

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA**

**UNAN-LEON**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS**

**ESCUELA DE INGENIERIA DE ALIMENTOS**



**TITULO:** Efectos de la sustitución de harina de pescado por harina de origen vegetal sobre el crecimiento de camarones marinos *Litopeneus vannamei* en condiciones de laboratorio.

**Tesis para optar al título de:**

**INGENIERO (a) EN ALIMENTOS**

**AUTORES:**

**Bra:** Martha Elizabeth Castillo Méndez

**Bra:** Varelis Marcela Moreno Amador

**Bra:** Ruth Damaris Baldizón Moreno

**TUTOR:**

**Dra.** Lesbia Lucia Hernández Somarriba.

**ASESOR:**

**Dr.** Evenor Martínez.

**LEÓN, NICARAGUA NOVIEMBRE 2008**



## INDICE

Contenido	pág.
I Introducción.....	1
II Objetivos.....	3
III Marco teórico	
3.1 Generalidades.....	4
3.1.1 El cultivo de camarón en Nicaragua.....	5
3.2 Morfología externa de camarones pendidos.....	6
3.2.1 Crecimiento.....	8
3.2.2 Ciclo biológico.....	9
3.2.3 Ciclo vital.....	10
3.2.4 Requerimientos ambientales en distintas etapas del ciclo vital...	11
3.3 Enfermedades que pueden afectar a los camarones.....	17
3.3.1 Virosis de crustáceos pendidos.....	19
3.3.2 Baculovirus de <i>P. monodon</i> (MBV).....	22
3.3.3 Control que se realizan para las enfermedades que atacan a los camarones.....	25
3.4 Tipos de alimentos para la crianza de camarones.....	27
3.4.1 Avances en el pelletizados de alimentos para camarón.....	28
3.5 Condiciones de estanques para el cultivo de camarones.....	29
3.6 Composición del alimento balanceado.....	31
3.7 Requerimientos nutricionales del camarón.....	32
3.7.1 Acido graso. ....	33
3.7.2 Minerales.....	34
3.8 Evaluación del crecimiento de los camarones.....	35
3.9 Diagrama de proceso para la elaboración de dietas pelletizada de camarón.....	36
3.9.1 Condiciones para mantener la calidad del alimento terminado.....	39
4. Ingredientes que se utilizan en el alimento .....	40
4.1 Control que se realiza al alimento.....	42
4.2 Análisis del alimento pelletizado.....	43
IV. Material y Método.....	45
V. Resultados y discusiones.....	48
VI. Conclusiones.....	52
VII. Recomendaciones.....	53
VIII: Bibliografía.....	54
IX Anexos.....	55
Anexos 1 (diagrama)	
Anexos 2 (tablas)	
Anexos 3 (gráficos)	
Anexo 4 (fotos)	
Glosario	



## DEDICATORIA

A DIOS:

Por haberme dado el conocimiento, la fortaleza, y el deseo de superarme para realizar mis sueños y culminar esta etapa importante en mi vida.

A MIS PADRES:

Santos castillo y Silvia Méndez por haberme dado fuerzas para seguir adelante y por brindarme su apoyo incondicional, moral y espiritual.

AMI HIJO.

Isaac vallejos quien con su amor y cariño sincero fue motivo de inspiración para salir adelante.

A MI ESPOSO

Yerri vallejos por su apoyo incondicional.

Y a todos que de alguna o otra manera me apoyaron para culminar mi carrera

Br. Martha Elizabeth Castillo Méndez



## DEDICATORIA

### A DIOS

Por haberme dado la sabiduría y entendimiento en el transcurso de mis estudios universitario y fortaleza espiritual de salir adelante y poder ser una profesional.

### A MIS PADRES

Por su apoyo económico y consejos para mi superación en el cumplimiento de mis metas principalmente en la universidad.

Por su perseverancia de coronar una carrera profesional.

Br. Varelis Marcela Morena Amador



## DEDICATORIA

A Dios:

Por darme su sabiduría y su fortaleza espiritual para concluir mis estudios.

A mis padres:

Por su ayuda incondicional económico y moral el cual hizo posible el cumplimiento de mis metas.

A mi esposo:

Por su ayuda económica y su fuerza de voluntad para seguir adelante en mi carrera

A mis hermanos:

Por ser parte de motivación y deseo de superar en la vida y a todos los que me ayudaron de una u otra manera

Bra: Ruth Damaris Baldizón Moreno



## AGRADECIMIENTO

A Dios padre por habernos dado la fuerza y la voluntad para alcanzar nuestros sueños a lo largo de este camino.

A nuestros padres por el esfuerzo realizado a lo largo de esta etapa

A nuestra tutora Lesbia Hernández y a nuestro asesor Evenor Martínez quienes siempre estuvieron dispuestos a apoyarnos para la realización de esta tesis.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera nos brindaron todo su apoyo

Martha Elizabeth Castillo Méndez  
Varelis Marcela Moreno Amador  
Ruth Damaris Baldizon Moreno



## I. Introducción

La acuicultura ha emergido como una nueva industria agropecuaria en los países que están en vía de desarrollo, el interés que actualmente despiertan las actividades acuícola parece estar dirigido en estos países en los que las características son adecuadas, principalmente a la producción de crustáceos. No se trata de menospreciar al grupo de especies cuya tecnología de cultivo e interés económico es igualmente importante, como es el caso del grupo de moluscos y peces, sino que las facilidades ofrece ciertos países por su climatología y características geográficas y biológicas han permitido el cultivo de crustáceos y mas completamente el de camarones con una rentabilidad a corto plazo (1).

La camaronicultura en Nicaragua es una actividad que recién se genera, ésta se encuentra en un nivel de desarrollo muy fuerte ya que cuenta con un área total de 18 mil hectáreas de suelo salitroso en el estéreo real, inadecuado para la producción agropecuaria, pero se adapta excelentemente para el cultivo de camarones (1).

El crecimiento de camarón es de gran importancia para la rentabilidad y comercialización del cultivo, con un crecimiento rápido del camarón el margen de rentabilidad del cultivo será mayor y los costos de producción menor, sin embargo, para lograr esto es necesario tomar en cuenta los factores físicos químicos y biológico que inciden sobre dicho crecimiento. La sobrevivencia de los camarones marinos está determinada por estos factores ambientales que son los que permiten acumular la energía adsorbida y transformarlas en músculo, siempre y cuando las condiciones ambientales sean óptimas para el desarrollo de estos individuos. (16)

Además, en gran medida el crecimiento y la sobrevivencia de los camarones en cultivos depende de las enfermedades que puedan padecer, calidad de agua, manipulación del hombre y la dieta. Es importante conocer cuáles son las condiciones ambientales donde el camarón crece más rápido. Todo ello para incrementar los márgenes de rentabilidad del cultivo. (2)

El conocimiento de estos aspectos por parte del camaricultor será de gran importancia para el manejo integrado de su granja.

El alimento pelletizado consumido en las granjas camaroneras nicaragüense es importado de otros países en los que se incluyen: Estados unidos, México, Guatemala, Honduras, Panamá, Ecuador. (5)

En la actualidad existe una baja en el suministro y un incremento en el costo de las proteínas de origen animal y vegetal utilizadas en la elaboración de dietas balanceadas para camarón. Históricamente, la harina de pescado es la principal fuente de proteína en las dietas concentradas para camarones. Sin embargo,



existen razones económicas y operativas que han hecho necesario el aprovechamiento de las proteínas de origen vegetal (harina de soya). (14)

El cultivo de camarón es de gran interés para los países en vías de desarrollo, por los altos precios que alcanza su exportación en el mercado internacional. Sin embargo, para que la producción de camarones sea económicamente rentable es

importante utilizar dietas balanceadas y de bajo costo, siendo necesario determinar los efectos de las diferentes concentraciones de nutrientes sobre el crecimiento y sobrevivencia del camarón. (5)

Por lo antes expuesto, se hace necesario organizar esfuerzos tendientes a la formulación y elaboración de dietas que satisfagan la demanda de requerimiento energético del camarón y que sea un alimento estable y atractivo organolépticamente.





## II. Objetivos

### Objetivo general

Evaluar el efecto de la sustitución de harina de pescado por harina de origen vegetal sobre el crecimiento de camarones marinos *Litopeneus vannamei* en condiciones de laboratorio.

### Objetivo específico

1. Elaborar tres dietas de alimento pelletizado para camarón tomando como sustituto de la harina de pescado, harina vegetal en un 10%, 15% y 20%.
2. Determinar las condiciones ambientales adecuadas para el crecimiento de camarones juveniles *Litopeneus vannamei*.
3. Establecer un diagrama de proceso para la elaboración de alimento pelletizado para camarón.
4. Determinar la formulación que brinde los mejores resultados en el crecimiento y peso del camarón.



### III. MARCO TEORICO

#### 3.1 Generalidades

La acuicultura son cultivos de organismos acuáticos en su ciclo completo o en parte del ciclo, en ambientes controlados, ya sea en aguas marinas, salobres o agua dulce. (10)

En la actualidad la acuicultura se practica en menor o mayor medida en casi todos los países del mundo, aunque por supuesto que algunos por su situación geográfica, socioeconómica y política están más avanzados. (14)

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. (16)

En Nicaragua no existe ninguna camaronera que se auto abastezca de los alimentos pelletizados para camarón, ni tampoco empresas productoras exclusivas de este producto. (15)

Una 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. (1)

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 alimentos nacional, que va desde concentrado para aves, hasta sorgo cocidos. (12)

La acuicultura adquiere día a día una mayor importancia en nuestra alimentación. Mientras que la pesca mundial hace años que se ha estancado entre los 80 y 100 millones de toneladas, la cría de peces y mariscos es uno de los sectores que ha experimentado un mayor crecimiento para la industria alimentaria. La acuicultura ha pasado de 20 millones de toneladas de producción a principios de los noventa hasta una producción que alcanza 55 millones de toneladas en el año 2003, registrando un 175% de crecimiento. Esta tendencia parece no tener freno. (10)

En el complejo científico, diversos profesionales de la crianza de peces experimentan con el fin de descubrir alimentos de más bajos costos, cruces para dar lugar a otras razas, componentes que maximicen la calidad de los estanques como hábitat de los mariscos y la resolución de problemas causados por la falta de conocimiento de la mayoría de los productores, sostuvo la administradora. (10)



### 3.1.1 El cultivo de camarón en Nicaragua.

De acuerdo al informe de la FAO (1990). Actualmente en el mercado nicaragüense no existen pellet elaborado de harina de vegetales puesto que las que se comercializan son de harina de pescado.

La camaronicultura en Nicaragua se encuentra en una espiral de desarrollo en la que el Gobierno de los Estados Unidos a ubicado en Puerto Morazán, Chinandega un proyecto que contempla la construcción de cuatro piletas de cultivo en una extensión de dos hectáreas, con un costo total aproximado a los 150,000 dólares, pues para hacer producir una hectárea bajo este sistema se requiere un capital de 75,000 dólares.

Mónica Drazba, Coordinadora en Nicaragua de NOAA, explicó que el proyecto es parte del programa de reconstrucción luego del Huracán Mitch, financiado en su totalidad por los Estados Unidos.

El nuevo método de cultivo de camarón lo ha puesto en práctica la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA).

La granja utiliza un sistema cerrado de cultivo intensivo, cuyo propósito es eliminar el intercambio de agua con los esteros naturales en la zona, para así reducir la propagación de enfermedades e incrementar la producción en los estanques. Drazba dijo que la construcción de la granja inició en enero de 2001. Y en este mes ya obtuvieron sus primeras cosechas. La producción de camarón de cultivo en Nicaragua en los primeros cinco meses del 2001 mostró un aumento productivo.

Así mismo, de enero a mayo de este año se obtuvo una producción en cultivo de camarón de 1,891.4 millones de libras, superior a lo producido en el año 2000 en el mismo período, aproximadamente 992,000 libras de camarón de cultivo, según cifras oficiales del Banco Central de Nicaragua (BCN).

El principal mercado nicaragüense en la producción de camarón es Estados Unidos y Europa”, según José Bolívar Martínez, Representante de Farallón Acuicultores S. A de Centroamérica y miembro del grupo corporativo integrado por seis países del istmo y aglutina a 11 empresas.

Recientemente se inauguró uno de los laboratorios más grandes de larvas de camarón de Centroamérica en la zona de PoneLOYA en León, cuyo costo de inversión asciende a los 5 millones de dólares.

El laboratorio cuenta con capacidad de producir 400 millones de pos larvas mensuales y brindará empleo a más de 150 familias de la zona.

Este grupo tiene contemplado la construcción de un macro proyecto camaronero



en Nicaragua de 3,000 hectáreas, que le daría empleo a más de 500 personas y se piensa invertir para este proyecto unos 10 millones de dólares.

También existe la posibilidad de construir una planta procesadora que tenga la capacidad para darle respuesta a la producción que se necesite. Dijo que el principal mercado de larvas se encuentra entre Nicaragua, Honduras y Costa Rica, pero se encuentran con dificultades para vender a México ya que exigen una medida restrictiva sanitaria con este país.

Según el empresario se han planteado los contactos con el Ministro Agropecuario y Forestal, José Augusto Navarro y el vice ministro de Fomento, Industria y Comercio, Javier Morales, para que ayuden a resolver esta problemática.

Al mismo tiempo señaló que el año pasado se comercializó en la región Centroamericana un total de un billón y medio de pos larvas, “y para este año esperamos incrementar la venta en un 15 por ciento”.

Estos pueden ser definidos 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 plastifican cuando es calentada y diluida con humedad.

### **3. 2 Morfología externa de camarones peneidos**

El camarón es un animal poiquilotermo perteneciente a los crustáceos se encuentra en las profundidades de las costas en grandes cantidades especialmente durante su etapa adulta es el lugar donde encuentra los alimentos y temperatura necesario para su desarrollo y crecimiento permitiéndoles reproducirse por la alta concentración de población de camarones (hembra y macho) . La costa le brinda alimento y protección de los depredadores.

Para la descripción de la morfología generalizada de camarones peneidos se han tomado como referencia los trabajos de los siguientes autores: Angelescu y Boschi (1959), Boschi y Angelescu (1962), Boschi (1963), Pérez Farfante (1969, 1975), Wickins (1976).

Como se puede observar en la Figura n°1, un camarón peneido tiene el cuerpo alargado, comprimido lateralmente; el que puede dividirse en cefalotórax (cefalopereion), pleon (abdomen) y telson.



En el cefalopereion se observan un par de pedúnculos oculares, un rostro de longitud variable con espinas que permiten diferenciar distintas especies; además, en las partes laterales del caparazón, se encuentran surcos y carenas. Cefalotórax y abdomen llevan distintos tipos de apéndices articulados, formados por dos ramas: exopodito y endopodito:

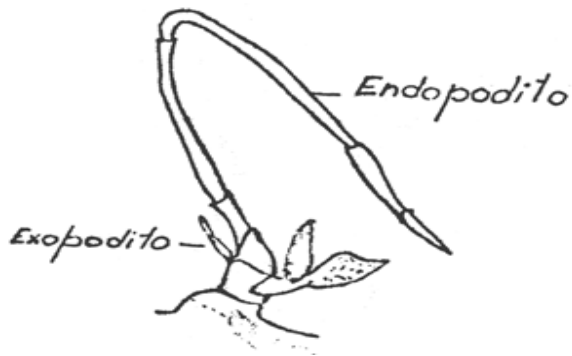


Figura 1.

De acuerdo con su función los apéndices pueden ser divididos en:

Tabla nº 1. Función y apéndice de los camarones

<u>Función</u>	<u>Apéndices</u>
Sensorial	1 par de anténulas
	1 par de antenas
	1 par de mandíbulas
Nutricional	2 pares de maxilas
	3 pares de maxilípedos
	5 pares de pereiópodos
Locomotriz	5 pares de pereiópodos
Natatoria	5 pares de pleópodos
	1 par de urópodos

Fuente <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB466S/AB466S03.htm>

Morfología.

El cuerpo de los camarones se divide en tres regiones:

Cefalotórax, Abdomen y Telson. Los apéndices del cefalotórax son:



Anténulas, Antenas, Mandíbulas, Maxilas, Maxilípedos y Periópodos; el abdomen está formado por seis segmentos y seis pares de apéndices llamados pleópodos cuya función es natatoria. En el telson se encuentran los urópodos que sirven también para la natación. El exoesqueleto es la región

Poseen poco o considerablemente comprimido, rostro por lo general bien desarrollado y comprimido lateralmente, pedúnculos oculares moderados a muy alargados, anténulas con dos flagelos, mandíbula con un proceso incisivo y el palpo con unos o dos artejos, Los primeros tres pares de apéndices similares, quelados, planos, incrementándose en longitud posteriormente, cuarto y quinto par de apéndices bien desarrollados y simples.

### 3.2.1 Crecimiento.

El crecimiento del camarón va en dependencia del sexo. Los machos y las hembras pueden diferenciarse por una serie de estructuras sexuales secundarias externas.

#### a. Caracteres de las hembras

Thelycum (Télico): Es una modificación de la parte ventral del cefalotórax a la altura del 3°, 4° y 5° par de pereiópodos, encontrándose las coxas de estos dos últimos pares de apéndices mucho más separadas que el resto; en esta estructura es donde el macho deposita su espermatóforo.

