VII Recomendaciones	39
VIII Bibliografía	40
IX Anexos	42

DEDICATORIA

Dedico esta monografía a Dios, Jesús y María Santísima por permitirme cumplir una vez más uno de mis sueños, todo lo que he logrado y lo que soy, lo soy por ellos. Gracias Padre por todo lo que me has dado.

A mis Padres:

Danelia Espinal de Espinoza
José Ramón Espinoza

Quienes a través de su entrega y dedicación me dieron la oportunidad de ser una profesional, representando para mí el mas digno ejemplo de entrega y amor, siendo mi motivación en la culminación de mis estudios. Gracias te doy Dios por los padres que me has dado.

A mi familia:

Por el apoyo brindado durante mis años de estudio, quienes también formaron parte de mi inspiración en la culminación de mis estudios.

A mis hermanos de Pastoral Universitaria:

Quienes siempre me han apoyado en cada meta que me he propuesto.

Supliqué a Dios, y me concedió prudencia; le pedí espíritu de sabiduría, y me lo dio. (Sabiduría 7: 7)

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece. (Filipense 4:13)

María Cristina Espinoza Espinal.

DEDICATORIA

A mi Dios Padre:

Por ser el más grande amor en mi vida, por ser mi voluntad, mi inteligencia, mi iluminación, mi entrega, mi verdad , mi suministro, mi todo.

A ti creador mio dedico mi monografía especialmente, en agradecimiento por toda tu ayuda y amor incondicional.

Es tuya Padre.

A mi madre:

Candida Rosa Chamorro Bonilla

Por entregarme su cariño, paciencia, apoyo y comprensión en las adversiones que atravesé en el camino hacia mi profesionalización, así mismo por compartir conmigo el entusiasmo de la culminación de mi meta fruto de su abnegada entrega.

A mi Padre:

Yoddy Matute Valladares

Por brindarme el más solidario apoyo, dedicación y amor en el transcurso de mi carrera, siendo además mi mejor y mayor ejemplo de responsabilidad y optimismo.

A mis hermanos:

Yoddy Matute Chamorro
María Consuelo Matute Chamorro y
Nestor Matute Chamorro

Ellos de una u otra forma en determinados momentos fueron mi inspiración y la causa de mi dedicación.

A mi abuelita:

Consuelo Valladares
Por sus innumerables sacrificios, su incondicional cariño y apoyo.

A mis tíos y primos:

Por el inmenso cariño que me han brindado, en esta etapa de mi vida y siempre.

A mi tutor:

Dr. Evenor Martínez G

Por brindarme desinteresadamente, su ayuda y conocimientos en la realización de este estudio

Karent Yolanda Matute Chamorro.

AGRADECIMIENTO

Muy especialmente al Dr. Evenor Martínez G. por su valiosa ayuda brindada en la realización de este trabajo monográfico.

A todas aquellas personas que directa e indirectamente aportaron un granito de arena para llegar a un feliz término con este estudio.

A mi Alma Mater la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León y al Centro de Investigación del Camarón de la Universidad Centroamericana – UCA.

María Cristina Espinoza Espinal

Karent Yolanda Matute Chamorro

RESUMEN

En Nicaragua, la actividad de la camaronicultura ha venido tomando auge a partir de la década de los años ochenta, cuando se inició la construcción de granjas camaroneras en Puerto Morazán, Chinandega. Actualmente no existe ninguna camaronera que se autoabastezca de alimentos pelletizados para camarón ni tampoco empresas elaboradoras de este producto. Motivo por el cual se hizo necesario realizar un estudio que proporcione a las industrias interesadas en este campo, la información acerca de formulación, elaboración y composición nutricional de un alimento para camarón, utilizando materia prima nacional, asimismo aprovechar los subproductos del camarón considerados en la industria procesadora de camarón, como desechos (cabeza de camarón). En el cultivo del camarón uno de los parámetros más importantes es la nutrición por lo tanto el alimento debe proporcionar los diferentes nutrientes tanto en cantidad como en calidad. El presente trabajo se realizó en las Instalaciones de la Planta Piloto de Alimentos Mauricio Díaz Muller, en la facultad de ciencias Químicas de la UNAN-León donde contábamos con las condiciones necesarias para realizar este estudio.

En este estudio se recopiló la información, acerca de los requerimientos nutricionales para el desarrollo de camarones en cultivo, así como también se encuentra información sobre la elaboración de alimento balanceado. Elaborándose dos dietas balanceadas. Obteniéndose los siguientes resultados químicos (composición nutricional) y físicas. Dieta No1: Proteína 25.81%, Grasa 8.14%, Cenizas 8.39 %, Carbohidratos 49.86 %, Fibra 4.21%, Calcio 1.36%, Fósforo 0.92%.

Dieta No.2: Proteína 27.29%, Grasa 7.87%, Cenizas 8.22%, carbohidratos 51.06%, Fibras 4.53%, Calcio 1.34%, Fósforo 1.091%, y de características físicas para ambas dietas : Color café, textura, compacta, estabilidad de una hora y olor a camarón.

I - INTRODUCCIÓN

1

El desarrollo de la Industria del camarón de Nicaragua, a pesar de que tiene poco tiempo de iniciado (año de 1980), ha Observado un crecimiento vertiginoso a tal punto que en 1996 llegó a aportar el 3.7 % del producto Interno Bruto. En 1997, la industria del camarón de cultivo superó en producción a la captura de camarón marino.

Cerca del 60 % de la infraestructura camaronera está dedicada a la aplicación del sistema de cultivo semi-intensivo. Este sistema de producción en términos generales involucra la alimentación del camarón, el que representa mas del 50% de los costos de producción.

El alimento pelletizado consumido en las granjas camaroneras es importado de países Americanos en los que se incluyen: Estados Unidos, México, Guatemala, Honduras, Panamá, Ecuador. El uso del alimento en las granjas camaroneras es determinante para alcanzar rentabilidades óptimas

Por lo antes expuesto, se hace necesario organizar esfuerzos tendientes a la formulación y elaboración de dietas que satisfagan la demanda de requerimientos energéticos del camarón y que además sea un alimento estable y atractivo organolépticamente. Otro aspecto de importancia es que además de proveer fuentes de empleo para un país como el nuestro, indudablemente abaratarán los costos de producción y la disponibilidad al mercado sería inmediata.

II - OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Formular y Balancear dos dietas para camarones juveniles *Penaeus vannamei* en condiciones de cultivo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Caracterizar las materias primas a utilizar en este estudio.
- Balancear diferentes materias primas de origen local hasta obtener dos fórmulas con los requerimientos energéticos adecuados para camarones juveniles *Penaeus vannamei*.
- Elaborar dos dietas para camarones juveniles *P. vannamei*.
- Realizar análisis proximal al producto terminado para verificar su composición nutricional.

III - LITERATURA CITADA

La actividad de la camaricultura ha venido tomando auge a partir de finales de la década de los ochenta, cuando se inició la construcción de granjas camaroneras en Puerto Morazán.

En Nicaragua no existe ninguna camaronera que se auto abastezca de los alimentos peletizados para camarón, ni tampoco empresas productoras exclusivas de este producto.

Uno de los aspectos más importantes en el cultivo del camarón, es la nutrición para lograr un desarrollo óptimo de los organismos, tanto en cantidad como en calidad. La alimentación adecuada y exitosa en una granja camaronera es lograr un equilibrio entre el alimento natural y artificial.

Algunas granjas actualmente utilizan alimento para camarón proveniente de Honduras, Costa Rica, Guatemala y Estados Unidos. Siendo los sistemas semi-intensivo los que utilizan en mayor cantidad este tipo de alimento. Existen granjas camaroneras que utilizan diversos tipos de alimento nacional, que va desde concentrado para aves, hasta sorgo cocido. (Ortega, 1995)

3.1 LA CADENA ALIMENTICIA DE LOS CAMARONES

La alimentación de los camarones se sustentan en las siguientes fuentes:

- 1- Alimentos marinos naturales como: organismos bentónicos, fito y zooplancton.
- 2- Residuos orgánicos (vegetales o animales) degradados con la ayuda de micro-organismos.
- 3- Alimento balanceado en forma de pellets o comprimidos.
- 4- También se toma en cuenta otro proceso biológico a partir de los residuos de alimentos no consumidos y de las excreciones fecales que incluyen a una

de microorganismos (bacterias, macrofilos, fitoplancton, zooplancton) elementos nutritivos que benefician al camarón. (Valarezo, 1987)

3.2 PELLETTIZADO

El pelletizado puede ser definido como la aglomeración de pequeñas partículas en partículas mayores por medio de un proceso mecánico en combinación con humedad, calor y presión definida. Es una operación de moldeo termo-plástico por extrusión, en el cual, partículas finamente divididas de una ración o alimentos son formados o compactadas en una pastilla fácil de manejar llamada pellet. Es un proceso termo-plástico por que la proteína y el azúcar de los ingredientes se plastifica cuando es calentada y diluida con humedad. (Bigliani, 1993)

3.3 PORQUE SE PELLETTILIZA EL ALIMENTO

El alimento pelletizado ofrece un número de ventajas en planta, manejo externo, manejo por el cliente y para el animal mismo. (Bigliani, 1993)

LAS VENTAJAS SON LAS SIGUIENTES:

TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO:

- Los pellets son de flujo libre, fáciles de transportar y suministrar a los animales.
- No presentan segregación de ingredientes en el manejo a granel y en tolvas.
- Se mejora la facilidad de almacenamiento.

