

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN-LEON
Facultad Ciencias y Tecnología
Departamento de Biología
Carrera Ingeniería Acuícola.**



Tesis para optar al título de Ingeniero Acuícola.

Tema:

Crecimiento de los camarones Litopenaeus vannamei en etapa de juveniles en dos sistema de alimentación: 1.- Dieta comercial combinada con melaza y 2.- Dieta comercial mezclada con semolina y melaza.

Elaborado por:

Br. Luis Gerardo López López.

Tutora:

MSc. Claudia Herrera Sirias

Marzo, 2013

¡A la libertad por la Universidad!

Resumen

En Nicaragua en los últimos años se ha venido implementando nuevas tecnologías de producción, estas tecnologías requieren mayor cuidado y sobre todo mayor inversión especialmente en el alimento que se le va aplicar a la dieta del organismo. En la camaronicultura el alimento comercial representa el 60% del costo de producción, cuando la producción natural no cubre los requerimientos nutricionales del organismo, se recurre a la incorporación en la dieta de este alimento comercial para obtener el peso deseado en un tiempo corto, con esta investigación se pretende obtener una alternativa para disminuir los costos de producción con la aplicación en la dieta del camarón de un suplemento alimenticio basado en alimento comercial en un 80%, con la combinación de semolina y melaza con 20%. El objetivo de esta investigación es determinar el crecimiento de los camarones Litopenaeus vannamei en etapa de juveniles en dos sistema de alimentación comercial y experimental. El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) de la UNAN-LEON, en el año 2012, estas instalaciones se encuentran ubicadas en la comunidad de Las Peñitas, Poneloya, a 22 km de la ciudad de León. En el experimento se utilizó 4 recipientes plásticos, sembrando 6 organismos por cada recipiente, en dos de estos se aplicó la dieta comercial con melaza y en los otros dos la dieta comercial combinada con semolina y melaza. Con respecto a los factores físicos-químicos, la temperatura, la salinidad y el pH se mantuvieron en sus valores óptimos, el crecimiento acumulado final del experimento con sistema de alimento comercial combinado con semolina y melaza fue de 9,33 gr (gramos) y en el sistema de alimento comercial con melaza de 7,45 gr, con una sobrevivencia final de los organismos fue de un 100% en los dos sistemas. El rendimiento productivo en el sistema de alimento comercial combinado con semolina y melaza, fue de 4,600 Lbs/has y el sistema comercial fue de 3,600 Lbs/has. Se obtuvo un mayor crecimiento del camarón Litopenaeus vannamei en etapa juvenil aplicando la dieta comercial combinada con semolina y melaza.

DEDICATORIA

A Dios por darnos la vida y permitirnos cada día aprender más.

A mi padre Luis López, mi madre Gladys López y mis hermanas Dayana y Jennifer por creer siempre en mí y estar siempre a mi lado.

A mi familia abuelos y tíos por el apoyo que siempre me mostraron y la ayuda que me brindaron.

A mi hermano Gerald López que desde el cielo me cuida y me da ánimos de seguir adelante.

Luis Gerardo López.

AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo agradecimiento a Dios y a la Virgen María Santísima por permitirme haber terminado cada meta que me trace ante todas mis dificultades.

A mis padres Luis López, Gladys López, Abuelos José López y Jenny Vargas por apoyarme incondicionalmente en toda mi vida.

También quiero agradecerles su infinito apoyo a mis hermanas Dayana y Jennifer.

Agradecerle al Dr. Evenor Martínez por todos estos años en los cuales me brindó sus conocimientos, a la MSc. Claudia Herrera por haber aceptado ser mi tutora y transmitirme con ese carisma tan lindo cada enseñanza, también a la MSc. Claudia Jovel por este tiempo corto pero muy esencial en el cual me brindó su tiempo para corregir cada error cometido en este proceso.

A cada uno de los compañeros de clase que siempre a pesar de algunas diferencias nos mantuvimos unidos hasta el final.