Se pueden distinguir hembras con dos tipos de thelycum: abierto y cerrado. En las hembras con el último tipo, se pueden observar en la parte ventral del cefalotórax receptáculos seminales, cubiertos con mayor o menor grado por placas laterales.

Entre las especies con hembras de télico abierto se pueden citar: *Penaeus occidentalis*, *P. vannamei*, *P. stylirostris*, *P. schmitti*, *P. setiferus*, *Metapenaeus ensis*, *Pleoticus muelleri*, mientras que algunas de las especies con télico cerrado en distinto grado son: *P. californiensis*, *P. aztecus*, *P. duorarum*, *P. brasiliensis*, *P. paulensis*, *P. merguensis*, *P. monodon*, *P. semisulcatus*, *P. kerathurus*, *P. indicus*, *P. orientalis*, *Artemesia longinaris*.

Las hembras alcanzan tallas mayores a que los machos; como por ejemplo el camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) en donde las hembras alcanzan unos 15 cm. En el mismo tiempo en que un macho alcanza alrededor de 13 cm. La temperatura es muy importante en el crecimiento de estos organismos; a mayor temperatura, se presenta por lo general un mayor crecimiento; la tolerancia a la temperatura.



## b) Caracteres de los macho.

Estos presentan una serie de modificaciones; así, las coxas del quinto par de pereiópodos son de mayor tamaño que el resto, debido a que en ellas se forman los espermatóforos, uno en cada coxa, que son una masa de espermatozoides envueltos por una cubierta dura.

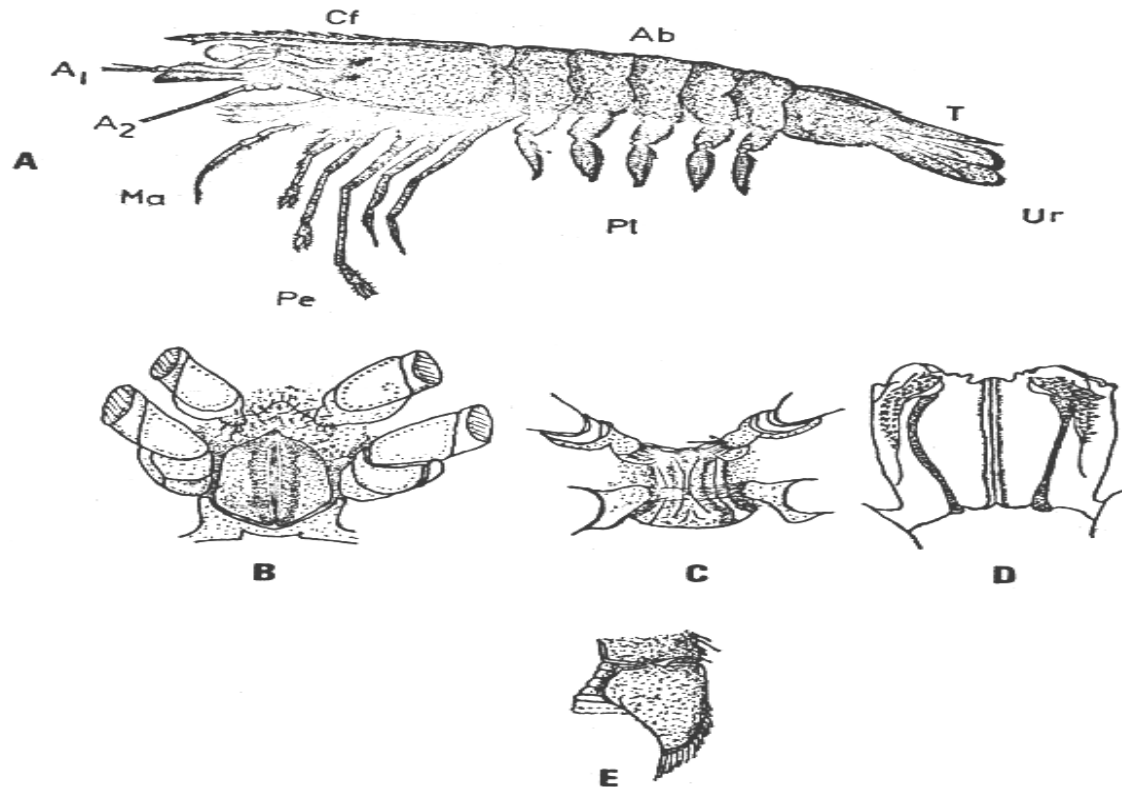


Figura 2. Morfología general del camarón

A: Morfología general de un camarón peneido; B: téllico cerrado (*Penaeus brasiliensis*); C: téllico abierto (*P. schmitti*); D: petasma (*P. schmitti*); E: appendix masculina (*P. schmitti*). (Modificado de Boschi, 1963).  
 A<sub>1</sub>: anténula; A<sub>2</sub>: antena; Ab: abdomen; Cf: cefalotórax; Ma: maxilipedio; Pe: pereiópodos; Pl: pleópodos; T: telson; Ur: urópodos.

### 3.2.2 Ciclo Biológico

El ciclo de vida de los camarones *Litopenaeus vannamei*, ocurre cuando los adultos copulan y desova en aguas oceánicas costeras a profundidades entre 18 y 27 metros. Los desoves comienzan a partir de marzo hasta septiembre con picos máximos en mayo, junio, agosto y septiembre.



Los camarones *Litopenaeus* tienen un ciclo de vida muy complejo y corto de unos 18 meses el cual va desde huevo, estadios larvarios (nauplio, zoea, mysis, postlarvas), juvenil y adulto. El desarrollo de huevo a estadios presenta las mismas características antes de alcanzar el estadio de postlarvas.

El ciclo larvario tiene una duración total de dos a tres semanas según la especie y las condiciones ecológicas, donde las larvas van variando sus hábitos alimenticios. Los nauplios se alimentan del vitelo proveniente del huevo, las zoeas son fitófagas y las mysis son zooplantófagas al igual que las postlarvas.

Al llegar al estado de postlarvas el animal ya presenta las características morfológicas típicas de un camarón y las corrientes las han aproximado a los esteros y lagunas donde se desarrollan las que logran sobrevivir, pues encuentran una mayor disponibilidad de alimento, mayores temperaturas y protección de los depredadores.

Las postlarvas ingresan a los esteros con una talla entre cuatro y doce milímetros y para esto necesita la ayuda de las mareas, lo cual les da el impulso para colonizar la zona estuarina.

### 3.2.3 Ciclo vital

El ciclo vital de un peneido típico como las especies que se hallan en Ecuador (*Penaeus stylirostris*, *P. vannamei*, *P. occidentalis*); Brasil (*P. schmitti*, *P. subtilis*, *P. brasiliensis*, *P. notialis*); costa atlántica de Estados Unidos y México (*Penaeus setiferus*, *P. duorarum*, *P. aztecus*); costa pacífica de México (*P. stylirostris*, *P. vanamei*, *P. californiensis*); y Asia (*P. monodon*, *P. indicus*, etc) se muestra en la Figura 3. La maduración y reproducción de estas especies se realiza en aguas profundas, entre 15 y 60m; las hembras fecundadas ponen huevos en cantidades variables de acuerdo con la especie (entre 10.000 y 1.000.000). Al cabo de un tiempo, estos eclosionan en una serie de estadios denominados larvas, cada uno de los cuales tiene características morfológicas determinadas y diferentes requerimientos nutricionales. El siguiente cuadro muestra los distintos estadios larvales, forma de alimentación y comportamiento.



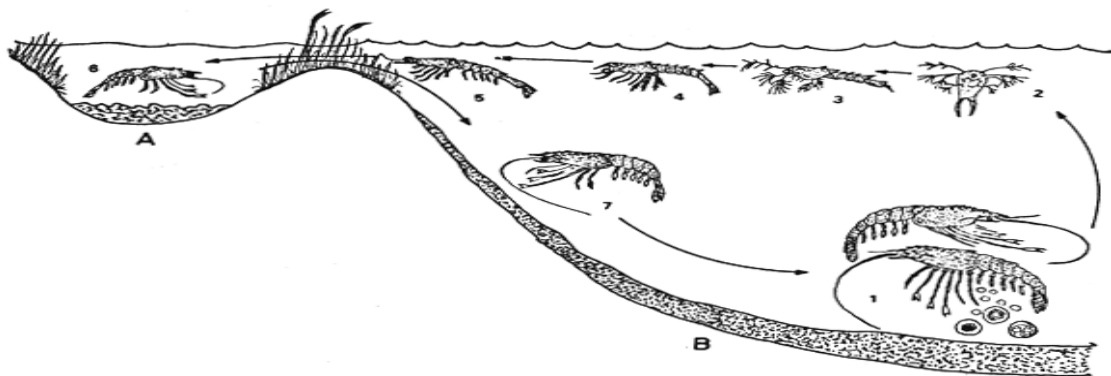


Tabla nº 2. Comportamiento del camarón durante su crecimiento

ESTADIO	ALIMENTACION PRINCIPAL	COMPORTAMIENTO
Huevo	-	Flota, tendencia a depositarse en el fondo
Nauplius	Sus propias reservas	Locomoción por antenas, planctónicas
Protozoa	Fitoplancton	Planctónicas, natación por apéndices cefálicos
Mysis	Zooplancton	Planctónicas, natación por apéndices del tórax
Postlarvas	Zooplancton posteriormente alimentación omnívora	y Los primeros estadios son planctónicos, luego de hábitos bentónicos, natación por pleópodos

Fuente: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB466S/AB466S02.htm>

Como se puede observar en la Figura 3, postlarvas y/o juveniles migran hacia la costa, a aguas menos profundas y de baja salinidad: por ejemplo, zonas de manglar, esteros, lagunas, ricas en materia orgánica, donde crecen hasta alcanzar estadios de adulto o preadulto migrando luego a mar abierto para madurar y reproducirse.



Fuente: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB466S/AB466S02.htm>

Figura 3. Ciclo vital de un camarón peneido típico: 1: maduración y reproducción; 2: naupli; 3: protozoas; 4: mysis; 5: postlarvas; 6: juveniles; 7: adultos. (Modificado de Boschi, 1977)



El crecimiento de los camarones cultivados depende de muchos factores, siendo los más importantes; la especie, edad, temperatura, disponibilidad de alimento y el sexo (Martínez 1993). también a la facultad de utilización del alimento y a la resistencia de las enfermedades y otro de origen interno llamados en su conjunto medio vital y comprendiendo principalmente la composición y pureza química del medio contenido de oxígeno, ausencia de sustancia nocivas el espacio vital ) según que sea suficientemente extenso o demasiado reducido, el crecimiento es rápido o lento ) etc.

### 3.2.4 Requerimientos ambientales en distintas etapas del ciclo vital

#### Temperatura y salinidad

Los camarones peneidos se pueden dividir en dos grandes grupos:

a) Camarones de aguas tropicales: Tienen requerimientos de temperaturas superiores a 20°C, con crecimiento óptimo entre 26 y 32°C, entre los representantes de este grupo podemos mencionar: *Penaeus monodon* en Asia; *P. notialis*, *P. brasiliensis*, *P. schmitti*, *P. aztecus subtilis*, *P. paulensis*, *P. setiferus*, *P. duorarum* en la costa atlántica de América; *P. stylirostris*, *P. vannamei*, *P. occidentalis* en las costas del Pacífico.

Por lo general cada etapa del desarrollo tiene un rango óptimo de temperatura y salinidad para su normal desarrollo; así, las larvas se desarrollan a temperaturas entre 25–30°C y salinidades entre 28 y 35 ‰, mientras que las postlarvas tienen una tolerancia más amplia a los cambios de estas variables, así por ejemplo postlarvas de camarones del golfo de México pueden tolerar amplias fluctuaciones de salinidad y temperatura. Según Zein-Eldin y Griffith (1969) *P. aztecus* tolera mucho mejor que *P. setiferus* bajas temperaturas, mientras que esta última especie es más tolerante a altas temperaturas (30–35°C). Por el contrario los mismos autores indican que *P. aztecus* es más tolerante que *P. setiferus* a altas salinidades (hasta 40‰),

En cuanto a juveniles y subadultos que viven en estuarios lagunas y manglares son los que mejor soportan mayores variaciones en las condiciones ambientales.

#### Sustrato

En general los peneidos viven en fondos blandos de fango, constituídos por distintas proporciones de arena, limo y arcilla. Especies como *Penaeus duorarum*, *P. japonicus*, *P. aztecus*, *P. setiferus*, *P. vannamei* y *Pleoticus muelleri* se entierran y otras como *P. stylirostris*, *P. monodon*, *P. merguensis* y *Artemesia longinaris* quedan por lo general quietas en el fondo. Este hábito aparece durante los primeros estadios postlarvales y permite a los camarones protegerse de predadores, principalmente durante el período de muda; este comportamiento



parece estar regulado por factores como la luz, temperatura, concentración de oxígeno, etc.

En cuanto al camarón argentino, de aguas templadas, si bien durante el día

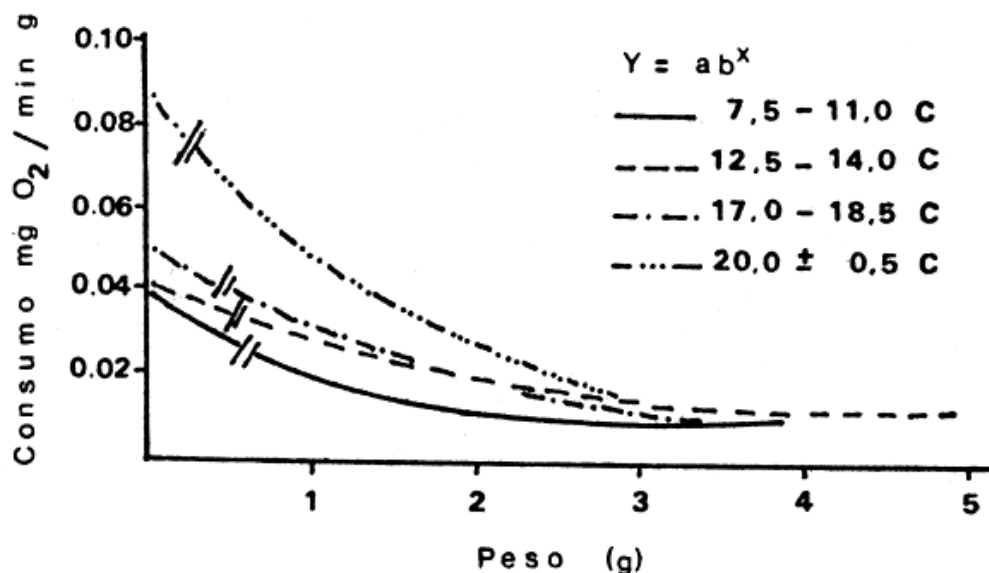
permanece en el fondo rara vez se entierra, habiéndose determinado que su actividad es mayor entre 24–26°C que entre 15–19°C (López y Fenucci, 1987).

### Oxígeno

La concentración de oxígeno disuelto en el agua es de fundamental importancia; se ha comprobado que concentraciones de este elemento menores de 2 ppm producen una alta mortalidad en cultivos.

En cuanto al consumo de oxígeno, a una temperatura aproximada de 23°C, para ejemplares de *P. japonicus* con tallas medias de 3,1 a 16,1 g varía entre 135 y 77 CC/Kg./hora, 'siendo mayor el consumo por unidad de peso para los animales de menor tamaño (Egusa, 1961).

Es un hecho generalizado que a medida que aumenta la temperatura, se incrementa el consumo de oxígeno (Figura 5), a la vez que disminuye la solubilidad del mismo en agua. Esto debe ser tenido en cuenta para evitar una marcada depleción de oxígeno en tanques de cultivo durante días muy calurosos.



Fuente: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB466S/AB466S02.htm>

Figura 4. Consumo de oxígeno por unidad de peso en *Artemesia longinaris* a distintas temperaturas.



## Muda

En la Figura 6, se observa el hecho importante que relaciona la muda con el crecimiento. es que cuando el animal pierde su viejo esqueleto, inmediatamente comienza a absorber agua aumentando su volumen con lo cual la nueva cutícula se expande; luego el volumen ocupado por el agua es reemplazado por tejidos y en esa forma el camarón crece.

El período de muda es crítico, el camarón se encuentra desprotegido, es fácil presa de predadores, siendo ésta la etapa en la cual se observa una mayor mortalidad.

Tabla 3. Cambios que se dan durante el ciclo de la muda

Post-muda	: Período de turgencia debido a la absorción de agua; los animales no se alimentan.
Intermuda	: Período de actividad secretora de la epidermis, crecimiento de los tejidos, el animal se alimenta
Premuda	: Se inicia la reabsorción del antiguo exoesqueleto y comienza a formarse una nueva cutícula, el animal no se alimenta.
Exuviación o ecdisis	: Pérdida del viejo esqueleto.

Fuente <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB466S/AB466S03.htm>

En general los animales más pequeños tienen un ciclo de muda más breve por cortamiento del período de intermuda. Por ejemplo para Artemesia longinaris Petriella, (1984) ha observado la existencia de una menor tasa de muda para los animales de mayor tamaño, es decir un alargamiento del período de intermuda con la edad.