CONCERNIENTES CON EL ANIMAL:

- La combinación de humedad y calor produce un grado de gelatinización que permite a los animales una mejor utilización de los ingredientes.
- Mejora la ingestión del alimento.
- Mejora la utilización de los ingredientes como resultado de una mejor digestibilidad.
- Elimina la libertad selectiva del animal por ciertos ingredientes.
- Reducción de bacterias y hongos, sin degradación del alimento.

3.4 BENEFICIOS DEL ALIMENTO PELLETIZADO PARA ACUICULTURA.

Los crustáceos deben consumir nutrientes balanceados de una forma consistente, cada vez que son alimentados. El alimento aglomerado ha mostrado ser el más aceptado y con mejores resultados de eficiencia de asimilación, los cuales han sido atribuidos a la reducción de finos particulares o polvo y al aumento en la disponibilidad.

BENEFICIOS IMPORTANTES SE PUEDEN OBTENER ALIMENTANDO CON PELLETS A LOS CRUSTACEOS

Los pellets son extremadamente estables en estado seco y pueden ser almacenados por períodos prolongados sin degradación de nutrientes. Mantienen su integridad física por un determinado tiempo, permitiendo que más alimento sea consumido a la vez que se mantiene la calidad del agua.

Una fórmula o dieta pelletizada contiene todos los nutrientes requeridos y la estabilidad prolongada en el agua reduce las pérdidas debido a la disolución de nutrientes solubles en el agua. (Bigliani, 1993)

3.5 COMPOSICION DEL ALIMENTO BALANCEADO

El alimento balanceado está integrado por dos fracciones: la masa orgánica constituye entre 93-96%, la materia inorgánica de 3-5% y los aditivos de 1-2% del total de la materia prima seca. Esta composición varía de acuerdo al tipo de formulación y edad del animal.

El contenido de humedad en el alimento no debe exceder del 12 %, debido a que un exceso de esta presentaría en el alimento las condiciones ideales para el crecimiento propicio de microorganismo patógenos (hongos y bacterias) que puedan afectar el comportamiento general de los camarones (tasa de sobrevivencia). Por lo tanto, el aditivo alimenticio juega un papel importante especialmente los ácidos orgánicos (propiónicos y acetónicos) para evitar el desarrollo de hongos y todo el efecto negativo de las micotoxinas producidas por los microorganismo. (Valerezco, 1987)

3.6 LOS NUTRIMENTOS Y SUS FUNCIONES PRINCIPALES.

Los nutrimentos son los compuestos químicos que proporcionan sustancias necesarias para el buen desarrollo de todos los organismos vivos. Estos compuestos tienen diferentes funciones dentro del mecanismo del animal y los requerimientos de cada uno de ellos varía dependiendo de la etapa de desarrollo por la que atraviese el organismo.

Los nutrimentos se dividen en dos grupos principales: los macronutrimentos que incluyen a las proteínas, lípidos y carbohidratos y los micronutrientes en los que se incluye a las vitaminas y minerales .

3.7 PROTEINAS.

Las proteínas son compuestos formados por carbono, hidrógeno nitrógeno y azufre. Están constituidos por unidades llamadas aminoácidos. Las proteínas tienen diferentes funciones en el organismo, ya que pueden servir como componentes estructurales, de protección, como medio de transporte de sustancias y enzimas, entre otras. El contenido y la calidad de las proteínas determina el valor nutricional de la dieta y el costo de la misma.

Existen evidencias de que los crustáceos utilizan a las proteínas preferentemente para crecimiento y a los lípidos y carbohidratos preferentemente para oxidación y obtención de energía, por lo que la presencia de éstos compuestos en la dieta aumenta la eficiencia de utilización de la proteína presente (Sedwick, 1979).

Las proteínas de los alimentos artificiales consumidos por los camarones peneidos puede ser aportada por una gran variedad de ingredientes como: harina de pescado, harina de camarón, pasta de soya, harina de trigo y maíz, proteína unicelular, etcétera. La eficiencia con que son utilizados cada uno de los ingredientes puede variar de una especie a otra, pero se ha observado que una mezcla de ingredientes de origen animal y vegetal producen los mejores resultados.

Por otro lado, se ha observado que la harina de calamar es una excelente fuente de proteínas ya que contiene un agente promotor de crecimiento localizado en la fracción proteica el cual incrementa el crecimiento del camarón. Este fenómeno ya había sido observado por Fenucci *et al.*, (1980) en *P. stylirostris*, recientemente Cruz-Suárez *et al.*, (1987) con juveniles de *P. japonicus* encontró que el mayor efecto se obtiene adicionando a la dieta 6% de la fracción proteica de la harina de calamar.

Se ha encontrado que la digestibilidad de la proteína se correlaciona positivamente en su nivel en la dieta (Nose, 1964). Esto se ha corroborado con juveniles de *P. vannamei* y se ha visto que no ocurre en el caso de los subadultos (Smith *et al.*, 1985). Por otra parte, Hysmith *et al.*, (1972) postula que las dietas con relaciones: alta proteína/baja energía, baja proteína/alta energía, producen mejor crecimiento que las dietas con alta proteína/alta energía o baja proteína/baja energía.

Se ha demostrado que el camarón en sus diferentes estadios requiere de diferentes niveles y fuentes de proteínas. La utilización eficiente de proteína en el alimento está influida por la presencia de carbohidratos ya que se ha observado que una pequeña cantidad de carbohidratos en la dieta, la proteína se utiliza más eficientemente (Bages y Sloane, 1981). Por otra parte, también se observa que los requerimientos de proteína aumentan a medida que se disminuyen los carbohidratos en la dieta (Teshima y Kanazawa, 1984).

AMINOACIDOS.

Existen aminoácidos esenciales y no esenciales. Los aminoácidos esenciales no pueden ser sintetizados por el camarón o son sintetizados a una tasa que provoca un crecimiento menor del óptimo. De esta manera, los aminoácidos esenciales deben de ser provistos en las dietas. Por otro lado, los aminoácidos no esenciales son rápidamente sintetizados por el animal para un crecimiento óptimo.

Los aminoácidos considerados esenciales para camarón son metionina, arginina, treonina, triptofano, histidina, isoleucina, leucina, lisina, valina y fenilalanina (Cowey y Foster, 1971, Shewbart *et al.*, 1972, Kanazawa y Teshima, 1981). Citado por Akiyama.

Los requerimientos cuantitativos de aminoácidos para camarones no han sido determinados, tampoco se conoce la digestibilidad de los mismos. Los requerimientos de proteínas: son variables y están influenciados por varios factores:

- 1- La especie de camarón
- 2- La edad.
- 3- La densidad de población por Ha.
- 4- La temperatura del agua.

En Japón y Taiwan la mayoría de los alimentos comerciales contienen 25% o más de proteínas tomando en cuenta que utilizan poblaciones superiores a 2000 camarones/ha. Se ha demostrado que niveles entre 35 - 45% de proteínas produjeron los crecimientos más rápidos.

Las funciones más importantes que cumplen las proteínas en la alimentación de camarones son:

- 1- Actúan como enzimas, hormonas, anticuerpos y otros compuestos orgánicos.
- 2- Se utilizan para la síntesis de todos los tejidos, en el crecimiento, la muda y la reproducción.
- 3- Intervienen en las funciones reproductoras, en la formación de huevos (hembras) y espermatozoides (machos).
- 4- Suministran aminoácidos esenciales y no esenciales para el metabolismo digestivo.

NIVELES DE PROTEINA RECOMENDADOS EN ALIMENTOS COMERCIALES PARA CAMARON

TAMAÑO DE CAMARON	NIVEL DE PROTEINA
(g)	(%)
0.0-0.5	45
0.5-3.0.....	40
3.0-15.0	38
15.0-40.0	36

(Akiyama Dean M. 1989)

CARACTERISTICAS DE LAS PROTEINAS:

- 1- Es alto si se compara con animales terrestres.
- 2- Este alto requerimiento esta basado en las diferencias metabólicas relacionadas con la energía.
- 3- En peces y crustáceos, la proteína puede ser degradada con fines energéticos.