A todos los que de alguna manera u otra me ayudaron para la culminación de este trabajo.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
	2.1.- Objetivo General	
	2.2.- Objetivo Específico	
III.	HIPOTESIS	4
IV.	LITERATURA REVISADA	5
4.1.-	Características biológicas de <i>Litopenaeus vannamei</i>	5
4.1.1.-	Hábitat y Biología	5
4.1.2.-	Hábitos Alimenticios y Fisiología del Camarón	6
4.1.3.-	Sistema Digestivo del Camarón	7
4.1.3.1.-	Digestión	7
4.2.-	Alimentación	8
4.2.1.-	Importancia de la Alimentación	8
4.2.2.-	Compuestos de Alimentación	10
4.2.3.-	Ingredientes para la Formulación de Alimentos	12
4.2.3.1.-	Proteína y Carbohidratos	14
4.2.3.2.-	Tasa de Proteína/ Energía	15
4.2.3.3.-	Lípidos y Carbohidratos: Fuente de Energía	16
4.2.3.4.-	Contenido de Energía Dietética	17
4.2.3.5.-	Minerales y Vitaminas	17
4.2.3.6.-	Ingredientes No-Nutricionales del Alimento	19
4.2.4.-	Forma General de Alimentación	20
4.2.4.1.-	Diferentes Métodos de Aplicación del Alimento	21
4.2.4.2.-	Alimentación al Boleo	21
4.2.4.3.-	Alimentación con Comederos	22
4.2.4.3.1.-	Descripción	22
4.2.4.3.2.-	Manejo	23
4.2.4.3.3.-	Ventajas y Desventajas	23
4.3.-	Tablas de Alimentación	24
4.4.-	Factor de Conversión Alimenticia	26
4.5.-	Factores que Afectan Alimentación	27
4.5.1.-	Relación Carbono-Nitrógeno con el Alimento	27
4.6.-	Buenas Practicas de Alimentación Acuícola	30
4.6.1.-	BPM para el Manejo del Alimento	34
4.7.-	Sistemas de Producción	36
4.7.1.-	Extensiva	36
4.7.2.-	Semi intensiva	37
4.7.3.-	Intensiva	37
4.7.4.-	Súper Intensiva	38
4.7.5.-	Sistema Trifásico	39

4.7.5.1.-Fases del Sistema Trifásico	39
a) Primera Fase: Estado Larvario	
b) Segunda Fase: Estanques para Pre Engorda del Camarón	
c) Tercera Fase: Estanques para Engorda del Camarón	
4.7.5.2.-Ventajas del Sistema de Cultivo Trifásico	40
4.8.-Calidad de Agua	41
4.8.1.-Factores que Afectan la Calidad del agua	42
4.8.2.-Luz en los Ecosistemas Acuáticos	42
4.8.3.-Propiedades de la Luz	43
4.8.4.-Clima	43
4.8.5.-Tiempo	44
4.8.6.-Radiación Solar	44
4.8.8.-Factores físico-químicos	44
4.8.8.1.-Oxígeno Disuelto	44
4.8.8.2.-Temperatura	46
4.8.8.3.-Salinidad	49
4.8.8.4.-pH	51
4.8.8.4.1.-Efectos Químicos	
4.8.8.4.2.-Solubilidad de Nutrientes en Función del pH	
4.8.8.4.3.-Relación del pH con Organismos Acuáticos	
4.9.-Utilización de Melaza en el Cultivo de Camarón Blanco	52
4.10.-Semolina	54
4.10.1.- Características Nutricionales	54
4.11.-Datos Poblacionales de los organismos de Cultivo	54
4.11.1.- Crecimiento Acumulado	54
4.11.2- Ritmo de Crecimiento	55
4.11.3.- Tasa de Crecimiento Acumulado	55
4.11.4.- Supervivencia	56
4.11.5.- Rendimiento Productivo	56
V. MATERIALES Y MÉTODOS	57
5.1.- Localización	57
5.2.- Dispositivo Experimental	57
5.3.- Diseño Experimental	57
5.4.- Aclimatación y Siembra	58
5.5.- Alimentación	58
5.6.- Factores Físico-químicos	58
5.6.1.- Temperatura	59
5.6.2.- Salinidad	59
5.6.3.- pH	59
5.7.- Parámetros Poblacionales	60
5.7.1.- Crecimiento Acumulado	60