## Proceso de maduración

Es el medio por el cual los machos y hembras de una especie desarrollan sus órganos genitales hasta alcanzar óvulos.

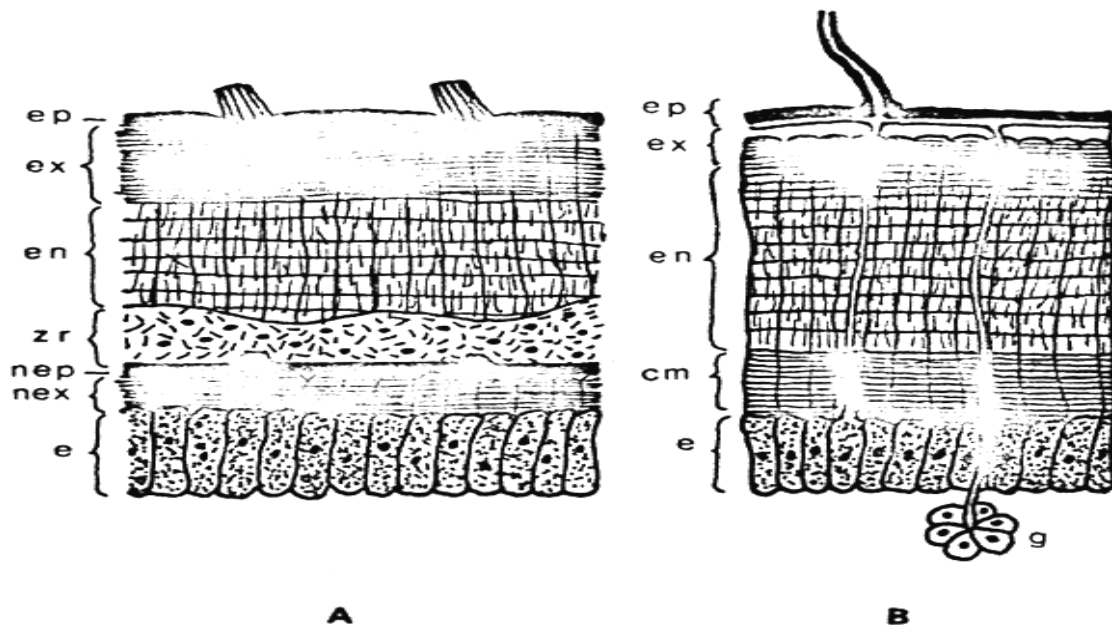


Figura 5. Estructura del tegumento. A: corte transversal en premuda mostrando la reabsorción del antiguo exoesqueleto y formación del nuevo; B: corte transversal en intermuda. (Petriella, 1984). cm: capa membranosa; e: epidermis; en: endocutícula; ep: epicutícula; ex: exocutícula; g: glándula tegumental; nep: nueva epicutícula; nex: nueva exocutícula; zr: zona de reabsorción

El proceso de maduración se determina mediante una serie de estadios que se detallan a continuación.

#### Estadio I

Gónadas invisibles a través del exoesqueleto. Aspecto filiforme, muy pequeñas comparadas con los demás órganos y confinadas al abdomen, muy flácidas y de color blanco translúcido (Figura 7).

#### Estadio II

Gónadas invisibles a través del exoesqueleto. Con aspecto filiforme pero con un esbozo de desarrollo del lóbulo anterior, transparentes y con muy poco cromatóforos.

#### Estadio III

Gónadas invisibles a través del exoesqueleto. Hay un alargamiento importante, reconociéndose un lóbulo anterior con lobulaciones digitiformes que cubren el



hepatopáncreas y la región abdominal más engrosada y bien diferenciada del intestino. Son transparentes y con muchos cromatóforos.

#### Estadio IV

Ovarios visibles a través del exoesqueleto. Se diferencian tres regiones: una anterior con dos lóbulos, media con varias lobulaciones y posterior que se continúa hasta el telson. El color es verde pálido.

#### Estadio V

Ovarios visibles a través del tegumento. Color verde oliva con cromatóforos. La región anterior compuesta por dos lóbulos doblados en forma de gancho que llegan al extremo de la región cefálica, la región media con 6 lobulaciones laterales digitiformes y una región posterior abdominal que se extiende hasta el telson.

#### Estadio VI

Las mismas características externas del estadio V, pero la consistencia es muy flácida y cremosa, deshaciéndose al tratar de removerlo. Color verde rojizo. Son los ovarios desovados.

En el estadio V se observó en los ovocitos la presencia de "Jelly like substance" o cuerpos periféricos (Figura 8).

En general, los mismos estadios de King (1948) han sido utilizados para determinar estadios de maduración en *P. merguensis*, *P. japonicus*, *Metapenaeus ensis* y *Penaeus semisulcatus* (AQUACOP, 1975) y por Chamberlain y Lawrence (1981-a) en *P. stylirostris* y *P. vannamei*. Es de hacer notar que en las especies de tético cerrado como *P. merguensis*, *P. japonicus*, *Artemesia longinaris* es más difícil percibir la fecundación ya que sólo se observan partes blandas del espermátforo transferido por el macho solo por un breve período, las cuales desaparecen rápidamente y al cabo de 24 hs, solo se observan masas blancas bajo las placas del tético.



Figura 6. Distintos estadios de maduración ovárica en *Artemesia longinaris* (Petriella y Díaz, 1987). a: estadio I; b: estadio II; c: estadio III; d: estadio IV; e: estadio V.



Figura 7. Corte histológico de ovario de *Artemesia longinaris* en maduración total. (Petriella y Díaz, 1987).  
c: células foliculares; o: ovocito maduro;  
r: cuerpos periféricos.

La maduración en machos se visualiza externamente porque las coxas del 5° par de pereiópodos presentan una fuerte coloración verde, debido a la presencia de los espermátóforos maduros. También pueden observarse en aquellos ejemplares ya desprovistos de sus espermátóforos, el petasma deteriorado (Díaz, comunicación personal).

El ciclo larvario tiene una duración total de dos a tres semanas según la especie y las condiciones ecológicas, donde las larvas van variando sus hábitos alimenticios. Los nauplios se alimentan del vitelo proveniente del huevo, las zoeas son fitófagas y las mysis son zooplantófagas al igual que las postlarvas.



Los factores que regulan la maduración son de tipos ambientales y hormonales.

Entre los factores ambientales que afectan la maduración tenemos:

La Temperatura: este parece ser el factor ambiental más importante, a este respecto se ha establecido una correlación entre la cantidad de hembras ovígeras de *Penaeus duorarum* obtenidas en áreas cercanas a la Isla Tortuga y la temperatura del agua de mar cuando esta es superior a los 70°F (Cummings, 1961).

La Luz y fotoperiodo: poco es lo que se ha trabajado con respecto a la influencia de estos dos factores en la maduración.

Para *P. merguensis* (AQUACOP, 1975) se ha determinado que la intensidad de la luz parece ser un factor importante en este proceso, obteniéndose mayor cantidad de hembras maduras con animales sometidos a solo 10% de luz natural incidente que en aquellos sometidos al 40% de luz.

### **3.3 Enfermedades que pueden afectar a los camarones**

Las enfermedades se clasifican de acuerdo con los grupos o especies de peces y mariscos cultivados y estas son causadas por parásitos (bacterias, virus, hongos, protozoos, lombrices, crustáceos y larvas de mejillones), ambientales, nutritivas y constitucionales.

Las Enfermedades bacterianas que comúnmente se encuentran en los camarones son;

La hidropesía abdominal infecciosa de carpas, forunculosis, enfermedad bacteriana del riñón, enfermedad de la "bocarroja", úlceras, tuberculosis, enfermedad columnaris, podredumbre de la cola y las aletas, enfermedad del pedúnculo, enfermedad de la peste roja, enfermedad de las manchas rojas, septicemia, enfermedad del agua fría, exoftalmos, enfermedad del botulinum, enfermedad del saco azul, nocardia, etc. Estas son producidas por las bacterias patógenas como las (*Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Corynebacteria*, *Enterobacteria*, *Hemophilus*, *Mycobacteria*, *Nocardia*, *Myxobacteria*, *Streptomyces* y *Vibrio*);

Entre las enfermedades virales tenemos a:

Necrosis hematopoiética infecciosa, necrosis pancreática infecciosa, septicemia hemorrágica viral, necrosis dural ulcerativa, viremia de primavera de carpa, viremia del bagre de canal, viruela, kryo-ichthyozoosis, limfocistis, enfermedad de la coliflor, inflamación de la vejiga natatoria, etc.





Las enfermedades causadas por hongos son:

Dermatomicosis o infección saprolegnia, podredumbre de las branquias o branquiomycosis, enfermedad "cotton cap" y enfermedad ichtiofonus.

Enfermedades causadas por protozoos

Costiasis, chilodoneliasis, ciclochaetiasis, enfermedad del vértigo, ictiotiriasis, enfermedad pilularis, enfermedad lenot o enfermedad del grano, enfermedad de la carne lechosa, etc.

Infección por larvas de glochidia de mejillones de agua

Enfermedades ambientales

Factores causantes - falta o exceso de oxígeno, alta acidez, alta alcalinidad, variaciones de la temperatura, sustancias tóxicas de descargas industriales y de albañal, etc.; edema de gas, edema del agua, quemadura del sol, enfermedad del saco azul, "pop-eye" o exoftalmus, etc.

Enfermedades nutricionales

Degeneración hepática lipóide, enteritis, hepatoma, botulismo, aertaminosis, enfermedades causadas por minerales y microelementos y enfermedades del agua blanda (granuloma visceral, nefrocalcinosis y enfermedad proliferativa del riñón).

Tumores de los peces

Tumores benignos y malignos; hiperplasia, neoplasia, anaplasia y metaplasia; causas de los tumores (estímulos químicos o físicos adversos, presencia de parásitos y perturbaciones hormonales).

Enfermedades comunes que afectan a las principales especies cultivadas

Enfermedades comunes de los órganos principales - piel, ojos, branquias y órganos interno!

. Efectos de las enfermedades

Pérdida económica debida a la mortandad; efecto perjudicial en el crecimiento, factor de condición, fatiga y fecundidad reducida, vulnerabilidad a la depredación, susceptibilidad a factores ambientales su óptimos, alteraciones de la sangre.



### 3.3.1 Virosis de crustáceos peneidos

El gran auge que ha experimentado la industria del cultivo de camarones peneidos está acompañado por un incremento del impacto negativo que sobre el cultivo tienen las enfermedades de etiologías tanto infecciosas como no infecciosas (D. V. Lightner, material no publicado). Un organismo acuático (vertebrado o invertebrado), mantenido en condiciones de cultivo, está sujeto a variaciones de diversos factores que serán los que determinarán básicamente la aparición de las enfermedades. La importancia de estos factores (ambientales y nutricionales, entre otros) es aún mayor en los sistemas de cultivo intensivo y semi-intensivo, debido a la naturaleza misma del sistema de cultivo, en donde se mantienen densidades muy altas por unidad de volumen de agua.

Entre las enfermedades infecciosas que afectan a crustáceos peneidos se encuentran las causadas por los virus. Se han reseñado hasta ahora las siguientes virosis tres baculovirosis: (Cuadros 1 y 2) *Baculovirus penaei* o BP (7), necrosis baculoviral de la glándula del intestino medio (baculoviral midgut gland necrosis) o BMN (26), y baculovirosis de *Penaeus monodon* (*P. monodon* baculovirus) o MBV (20); necrosis hipodérmica y hematopoiética infecciosa causada probablemente por un picornavirus (Cuadros 1 y 3) (infectious hypodermal and matopoietic necrosis virus) o IHHNV (21); virosis hepatopancreática causada por un probable parvovirus (hepatopancreatic parvovirus) o HPV y dos reovirosis ambas en el hepatopáncreas de *P. japonicus* (4).

Lightner (D.V Lightner, material no publicado) menciona tres procedimientos básicos de diagnóstico desarrollados para detectar la presencia de infecciones virales:

- a) Realizar exámenes directos al microscopio de preparados frescos e histopatología en infecciones severas.
- b) Favorecer la infección en camarones haciendo luego un examen microscópico y/o histopatología.
- c) Desarrollar un bioensayo con una población de camarones que se sospeche esté infectada y una especie sensible como indicador; seguido por un muestreo para la realización de un examen microscópico e histopatología.

#### Baculovirus penaei (BP)

Fue observado por primera vez en el camarón rosado (*Penaeus duorarum*) por Couch. Estos viriones tienen forma de bastón y se hallan libres o incluidos en CIPs. Esta nucleopolihedrosis viral es la primera en animales distintos de insectos y ácaros.



En la tabla 4. Virus y la especie que se ven afectadas

Tabla 4. Virus de peneidos y sus hospederos naturales conocidos y experimentalmente infectados.

Subgénero	BP	MBV	BMN	IHHN	HPV	REO
Litopenaeus:						
<i>P. vannamei</i>	+++			+		
<i>P. stylirostris</i>	+			+ ++		
<i>P. setiferus</i>	+			+(e)		
Penaeus:						
<i>P. monodon</i>		++		++	+	
<i>P. esculentus</i>					++	
<i>P. semisulcatus</i>	+			+	+++	
Fenneropenaeus						
<i>P. merquiensis</i>		++			+++	
<i>P. orientalis</i>					++	
Melicertus						
<i>P. japonicus</i>			+++	++ (e)		++
<i>P. aztecus</i>	+++			+(e)		
<i>P. duorarum</i>	+++			+(e)		
<i>P. kerathurus</i>		+(?)				
<i>P. marginatus</i>	+++					

Fuente:

<http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/VeterinariaTropical/vt13/texto/juliad.htm>

Abreviaturas:

BP = *Baculovirus penaei*

MBV = Baculovirus de *P. monodon*

BMN = Necrosis baculoviral de la glándula del intestino medio.

IHHN = Necrosis infecciosa hipodérmica y hematopoiética

HPV = Virus entérico de tipo parvovirus

REO = Virus tipo reovirus

+ = Especies infectadas sin señales de enfermedad

++ = Infección que resulta en enfermedades y mortalidades moderadas.

+++ = Infección que resulta en serias epizootias con una alta tasa de mortalidad.

e = Infectado experimentalmente; infecciones naturales no observadas.



En la tabla 5. Posiciones geográficas en las que se encuentran las enfermedades de IHHN (*Neurosis baculoviral* de la glándula del intestino).

Tabla 5. Distribución geográfica conocida de IHHNV en camarones peneidos en cultivo.

Especie hospedera	Localidades de cultivo positivas para IHHNV
<i>P. stylirostris</i>	Hawaii, Tahiti, Florida,
<i>P. vannamei</i>	Tejas, Islas Caiman ,
<i>P. monodon</i>	Israel, Panamá, Costa Rica,
<i>P. semisulcatus</i>	Beliza, Ecuador, Filipinas,
<i>P. japonicus</i> (exp)	Singapur y Guam
<i>P. aztecus</i> (exp)	Probablemente: Taiwan, Brasil, Francia,
<i>P. duorarum</i> (exp)	Jamaica y Honduras.
<i>P. setiferus</i> (exp)	

Fuente:

<http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/VeterinariaTropical/vt13/texto/juliad.htm>

exp = infección experimentalmente inducida en el laboratorio, no se conoce de infecciones ocurridas naturalmente.

Los camarones afectados poseen células que se encuentran en diferentes estadios del ciclo reproductivo infeccioso del virus. Por lo tanto, un espectro de relaciones ultra estructurales virus-célula puede ser obtenido. Por conveniencia se describen tres niveles reconocibles de infección celular, estos niveles están caracterizados por los siguientes cambios morfológicos:

1. Infecciones avanzadas o evidentes, las cuales se caracterizan por lo siguiente: presencia de un CIP relativamente grande en el núcleo, deformando el perfil celular; una envoltura nuclear anormal multilaminada, entre cuyas láminas existen grandes-cisternas, y en ocasiones, en el citoplasma adyacente al núcleo, se observan vesículas que contienen viriones.

2. Infecciones intermedias donde se observa: núcleos hipertrofiados con pocos a muchos viriones no incluidos, heterocromatina ausente o marginada, nucleolos ausentes o degenerados, citoplasma lleno de ribosomas libres y el inicio de la proliferación de las membranas de la envoltura nuclear que culmina, en infecciones más avanzadas, en un laberinto membranoso cuyo origen está en la envoltura nuclear.

3. Infecciones tempranas y eclipsadas: en la primera se inicia la hipertrofia nuclear, hay disminución de la heterocromatina y se observan pocos viriones y



estadios virogénicos tempranos (representados por configuraciones de membrana en forma de U y C, asociadas a cuerpos densos que se asemejan al nucleoide viral y que también han sido reportadas en insectos); en la segunda que es el estadio final, aparentemente no hay viriones y sólo se observan restos de núcleos y células destruidas.

### 3.3.2 Baculovirus de *P. monodon* (MBV)

*P. monodon*, criada en el laboratorio, comenzó a morir de lo que se creyó era una enfermedad causada por un protozoario con una fase secundaria bacteriana; mediante el suministro de una dieta medicada se detuvo la enfermedad temporalmente, pero en enero de 1978 solo 11 camarones habían sobrevivido. Mediante estudios histológicos, el tipo de lesión considerada como primaria se caracterizó por la presencia de múltiples CI intranucleares conspicuos dentro de las células epiteliales del hepatopáncreas. Por microscopía electrónica se observó que los CI estaban asociados con un baculovirus (20).