3.8 LIPIDOS

Los lípidos, es el grupo donde se encuentra la mayor parte de la energía en la dieta. Están compuestos de tres elementos: carbono, hidrógeno y oxígeno, presentan un contenido mucho menor de este último elemento en relación a los otros dos, por lo que es mayor su potencial para la liberación de energía cuando esos elementos son oxidados dentro de las células.

Bioquímicamente, todos los lípidos están compuestos de una molécula de glicerol a la cual se incorporan de dos a cuatro moléculas de ácidos grasos. Las

diferentes características de los lípidos son el resultado de la clase y número de ácidos grasos y su arreglo. Los ácidos grasos pueden variar en la longitud de la cadena, desde 4 hasta 24 carbonos pudiendo ser esos ácidos: saturados, monoinsaturados o poliinsaturados.

Hay otros componentes de la dieta que se clasifican como lípidos, los cuales juegan importantes papeles metabólicos, tales como los fosfolípidos que son compuestos en donde un ácido graso de los incorporados al glicerol, es reemplazado por un fosfato y una sustancia conteniendo nitrógeno, la lecitina, es la más conocida de este grupo. Además están otros compuestos que son los esteroides, entre los cuales se encuentran el colesterol, pues está presente en la grasa de todos los animales, mientras que el sitosterol es un esteroide encontrado en los lípidos de plantas.

COMPOSICION DE LIPIDOS EN PENEIDOS

Los lípidos de animales marinos difieren en composición de aquellos de animales terrestres. Contienen una alta proporción de ácidos grasos de cadenas largas poliinsaturados. Se ha encontrado que el nivel y la composición de los lípidos corporales de peneidos varía con la fuente y la proporción de lípidos en la dieta (Sick y Andrew, 1974).

La composición de ácidos grasos de camarón dependerá del estadio en el ciclo de muda, de la época del año, de la alimentación y del camarón cultivado.

Bottino *et al.*, (1980), al estudiar la variación estacional de ácidos grasos en *P. setiferus*, *P. aztecus* y *P. duorarum* observaron que ocurre un pequeño pero significativo cambio en los ácidos grasos durante el año. Los ácidos grasos saturados, tienden a incrementarse durante el verano y a decrecer durante el invierno, mientras que los ácidos grasos mono y poliinsaturados siguen una tendencia inversa.

EFFECTO DE LOS LIPIDOS DE LA DIETA SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA COMPOSICION DEL CAMARON.

Se ha observado que el crecimiento de los crustáceos se ve afectado por el nivel de lípidos de la dieta y también por la clase de lípidos.

En un estudio con *P.japonicus*, Kanazawa *et al.*,(1977), demostraron que se mejora el crecimiento por la adición de 1% de ácido linoleico o linolénico a una dieta con 4% de ácido oleico (18:1w9) como fuente de lípidos, lo que sugirió que ambos juegan un papel importante como ácidos grasos esenciales.

Algunas investigaciones realizadas por Teshima *et al.*,(1975) y Teshima y Kanazawa (1986), presentan la posibilidad de que los esteroides incorporados a los tejidos pueden funcionar principalmente como componentes de estructuras membranosas subcelulares en el camarón.

En estudios realizados por Teshima *et al.*,(1975) con *Palaemon serratus*, se observó que a medida que procede el ciclo de la muda, aumenta la concentración de colesterol y peso del camarón.

Además, en experimentos de Teshima y Kanazawa,(1986),con *P. japonicus*, demostraron que el colesterol fue retenido en el cuerpo más efectivamente que 24-metilcolesta-5,22 dienol y B-sitosterol.

Por otra parte, ha demostrado Kanazawa *et al.*, (1979), que la inclusión de fosfolípidos en las dietas es indispensable para el crecimiento larval de *P. japonicus*. Las larvas sufrieron un 100% de mortalidad antes de alcanzar el estadio mysis cuando recibieron una dieta deficiente en fosfolípidos.

A partir de lo anterior, Teshima *et al.*, (1986b), realizaron un estudio con juveniles de la misma especie, a los que se alimentaron con una dieta suplementada con fosfolípidos y una deficiente. Se observó una ganancia en peso y un mayor crecimiento con la primera dieta, se registraron concentraciones más bajas de fosfatidil- colina y fosfatidil inositol en el animal con la dieta deficiente en fosfolípidos y ácidos grasos poliinsaturados. Lo cual sugiere una capacidad limitada de biosintetizar una cantidad suficiente de estos compuestos.

Se ha encontrado que el nivel y la composición de los lípidos corporales de peneidos varía con la fuente y la proporción de lípidos en la dieta (Sick y Andrews, 1975), con el ciclo de la muda (Teshima *et al.*, 1975), con el metabolismo del ovario y la estación del año (Guary *et al.*, 1974).

A diferencia de los carbohidratos las grasas tiene exceso de carbono e hidrógeno. Por tanto el valor energético de una grasa es considerablemente más alto por unidad de peso que el valor energético de un carbohidrato. En términos generales el valor de energía de las grasas es aproximadamente 2.25 veces superior al del almidón, carbohidrato contenido en alta proporción en los cereales.

Desde el punto de vista nutricional el aporte más importante de las grasas para raciones de camarones es la composición de los ácidos grasos. Se ha reportado que los lípidos de tipo vegetal en particular aquellos con una proporción alta de ácidos grasos linoleico, tienen la propiedad de retrasar el crecimiento cuando se suministran en grandes cantidades. Las grasas que han dado una mejor respuestas sobre el crecimiento de los camarones son las de origen marino que contienen una elevada proporción de ácidos grasos poli-insaturados omega - 3.

Un aspecto nutricional importante es que los camarones a diferencia de los peces no pueden sintetizar esteroides. De donde estos crustáceos requieren aproximadamente 0.5 % de colesterol en sus raciones para un crecimiento normal, muda y otras funciones fisiológicas (Valarezo Stefan, 1987).

FUNCIONES GENERALES DE LAS GRASAS.

- 1- Suministrar energía.
- 2- Fuente de ácidos grasos esenciales.
- 3- Sirven como vehículo en el transporte y absorción de las vitaminas liposolubles. (A, D, E, K).
- 4- Actúan como atrayentes y mejoran la palatabilidad del alimento.

ACIDOS GRASOS

Las principales funciones de los ácidos grasos esenciales se relacionan con su papel como componentes de fosfolípidos y como precursores de prostaglandinas. La concentración más alta de ácidos grasos esenciales se encuentra en los fosfolípidos y como tales son importantes para mantener la flexibilidad y permeabilidad de membranas biológicas, en el transporte de lípidos, y en activación de ciertas enzimas. Como precursores de protaglandinas ellos están probablemente involucrados en diversas funciones fisiológicas y metabólicas.

Cuatro ácidos grasos se consideran como esenciales para el camarón: linoléico (18:2n6), linolenico (18:3n3), eicosapentanoico (20:5n3), y docosahexanoico (22:6n3).

REQUERIMIENTO DE LIPIDOS EN CRUSTACEOS.

Los niveles recomendados de lípidos para alimentos comerciales fluctúan del 6 al 7.5%. Los niveles de lípidos no deben exceder al 10%. Una disminución en el crecimiento e incremento en la mortalidad están asociados con niveles de lípidos que exceden 10%. Sin embargo, esto es probablemente debido a los desequilibrios/deficiencias de los nutrientes y como ser relacionados a los estándares de energía y de calidad de las fuentes lipídicas

NIVELES RECOMENDADOS DE LIPIDOS EN ALIMENTOS COMERCIALES PARA CAMARON.

Tamaño del camarón	Nivel de lípidos
(g)	(%)
0.1-0.5	7.5
0.5-3.0	6.7
3.0-15.0	6.3
15.0-40.0	6.0

(Akiyama M. 1989)

3.9 CARBOHIDRATOS.

Los carbohidratos, son compuestos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno. Se dividen en dos grandes grupos: polisacáridos y oligosacáridos.

Estos nutrientes, son utilizados metabólicamente como la primera fuente para la producción de energía, en almacenamiento de glucógeno y la síntesis de quitina, esteroides y ácidos grasos. En términos de economía energética, la presencia de cantidades suficientes de carbohidratos en la dieta ayudan a optimizar la utilización de las proteínas en formación y reparación de tejidos.

Se han realizado estudios sobre la digestión de carbohidratos en crustáceos, particularmente la acción de alfa y beta amilasas, maltasa, sacarasa, quitinasa y celulasa (New, 1976), lo que sugiere que los carbohidratos son bien aprovechados por el camarón (Forster y Gabbott, 1971).