5.7.2.- Ritmo de Crecimiento	60
5.7.3.- Tasa de Crecimiento (T.C)	60
5.7.4.- Supervivencia	60
5.7.5.- Factor de Conversión Alimenticia	61
5.7.6.- Rendimiento Productivo	61
5.8.- Elaboración de Combinación de Semolina y Melaza	61
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	62
6.1 Factores físicos-químicos	62
6.1.1.- Temperatura	62
6.1.2.- Salinidad	63
6.1.3.- Ph	64
6.2 Datos poblacionales	65
6.2.1.- Crecimiento en Peso Acumulado	65
6.2.2.- Ritmo de Crecimiento	66
6.2.3.- Tasa de Crecimiento	67
6.2.4.- Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A)	68
6.2.5.- Supervivencia	69
6.2.6.- Rendimiento Productivo	70
VII. CONCLUSION	71
VIII. RECOMENDACIONES	72
IX. BIBLIOGRAFÍA	73
X. ANEXOS	79

I. INTRODUCCION

El cultivo del camarón se inició a gran escala en diversos países del mundo en los años ochenta, a partir de entonces las producciones se incrementaron geométricamente y hoy generan más de un millón de toneladas métricas anualmente, generando ingresos substanciales para muchos países en vía de desarrollo así como en países desarrollados, pero ha estado acompañada por preocupaciones crecientes relacionadas con los impactos ambientales y sociales debido a su desarrollo. (Cuéllar-Anjel *et al*, 2010)

Nicaragua inicia la acuicultura en la década de los 90, con acuicultura rural integrada. En la década de los 90, en un nuevo marco de economía de mercado y frente al auge de la actividad registrado a nivel mundial, inversionistas nacionales y extranjeros iniciaron el cultivo de camarón en la zona noroccidental de Nicaragua.

El Occidente del país es el centro de la producción acuícola, la topografía de la zona, clima ideal y su amplia experiencia y conocimiento han contribuido con el desarrollo exitoso del sector. (Drazba, 2010).

Uno de los aspectos más relevantes en el cultivo camaronero es la alimentación de estos ya que el alimento representa uno de los gastos más excesivos en el cultivo, el alimento puede llegar a constituir hasta un 60% de los costos de producción. Una vez superados los problemas de suministro de semilla de buena calidad y problemas de tecnología de cultivo, la optimización debe estar enfocada a la selección y el manejo adecuado de los alimentos balanceados que se suministran.

De manera general, el costo relacionado con el alimento se puede reducir potencialmente por: 1) el uso de alimentos apropiados, 2) la determinación de la ración más efectiva en costo, y 3) la reducción del desperdicio del alimento. La capacidad para optimizar las tasas de conversión alimenticia y la reducción de los problemas asociados a la acumulación de desechos orgánicos que degradan la calidad del suelo y del agua de los estanques, depende de la acción conjunta de los fabricantes de alimentos (selección de materias primas, formulación y tecnología usada en la fabricación del alimento) y de los usuarios (forma de almacenamiento, manejo y distribución del alimento). En ambos casos, es fundamental tener un buen conocimiento de la fisiología y del comportamiento alimenticio del camarón.

En busca de disminuir los costos de producción se recurre a nuevas alternativas de alimentación como por ejemplo alimento comercial combinando con melaza que sirve para la producción de bacterias Gram +, o en otros casos la utilización por parte algunas empresas de Carbohidratos (harina de maíz, trigo, arroz y sorgo así como sus subproductos) como fuente de energía para una mejor nutrición del organismo y así obtener mayor biomasa al momento de la cosecha.