. Los viriones libres o incluidos en los CI tienen forma de bastón y poseen una envoltura relativamente delgada alrededor de una densa nucleocápside. Al igual que en *Baculovirus penaei*, se ha observado a partir de cortes longitudinales de muchos viriones completos, una protrusión apical y en partículas virales inmaduras o incompletas configuraciones de membrana en forma de U y C.

La fuente del virus MBV se desconoce, pero es posible que el virus se encuentre en forma latente a través de los estadios larvales, sólo para hacerse activo y causar una epizootia cuando los peneidos alcancen la etapa post-larval ( $\pm$  PL 20), etapa en la cual comienzan a aparecer señales de la enfermedad. La experiencia indica que aunque MBV sea diagnosticable a PL 20, es más seria y se diagnostica más fácil en post-larvas mayores, juveniles y adultos (21). Esta es la segunda enfermedad viral reportada en camarones peneidos y el primer informe en *P. monodon*.

Las virosis de MBV y BP se diferencian de la siguiente manera:

1. En MBV los CI son amorfos y en BP son polihédricos.
2. El laberinto membranoso citoplasmático en MBV parece originarse del Complejo del Golgi, mientras que en BP parece que se forma con proliferación de la membrana nuclear y permanece unido a ésta en algunas áreas.
3. Los virus no incluidos de MBV no se observan proyectar de la membrana nuclear o en vesículas citoplasmáticas en cualquier estadio de desarrollo en los hepatopancreocitos, como ocurre en BP. El diagnóstico de la MBV se realiza de misma manera que para BP.



### Necrosis baculoviral de la glándula del intestino medio (BMN)

Este virus parece ser enzoótico en poblaciones silvestres ya que sólo ha sido observado en *P. japonicus* en estaciones de reproducción en Japón.

### Picornaviriosis.

El virus de la necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa (infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus) o IHHNV se observó por primera vez en Hawaii a mediados de 1981, a partir de poblaciones de *P. stylirostris* en cultivo; esta especie fue importada de varios establecimientos comerciales de reproducción en América. Luego de ser hallado en esta especie de peneido, IHHNV se ha encontrado infectando una variedad de otras especies, ya sea en forma natural o inducida experimentalmente.

Tentativamente se clasifica al IHHNV como un picornavirus por su tamaño, morfología y porque su replicación se realiza en el citoplasma (23).

El IHHNV es una enfermedad de juveniles y adultos, que provoca serias epizootias en *P. stylirostris* y *P. monodon*, cultivados intensiva y semintensivamente, ocasionando mortalidades acumulativas que exceden el 90% de la población en 14 a 21 días (22). Los camarones peneidos que sobreviven a infecciones de IHHNV se convierten en portadores asintomáticos y los transmiten a su descendencia.

En esta infección viral el tamaño (0,05-1,0 g) parece ser un factor más importante que la edad en la determinación del inicio de la enfermedad; la primera señal de este inicio es un nado errático y no usual de individuos agudamente infectados: el animal lentamente nada hacia la superficie donde se mantiene o nada lentamente, se da vuelta quedando con el lado ventral hacia arriba, cesa el movimiento y se hunde hasta el fondo, allí se mantiene letárgico; esto ocurre de 4-12 horas antes de morir. Lightner (D.V. Lightner, material no publicado), señala que la fase aguda de la cutícula presenta parches y la musculatura es opaca.

### Parvoviriosis.

La virosis hepatopancreática causada por un probable parvovirus (hepatopancreatic parvo-like virus) o HPV fue reconocida por primera vez en *P. merguensis* en Singapur y Malasia por Lightner y Redman, citado por Lightner (D.V. Lightner, material no publicado). Adicionalmente, HPV (o un agente muy similar) fue reconocido en otras especies de *Penaeus* (Cuadro 1) en poblaciones silvestres cautivas o cultivadas en varios países (Cuadro 4)

Los camarones con HPV mostraron señales no específicas tales como baja tasa de crecimiento, anorexia y opacidad de la musculatura de la cola. Con estas señales ocurrían altas mortalidades acumulativas de 50-100% durante los estadios



juveniles (luego de un desarrollo aparentemente normal en los estadios larvales y post-larvales) en 4-8 semanas desde el inicio de la enfermedad.

La lesión principal en esta enfermedad, común a todas las especies afectadas, es la necrosis y atrofia del hepatopáncreas.

Reovirus.

Tsing y Bonnami, citados por Lightner (D.V. Lightner, material no publicado), observaron en 1984 un tipo de reovirus en grandes áreas virales en el citoplasma de las células -R del hepatopáncreas de *P. japonicus*, enfermos y crecidos en un laboratorio de la ciudad mediterránea de Palavas, Francia. Los viriones eran partículas icosaédricas sin envoltura. Se indujo la enfermedad en *P. japonicus* sanos por inoculación del virus purificado y por alimentación de los animales con hepatopáncreas infectado. Esta enfermedad se desarrolló lentamente requiriendo de  $\pm$  45 días para su desarrollo.

Síndrome gaviota

Esta es una manifestación más de vibriosis, este síndrome ha sido asociado con la alta mortalidad de *L. vannamei* que ha alcanzado hasta un 90% en camarones cultivados. Su nombre proviene de la presencia de gaviotas que se alimentan de los camarones moribundos que nadan en la superficie o en las orillas de los estanques (véase capítulo 5). En estudios realizados a camarones moribundos se muestra una bacteremia aguda y los signos gruesos son similares a la vibriosis aguda observada en *P. monodon* y *P. japonicus* y descritos en la sección de vibriosis sistémica. La bacteria más frecuentemente aislada de estos camarones es un vibrio que produce colonias verdes en agar TCBS. Se ha observado que algunos factores ambientales como alta temperatura, cambios en la salinidad y elevadas concentraciones de nitrógeno han contribuido en los brotes de esta enfermedad. También se han visto involucrados factores como: conteos inusualmente altos de bacterias en las tomas de agua, delicado estado de salud en los camarones debido a la presencia de virus y gregarinas y altos niveles de nutrientes en la entrada de agua con baja recirculación.

La virosis de los crustáceos peneidos constituye un campo de investigación relativamente nuevo y sobre el cual queda aún mucho por entender. Los camarones infectados con cualquiera de los virus señalados hasta ahora, no presentan señales clínicas características asociadas a una dada virosis, por lo que el diagnóstico de estas infecciones se basa en la demostración microscópica e histológica de efecto citopatológicos característicos a cada virosis.



Tabla 6. Otras enfermedades de peneidos de posibles etiologías virales y algunos virus huérfanos.

Agente condición	o Especie hospedera	Órgano	Asociado con enfermedad	Referencias
Inclusiones tipo IHHN	<i>P. Japonicus</i>	HEO e IP	NO	Brock (citado por Lightner, en prensa)
Picornia parvovirus	<i>P. Aztecus</i>	Corazón	NO	Foster <i>et al.</i> , 1981
Togavirus	<i>P. duorarum</i>	HP	NO	Lightner ( en prensa )
Picornia Parvovirus	<i>P. japonicus</i>	Todo el cuerpo	SI	Bonnami (citado por Lightner, en prensa)

Fuente <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/VeterinariaTropical/vt13/texto/juliad.htm>

IP=intestino posterior  
HP= hepatopáncreas

Una manera de combatir las virosis en crustáceos peneidos es previniéndolas; en el caso de las baculovirosis se debe evitar la diseminación del virus a nuevas localidades geográficas fuera del rango normal de su especie de peneido hospedera.

Bajo condiciones normales, es posible que las baculovirosis de crustáceos peneidos sean enzoóticas en poblaciones locales silvestres y que tiendan a hacerse epizooticas cuando el camarón es sujeto a cultivo (sobre todo en forma intensiva o semi-intensiva), donde factores inherentes al tipo de cultivo son, al parecer, los que crean las condiciones de estrés en las que se inician una o más enfermedades.

Las enfermedades infecto-contagiosas, especialmente las virosis y bacteriosis, son problemas patológicos de singular importancia para la incipiente industria de la carcinicultura a nivel mundial. Compete al patobiólogo acuático iniciar los correspondientes programas de investigación a fin de determinar los aspectos más importantes de la etiología, epizootología y patología de las enfermedades virales de los crustáceos peneidos; esto con el fin de poner a disposición del sector productivo técnicas de diagnóstico, prevención y control, que permitan el máximo aprovechamiento de estos recursos marinos. Este cultivo está adquiriendo cada





vez mayor importancia a nivel mundial y por ende está atrayendo significativas inversiones financieras, especialmente en algunos de los países en vías de desarrollo.

### **3.3.3 Control que se realizan para las enfermedades que atacan a los camarones**

A continuación algunos métodos de control de las enfermedades transmisibles.

Métodos de tratamiento

- (a) Tratamiento químico mediante el agua (inmersión, baño o aspersión);
- (b) Tratamiento químico mediante el alimento,
- (c) Tratamiento directo con productos químicos.

Criterios para la selección de productos químicos para el control de enfermedades

Relación entre la dosis letal de plagas y peces, seguridad en la manipulación, efecto en la productividad del estanque, peces, cultivos cercanos y consumidores de pescado, duración de media vida, costó, etc.

Productos químicos empleados comúnmente

Sulfato de cobre, formalina, verde de malaquita, permanganato de potasio, hiamina 3500, compuestos organofosforados, antibióticos, sulfonamidas, nitrofuranos, óxido di-n-butyl de estaño, euheptina, sulfato magnésico, amoníaco, benzalkonium, cloro, acriflavina, yodo, peróxido de hidrógeno, azul de metileno, ozono, cloruro sódico, nitrato de plata, etc.; dosis y métodos de administración para diferentes enfermedades; precauciones que hay que tomar.

Organismos relacionados nacionales e internacionales para el control de enfermedades

Coordinación y acuerdos (Oficina Internacional de Epizootias, Comisión Asesora Europea sobre Pesca Continental (CAEPC), FAO y otros organismos nacionales e internacionales); importancia de medidas preventivas, de control y de regulación de las enfermedades contagiosas; normas de inspección y certificación sanitaria.

Medios y control de propagación de las enfermedades.

Los cultivos de camarón, también son afectados por otros patógenos como las bacterias, las cuales a diferencia de las de origen viral, si disponen de tratamientos para su control.

Existen evidencias de que los patógenos causales de las enfermedades que afectan al camarón cultivado son introducidos o dispersados de una unidad de



producción acuícola, localidad, estado, región o litoral a otro, a través del agua, de ejemplares portadores asintomáticos de éstos, por aves, otros animales, utensilios, vehículos, etc.

Cuando aparece un brote de enfermedad en una unidad de producción acuícola de camarón, el agente causal es dispersado por el agua hacia otros estanques de la misma unidad, a través del agua de descarga, hacia el cuerpo de agua receptor, situación que incrementa el riesgo de que otras unidades de producción que se abastezcan de este mismo cuerpo de agua, introduzcan a sus instalaciones al patógeno causal de la enfermedad, con la consecuente amenaza del brote o epizootia que representa esta situación.

La calidad del agua para el cultivo de especies acuícolas como los camarones peneidos, es un punto crítico en el proceso de producción, por lo que debe ser controlado, en los parámetros físicos, químicos y biológicos que la constituyen, entre otros, se encuentran el tipo de plancton que es introducido a la unidad de producción acuícola, los sólidos suspendidos, los sólidos totales, los nitritos, los nitratos, la salinidad, la temperatura, etcétera, los cuales deben ser los adecuados para el buen crecimiento y la engorda del camarón, ya que de lo contrario, la población en cultivo enfrenta un alto riesgo de ser afectado por brotes de enfermedades y mortalidades causadas por deficiencias o alteraciones en estos parámetros.

Ante la problemática descrita en los numerales anteriores, las autoridades acuícolas de varios países, han adoptado diversos requisitos y medidas para prevenir y controlar la dispersión de las enfermedades que afectan al camarón cultivado, tales como la certificación de las distintas fases de desarrollo de los camarones peneidos que se utilizan en la producción, para el uso de sustancias químicas que se utilizan en el control y prevención de enfermedades.

Los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas en el territorio nacional a postlarvas de camarones peneidos capturadas de poblaciones naturales, han demostrado que estas fases de desarrollo son portadoras, entre otros virus, de los causales del Síndrome del Virus de la Mancha Blanca (WSSV) y del Virus del Síndrome de Taura (STV), lo que representa un alto riesgo de introducir estas enfermedades a las unidades de producción acuícola que se abastecen de esta fuente.

### **3.4 Tipos de alimentos para la crianza de camarones:**

Existen diferentes fuentes de alimentación para el cultivo de camarón los cuales se mencionan los siguientes.

- 1- Alimentos marinos naturales como: organismos bentónicos, fito y zooplancton.
- 2- Residuos orgánicos (vegetales o animales) degradados con la ayuda de microorganismos.



3 Alimentos balanceados en forma de pellets o comprimidos.

4- También de 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) elementos nutritivos que benefician al camarón.

En el cultivo de peces y mariscos, se necesitan algunos requerimientos nutricionales para el desarrollo de los mismos entre los cuales se destacan los nutrientes esenciales.

Entre los nutrientes esenciales se encuentran las proteínas (amino ácidos esenciales), grasas, hidratos de carbono, vitaminas y minerales

Las fuentes de nutrientes requeridas se encuentran naturalmente en estanques, alimento adicional producido mediante la fertilización y alimentación suplementaria; piensos artificiales completos.

Entre los piensos artificiales se encuentran los alimentos pelletizado.

Tamaño del pellet

El tamaño del pellet para alimentar al camarón, es usualmente de 2.0 mm de diámetro y producido en dados con relaciones de compresión de 20-22 en comparación con los pellets para cerdos de 5.0 mm y producidos en dados con relaciones de compresión

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

Las ventajas que tiene en alimento pelletizado son las siguientes:

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

Concerniente con el animal

Con respecto al animal tiene la ventaja de:

Permitir al animal una mejor utilización de los ingredientes debido a la combinación de humedad y calor ya que produce un grado de gelatinización produciendo una mejor digestibilidad.

.También reduce las bacterias y hongos, sin degradar el alimento.



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

Los beneficios importantes que se pueden obtener alimentando con pellets a los crustáceos son:

Los pellets son extremadamente estables en estado seco y pueden ser almacenados por periodos 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 formula 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)

#### **3.4.1 Avances en pelletizado de alimento de camarones**

Los fabricantes de alimentos de camarones incrementan la estabilidad del agua usando harina de trigo como ligante, mayormente porque el almidón de trigo tiene una menor temperatura de gelatinización que el maíz, arroz y otros granos. El contenido de gluten y de partículas finas de la harina de trigo también ayuda en el proceso de ligamiento, además el sistema de pelletizacion para alimentos de camarones usa técnicas avanzadas de manufactura tales como una molienda de materias finas.



### **3.5 Condiciones de estanques para el cultivo de camarones**

Entre las condiciones para el cultivo de camarones tenemos una serie de factores que se detallarán continuación:

#### **Factores físicos - químicos del agua.**

Con el cuidado de los parámetros ambientales se busca mantener las mejores condiciones durante el cultivo para lograr la mejor sobre vivencia y los más rápidos y homogéneos crecimientos.

Para un crecimiento, sobrevivencia y producción es necesario la revisión diaria en horas lugares ideales de las diferentes variables de calidad del agua, como son las propiedades físicas y químicas tales como: temperatura salinidad, oxígeno, turbidez y PH.

#### **Temperatura.**

El camarón es un animal poikilotermico y la temperatura influye de modo directo sobre sus necesidades metabólicas. La temperatura óptima del agua para un crecimiento rápido del camarón debe ser inferior a los 25 grados centígrados y menores a los 33 grados centígrados. La temperatura influye en la cantidad de oxígeno disuelto (M.I.D.A., 1994). La temperatura es un parámetro importante que influye directamente en los organismos acuático infectando la espiración, el crecimiento y la reproducción (Santamaría y Clifford ,1991).

#### **Salinidad.**

Se refiere a la concentración de todos los iones (sales) disueltos en el agua (Pretto, 1990, Clifford ,1991). el camarón es un animal eurihalino soporta cambios amplios de salinidad. Su crecimiento continuo en rangos óptimos de 5<sup>a</sup>40 partes por mil, el rango normal para alcanzar los mejores resultados es de 15<sup>a</sup>25 partes por mil (ppm), Pero los cambios bruscos les puede ocasionar problemas de estrés hasta la muerte.

La salinidad afecta la sobrevivencia y crecimiento de los camarones en cultivo combinando salinidad y temperatura severas inhiben la alimentación de los camarones. La salinidad influye en el metabolismo, crecimiento y reproducción (Martines, 1994).

#### **Oxígeno disuelto**

El oxígeno es medido en mg/l, es uno de los parámetros mas importante en la cría de camarones, una baja concentración de oxígeno disuelto en el estanque es la causa mas común de mortalidad en la tasas de crecimiento. La concentración mas baja de oxígeno disuelto ocurre en la madrugada aumentándose la disponibilidad durante las horas del día y llegando al máximo en horas de la tarde.



La concentración mínima de oxígeno disuelto puede ser tolerado por un camarón varía con la talla y el tiempo de exposición. Rango de 3 a 9 mg/l medidos en hora de la madrugada respectivamente es normal. (M.I.D.A, 1984; Arredondo, 1990).