Por otra parte, se han realizado una gran variedad de estudios para definir el tipo de carbohidratos que pueden ser aprovechados de una manera más eficiente, por los diferentes tipos de camarón que se cultivan en la actualidad. En general,

estos estudios han demostrado que los monosacáridos, en particular la glucosa no son utilizados de manera eficiente.

Los trabajos realizados con *P. aztecus* (Andrews et al., 1972), *P. setiferus* (Andrews y Sick, 1972), *P. duorarum* (Sick y Andrews, 1973), *P. japonicus* (Deshimaru y Yone, 1978) y con *P. monodon* (Alava y Pascual, 1987) demuestran que la glucosa en la dieta induce una disminución significativa en el crecimiento de estas especies.

En contraste con lo anterior, los mismos estudios y otros realizados con *P. japonicus* (Deshimaru y Kuroki, 1974) y con *P. monodon* (Pascual et al., 1983), han demostrado que los di y polisacáridos son bien aprovechados, particularmente sacarosa, maltosa, trehalosa y glucógeno; además se ha demostrado que el almidón y las dextrinas son mejor aprovechada que la glucosa aunque menos que los di y polisacáridos antes mencionados.

Kanazawa (1984), sugiere que la razón por la cual la glucosa no es bien aprovechada por *P. japonicus*, es su acelerado ritmo de absorción en el estomago, lo que trae como consecuencia una alta liberación hacia la hemolinfa, por lo que su concentración asciende a niveles fisiológicamente anormales, disminuyendo así su aprovechamiento, por otra parte, los di y polisacáridos no son absorbidos en el estómago si no convertidos a glucosa y trehalosa en el intestino y hepatopáncreas, lo que permite una liberación gradual al hemolinfa.

Diversos estudios han demostrado que el tipo y el nivel de carbohidratos en la dieta, afectan la composición corporal de proteínas y lípidos totales (New, 1976). Se sabe que los requerimientos de carbohidratos se cubren adecuadamente con un 20% de almidón de maíz o harina de trigo en el alimento; el almidón de diversas procedencias posee propiedades ligantes, lo cual puede ser útil en la fabricación del alimento (Balazs, 1973).

La mayoría de los camarones de importancia económica utilizan en forma eficiente el almidón, las dextrinas y la maltosa. En menor grado se emplea la sacarosa, quitina y celulosa. La síntesis de quitina tiene especial importancia, pues este compuesto forma parte del exoesqueleto de los camarones y aún más cuando tomamos en cuenta que estos crustáceos mudan periódicamente y con mayor frecuencia en las etapas iniciales del crecimiento (Valarezo, 1987).

3.10 FIBRA

La fibra se refiere a las mezclas de celulosa, hemicelulosa, lignina, pentosas y otras fracciones generalmente indigeribles en el alimento. La enzima digestiva de la celulosa, la celulasasa ha sido identificada en el camarón. Sin embargo, la celulosa no es digerida en niveles suficientemente significativos para ser un factor en la nutrición del camarón. Los alimentos con altos niveles de fibra pueden incrementar la producción fecal y consecuentemente, contaminarán el agua del medio.

El procesamiento de alimentos con altos niveles de fibra son difíciles de aglutinar. La fibra difícilmente se muele finamente y éstos filamentos de fibra pueden actuar como conductoras de agua que entra en el pellet. Esto crea fracturas y disminuye la estabilidad del alimento en el agua. El nivel de fibra total para alimentos comerciales no debe exceder de 4 %. (Akiyama, 1993)

3:11 MINERALES.

Los minerales son importantes en ciertos pasos metabólicos como es el caso del calcio y el fósforo que intervienen en síntesis del exoesqueleto. Shewbart,(1973), observaron en el *Penaeus aztecus* que los requerimientos de calcio, potasio y sodio se pueden satisfacer por medio de la absorción del agua circundante, mientras que el fósforo es necesario agregarlo en el alimento. La

adición de combinados calcio/fósforo dá mejores resultados que la adición de fósforo únicamente. El 60 % del fósforo en los ingredientes de origen vegetal se encuentra como ácido fitico (hexafosfato de inositol) lo que lo hace indisponible para ser aprovechado por los peces y posiblemente también para el camarón. Según Lovell (1982) la habilidad del camarón para absorber calcio de ciertos tejidos animales como huesos o escamas se ve restringido por la carencia de una sección acidica de su tracto digestivo. Para *P. stylirostris* se han obtenido los mejores resultados al agregar al alimento combinaciones comerciales de calcio/fósforo, en una proporción final de 3:1.

Los niveles de fósforo disueltos son muy bajos en el agua natural en relación al calcio, por lo tanto el agua no es buena fuente de fósforo en comparación al calcio. En consecuencia se puede esperar que raciones deficientes en fósforo pueden producir retardo en el crecimiento del camarón(Valarezo, 1987).

NIVELES DE MINERALES RECOMENDADOS EN ALIMENTOS COMERCIALES PARA CAMARON.

MINERAL	CANTIDAD POR KG DE ALIMENTO
Calcio	2.8 %
Fósforo disponible	0.9 %
Magnesio	0.2 %
Sodio	0.6 %
Potasio	0.9 %
Hierro	300 ppm
Cobre	25 ppm
Zinc	110 ppm
Manganeso	20 ppm
Selenio	1 ppm
Cobalto	10 ppm

FUNCIONES GENERALES.

- 1- Constituyentes universales del esqueleto.
- 2- Mantenimiento de la presión osmótica.
- 3- Componentes estructurales de los tejidos suaves.
- 4- Transmisión del impulso nervioso y contracción muscular.
- 5- Equilibrio ácido base corporal (regulación del pH de la sangre).
- 6- Componentes esenciales de muchas enzimas, vitaminas y hormonas.

3.12 VITAMINAS.

No se encuentra disponible mucha información acerca de los requerimientos vitamínicos del camarón. Sin embargo, la adición de mezclas de vitaminas en el alimento ha producido un marcado aumento en el crecimiento y sobrevivencia de los animales.

Fisher (1960), reporta que los crustáceos requieren la mayoría de las vitaminas del grupo B, así como las vitaminas C y E. El camarón posee el grupo de enzimas necesarias para obtener vitamina A a partir de precursores. La vitamina C (ácido ascórbico) es esencial para el camarón y su ausencia provoca una enfermedad conocida como "muerte negra" que se caracteriza por producir grandes lesiones negras melanizadas (Lightner et al., 1982).

Se estima que los requerimientos de vitaminas para el camarón son iguales a los de los peces. Un exceso de vitaminas en la dieta puede no solo ser incosteable sino llegar a ser tóxico para el animal.

La vitamina A puede ser también ingerida intacta de otros crustáceos y por medio del detritus orgánico, ya que los camarones poseen las enzimas para convertir en vitamina A a los precursores de la misma (Valarezo Stefan 1987).

NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN RECOMENDADOS DE VITAMINAS EN ALIMENTOS COMERCIALES PARA CAMARON.

VITAMINAS	CANTIDAD EN MG POR KG DE ALIMENTO
Tiamina	150
Riboflavina	100
Piridoxina	50
Ac.pantoténico	100
Niacina	300
Biotina	1
Inositol	300
Colina	400
Ac. Fólico	20
Cianocobalamina	0.1
Ac. Ascórbico	1200
Vitamina A	15000
Vitamina D	7500
Vitamina E	400
Vitamina K	20

3.13 REQUERIMIENTOS ENERGETICOS.

Los organismos necesitan energía para realizar sus actividades vitales: funciones, metabólicas, conducción de impulsos nerviosos, intercambio osmótico, actividad muscular, etcétera.

El camarón como todos los animales, toma su energía de la oxidación del alimento. Este proceso biológico se llama metabolismo y la velocidad a la que este proceso se lleva a cabo está determinada por varios factores, como: la especie, temperatura, edad, tamaño, la actividad, condición física del organismo y por las fluctuaciones estacionales o diarias de las funciones corporales. Otros factores que pueden afectar la velocidad metabólica son la concentración de oxígeno disuelto y de bióxido de carbono, el pH y la salinidad.

Es necesario determinar para cada especie el requerimiento energético y la posibilidad de utilizar carbohidratos y lípidos como fuente de energía en la dieta, ya que estos componentes ofrecen un gran potencial de variación en la formulación de los alimentos. Existe poca información acerca de los requerimientos energéticos de peneidos. Aquacop (1976) estimó que para óptimo crecimiento de *P. monodon*, se necesita un total de energía de 3.3 kcal/g y 40% de proteínas en la dieta. Colvin (1976) encontró para *P. indicus* que los niveles óptimos son de 4.7 kcal/g de energía total y 42.8% de proteína. En experimentos llevados a cabo en la UEP, se encontró que los niveles óptimos para engorda de *P. stylirostris* son 4.0 kcal/g de energía total y 28% de proteína de la dieta. (CICTUS, 1984)

3.14 PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS PARA CAMARONES.

SELECCION DE INGREDIENTES PARA FORMULAS:

La selección de ingredientes para las fórmulas, de camarones y el control de calidad en todo proceso de producción, son aspectos que tienen una relación directa con la calidad del alimento y los resultados sobre la producción. Como fuentes de proteínas se utilizan harina de pescado, harina de camarón, pasta de soya. Los cereales y subproductos constituyen una gran proporción de la fórmula y suministran energía, parcialmente proteínas y otros nutrientes.