El presente trabajo pretende observar los rendimientos productivos con dos sistemas de alimentación uno basado en alimento comercial combinado con melaza y el otro en alimento comercial combinado con melaza y semolina de arroz, la razón de este proyecto en primer lugar es demostrar cuál de los dos sistemas es más productivo y segundo buscar alternativas mediante nuevos insumos en este caso la semolina de arroz para obtener mayor biomasa reduciendo la ración del alimento comercial, ya que se sabe que el alimento balanceado representa el 60% del costo de producción.

Los resultados de este experimento servirán para mejorar la complementariedad de los alimentos peletizado que circulan en los mercados ya que en Nicaragua existen muchas marcas de alimentos peletizados con un cierto porcentaje de proteínas (25%, 30%, 35%) pero al momento de utilizarlo en el campo este porcentaje de proteína no da buenos resultados en la engorda del camarón. Se determinó si solamente el alimento peletizado combinado con melaza tiene el mismo efecto sobre el crecimiento de los camarones Litopenaeus vannamei, o si estos tienen un mejor crecimiento agregando a su dieta alimento peletizado mezclado con semolina y melaza. Este trabajo permite que se disminuyan los costos de operación en el cultivo camaronero y también disminuye el impacto ambiental que esta actividad causa en el medio donde se desarrolló.

II. OBJETIVOS

2.1 General:

- Determinar el crecimiento de los camarones Litopenaeus vannamei en etapa de juveniles en dos sistema de alimentación: 1.- Dieta comercial combinada con melaza y 2.- Dieta comercial mezclada con semolina y melaza.

2.2 Específicos:

1. Evaluar el comportamiento que presentan los factores físico químicos (Salinidad, Temperatura y pH) sobre el crecimiento de los camarones Litopenaeus vannamei en las dos condiciones experimentales.
2. Comparar el crecimiento de los camarones marinos del Pacifico, desde la perspectiva del Crecimiento acumulado, Ritmos y Tasa de crecimiento, en las dos condiciones experimentales.
3. Determinar si existe diferencias entre Supervivencia, Rendimientos productivos y Factor de Conversión Alimenticia de los camarones que fueron alimentados con alimento comercial y melaza versus los que se alimentaron con alimento comercial mezclado con semolina y melaza.

III. HIPÓTESIS

Hipótesis Alternativa

H1: El crecimiento del camarón Litopenaeus vannamei es mayor cuando se aplica a su dieta alimento comercial mezclado con semolina y melaza que cuando se aplica alimento comercial con melaza.

Hipótesis Nula

Ho: El crecimiento de los camarón Litopenaeus vannamei es similar cuando se aplica a su dieta alimento comercial mezclado con semolina y melaza que cuando se aplica alimento comercial con melaza.

IV. LITERATURA REVISADA

4.1.-CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DEL CAMARÓN LITOPENAEUS VANNAMEI

El camarón patiblanco (Litopenaeus vannamei) es una especie de crustáceo decápodo de la familia *Penaeidae*, nativo del oriente del Océano Pacífico, desde el estado de Sonora, México, hasta el noroeste del Perú. Posee un cuerpo revestido de un exoesqueleto quitinoso. La cabeza y el tórax están fusionados para formar el cefalotórax. Los apéndices del cefalotórax se denominan periopodos y son patas caminadoras (5 pares) y los apéndices del abdomen se denominan pleopodos y son patas nadadoras también son cinco pares. El cuerpo tiene 19 segmentos, 5 de la cabeza, 8 del tórax y 6 del abdomen, además cuentan con apéndices birrameos especializados en la cabeza que son anténulas, antenas, mandíbulas y dos pares de maxilas. Los ojos son pedunculados y compuestos. La cubierta quitinosa del cefalotórax posee una prolongación anterior en forma de serrucho que se denomina rostrum y que posee un número determinado de dientes según la especie que se trate, número que permite entonces la clasificación taxonómica. Este rostrum sirve para proteger a los ojos que están ubicados justo por debajo de este. La abertura genital del macho se encuentra en el octavo segmento del tórax y en las hembras se encuentra en el sexto segmento (Auro, 2006).