La cantidad de oxígeno que se puede disolver en el agua depende de la temperatura y la salinidad, debido a esto el oxígeno disminuye conforme la temperatura aumenta.

La principal fuente de producción de oxígeno en los estanques es el fitoplancton, los cambios de aguas vientos y aireación mecánica. El consumo es debido al proceso de respiración de los organismos presentes en el estanque (camarones, peces, jaibas, etc.), difusión del oxígeno hacia la atmósfera y la demanda de la materia orgánica en descomposición.

### **Turbidez.**

El término turbidez se refiere a todo el material en suspensión que se encuentra en la columna del agua, el cual dependiendo de la densidad interfiere en el paso de la luz solar. En los estanques la turbidez que resulta de los organismos planctónicos es deseable ya que juega un papel importante en el ciclo biológico del ecosistema. La turbidez se puede estimar por la medida de la visibilidad del disco de Secchi siendo la óptima de 30 a 40 cm.

El disco de Secchi es un círculo metálico o bien una placa de madera, de alrededor de 20 a 30 cm de diámetro, cuya parte superior se divide en cuatro cuadrantes pintados de tal forma que se oponen directamente negro y blanco con blanco. En la parte central de la cara superior hay una abrazadera a donde se fija la cuerda o cordón marcado. También en el centro, pero del lado inferior hay peso colocado que facilita el hundimiento del disco y está pintado de negro para evitar reflejos. El uso del disco de Secchi consiste en introducirlo en el agua por medio de una línea graduada, presentando atención a la profundidad a la que desaparece de la vista, se repite la operación y el promedio de ambas lecturas proporciona el límite de visibilidad (Villalón, 1994).

### **PH.**

Es la medida de la acidez o basicidad del agua. Su escala varía de 1 a 14 pasando por 7 que es el punto neutro. Está relacionado con cambios en el ambiente físico y biológico del estanque. Un aumento considerable en el PH, puede provocar un desequilibrio en los niveles de amoníaco y sulfuro de hidrógeno lo cual puede afectar las branquias de los camarones. El rango normal para el camarón fluctúa entre los 7.5 a 8.5. Es recomendable que el PH del agua no presente grandes fluctuaciones, ya que esto aumenta la susceptibilidad del estanque de parásitos y enfermedad (Santamaría, 1991). Cuando presenta bajos niveles puede estresar al camarón, causando un resplandecimiento de la concha y pobre sobrevivencia del camarón afectando su crecimiento (M.I.D.A, 1984).



## **Densidad y espacio.**

La densidad de los organismos en camaronicultura se refiere al número de camarones por metro cuadrado. Por otro lado el concepto de capacidad de carga de un estanque camaronero estará en dependencia de la disponibilidad de alimento natural y /o artificial que se encuentra en el estanque, así como la cantidad de organismo que se estén alimentando y la calidad del agua puede soportar para que los animales puedan crecer y vivir adecuadamente.

El espacio es el lugar donde se desarrollan los camarones y tienen una capacidad limitada para soportarlos, aquí debe existir suficiente alimento y capacidad para eliminar los desechos capaces de hacer daño a los individuos. La capacidad de producción alimento y de eliminar desechos al fin determina la capacidad de carga de un ecosistema. Si el espacio es adecuado, la capacidad de eliminar desechos y la densidad de los individuos.

## **3.6 Composición del alimento balanceado**

El alimento balanceado está integrado por dos fracciones: la masa orgánica constituye entre 93-96% y los aditivos de 1-25% del total de la materia seca. Esta composición varía de acuerdo al tipo de formulación y edad del animal.

El contenido de humedad en el alimento no debe de exceder del 12 %, debido a que un exceso de esta presentaría en el alimento las condiciones ideales para el crecimiento propicio de microorganismos 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 muy 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 microorganismos. (Valerezco 1987)

Para la alimentación de los camarones se requieren de nutrientes esenciales en los cuales tenemos a los macro y micronutrientes quienes juegan un papel muy importante en la elaboración del alimento pelletizado .

Los nutrientes 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 a atreviese el organismo.

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



### 3.7 Requerimientos nutricionales de los camarones

#### Proteínas

Las proteínas son compuestos formados por carbono, hidrogeno 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). La eficiencia con que son utilizados Las proteínas puede variar de una especie a otra, pero se ha observado que una mezcla de origen animal y vegetal producen los mejores resultados.

Se ha demostrado que el camarón en sus diferentes estadios requieren 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 utilizan más eficientemente (Bages y Sloane, 1981).

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

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

#### Aminoácidos

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 ser provisto en las dietas, por otro lado los aminoácidos no esenciales son rápidamente sintetizado por el animal para un crecimiento óptimo.

Los aminoácidos considerados esencialmente para camarón son: metionina, arginina, teonina, triptofano, histidina, isoleucina, leucina, lisina, valina y fenilalanina





(Covey y Foster, 1971, Shewbart et al., 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 del camarón
- 6- La edad
- 7- La densidad de población por Ha.
- 8- La temperatura del agua

### Lípidos

Los lípidos es donde se encuentra la mayor parte de la energía en la dieta. Están compuestos de tres elementos: carbono, hidrogeno y oxigeno, 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.

### Funciones generales de las grasas

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

Los niveles 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 asociado con niveles de lípidos que exceden 10%. Sin embargo, esto es probablemente debido a los desequilibrios / deficiencias de los nutrientes.

### 3.7.1 Ácidos 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 prostaglandinas ellos están probablemente involucrados en diversa funciones fisiológicas y metabólicas.



Cuatro ácidos grasos se consideran esenciales para el camarón:  
Linolenico, eicosapentanoico y docosahexanoico.

### **Carbohidratos**

Los carbohidratos, son compuestos formados por carbono, hidrogeno 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 glicógeno y la síntesis de quitina, esteroides y ácidos grasos. En términos de economía energética, la presencia de cantidades suficientes de carbohidratos en la dieta ayuda a optimizar la utilización de las proteínas en formación y reparación de tejidos.

### **Fibra**

La fibra se refiere a las mezclas de celulosa, hemicelulosa, lignina, pentosas y otras funciones generalmente indigeribles en el alimento. La enzima digestiva de la celulosa, la celulosa ha sido identificada en el camarón. Sin embargo la celulosa no es digerida en niveles suficientemente significativos para 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 es difícil de aglutinar. La fibra difícilmente se muele finamente y estos filamentos de fibra pueden actuar como conductores 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)

### **3.7.2 Minerales**

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

#### **Funciones generales de los minerales**

- 1-constituyentes universales del esqueleto.
- 2-mantenimiento de la presión osmótica.
- 3-componentes estructurales de los tejidos.
- 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.

### **Vitaminas**

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 D. El camarón posee el grupo de enzimas necesaria para obtener vitamina 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 del 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.

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

El camarón como todos los animales, toma su energía de la oxidación de los alimentos. 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, tamaño, edad, la actividad, condición física del organismo y por las fluctuaciones estacionarias o diarias de las funciones corporales. Otros factores que pueden afectar la velocidad metabólica son la concentración de oxígeno disuelto y de dióxido de carbono, el pH y la salinidad.

Es necesario determinar para cada especie el requerimiento energético y la posibilidad de usar 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.

### **Alimentación**

La operación adecuada y exitosa de una granja consiste en lograr un equilibrio entre los alimentos naturales y artificiales a fin de obtener un buen crecimiento y bajo índice de conversión alimenticia (menor de 2.5), para lo cual es necesario realizar un seguimiento adecuado de la calidad de agua (renovación y fertilización) y un ajuste preciso de las necesidades de balanceo, mismo que representa un rubro importante en los gastos de los camarones.



En siembra con densidades bajas (2 a 3 camarones por metro cuadrado), los camarones aprovechan todo el alimento natural que se encuentra en el estanque, esto podría ser suficiente para el éxito del cultivo.

### 3.8 Evaluación del crecimiento de los camarones

Una vez colocado en el estanque el camarón es evaluado mediante una serie de pruebas para determinar su ritmo y tasa de crecimiento, desarrollo y adaptabilidad del mismo durante su cautiverio en el estanque.

Tasa de crecimiento de los camarones

El crecimiento de los crustáceos puede entenderse como el incremento de tamaño derivado de una serie de elementos de mudas o como el incremento en peso resultante de la adición de masa de tejidos. El proceso de muda y los cambios de tamaño en el exoesqueleto son eventos independientes del crecimiento muscular. La tasa de crecimiento de un animal se puede decir que es la diferencia existente entre las tasas de catabolismo y anabolismo. De esta manera el crecimiento es el resultado neto de la acumulación y de la destrucción del material celular.

Los muestreos de crecimiento nos permiten conocer el comportamiento de los camarones, en cuanto a su desarrollo, condiciones de muda y su respuesta a la relación alimenticia.

Estos muestreos deben de realizarse en forma periódica; se recomienda hacerlo semanalmente; se utiliza una malla con red de ojo de 4/16 o 1/4 todo dependerá de la edad y talla del camarón esta actividad se realiza en la edad de postlarva o pequeño juvenil hasta alcanzar 1.5 gramos, después se utilizan atarrayas para el muestreo. La cantidad de camarones recomendada para el muestreo de crecimiento es de 25 a 50 unidades por estanques.

La tasa de crecimiento depende de:

- La habilidad inherente de los camarones para crecer.
- La calidad del agua.
- La densidad de siembra y la especie en cultivo.
- La cantidad y calidad de alimento.
- La temperatura del agua.
- La edad de camarones.
- La salud de los camarones.

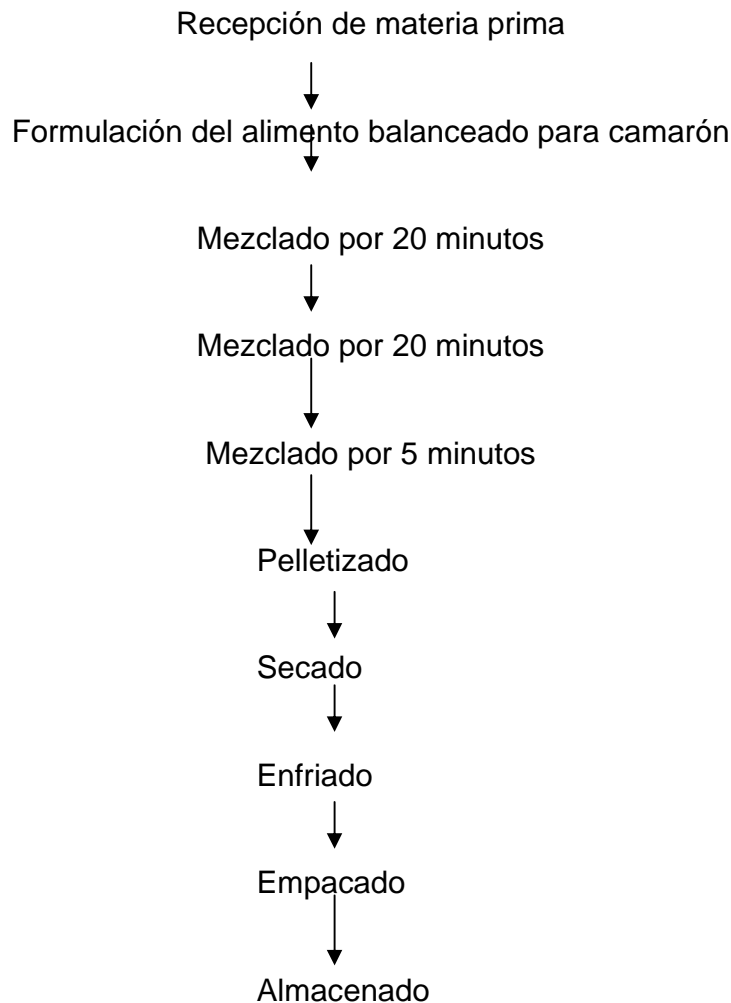
Ritmo Crecimiento



Es el crecimiento en peso de los organismos en un período de tiempo determinado, por ejemplo una semana.

### Figura N° 8

#### 3.9 Diagrama de proceso para la elaboración de dietas pelletizada de camarón



#### Descripción del diagrama de proceso

- Recepción Materias primas e insumos auxiliares, se refiere a las condiciones de recepción en planta de todos Aquellos materiales que intervienen directamente en la producción del alimento por ejemplo, los ingredientes del alimento, el agua, recipientes



Materiales de empaque, aceites., etc. Así las materias primas e insumos, se analizan para comprobar su identidad y que cumplan las normas legales mínimas de calidad, la ausencia de adulterantes, un mínimo de impurezas,

- Formulación del alimento balanceado para camarón, una vez comprobada la calidad de la materia prima en

Base a la realización de análisis organolépticos, bromatológicos, físicos y químicos, en el laboratorio se elabora la

Formulación del Alimento balanceado de acuerdo a los requerimientos nutricionales que demanda el cultivo de

Camarón en sus diferentes etapas de crecimiento

- Mezclado de macro ingredientes y primera molienda, en base a la formulación, los macro ingredientes (harina de pescado y otras de origen marino, pasta de soya, trigo, harina de trigo, etc.) son pesados por lote y vaciados a la línea de producción, con el objetivo de pasarlos a través de una primera molienda con el fin de homogenizar su tamaño y facilitar el mezclado.

- Mezclado, se reciben los macro ingredientes pre molidos, para agregar los micro ingredientes (vitaminas, mezcla de vitaminas, mezcla de minerales, aceite de pescado, lecitina de soya, aditivos, inhibidores de moho, ligante, agua, etc.) con el fin de *homogenizar el producto* y que mantenga niveles constantes de cada ingrediente en toda la Carga, ya que es aquí donde los ingredientes se convierten en alimento balanceado.

- Molienda, el objetivo de la molienda es el de preparar el producto con un tamaño adecuado de partícula (< 250 micras), que le permita una mejor compactación en el proceso de Pelletizado y garantice la disponibilidad de los nutrientes.

- Secado: este se realizara en un horno secador.

- Pelletizado, consiste en la aglomeración de pequeñas partículas en partículas mayores por medio de un proceso mecánico en combinación con humedad, temperatura y presión. Es una operación de moldeo termoplástico por

Expresión, en el cual las partículas finamente divididas de una ración o alimento son compactadas en una pastilla llamada pellet. En este punto se evalúa la estabilidad del pellet en agua de mar, valorando la compactación, el grado de hidratación, lixiviación, que éste se encuentre en condiciones físicas durante un tiempo suficiente para que se dé la liberación de atrayentes y el alimento sea consumido a la vez que mantiene la calidad del agua. Esta prueba de Estabilidad en el agua de mar, se evalúa en forma constante, ya que nos permite valorar cada lote en proceso y confirmar nuestros estándares en esta prueba, considerando que ésta depende del tamaño de partícula, condiciones de procesamiento (humedad, temperatura, homogeneidad de mezcla, presión, calidad de vapor, etc.).



Utilización de agentes aglutinantes y tipo de ingredientes. En esta etapa es regulada las dimensiones del pellet, previo análisis físico y estadístico.

- Enfriamiento, el alimento caliente Pelletizado es enfriado a temperatura ambiente, en el cual extrae la humedad y temperatura suministrada para pelletizar el producto, con el fin también de almacenar el producto de una manera segura y efectiva, así como para lograr una mayor estabilidad en el agua; esta etapa de enfriamiento es crítico para el punto final y el endurecimiento, ya que se deben manejar en condiciones tales de obtener una humedad final inferior al 11% y evitar la formación de grietas que puedan afectar la estabilidad.

- Empacado y almacenado: el producto final se empacara en bolsas de polietileno conteniendo 4 unidades en cada unas de las bolsas y estas se almacenaran en un lugar seco.

### **3.9.1 Condiciones para mantener la calidad del alimento terminado**

El alimento para camarón contiene una serie de ingredientes y sustancias orgánicas, que son susceptibles de fermentarse, perder sus propiedades bioquímicas y la potencia o efectividad, como en el caso de las vitaminas y otros aditivos.

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 mas de 5 bolsas de altura. Esto asegura la adecuada circulación del aire entres 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 alimentos. Esta diferencia de temperatura provoca que la humedad en el alimento emigre al área más fría. Por lo consiguiente, el área de la bolsa de alimento que este tocando la pared de concreto acunuklara humedad lo que fomentara el crecimiento de hongos y el deterioro de alimento.

4- Los alimentos no deben ser almacenados a la luz directa del sol. Esto crea cambios de temperatura en el alimento (días vs. noche) lo que propicia el deterioro. La luz del sol también afectara adversamente la calidad de las vitaminas y lípidos del alimento.

5- Los alimentos ni 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 deteriorara con el tiempo. Idealmente, el alimento deberá ser utilizado sobre una base mensual.



6- No debe 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 alimento.

Para la elaboración de alimentos de camarón se utilizará los siguientes ingredientes

.

Composición del alimento balanceado.

El alimento balanceado está integrado por dos fracciones: la masa orgánica constituye entre 93-96% y los aditivos de 1-25% del total de la materia 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 patógeno (hongos y bacterias) que puedan afectar el comportamiento general de los camarones (tasa de sobrevivencia). Por lo tanto, el aditivo alimenticio juega un papel muy 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 microorganismos. (Valerezco 1987)

Los nutrimentos y sus funciones principales.