Los minerales se proveen por medio de carbonatos y fosfatos. Se añaden premezclas de vitaminas liposolubles, y varios aditivos adicionales para garantizar la conservación del alimento, palatabilidad, evitar el crecimiento de microorganismos patógenos y la oxidación de los nutrientes.

INGREDIENTES DEL ALIMENTO

HARINA DE CAMARON Y SUBPRODUCTOS

La harina de camarón es el desecho seco del camarón incluyendo la cabeza, exoesqueleto y/o camarón entero. Secado con vapor o al sol, con preferencia al primero. La harina de camarón es una excelente fuente de minerales, quitina, colesterol, fosfolípidos y de ácidos grasos. La harina de camarón también sirve como attractante. Esta debe contener un mínimo de 32% de proteína y 4 % de lípidos, y un máximo de 14 % de fibra. Los niveles de harina de camarón en alimentos comerciales generalmente varían del 5% al 15%.

HARINA DE SOYA

La harina de soya tiene el mejor perfil proteico nutricional de todas las plantas. La harina de soya es normalmente una fuente económica de proteína por su costo y debe de contener un mínimo de 44% de proteína. Los niveles de harina de soya en alimentos comerciales generalmente varían del 10% al 25%. El máximo nivel de Harina de soya en los alimentos no debe exceder 40%.

Otros productos de soya observados en alimentos comerciales incluyen harina de soya integral, pasta de soya y concentrados de proteína de soya.

PRODUCTOS DE TRIGO

Los productos de trigo son generalmente suplementados como aglutinantes y rellenos de alimentos para camarón. El gluten de trigo es un excelente aglutinante y una buena fuente de proteína, pero su uso es limitado por el precio. El gluten de trigo debe contener un mínimo de 60% de proteína. La harina de trigo es comúnmente el aglutinante más usado en alimentos para camarón debido a su precio reducido. El poder aglutinante de la harina de trigo depende de su contenido de gluten. La harina de trigo debe contener un mínimo de 14% de proteína. Los niveles de gluten de trigo y de la harina de trigo en alimentos comerciales generalmente varían de 0% a 5% y de 15% a 30% respectivamente.

AGLUTINANTES DE PELLETS.

Los aglutinantes incrementan la estabilidad en el agua de los alimentos. Sin embargo, una adecuada aglutinación del alimento de camarón depende de la técnica del proceso más que de la manera de adición de un agente aglutinante. Las condiciones de proceso del alimento como el tamaño de la partícula, tiempo de acondicionamiento y temperatura, abertura del dado y grosor, temperaturas y tiempos de acondicionamiento y secado, así como los ingredientes incluyendo a los aglutinantes, todos éstos interactúan para producir un alimento estable en el agua. Los aglutinantes comúnmente utilizados son: gluten de trigo, harina con alto contenido de gluten, almidón, gelatina, colágeno, ácido algínico, agar y carne fresca de pescado.

3.15 MANEJO Y ALMACENAMIENTO DEL ALIMENTO.

El alimento para camarones contiene una serie de ingredientes y sustancias orgánicas e inorgánicas, que son susceptibles de fermentarse, perder sus

propiedades bioquímicas y la potencia o efectividad, como en el caso de las vitaminas y otros aditivos.

Guías para mantener la calidad del alimento.

- 1- Los alimentos deben ser almacenados en un lugar seco, fresco y bien ventilado. El deterioro podría ocurrir inmediatamente si los alimentos se humedecen. El área de almacenaje necesita estar fresca y bien ventilada para mantener temperaturas estables en las bolsas de alimento.
- 2- Los alimentos deben ser almacenados en tarimas de madera, de no más de 5 bolsas de altura. Esto asegura la adecuada circulación del aire entre las bolsas de alimento para mantener los niveles de humedad y temperatura estables.
- 3- Los alimentos no deben ser almacenados directamente en pisos de concreto o en contacto con paredes de concreto. Las superficies de concreto son generalmente más frías que el aire que rodea las bolsas de alimento. Esta diferencia de temperaturas provoca que la humedad en el alimento emigre al área mas fría. Por consiguiente, el área de las bolsas de alimento que esté tocando la pared de concreto acumularán humedad lo que fomentará el crecimiento de hongos y el deterioro del alimento.
- 4- Los alimentos no deben ser almacenados a la luz directa del sol. Esto crea cambios de temperatura en el alimento (día vs noche) lo que propicia el deterioro. La luz del sol también afectará adversamente la calidad de las vitaminas y lípidos del alimento.
- 5- Los alimentos no deberán ser almacenados por más de tres meses a partir de la fecha de su procesado. La calidad de las vitaminas y los lípidos se deteriorará con el tiempo. Idealmente, el alimento deberá ser comprado, entregado y utilizado sobre una base mensual.
- 6- No deben usarse alimentos viejos o deteriorados. La pérdida económica al alimentar a los camarones con alimento viejo o deteriorado puede ser mayor que el de desechar el alimento.

3.16 Evaluación de alimento palletizado



Estabilidad en el agua

Los alimentos para camarones deben ser estables en el agua por que los camarones son consumidores lentos y continuos. El alimento necesita mantener su integridad en el agua de manera que todo el alimento sea consumido. Los alimentos que no son estables en el agua y se desintegran rápidamente pueden resultar en alimento desperdiciado y contaminantes del agua.

La liberación de atractantes es necesaria para el consumo de alimento y todos los atractantes deberán liberarse del alimento en el curso de uno a dos horas. Si los atractantes ya no se encuentran presentes, el alimento ya no será consumido. Por lo tanto, los alimentos para camarón necesitan ser estables en el agua por un mínimo de 2.5 horas. Sin embargo, la estabilidad óptima en el agua es dependiente del manejo del alimento. Por ejemplo, si el camarón es alimentado varias veces (6 ó más) al día, y en cada suministro todo el alimento es consumido en el curso de 30 minutos, la estabilidad requerida en el agua podrá ser de solamente una hora.

Atractabilidad y Palatabilidad

Un alimento balanceado nutricionalmente es de poco valor si no es consumido por el camarón. Por lo tanto, la atractabilidad y palatabilidad del alimento son críticas. Cuando el camarón es alimentado, los atractantes se liberan del alimento palletizado. Estos atractantes (aminoácidos) son detectados por el camarón por medio de quimio-receptores los cuales se encuentran distribuidos en las antenulas . De aquí que, el camarón se alimenta por el olor y no por la vista. El alimento con una buena atractabilidad podrá guiar al camarón hacia el alimento. Cuando el camarón empieza a comer, el alimento debe ser palatable, para que el camarón pueda seguir comiendo sin interrupción. (Dean M. Akiyama, 1989)

camarón pueda seguir comiendo sin interrupción. (Dean M. Akiyama, 1989)

IV - MATERIAL Y METODO.

El presente trabajo se realizó en cuatro fases:

- 1- Análisis de las materias primas.
- 2- Formulación de dietas para camarón.
- 3- Elaboración del alimento
- 4- Análisis del alimento terminado:

1- Análisis de las materias primas

Es importante conocer las características nutricionales de las materias primas a utilizar, para obtener un alimento final con los requerimientos energéticos que se necesitan, mediante el análisis de las materias primas. Este análisis se hizo utilizando el método de programación lineal desarrollado en México.

2- Formulación

Para la formulación de alimentos para camarones juveniles *P. vannamei* con el requerimiento nutricional adecuado, se hizo uso del programa de alimentos balanceados para camarón que es un método de programación lineal el cual contiene una hoja con la composición nutricional (lípidos, humedad, cenizas, fibra, proteína y aminoácidos esenciales) de las materias primas utilizadas en las dietas (harina de soya, harina de cabeza de camarón, harina de trigo etc.). Se realizó un balance de las materias primas, tomando en consideración los requerimientos de la etapa de engorde correspondiente a un porcentaje de proteínas del 25 al 35% y lípidos del 6 al 8 % optándose por dos dietas con un contenido de 25% y 30% de proteínas para ser utilizados en *P. Vannamei* en su etapa de engorde.

3- Elaboración del alimento

En la elaboración de las formulas de alimento para camarones, se utilizarón las instalaciones de la planta piloto Mauricio Díaz Muller, de la facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León.

Las materias primas que se utilizaron fueron:

Harina de soya

Harina de cabeza de camarón

Harina de trigo

Harina de maíz

Salvado de trigo

Acido ascórbico

Aceite vegetal

Lecitina de soya

Aceite de hígado de bacalao

Almidón

Para la elaboración de la harina de camarón, la materia (cabaza de camarón), fue adquirida en la Empacadora ECUANICA de la Ciudad de Chinandega, la cual se sometió a diferentes operaciones:

- 1- Cocción
- 2- Secado
- 3- Molienda
- 4- Tamizado

La operación de cocción se realizó a temperatura de ebullición por 15 minutos. El secado que se realizó fue solar durante seis días, la molienda se hizo en un molino de disco y el tamizado en un sistema de tamices, hasta lograr una granulometría de 40 mesh.

La harina de soya fue proporcionada por el Laboratorio Mauricio Díaz Muller y el resto de ingredientes se adquirieron en las distribuidoras de la Ciudad de León.

En la elaboración del alimento en si se realizaron las siguientes operaciones:

- 1- Pesado
- 2- Mezclado
- 3- Pelletizado
- 4- Secado

Según las formulaciones propuestas:

Dieta 1: harina de soya 30%, harina de camarón 15%, harina de maíz 30%, almidón 7%, ácido ascórbico 0,4%, aceite vegetal 7% y agua 10.6%.

Dieta 2: harina de soya 40%, harina de cabeza de camarón 15%, harina de maíz 30.6%, almidón 7%, ácido ascórbico 0.4%, aceite vegetal 7.0 %.

En la operación de pesado, se pesaron todos los ingredientes en una balanza gramera marca Ohaus, las cantidades a pesar estaban de acuerdo al porcentaje de inclusión de cada materia prima y aditivos utilizados en la formula para obtener un alimento con el valor nutricional necesario para un camarón en fase de engorde.

Para la mezcla se utilizó una batidora marca Simac, primero se mezclaron los ingredientes secos de mayor porcentaje: harina de soya, harina de cabeza de camarón, harina de trigo, harina de maíz por 20 minutos, luego se incorporó a la mezcla el aceite vegetal y se continuó la operación de mezclado por 20 minutos más, se preparó el aglutinante el cual consistió en, disolver el almidón en agua, se le aplicó calentamiento hasta obtener una mezcla gelatinosa y traslúcida, la que posteriormente fue incorporada a las harinas, procediendo a mezclar por 5 minutos para obtener una pasta.

Para la operación de pelletizado, se utilizó un molino de moler carne en donde se adicionó la pasta para la formación de los pellets, se utilizó un disco de 1/8 mm de diámetro.

Para el secado del alimento del alimento, este fue depositado en mallas de metal (zarandas) y colocadas en un horno de aire caliente a temperatura de 60°C por 6 horas.

Dado que no se obtuvieron las características físicas deseadas del alimento en la primera formulación, se hizo necesario incorporar a dicho alimento otros ingredientes como: pectina, carboximetilcelulosa, harina de trigo, aceite de hígado de bacalao y lecitina de soya, necesarios para lograr la estabilidad, atractabilidad y palatabilidad del alimento, sin descuidar su valor nutricional.

5- Análisis del alimento pelletizado

Al alimento pelletizado se le determinó:

a. Prueba de estabilidad

En un beaker de 250 ml, se adicionó agua dulce para determinar la estabilidad del producto elaborado el cual consiste en determinar el tiempo que permanece el alimento sin desintegrarse en el agua.

b. Prueba de atractabilidad y palatabilidad

Se utilizó un acuario en donde estaban 10 camarones, los cuales fueron alimentados colocando el alimento en el agua luego se observó el comportamiento de los mismos después de 30 minutos de haber sido alimentados. Se extrajo una

muestra de 5 camarones a quienes se les examinó el tubo digestivo para observar si se encontraban llenos de alimento o no.

C- Evaluación química del alimento

Esto se realizó mediante la determinación de los macronutrientes proteínas, grasas, carbohidratos, cenizas, humedad y de los micronutrientes fósforo y calcio.

V - RESULTADOS Y DISCUSION

Para la realización del presente trabajo, se formuló y elaboró dos dietas para camarones Juveniles en cautiverio con un contenido proteico del 25.81% y 27.29%, se obtuvo un alimento hundible, estable en el agua y atractivo para los camarones. Estos representan los puntos críticos en la elaboración del alimento. Durante la elaboración de las dietas no se contó con vitaminas ni minerales.

En lo que respecta al análisis de las materias primas para este estudio no fue posible realizar el análisis próximo a las diferentes materias primas, dado que la escuela de Tecnología de Alimentos no cuenta con todo el equipo y los reactivos necesarios para dichos análisis por lo que la composición de cada materia prima fue obtenida de un trabajo realizado en la UNAM – Mexico, donde se determinaron las composiciones de los macro y micronutrientes de las materias primas más comunes utilizadas en la elaboración de alimento pelletizado para camarón, toda la información obtenida de este se encuentra disponible en una hoja electrónica.

Para la formulación y elaboración del alimento peletizado para camarones juveniles *P. vannamei* en condiciones de cautiverio se hizo un balance de las diferentes materias primas utilizadas en la mezcla hasta obtener una fórmula con los componentes energéticos adecuados, esto se hizo a través del método de programación lineal destinado a obtener la cantidad de nutrientes requeridos para este alimento dadas las exigencias nutricionales de los camarones juveniles *P. vannamei*. Las fuentes de proteína son, la harina de cabeza de camarón, elaborada a partir del subproducto del camarón como es el caso de la cabeza considerado como desecho en las empacadoras y procesadoras de camarón. Lo que representa la evidencia de la factibilidad técnica para procesar la cabeza de camarón en harina y ser utilizada como una fuente proteica y de bajo costo. También se utilizó la harina de soya, harina de trigo y harina de maíz, que son ricas en aminoácidos

esenciales necesarios para el crecimiento y desarrollo del camarón , por otro lado se incluyó la fuente de lípidos realizándose una premezcla de aceite vegetal, aceite de hígado de bacalao y lecitina de soya los cuales le proporcionan los ácidos grasos esenciales igualmente necesarios para el crecimiento del camarón. Así mismo se incluyó en la dieta el almidón de maíz como medio aglutinante de los diferentes componente del alimento.

El éxito de un alimento no depende solo de su valor nutricional, si no también de sus características físicas como son: atractabilidad y palatabilidad, estabilidad y densidad en el agua.

En la formula No. 1 de ambas dietas se encuentran los diferentes porcentajes de inclusión de las materias primas e ingredientes utilizados en la elaboración del alimento pelletizado para camarón. En los primeros ensayos los resultados obtenidos fueron: un pellets flotante, en un tiempo relativamente corto (1 minuto) este se hundía, luego se desintegraba completamente quedando el agua con el color del pellets (café), estos resultados fueron iguales para ambas dietas (tabla No.1 y No. 7).

En la fórmula No.2, de ambas dietas, debido a que el alimento de la primera fórmula era poco denso; es decir se quedaba en la superficie, se procedió a aumentar el porcentaje de inclusión del almidón del 7 % al 10 % para las dos formulas, lográndose obtener un pellet hundible y con una estabilidad en el agua máxima de 5 minutos (tabla No. 2 y No. 8).

En la fórmula 3 de ambas dietas, se encuentra la inclusión de otras materias como es el caso de la harina de trigo con el objetivo de obtener un pellets más estable en el agua y la adición de un nuevo aglutinante además del almidón que es la carboximetil celulosa en un 0.6% con el objetivo de aumentar la estabilidad del alimento, así como también se disminuye el porcentaje de aceite vegetal como fuente de lípidos por que tendía a dejar partículas aceitosas en la superficie del

agua los resultados obtenidos al realizar la prueba de la estabilidad, fueron los mismos que en la 2 (tabla No. 3 y No.9).

En la fórmula 4 de ambas dietas, al no obtener resultados positivos con el aglutinante carboximetil celulosa, incluido en la fórmula anterior, se procedió a utilizar la pectina (como aglutinante), en un 2 %, además del almidón con el objetivo de aumentar la estabilidad del alimento en el agua, no se obtuvo ningún cambio en la estabilidad. (tabla No. 4 y No.10).

En la fórmula 5 de ambas dietas, debido a que no se estaba partiendo de materia prima con la misma granulometría, como es el caso de la harina de cabeza camarón que presentaba una granulometría de 60 mesh; se procedió a disminuir el tamaño de partículas de la harina de camarón, pasándola nuevamente por un molino de disco y se le realizó la operación de tamizado en un tamiz No 40 para obtener una granulometría final de 40 mesh, lo que contribuyó en gran medida a una mejor aglutinación del pellet ya que se partió de materias primas con la misma granulometría de 40 mesh, lográndose una calidad mejor en el alimento pelletizado. Por otro lado se eliminó la pectina de la fórmula dado a que no se obtuvo ningún cambio con la estabilidad. El pellet fue más compacto con una estabilidad en el agua de 30 minutos, el agua no presentaba coloración al realizarse la prueba de estabilidad, de características organolépticas muy buenas color café marrón y olor a camarón. (tabla No. 5 y No 11).