Los nutrientes son los compuestos químicos que tienen una función importante, que es proporcionar 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 atraviesa el organismo.

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

#### **4. Los ingredientes del alimento que se utilizan en la elaboración del alimento son:**

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. El máximo nivel de harina de soya en los alimentos no debe exceder 40%.





## Productos de trigo

Los productos de trigo son generalmente suplementados como aglutinantes y rellenos de alimentos para camarón. El gluten del trigo es un excelente aglutinante y una buena fuente de proteína, pero su uso es limitado por el precio. 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 gluten.

### Aglutinante de pellets.

Los aglutinantes incrementan la estabilidad en el agua de los alimentos. Sin embargo, una adecuada aglutinación del alimento del 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 secado, así como los ingredientes incluyendo a los aglutinantes comúnmente utilizados son: harina de trigo y almidón.

## Ingredientes Proteicos de Origen Vegetal

Harina de Soya

Harinas de Trigo (gluten)

Harinas de algodón

Harinas de otras oleaginosas

El gluten de trigo no solo es fuente una fuente de proteína, sino también es un aglutinante natural. Este último tiene mucha importancia en los alimentos de camarón donde el gluten contribuye en la hidroestabilidad del pellet.

Las proteínas vegetales se caracterizan por:

Su alta solubilidad en el agua.

Deficiencia de algunos aminoácidos ([metionina](#) y cisteína). En este caso las deficiencias de un ingrediente se pueden complementar con otras fuentes proteicas de origen animal o vegetal con diferente perfil de aminoácidos.

Buena fuente de proteína y energía cuando se utilizan en su estado natural como es el caso del frijol de soya.

Las harinas de cereales pueden conformar entre un 15 a un 70 % del total de la fórmula. Los más utilizados en fórmulas para peces y camarones son: trigo entero, subproductos de maíz, subproductos de la industria molinera de trigo (harinillas de



trigo bajas en gluten), afrecho de trigo, germen de trigo, harina de arroz, sorgo, y harina de trigo (diferente contenido de proteína).

El almidón, es el principal componente de casi todos estos cereales y sus derivados. El almidón de las harinas no es solo fuente de energía disponible sino también un aglutinante para alimentos pelletizados. También sirve como agente de expansión en el proceso de extrusión y es determinante para lograr densidades que permita que el alimento flote.

En el caso del afrecho de trigo, aunque económico y contiene cierta cantidad de almidón aun adherido, se debe utilizar con precaución ya que en niveles superiores al 3% en formulas para camarones tiene un efecto negativo en la hidroestabilidad. Esto se debe principalmente a que: primero, interfiere con el enlace entre los compuestos de la formula como el almidón, el gluten y otras proteínas, reduciendo así la matriz que impide que el pellet se disuelva en el agua; segundo, la fibra al humedecerse se expande logrando la ruptura de la estructura del pellet que conlleva a la disgregación de su estructura afectando la hidroestabilidad. Esto se puede contrarrestar hasta cierto punto, moliendo el afrecho a texturas finas (<160 micras), pero por ser una fibra su molienda requiere de equipos especializados como los pulverizadores con clasificación por sistema neumático.

#### **4.1 Control que se realiza al alimento.**

Para obtener un alimento de calidad debe realizarse un control de los ingredientes a utilizar durante el proceso.

La producción de alimentos balanceados de calidad comienza con la selección de ingredientes de Calidad. Si por razones económicas compramos ingredientes de poca calidad (nutricional), en otras palabras "basura", solo se podrá producir "basura". Las materias primas o ingredientes conforman el 90% de los costos de manufactura.

Por eso es importante que los fabricantes de piensos incluyan en su programa de compras de materias primas, estándares o parámetros de medición de la calidad. Con esto se asegura la uniformidad de los ingredientes y las formulas finales que al mismo tiempo permiten controlar los demás procesos productivos. Estos estándares dependiendo de la fuente de la materia prima pueden ser análisis físicos químicos tales como: Proteína Cruda, Perfil de Amino Ácidos, Tamaño de Partícula, Contenido de Almidón, etc.

La incorporación de ingredientes de calidad es factor importante en la formulación de raciones que cubren los requerimientos específicos para la especie que se está formulando. Por lo tanto, un alimento de calidad comienza con ingredientes de "calidad" los cuales han sido seleccionados de acuerdo a estrictos estándares nutricionales.



La selección de ingredientes tiene un impacto directo en la textura, hidroestabilidad, uniformidad, capacidad productiva (extrusión o pelletización), factibilidad (costo) y por sobre toda su calidad nutricional. En el caso específico de alimentos de camarón es común utilizar ingredientes tales como el afrecho de trigo para reducir el costo. Si bien este ingrediente presenta un beneficio en el costo por tonelada producida, tiene un efecto contrario con la calidad final de alimento ya que afecta directamente la hidroestabilidad y las conversiones finales.

Para seleccionar ingredientes que se utilizaran en formulas para especies acuícolas es importante considerar el tipo de proceso (extrusión o pelletización), ya que dependiendo del proceso utilizado y de la composición final de la formula, se puede afectar directamente la características físicas del producto tales como la densidad, la forma, textura, color, y su estabilidad en el agua.

Una vez que se tienen ingredientes de calidad ahora es necesario que los procesos productivos se hagan con "Calidad". No se puede producir alimentos de calidad si los procesos utilizados no son controlados. Por eso el control de procesos debe ser parte de los controles de calidad.

## **5. Para la evaluación del alimento pelletizado se realizaran los siguientes análisis**

### **Estabilidad en el agua**

Los alimentos para camarón deben ser estables en el agua por que los camarones consumen lentos y continuos el alimento. 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 alimentos desperdiciados y contaminantes del agua.

La liberación de atrayentes es necesaria para el consumo de alimentos, todos los atrayentes deberá liberarse del alimento en el curso de uno a dos horas. Si los atrayentes 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 mas) 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 pelletizado. Estos atractantes (aminoácidos) son detectados por el camarón por medio de quimio-receptores los cuales se encuentran distribuidos en las anténulas. 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 empiece a comer, el alimento debe ser palatable, para que el camarón pueda seguir comiendo sin Interrupción. (Dean M. Akimaya, 1989)

## Proceso para la producción de camarones

El proceso productivo del camarón cultivado consta de dos etapas, la primera corresponde propiamente al cultivo, la cual se inicia en el momento en el que las primeras fases de desarrollo, producidas en condiciones controladas en un laboratorio, son introducidas a las instalaciones de una unidad de producción acuícola de camarón para su engorda, y termina cuando los ejemplares de talla comercial son extraídos de las mismas; la segunda etapa se inicia cuando una vez cosechados los organismos son llevados al mercado para su comercialización en presentación de fresco enhielado, o cuando son enviados para su procesamiento a una planta.

Para la prevención y el control de enfermedades susceptibles de tratamiento, como las de origen bacteriano, se utilizan agentes terapéuticos como los antibióticos, productos que cuando no son usados correctamente, son la causa de la acumulación de residuos de estos productos en las especies acuícolas que son cosechadas.

Para el tratamiento de enfermedades bacterianas en la acuicultura existe una gran diversidad de antibióticos, entre otros, el cloranfenicol y los nitrofuranos, estos últimos integran a un grupo de compuestos antimicrobianos sintéticos, entre los que la furazolidona, es considerada de riesgo para la salud humana, debido a los metabolitos que se generan durante el metabolismo de la droga en el animal vivo y los que se generan después del sacrificio del mismo.

Hasta el momento, las autoridades competentes en materia de regulación sanitaria y acuícola en otros países, no han autorizado el uso de dichas sustancias para su aplicación en la acuicultura, sin embargo en algunas naciones como los Estados Unidos de América, previa solicitud y evaluación del caso, es posible utilizar algunas de ellas, siempre y cuando su aplicación y uso sea supervisado por un especialista acreditado por la autoridad competente.



Por lo anterior y considerando que el agua es un punto crítico en el proceso productivo de camarones peneidos y que otro punto crítico en la camaronicultura corresponde al uso de agentes terapéuticos, entre los que los antibióticos son los usados con mayor frecuencia, se hace necesario establecer una serie de disposiciones de orden técnico con el objeto de prevenir la dispersión de enfermedades de alto impacto en la camaronicultura como el Virus del Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV), el Virus de la Necrosis Hipodérmica y Hematopoyética Infecciosa (IHHN), el Virus del Síndrome de Taura (TSV) y otras que mediante aviso publicado en el Diario Oficial de la Federación, notifique la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.



## IV. Material y Método

El presente estudio es de tipo experimental. Los experimentos se llevaron cabo en el laboratorio Acuícola de la UNAN- LEÓN ubicada en las peñitas. (Isla Santa Lucia de la ciudad de León). Se contó con el apoyo de algunos equipos de la planta piloto Mauricio Díaz Muller de la Carrera de Ingeniería de Alimentos.

La presente investigación se desarrolló en cuatro fases:

I Fase: Elaboración de harina de pescado.

II Fase: Formulación de las dietas para camarón *Litopeneus Vanameis*. (15%, 20% y 25% de proteína de origen vegetal)

III Fase: Elaboración de alimento pelletizado

IV Fase: Evaluación del alimento pelletizado

V Fase: Evaluación del efecto de las tres dietas en el crecimiento de los camarones juveniles de la especie *Litopeneus Vanameis*.

I Fase:

En la fase I se elaboró la harina de pescado. La harina de pescado sirve como complemento energético en la dieta de los camarones. Por lo tanto siempre debe ir en la formulación de alimento balanceado.

Para elaborar la harina de pescado se definió las operaciones unitarias que conformaron el flujo tecnológico.

Flujo tecnológico para elaborar harina de pescado

Recepción de materia prima

Lavado

Cocción

Secado

Molienda

Tamizado

Envasado

Almacenado

Recepción de materia prima: La materia prima utilizada para la elaboración de la harina de pescado fue pescado de poco valor comercial (Palometa y Guicho), la cual se compró en las costa de las peñitas.

Se realizó un lavado con agua potable para eliminar impurezas (arena, hojas etc.)

Una vez lavado se procedió a la cocción hasta el punto de ebullición al vacío a una temperatura de 100 °C por 15 minutos, utilizando como equipo una olla de presión Oster con una capacidad de 5 libras.



La materia prima (cocida) se colocó dentro de un horno eléctrico a una temperatura de 100°C por 2 horas, el cual se obtuvo el pescado seco.

Posteriormente se realizó la molienda utilizando como equipo una maquina de moler granos marca el Rey para obtener harina de pescado en polvo, al finalizar dicha operación se realizó un tamizado (mallas finas) para luego ser envasada y almacenada.

II Fase: Formulación de las dietas para camarón *Litopeneus vanameis*. (10%, 15% y 20% de proteína de origen vegetal)

Se realizo una formulación con un contenido de harina de origen vegetal del 10%, 15% y 20% realizando un balance de las diferentes materias primas utilizadas (Harina de trigo, maíz y soya).

III Fase: Elaboración de alimento pelletizado.

Para la elaboración del alimento se utilizó los siguientes ingredientes

- Harina de soya (elaborada experimentalmente)
- Harina de pescado (elaborada experimentalmente)
- Harina de trigo (comprada en el comercio)
- Harina de maíz (comprada en el comercio)
- Acido ascórbico (comprada en el comercio)
- Aceite vegetal (comprada en el comercio)
- Almidón (comprada en el comercio)

Para la elaboración del alimento pelletizado se realizó las siguientes operaciones.

- 1- pesado
- 2- mezclado
- 3- pelletizado
- 4- secado
- 5- empacado

En la operación del pesado se pesaran todos los ingredientes y aditivos utilizados en la formulación para obtener un alimento con el valor nutricional necesario para el crecimiento del camarón.

Para la mezcla se utilizó una batidora domestica marca Oster con una capacidad de 5 libras, en el cual se mezclo los ingredientes secos de mayor porcentaje, harina de soya, harina de pescado, harina de trigo y de maíz por 20 minutos. Luego se incorporo a la mezcla el aceite vegetal por 20 minutos más, se preparo el aglutinante en la cual se disolvió el almidón en agua, se calentó hasta obtener



una mezcla gelatinosa y translúcida la que posteriormente se agregó a la harina. Finalmente se procedió a mezclar por 5 minutos para obtener una pasta.

Para la operación del pelletizado se utilizó un molino de moler carne, en donde se adicionó la pasta para obtener la forma deseada de los pellets y para el secado del alimento se utilizó como equipo industrial un horno eléctrico a una temperatura de 100°C por dos horas. El enfriamiento se realizó a temperatura ambiente por 1 hora luego este se almacena en bolsas de polietileno herméticas conteniendo 226 gramos de producto.

IV Fase: Evaluación del alimento pelletizado.

Para la evaluación del alimento pelletizado primeramente se midieron los factores ambientales en los estanques y luego se realizó las pruebas de estabilidad, atractabilidad.

- 1- Factores ambientales
- 2 - Prueba de estabilidad
- 3- Prueba de atractabilidad

1. Factores ambientales.

Se determinó el oxígeno disuelto, la temperatura, la salinidad del estanque. Para ello se utilizó los instrumentos de medición como son: Oxígeno metro, Refractómetro o salinometro y Phmetro.

2. Prueba de estabilidad:

Esta prueba consiste en adicionar el alimento pelletizado a un beaker de 250 ml que contiene agua del estanque. Se determinó el tiempo que permanece el alimento sin desintegrarse en el agua.

3. Prueba de atractabilidad

Se utilizó un acuario con camarones con un promedio de 1.5 gramos, al acuario se adicionó el alimento pelletizado y se observó el comportamiento de los camarones, se tomó una muestra de camarones para observar su consumo del alimento por medio del peso.

V Fase: Evaluación del efecto de las tres dietas en el crecimiento de los camarones juveniles de la especie *Litopeneus vanameis*.

Para la evaluación del efecto de las dietas formuladas se procedió a realizar lo siguiente:

Una vez a la semana, se pesaron todos los camarones en estudio (5 unidades por estanque), el peso se realizó con una balanza analítica, luego se procedió a





realizar la evaluación del efecto de las dietas sacando un promedio de todos los pesos para obtener la dieta que mejor resultado obtuvo en este experimento. (Anexo nº 1)

## V. Resultados y discusión

Para la realización del presente trabajo, se formuló y elaboró tres dietas para camarones juveniles *Litopeneus vanameis* en cautiverio con sustitución de harina de pescado por harina vegetal (harina de soya, harina de maíz y harina de trigo) en un 10%, 15% y 20%.

Para la formulación y elaboración del alimento pelletizado para camarones en condiciones de cautiverio se hizo un balance de las diferentes materias primas utilizadas en la mezcla hasta obtener la formula con los componentes energéticos adecuados, dadas las exigencia nutricionales de los camarones juveniles *P. vannameis*.

La fuente de proteína son: la harina de pescado elaborada a partir de pescado entero, harina de soya, harina de trigo y harina de maíz que son ricas en aminoácidos esenciales necesarios para el crecimiento y desarrollo para el camarón. Además, se incorporó a la formulación aceite vegetal que es una fuente de lípidos proporcionando los ácidos grasos necesarios para el crecimiento del camarón, y almidón de papa como medio aglutinante de los diferentes componentes del alimento.

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

Tabla nº7. Formulación de alimento para camarón” (PELLCANIC 003)

En esta tabla se establece la dieta -”PELLET PARA CAMARON DE NICARAGUA” PELLCANEC 003 con un 85% de harina de pescado con sustitución de un 10% de harina vegetal

10% de proteína vegetal y 85% de harina de pescado	
Ingredientes	% de inclusión
Harina de soya	3%
Harina de maíz	3%
Harina de trigo	4%
Aceite vegetal	2%
Acido ascórbico	0.2%
Almidón	2.8%
Harina de pescado	85%
Total	100%



Las características organolépticas del Pellet son las siguientes: olor y sabor característico al pescado, color café oscuro y textura porosa.

Formulación N °2 Formulación de alimento para camarón” (PELLCANIC 005)

En esta tabla establece la dieta .”PELLET PARA CAMARON DE NICARAGUA” PELLCANIC 005 con un 80% de harina de pescado con sustitución de 15% de harina vegetal.

Tabla N°8

15% de proteína vegetal y 80% de harina de pescado	
Ingredientes	% de inclusión
Harina de soya	5%
Harina de maíz	5%
Harina de trigo	5%
Aceite vegetal	2.5%
Acido ascórbico	0.3.%
Almidón	2.2%
Harina de pescado	80%
Total	100%

Formulación N°3 Formulación de alimento para camarón” (PELLCANIC 006)

En esta tabla establece la dieta.”PELLET PARA CAMARON DE NICARAGUA” PELLCANIC 006 con un 75% de harina de pescado con sustitución de 20% de harina vegetal.

Tabla N°9

20% de harina vegetal y 75% de harina de pescado	
Ingredientes	% de inclusión
Harina de soya	6%
Harina de maíz	6%
Harina de trigo	8%
Aceite vegetal	3%
Acido ascórbico	0.4%
Almidón	1.6%
Harina de pescado	75%
Total	100%

Las formulaciones .”PELLET PARA CAMARON DE NICARAGUA” 003 (PELLCANIC) con un 85% de harina de pescado con sustitución de 10 % de harinas vegetales y la dieta.”PELLET PARA CAMARON DE NICARAGUA” 005, (PELLCANIC) con un 80% de harina de pescado con sustitución de 15 %de harinas vegetales, presentaron las mismas características organolépticas de la



formulación 006, excepto por el color del pellet que fue café claro (tabla n°8 y 9) esto se debió a la harina de pescado que fue elaborada con pescado de carne blanca en el laboratorio de acuicultura de la UNAN –LEON.