En la fórmula 6 de ambas dietas, resultaron ser las mejores ya que al procesar el alimento se obtuvo un pellet con características físicas ideales para camarones en cautiverio, color café claro, una textura compacta, hundible, con una estabilidad promedio de 1 hora y con la composición nutricional requerida para esta etapa del camarón (tabla No.6 y No. 12).

Los resultados obtenidos del análisis proximal realizados a la fórmula No. 6 de ambas dietas se encuentran en la tabla No.13.

ESTABILIDAD DEL ALIMENTO:

La estabilidad del alimento en el agua representa un punto crítico de importancia que fue tomado en cuenta debido a la necesidad de mantener de manera compacta los nutrientes incorporados en el alimento de tal forma que estos sean aprovechados completamente por los organismos. Al determinar la estabilidad del alimento de las dieta No1 y No. 2 en el agua estas se mantuvieron sin desintegrarse en el agua un tiempo promedio de una hora, lo que garantiza que el alimento es de buena calidad. El tiempo de estabilidad del alimento va a estar en dependencia de la metodología de alimentación de los camarones en cultivo.

ATRACTABILIDAD Y PALATABILIDAD:

Un alimento balanceado es de poca importancia sino es consumido por el camarón. Por lo tanto la atractabilidad y palatabilidad son críticas. Cuando el alimento es proporcionado al camarón los atractantes se liberan del alimento peletizado, estos atractantes son detectados por el camarón por medio de los quimio-receptores distribuidos en las antenas. En la determinación de la atractabilidad y palatabilidad, el medio utilizado para determinar la atractabilidad fue observando a los camarones al ser alimentados en un acuario. Al momento de suministrar el alimento el camarón se mostró muy atractivo y buscó el alimento. Al examinar el tubo digestivo del camarón pasado 30 minutos, este se encontraba lleno de alimento lo que indica que el alimento fue consumido que es atractivo y palatable para el camarón.

COMPOSICION PORCENTUAL DE LOS NUTRIENTES QUE CONTIENE EL ALIMENTO:

El método principal de evaluación química de alimentos balanceados es el análisis proximal. A través de este se determina la composición real de macronutrientes y de macrominerales calcio y fósforo del alimento elaborado para

camarones juveniles en condiciones de cultivo, dichos resultados se encuentran en la tabla No 13.

Tomando en consideración los requerimientos nutricionales para camarones en la etapa juvenil correspondiente a un porcentaje de proteínas del 25 % al 35 % y de lípidos del 6 % al 8 %, las dietas elaboradas cumplen efectivamente con las necesidades nutricionales (proteína, grasa, minerales, fibra) de los camarones en dicha etapa. Aunque la dieta No. 2 no cumpla con el 30 % de proteína que se había propuesto.

VI - CONCLUSIONES

Se realizó formulación y balance a las diferentes materias primas que formaron parte de la inclusión de ingredientes en la elaboración de dietas para camarones juveniles *Penaeus vannamei*, el balance y adecuación de las materias primas es necesario ya que interfiere grandemente en la calidad física y nutricional del producto final.

Se elaboraron las dietas para camarones juveniles partiendo de formulas predeterminadas, siendo de mucha importancia mantener control del proceso, ya que la calidad del producto final depende en gran medida de dicho control en cada una de las operaciones unitarias llevadas a cabo hasta la obtención del producto final.

La composición porcentual de nutrientes de las dietas elaboradas cumple efectivamente con el requerimiento nutritivo propuesto, necesario en la etapa juvenil donde el nivel de proteína va de 25 a 35 %.

Al determinar la composición de nutrientes del alimento elaborado a través del análisis proximal se obtuvieron los siguientes resultados:

**Dieta No 1: Proteína 25.81, Grasa 8.14, Cenizas 8.39,
Carbohidratos 49.86, Fibra 4.21, Calcio 1.36 %, Fósforo 0.92 %.**

Con respecto a la dieta No 2, la composición porcentual de nutrientes no se cumple exactamente con el requerimiento nutritivo propuesto (30 % proteína), obteniéndose 27.29 % dado que para aumentar el nivel de harinas (fuente de proteínas) se hacía necesario disminuir el porcentaje de otros ingredientes lo cual no es conveniente por que además de bajar el porcentaje de los demás nutrientes también varían algunas características físicas y organolépticas.

Al determinar la composición porcentual de nutrientes del alimento elaborado a través del análisis proximal se obtuvieron los siguientes resultados.

Dieta No 2: Proteína 27.29%, Grasa 7.87%, Cenizas 8.22%, Carbohidratos 51.06%, Fibra 4.53, Calcio 1.34 %, Fósforo 1.091%.

Las dietas elaboradas presentan la composición nutricional y estabilidad necesaria para el camarón en cultivo, además es atractivo y palatable siendo esto de mucha importancia ya que el valor nutritivo del alimento pelletizado es de poca importancia si no es consumido por el camarón.

VII - RECOMENDACIONES

- 1- Evaluar las dietas pelletizadas con camarones juveniles *Penaeus vannamei* través de un dispositivo experimental (bioensayos).
- 2- Controlar las condiciones ambientales en dicho dispositivo de manera que no afecte la evaluación de dietas.
- 3- Aumentar el valor nutritivo de las dietas enriqueciéndolas con vitaminas y minerales.
- 4- Determinar el costo de producción.
- 5- Extrapolación a escala semiindustrial(viabilidad)

VIII BIBLIOGRAFIA

- Bigliani, 1989. Memorias del primer simposio internacional de nutrición y tecnología de alimentos para la acuicultura 1993.
- Valarezo, 1987. Nutrición, alimentación y producción de camarones con alimentos NUTRIMAR.
- Sedwick, 1979. Citado por Báez. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.
- Fenucci, 1979. Citado por Báez. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.
- Nose, 1964. Citado por Báez. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.
- Hysmith, 1985. Citado por Báez. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.
- Bages, 1981. Citado por Báez. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.
- Teshima, 1984. Citado por Báez. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.
- Cowey, 1971. Citado por Báez. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.
- Akiyama, 1989. Citado por Báez. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.
- Sick, 1974. Citado por Báez. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.
- Bottino, 1980. Citado por Báez. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.
- Teshima, 1986. Citado por Báez. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.
- Sick, 1973. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.

Tesshima,1975. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.

Guary,1974. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.

Kanazawa,1977. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.

Teshima,1975. Citado por Báez. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.

Teshima,1986. Citado por Báez. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.

Kanazawa,1979. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.

Akiyama,1989. Traducido Treviño. En Acuicultura. Memorias del simposio internacional de nutrición y tecnología de alimentos para la acuicultura.

New,1976. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.

Forster,1971. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.

Andrews, 1972. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.

Sick,1973. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.

Alava, 1987. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.

Deshimaru,1974. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.

Kanazawa,1974. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.

Balazs,1973. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.

Akiyama, 1989. Traducido Treviño. En Acuicultura. Memorias del simposio internacional de nutrición y tecnología de alimentos para la acuicultura.

Lightner, 1982. En Acuicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones *Peneidos*.

Valarezo, 1987. Nutrición, alimentación y producción de camarones con alimentos NUTRIMAR.