Se estableció el flujo tecnológico figura N°8 (ver anexo n°1) con las siguientes operaciones:

Recepción de materia prima: se realizó con el fin de colocar las harinas utilizadas en el alimento a la mezcladora, para posteriormente proceder a su mezclado.

Mezclado: se realizaron 3 mezclas, cada una de 20 minutos y una última mezcla de 5 minutos esto con el fin de homogenizar su tamaño y facilitar el mezclado. Primero se mezclaron los macro ingredientes y luego los micros nutrientes, ya que es aquí donde los alimentos se convierten en alimentos balanceados, esta mezcla se realiza para obtener una pasta y así posteriormente pasar a la molienda,

Molienda: es en esta operación donde sale el pellet. Al terminar esta operación se procedió a secar el pellet para ser enfriado y empacado.

Secado: el secado se realizó en un horno secador a una temperatura de 100°C por dos horas con el fin de aumentar su vida útil eliminando la mayor cantidad de humedad y obtener un producto seco.

Cabe mencionar que por falta de harina de pescado comercial se procedió a elaborar harina de pescado, cuyo flujo tecnológico se detalla en el anexo 5.

Se elaboró las 3 dietas con las formulaciones antes mencionadas a las cuales se le determinó las pruebas de estabilidad y atractabilidad dando como resultado para las tres dietas una estabilidad de 3 horas y 30 minutos y resultando atractivo para los camarones en estudio.

Una vez obtenido las formulaciones se procedió a determinar las condiciones ambientales óptimas para el crecimiento de los camarones en experimentación. Para lo cual se les dio de comer a los camarones en los estanque de experimentación.

Número de estanques utilizados en la parte experimental: 10 estanques, 3 estanque por cada dieta ensayada. Un estanque sirvió como control (patrón).

Cantidad de camarón por estanques: 5 camarones juveniles por estaques,

Los parámetros físicos-químicos se determinaron cada semana obteniendo un promedio de: Ph 7.12, oxígeno 6.18mg/l, salinidad 31.26 temperatura 26.23°C , siendo estos los óptimos para el crecimiento y desarrollo de los camarones.

Evaluación de las tres dietas en estudio: se logró evaluar el efecto de las tres dietas formuladas sobre el crecimiento de los camarones.



Cada semana se determinó el promedio de peso de todos los camarones que estaban en el estanque. Como resultado se obtuvo que la dieta PELLCANIC 006 con un 20% de proteína vegetal fue la que dio mejores resultados en el crecimiento de los camarones con 0.8 gr semanales, la dieta PELLCANIC 005 con un 15% de harina vegetal obtuvo un crecimiento en los camarones de 0.6 gr. por semanas a diferencia de la dieta PELLCANIC 003 con un 10% de harina vegetal fue el que registró los menores ritmos de crecimiento con un promedio de 0.55 gr por semanas (Anexos 2), se obtuvo una sobrevivencia del 100%.

Con respecto a la talla, con la dieta PELLCANIC 006 se obtuvo una tasa de crecimiento de 3.9 grs.

El pellet comercial que se utilizó como patrón, registró un ritmo de crecimiento en peso de 0.6 gr. por semana con una diferencia de 0.2gr con respecto a la dieta PELLCANIC 006.



## VI. Conclusiones

Con el presente trabajo se logró cumplir con cada uno de los objetivos planteados.

Finalizado esta investigación concluimos que:

1. Se elaboraron tres dietas de alimento pelletizado para camarón el cual consistió en sustituir la harina de pescado en un 10%, 15% y 20% con harinas vegetales. Se obtuvo pellet atractivo para los camarones juveniles, estable y hundible en los estanques donde se realizaron los experimentos.
2. Se determinaron las condiciones ambientales óptimas para el crecimiento y desarrollo del camarón *Litopeneus vanameis* cautiverio, siendo éstas las siguientes: Ph 7,12, oxígeno 6,18mg/l, salinidad 31,26, temperatura 26,23°C.
3. Se estableció un Diagrama de proceso para la elaboración de alimento pelletizado, el cual nos sirvió como base para la obtención del producto final con las características deseadas.
4. La dieta PELLCANIC 006 (20% de harina vegetal) fue la que proporcionó mejores resultados en el crecimiento y peso del camarón con 0.8 gr de peso por semana, ésta se diferenció de las demás dietas PELLCANIC 005(15% de harina vegetal) en un 0.2 gr. PELLCANIC 003 (10% de harina vegetal) en un 0.3 gr.
5. Se obtuvo un 100% de sobrevivencia con las 3 formulaciones experimentadas y el pellet comercial (alimento patrón). Además, la formulación PELLCANIC 006 superó en 0.2 gr en peso y desarrollo del camarón con el mismo nivel de sobrevivencia.



## VII. Recomendaciones.

- Realizar el estudio nutricional del producto elaborado (Pellet)
- Aumentar el valor nutritivo de las dietas enriqueciéndolas con vitaminas y minerales.
- Determinar rentabilidad y viabilidad del producto elaborado.
- Realizar ensayos con harina elaborada a partir de subproductos de origen animal (pollo, cerdo, camarón y vaca).



## VIII Bibliografía

1. Herrera S. M. D. Crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannameis* Tesis. León, Octubre.
2. Saborío Coze A, y Roja Umaña A. Manual sobre enfermedades de camarón de cultivo Tesis Managua-Nicaragua 2008
3. Rocha Delgado I. E. altas de histología del camarón (*Litopenaeus vanameis* Tesis UNAN-LEON 2008
4. Escoto M. E. Evaluación de la sobrevivencia en post-larva de camarón *Litopenaeus vanameis* y *Litopenaeus stylirostri* Tesis UNAN-LEON 2001
5. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB466S/AB466S01.htm7k>
6. <http://www.listin.com.do/app/article.aspx?id=61862>
7. [http://www.ipfsaph.org/cds\\_upload/kopool\\_data/WTOSPSNF\\_0/es\\_nmex189.doc](http://www.ipfsaph.org/cds_upload/kopool_data/WTOSPSNF_0/es_nmex189.doc)
8. [www.fontagro.org/Projects/01\\_04\\_Acuicultura/III%20INFOTEC/bioensayo%20alimentos%20camaron1.pdf](http://www.fontagro.org/Projects/01_04_Acuicultura/III%20INFOTEC/bioensayo%20alimentos%20camaron1.pdf)
9. <http://www.soyamex.com.mx/.../PresentacionesPDF/Myriam%20Hernandez/MyriamHernandez2.pdf>
10. <http://www.contraloria.gob.pa/DEC/Publicaciones/11-02/Conceptos.pdf>
11. <http://www.ejournal.unam.mx/zoo/062-01/ZOO62106.pdf>
12. <http://www.pescagalicia.com/cast/Recursos/textos/pagina.asp?Ref=camaron.pd>
13. <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab493s/AB493S03.htm#ch5>.
14. [http://www.accessmylibrary.com/coms2/summary\\_0286-32179345\\_ITM](http://www.accessmylibrary.com/coms2/summary_0286-32179345_ITM)
15. <http://es.wikipedia.org/wiki/Acuicultura>
16. <http://www.competitividad.org.ni/Doc%20Rentabilidad%20Camaron-2006.pdf>



# ANEXOS

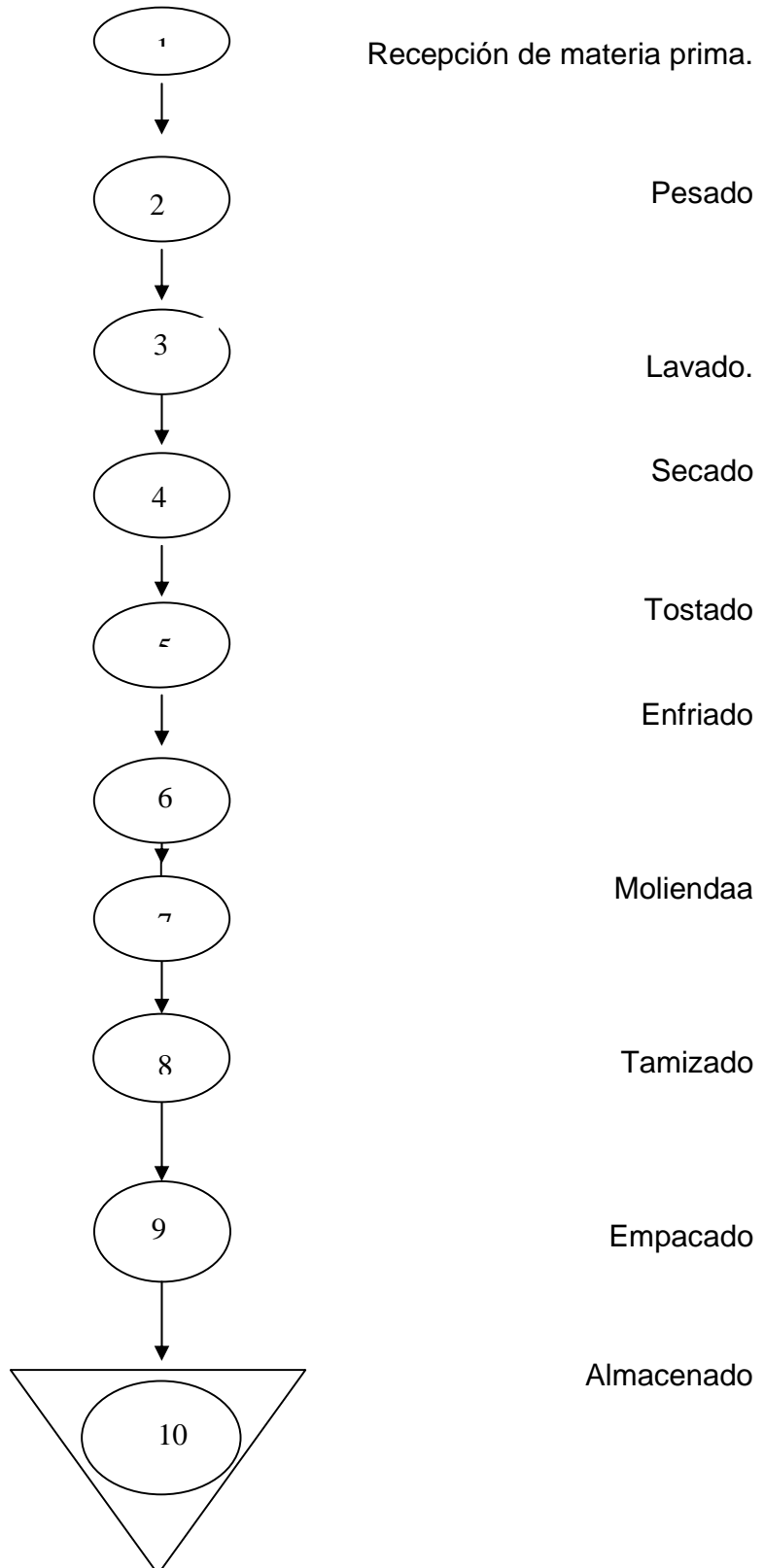




Anexo N°1

Figura N° 8

Diagrama de la harina de soya





## Descripción

Recepción de materia prima: eliminar materia extraña que pueda contener el grano que se procesara (palitos, piedra tierra etc.).

Pesado: pesar la materia prima (soya) a procesar.

Lavado; lavar la materia prima con abundante agua para eliminar suciedad adherida al grano.

Secado: se realiza a temperatura ambiente bajo el sol en zarandas para rápido secado del grano.

Tostado: una vez seco el grano se tuesta hasta obtener un color dorado del grano.

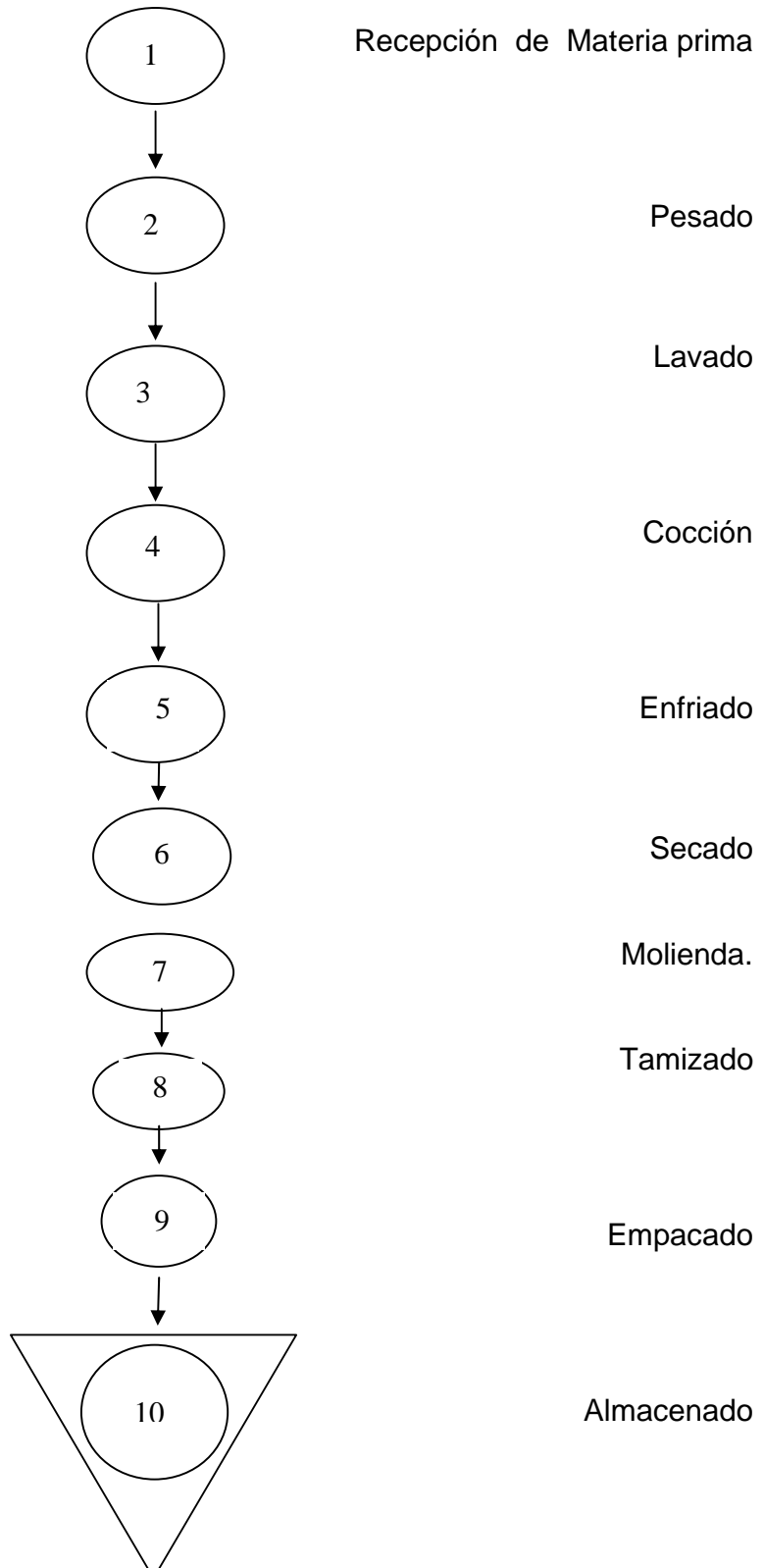
Enfriado: se realiza a temperatura ambiente.

Empacado: se empacara en bolsas de polietileno selladas .para evitar que entre humedad del ambiente al producto terminado (harina de soya).



Figura N° 9

Diagrama de harina de pescado.





## Descripción

Recepción de la materia prima: determinar la frescura de la materia prima (pescado) que se utilizó en el proceso.

Pesado: la materia prima (pescado) se pesó para determinar su rendimiento.

Lavado: la materia prima (pescado) se lavó para eliminar suciedad sangre etc.

Cocción: en olla de presión por 30 minutos para evitar proliferación de microorganismo en la materia prima (pescado) y facilita el ablandamiento de la estructura ósea del pescado, facilitando la molienda.

Secado: se realiza en horno, dentro de bandejas de aluminio a temperatura de 100°C por 2 horas esto facilita la eliminación de agua que contiene el producto a procesar (pescado cocido).

Enfriado: temperatura ambiente

Molienda: se realizó en molino (de moler maíz) que concite en triturar y moler hasta obtener la harina de pescado.