ANEXOS

Dieta N0.1

25 % de Proteína

Tabla No. 1

Formula No. 1

Ingredientes	%	Composición	% Teórico	Aminoácidos	
Harina de soya	35	Proteína	25.0	Arginina	1.55
Harina de cabeza de camarón	15	Humedad	3.24	Histidina	0.65
Harina de maíz	35.6	Lípidos	8.10	Isoleucina	1.00
Almidón	7.0	Cenizas	4.80	Leucina	1.67
Acido Ascórbico	0.4	Fibras	2.67	Lisina	1.43
Aceite Vegetal	7.0			Metionina	0.44
				Cistina	0.22
				F. alanina	1.09
				Tirosina	0.71
				Treonina	0.89
				Triptofano	0.18
				Valina	1.04

Tabla No. 2

Formula No. 2

Ingredientes	%	Composición	% Teórico	Aminoácidos	
Harina de Soya	32	Proteína	25.0	Arginina	1.65
Harina de cabeza de Camarón	15	Humedad	3.24	Histidina	0.62
Harina de Maíz	35.6	Lípidos	8.13	Isoleucin	1.01
Acido Ascórbico	0.4	Cenizas	4.80	Leucina	1.71
Aceite vegetal	7.0	Fibras	2.67	Lisina	1.50
Almidón	10			Metionina	0.49
				Cistina	0.20
				F. alanina	1.07
				Tirosina	0.75
				Treonina	0.91
				Triptofano	0.21
				Valina	1.08

Tabla No. 3

Formula No. 3

Ingredientes	%	Composición	% teórico	Aminoácidos	
Harina de soya	25	Proteína	25.0	Arginina	1.51
Harina de cabeza de Camarón	15	Humedad	4.97	Histidina	0.57
Harina de trigo	21	Lípidos	7.26	Isoleucina	0.93
Harina de maíz	20	Cenizas	4.82	Leucina	1.57
Salvado de trigo	2.0	Fibras	2.32	Lisina	1.57
Aceite vegetal	6.0			Metionina	0.45
Acido ascórbico	0.4			Cistina	0.19
Almidón	10			F. alanina	0.98
Carboximetil celulosa	0.6			Tirosina	0.69
				Treonina	0.83
				Triptofano	0.19
				Valina	0.99

Tabla No. 4

Formula No. 4

Ingredientes	%	Composición	% Teórico	Aminiácidos	
Harina de soya	25	Proteína	25.0	Arginina	1.51
Harina de cabeza de Camarón	15	Humedad	4.97	Histidina	0.57
Harina de trigo	21	Lípidos	7.26	Isoleucina	0.93
Harina de maíz	20	Cenizas	4.82	Leucina	1.57
Salvado de trigo	0.6	Fibras	2.32	Lisina	1.37
Aceite vegetal	6.0			Metionina	0.45
Acido ascórbico	0.4			Cistina	0.19
Almidón	10			F. alanina	0.98
Pectina	2.0			Tirosina	0.69
				Treonina	0.83
				Triptofano	0.19
				Valina	0.99

Tabla No. 5

Formula No. 5

Ingredientes	%	Composición	% Teórico	Aminoácidos	
Harina de soya	25.0	Proteína	25.00	Arginina	1.51
Harina de cabeza de camarón	15.0	Humedad	4.97	Histidina	0.57
Harina de trigo	20.0	Lípidos	7.26	Isoleucina	0.93
Harina de maíz	20.0	Cenizas	4.82	Leucina	1.57
Salvado de trigo	3.6	Fibras	2.58	Lisina	1.37
Aceite vegetal	6.0			Metionina	0.45
Acido ascorbico	0.4			Cistina	0.19
Almidón	10.0			F. alanina	0.98
				Tirosina	0.69
				Treonina	0.83
				Triptofano	0.19
				Valina	0.99

Tabla No. 6

Formula No. 6

Ingredientes	%	Composición	% Teórico	Aminoácidos	
Harina de soya	25.0	Proteína	25.6	Arginina	1.59
Harina de cabeza de camarón.	15.0	Humedad	5.10	Histidina	0.60
Harina de trigo	21.0	Lípidos	6.31	Isoleucina	0.98
Harina de maíz	20.0	Cenizas	5.07	Leucina	1.65
Salvado de trigo	2.0	Fibra	2.53	Lisina	1.44
Aceite vegetal	2.5			Metionina	0.47
Aceite de hígado de bacalao	3.0			Cistina	0.20
Lecitina de soya	1.1			F. alanina	1.03
Acido acórbico	0.4			Tirosina	0.73
Almidón	10			Treonina	0.87
				Triptofano	0.20
				Valina	1.04

Dieta No. 2

30 % de proteína.

T. abla No 7

Formula No. 1

Ingredientes	%	Composición	% Teórico	Aminoácidos	
Harina de soya	40.0	Proteína	30.0	Arginina	1.96
Harina de cabeza camarón	15.0	Humedad	3.36	Histidinal	0.74
Harina maíz	30.6	Lípidos	8.34	Isoleucin	1.20
Aceite vegetal	7.0	Cenizas	6.19	Leucina	2.03
Acido ascorbico	0.4	Fibras	2.69	Lisina	1.78
Almidón	7.0			Metionina	0.58
				Cistina	0.24
				F. alanina	1.27
				Tirosina	0.90
				Treonina	1.08
				Triptofano	0.25
				Valina	1.28

Tabla No 8

Formula No. 2

Ingredientes	%	Composición	% Teórico	Aminoácidos	
Harina de soya	40	Proteína	30.0	Arginina	1.96
Harina de cabeza camarón	15	Humedad	3.36	Histidina	0.74
Harina de Maíz	27.6	Lípidos	8.34	Isoleucin	1.20
Aceite vegetal	7.0	Cenizas	6.19	Leucina	2.03
Acido ascórbico	0.4	Fibras	2.69	Lisina	1.78
Almidón	10			Metionina	0.58
				Cistina	0.24
				F. alanina	1.27
				Tirosina	0.90
				Treonina	1.08
				Triptofano	0.25
				Valina	1.28

Tabla No. 9

Formula No. 3

Ingredientes	%	Composición	% Teórico	Aminoácidos	
Harina de soya	33.0	Proteína	30.0	Arginina	1.75
Harina de cabeza de camarón	17.0	Humedad	6.47	Histidina	0.73
Harina de trigo	24.0	Lípidos	6.51	Isoleucina	1.13
Harina de maíz	10.0	Cenizas	5.49	Leucina	1.88
Aceite vegetal	5.0	Fibras	3.26	Lisina	1.61
Acido ascorbico	0.4			Metionina	0.50
Almidón	10			Cistina	0.25
Carboximetil celulosa	0.6			F. alanina	1.23
				Tirosina	0.81
				Treonina	1.00
				Triptofano	0.20
				Valina	1.18

Tabla No. 10

Formula No. 4

Ingrdientes	%	Composición	% Teórico	Aminoácidos	
Harina de soya	35.0	Proteína	30.00	Arginina	1.75
Harina de cabeza de camarón	15.0	Humedad	6.22	Histidina	0.73
Harina de trigo	20.0	Lípidos	7.49	Isoleucina	1.13
Harina de maíz	11.6	Cenizas	5.53	Lisina	1.88
Aceite vegetal	6.0	Fibras	3.03	Metionina	1.61
Acido ascorbico	0.4			Cistina	0.50
Almidón	10.0			F. alanina	0.25
Pectina	2.0			Tirosina	1.23
				Treonina	0.81
				Triptofano	1.00
				Valina	0.20
					1.18

Tabla No 11

Formula No. 5

Ingredientes	%	Composición	% Teórico	Aminoácidos	
Harina se soya	33.0	Proteína	30.0	Arginina	1.72
Harina de cabeza de camarón	15.0	Humedad	6.51	Histidina	0.73
Harina de trigo	24.0	Lípido	6.50	Isoleucina	1.12
Harina de maíz	11.6.	Cenizas	5.40	Leucina	1.87
Aceite vegetal	6.0	Fibra	3.31	Lisina	1.59
Acido ascórbico	0.4			Metionina	0.48
Almidón	10.0			Cistina	0.25
				F. alanina	1.22
				Tirosina	0.79
				Treonina	0.99
				Triptofano	0.19
				Valina	1.17

Tabla No. 12

Formula No. 6

Ingredientes	%	Composición	% Teórico	Aminoácidos	
Harina de soya	36.0	Proteína	30.0	Arginina	1.72
Harina de cabeza de camarón	15.0	Humedad	6.51	Histidina	0.73
Harina de trigo	23.0	Lípidos	6.50	Isoleucina	1.12
Harina de maíz	9.6	Cenizas	5.40	Leucina	1.87
Aceite vegetal	2.5	Fibra	3.31	Lisina	1.59
Aceite de hígado de Bacalao	2.5			Metionina	0.48
Lecitina de soya	1.0			Cistina	0.25
Almidón	10.0			F. alanina	1.22
				Tirosina	0.79
				Treonina	0.99
				Triptofano	0.19
				Valina	1.17

Tabla No. 13

Características Físicas del Alimento

	Color	Textura	Estabilidad	Olor
Dieta 1	Café claro	Compacta	1 hora	Olor característico a camarón
Dieta 2	Café claro	Compacta	1 hora	Olor característico a camarón

Tabla No 14

Análisis Nutricional del Alimento Pelletizado

Dieta No 1 y No 2

Análisis	Dieta I	Dieta II
% Proteína	25.81	27.29
% Humedad	7.80	5.56
% Cenizas	8.39	8.22
% Grasas	8.14	7.87
% Fibra Cruda	4.21	4.53
% Carbohidratos	49.86	51.06
% Calcio	1.36	1.34
% Fósforo	0.96	1.091

DIAGRAMA DE PROCESO GENERAL PARA LA ELABORACION DE DIETAS PELLETIZADAS DE CAMARON