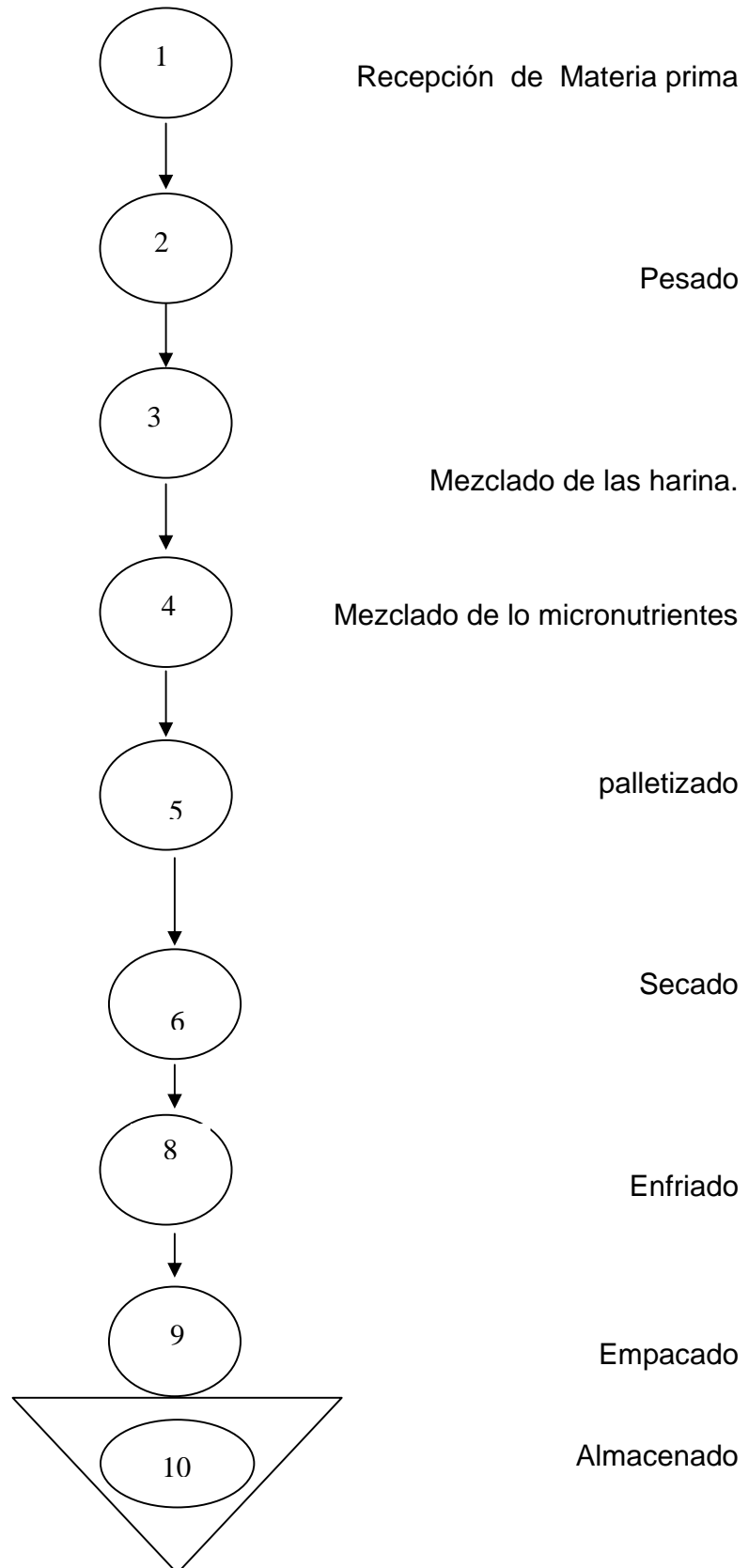
Tamizado; se utiliza un colador para eliminar o separar las partículas mas pequeñas de las partículas mas grande.

Empacado y almacenado: se empacó en bolsas de polietileno selladas para evitar la penetración de humedad del ambiente, en le producto terminado y almacenado



Figura N° 10

Diagrama de alimento pelletizado para camarón.





## Anexos N°2

### Formulas utilizadas

- ❖ La tasa de crecimiento (SGR) se midió mediante la formula:

$$SGR=100[\ln((\text{peso promedio final} - \text{peso inicial}) / \text{tiempo})]$$

- ❖ La supervivencia (S) se calculada por la formula:

$$S= (\text{No. Animales Finales} / \text{No. Animales Iniciales}) \times 100.$$

Tabla N°10. Peso promedio en gramos de los camarones aplicando la dieta PELLET PARA CAMARON DE NICARAGUA 003 (PELLCANIC)

Peso promedio de los camarón en el estanque N°1	Tasa de crecimiento del estanque N° 1	Peso promedio de los camarón en el estanque N°2	Tasa de crecimiento del estanque N° 2	Peso promedio de los camarón en el estanque N°3	Tasa de crecimiento del estanque N° 3
1.128		1.478		1.216	
1.598	4.976	2.308	6.367	1.736	5.086
2.224	4.722	2.626	1.844	2.300	4.019
2.854	3.563	3.190	2.779	2.946	3.536
3.474	2.808	3.610	1.767	3.404	2.064

Continuación de la tabla N° 10

Ganancia de peso por estanque
Estanque N° 1:: 0,586
Estanque N° 2 : 0,533
Estanque N° 3 : 0,457
Total : 0,555



Tabla N°11. Peso promedio en gramos de los camarones aplicando la dieta PELLET PARA CAMARON DE NICARAGUA 005 (PELLCANIC)

Peso promedio de los camarón en el estanque N°4	Tasa de crecimiento del estanque N° 4	Peso promedio de los camarón en el estanque N°5	Tasa de crecimiento del estanque N° 5	Peso promedio de los camarón en el estanque N°6	Tasa de crecimiento del estanque N° 6
1.762		1.418		1.000	
2.574	5.414	2.140	5.879	1.652	7.171
3.112	2.711	2.676	3.193	2.174	3.923
3.644	2.255	3.214	2.617	2.698	3.085
4.184	1.974	3.878	2.683	3.220	2.527

Continuación de la tabla N° 11

Ganancia de peso por estanque
Estanque N° 4 : 0.606
Estanque N°5 : 0,615
Estanque N°6 : 0,555
Total : 0,592



Tabla N°12 . Peso promedio en gramos de los camarones aplicando la dieta PELLET PARA CAMARON DE NICARAGUA 006 (PELLCANIC)

Peso promedio de los camarón en el estanque N°7	Tasa de crecimiento del estanque N° 7	Peso promedio de los camarón en el estanque N°8	Tasa de crecimiento del estanque N° 8	Peso promedio de los camarón en el estanque N°9	Tasa de crecimiento del estanque N° 9
1.152		1.522		1.734	
1.908	7.208	2.390	6.447	2.622	5.907
2.672	4.811	3.088	3.660	3.434	3.854
3.434	3.584	3.774	2.866	4.352	3.384
4.180	2.808	4.454	2.367	5.024	2.051

Continuación de la tabla N° 12

Ganancia de peso por estanque por semana
Estanque N° 7 : 0,757
Estanque N° 8 : 0,733
Estanque N° 9 : 0,822
Total : 0,776





Tabla N°13. Peso promedio en gramos de los camarones en el estanque que contenía el alimento patrón

Peso promedio de los camarón en el estanque N° 10	Peso promedio de la tasa de crecimiento de los camarones del estanque N° 10	Ganancia de peso del estanque por semana N° 10
2.172	4.227	0,63
2.920	2.702	
3.528	2.160	
4.104	1.924	

Fuente: Experimental

Tabla N°14. Promedio de parámetros ambientales de los estanques en estudio de la dieta PELLCANIC 003

oxígeno(mg/l)	temperatura(°C)	salinidad	pH
6,15	26	33	7,01
6,13	26,32	31,29	7,08
6,10	26,27	29,24	7,08
Total 6,12	26,19	31,17	7,60

Fuente: Experimental



Tabla N°15. Promedio de parámetros ambientales de los estanques en estudio de la dieta PELLCANIC 005

oxígeno(mg/l)	temperatura(°C)	salinidad	pH
6,16	26,26	31,29	7,11
6,18	26,16	31,32	7,09
6,22	26,13	31,24	7,12
Total 6,18	26,18	31,28	7,18

Fuente: Experimental

Tabla N°16. Promedio de parámetros ambientales de los estanques en estudio de la dieta PELLCANIC 006

oxígeno(mg/l)	temperatura(°C)	salinidad	pH
6,08	26,12	31,25	7,11
6,12	26,11	31,29	7,14
6,11	26,24	31,32	6,15
Total 6,13	26,15	31,28	6,13

Fuente: Experimental

Tabla N°17. Promedio de parámetros ambientales de los estanques en estudio del estanque patrón

Oxígeno(mg/l)	Temperatura(°C)	salinidad	pH
6,19	26,23	30,9	7,12

Fuente: Experimental



Anexo N°3

Grafico N°1

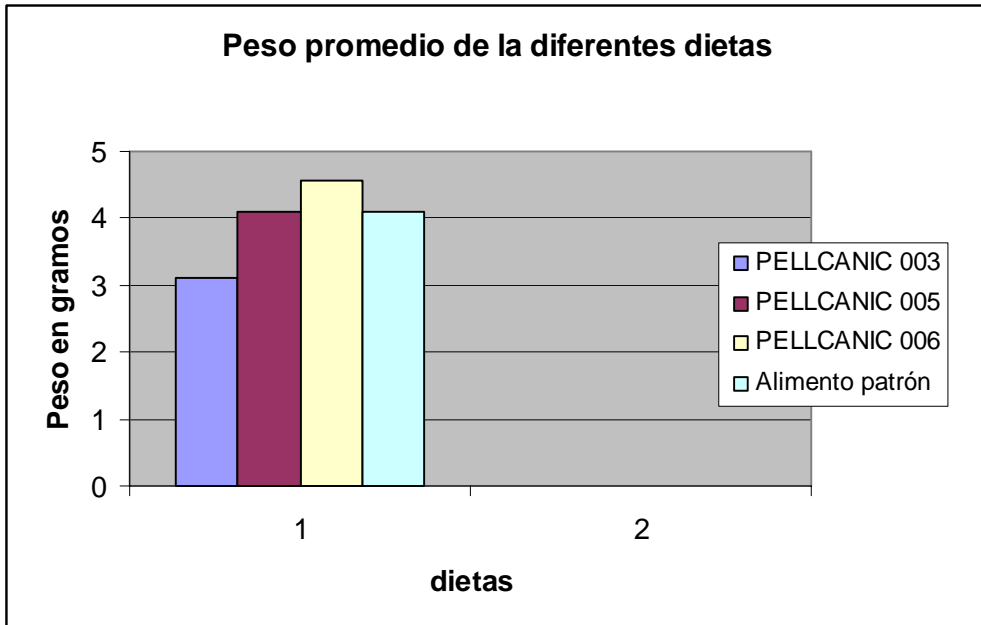
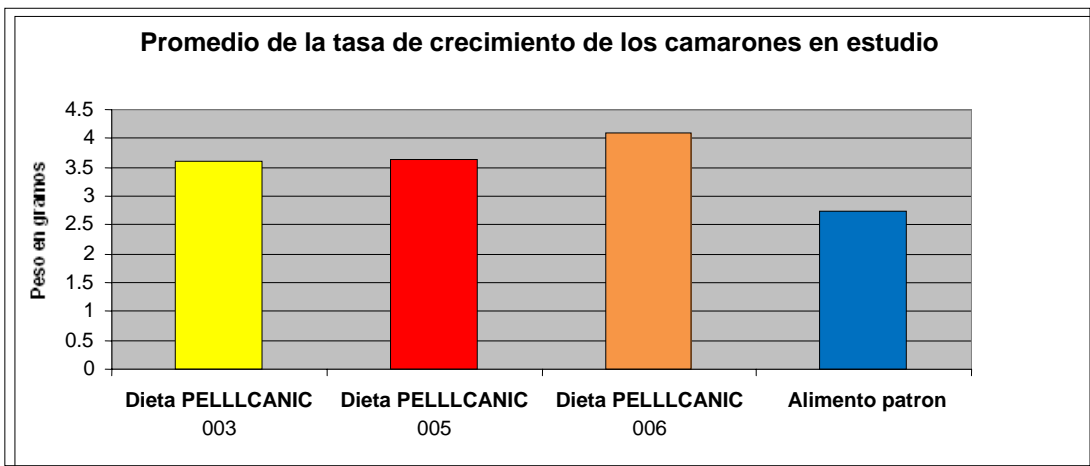


Grafico N°2



Anexo N°3



Ingredientes utilizados



Mezclado de los ingredientes



Moliendo de los ingredientes para obtener el pellet



Secado del pellet



Alimento pelletizado



Estanques en estudio



Ingenieras que elaboraron el pellet



## GLOSARIO

### CONCEPTOS Y DEFINICIONES

**Acuicultura:** Cultivo de organismos acuáticos en su ciclo completo o en parte del ciclo, en ambientes controlados, ya sea en aguas marinas, salobres o dulces.

**Alimentos:** Es el conjunto de sustancias utilizadas para el desarrollo de las larvas, que pueden ser naturales o químicas. (microalgas, nauplios de artemia y rotíferos, etc.).

**Centro de Producción Larvaria:** Son instalaciones diseñadas y construidas bajo especificaciones técnicas, que permiten la reproducción y/o desarrollo de las fases larvales de camarón marino, principalmente del género peneido.

**Ciclo de producción:** Se refiere al período en meses desde la siembra de la postlarva hasta la cosecha para su venta.

**Cultivo extensivo:** Es el sistema de producción usado en las fincas acuícolas camaroneras, donde no se proporciona ninguna clase de alimentos suplementario y la cosecha se efectúa a partir del momento en que se obtiene animales de talla comercial. Las densidades a las cuales se siembran los organismos son bajas y la intervención del hombre se limita simplemente a la siembra y al aprovechamiento de estos organismos.

**Cultivo semi-intensivo:** Es el sistema de producción usado en las fincas acuícolas camaroneras, donde se limita a la siembra de los camarones, abonamiento, preparación del estanque y se suministra alimento concentrado rico en proteína. Se emplean densidades un poco más altas que en el sistema extensivo y se controla el cultivo; además existe una mayor producción debido al suministro de alimentos y abonamiento.

**Cultivo intensivo:** Se efectúa básicamente con fines comerciales y para esto se necesitan estanques técnicamente contruidos con entrada y salida de agua. Las cosechas y las siembras se llevan a cabo periódicamente obedeciendo a una programación de la producción. En este tipo se realiza un control permanente de la calidad del agua y se practican abonamientos frecuentes con fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Se suministra alimento concentrado con buenos niveles de proteína en forma permanente y se programa la densidad de siembra, la cual varía de acuerdo a la especie y al grado de explotación. Se aplica una mayor tecnología cuya base está dada por los recambios continuos de agua y/o la aireación.





**Según su origen la postlarva puede ser:**

**De la naturaleza:** Es la postlarva que ha logrado desarrollarse bajo condiciones naturales del medio y que es capturada en las lagunas formadas en las albinas para colocarlas en los estanques de las fincas camaroneras.

**De los centros de producción larvaria:** Es la postlarva desarrollada bajo condiciones controladas en los Centro de producción Larvaria, a partir del estadio de nauplio. Se comercializan generalmente cuando alcanzan un tamaño de 7 a 12 mm.

**Estanques:** Es una de las estructuras que componen una finca acuícola, la cual es diseñada y construida bajo especificaciones que permiten el cultivo eficiente de organismos acuáticos. En fincas camaroneras los estanques están conformados por un muro, una meseta, canales de cosecha, estructuras de entrada, de salida y de cosecha.

**Fertilización:** Es la práctica de aumentar el nivel de nutrientes en el suelo o columna de agua en un estanque, utilizados por el fitoplancton para su crecimiento y multiplicación, mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, lo cual incide en el incremento de la productividad primaria.

**Fertilización inorgánica:** Es la práctica de aumentar el nivel de nutrientes del suelo o columna de agua en un estanque mediante la aplicación directa de productos inorgánicos que son sintetizados químicamente y mezclados en diferentes proporciones.

**Fertilización orgánica:** Es la práctica de aumentar el nivel de nutrientes del suelo o columna de agua en un estanque, mediante la aplicación directa de productos orgánicos provenientes del estiércol de gallina, cerdos, ganado, residuos de la agroindustria, etc.

**Fincas acuícola:** Son infraestructuras especiales desarrolladas a partir de un diseño técnico, que contempla estructuras apropiadas para el cultivo tecnificado de organismos acuáticos.

**Fincas grandes:** Se consideró como fincas grandes aquellas cuyos niveles de ingresos son mayores de B/. 50,000, por lo que ocupan una posición de mayor importancia dentro de la actividad.

**Fincas pequeñas:** Son aquellas fincas acuícolas cuyos niveles de ingresos son menores de B/. 50,000

**Nauplios:** Es el estadio larvario del ciclo biológico del camarón, una vez el huevo ha eclosionado, el cual dura 30 horas, pasando por cinco sub-estadios. En este estadio son comercializados para cultivarlos en los centros de producción larvaria.



**Piscinas de maduración:** Es el área donde los reproductores machos y hembras son colocados para que completen los procesos de maduración y reproducción.

**Postlarva:** Es un estadio del ciclo biológico del camarón marino, alcanzado después de haber evolucionado a través de los diferentes estadios larvales. Es en este estadio cuando logra crecer a un tamaño de 7 a 12 mm, para ser utilizado en el cultivo en estanques de producción de las fincas

**Reproductores:** Se consideran como reproductores a los camarones adultos con pesos promedios mayores a los 35 gramos, dependiendo de la especie, sexo, desarrollo genital, aspectos generales y estado sanitario.