4.1.1.- Hábitat y biología

Litopenaeus vannamei se encuentra en hábitats marinos tropicales. Los adultos viven y se reproducen en mar abierto, mientras que las postlarvas migran a las costas a pasar la etapa juvenil, la etapa adolescente y pre adulta en estuarios, lagunas costeras y manglares.

Los machos maduran a partir de los 20 gr y las hembras a partir de los 28 gr en una edad de entre 6 y 7 meses. Cuando el Camarón blanco del Pacífico pesa entre 30 y 45 gr libera entre 100,000 y 250,000 huevos de aproximadamente 0,22 mm de diámetro. La incubación ocurre aproximadamente 16 horas después del desove y la fertilización.

La semilla silvestre de Litopenaeus vannamei fue utilizada en América Latina para los cultivos extensivos en estanques hasta finales de la década de 1990. Los programas de domesticación y selección genética permitieron un suministro más consistente de postlarvas de alta calidad, libres de patógenos específicos (SPF) y/o resistentes (SPR), que eran criadas en incubadoras. Algunas PIs (postlarvas) fueron enviadas a Hawái en 1989, obteniéndose las líneas de producción SPF y

SPR y que posteriormente condujeron a su industrialización en Estados Unidos de Norteamérica y en Asia.

4.1.2.- Hábitos Alimenticios y Fisiología del Camarón

La nutrición de camarones implica procesos químicos y fisiológicos que proveen nutrientes al animal para sus funciones normales de mantenimiento, crecimiento, movimiento, reproducción, defensa contra parásitos y depredadores, etc. (Rosas et al., 2000). Una parte importante de estos procesos es la digestión, que involucra descomposición mecánica, solubilidad y absorción de nutrientes, el cual depende de la anatomía y fisiología del sistema digestivo de cada especie.

En los camarones el sistema digestivo se compone de boca, estomago, hepatopáncreas; situados en el cefalotórax; un intestino, una glándula intestinal en el abdomen y el ano situado ventralmente donde comienza el telson. Los crustáceos decápodos se consideran filtradores intensos en virtud de la presencia de múltiples filtros en su aparato digestivo, de ahí la importancia de una buena molienda de los insumos utilizados en los alimentos (Cruz, 1996). La digestión comienza en la cavidad cardiaca del estómago y se continúa en los túbulos del hepatopáncrea. Es a nivel de ésta glándula que la digestión se hace más activa, con la participación de enzimas producidas por células especializadas. (Molina et al., 2002)

Las antenas y las anténulas intervienen en la quimiorrepción, búsqueda y reconocimiento del alimento, a través de quimiorreceptores llamados astetascos, que se encuentran en el flagelo lateral de las anténulas, comunicados por el nervio antenular al lóbulo olfatorio del protocerebro de los crustáceos. Los movimientos de las antenas tienen como función aumentar la exposición de los astetascos a los químicos propiciando la circulación del agua

Además de estos receptores (de distancia) asociados al sentido del olfato, hay otro tipo de quimiorreceptores sensitivos localizados en los apéndices masticadores y a las partes bucales que funcionan como el sentido del gusto (receptores de contacto). Así tenemos que, el camarón tiene la capacidad de detectar el alimento a distancia, mediante los receptores antenales, y una vez que se ha dirigido a él, por contacto, lo degusta con los receptores presentes en periópodos y apéndices bucales, dando como respuesta la aceptación o el rechazo del alimento. (Mendoza et al., 1996).

La capacidad de percibir la presencia y detectar el “sabor” del alimento, representa una estrategia energética, que permite minimizar el tiempo de búsqueda y maximizar la proporción neta de energía o de ingredientes ingeridos, estrategia

que puede ser utilizada eficazmente tanto en el diseño de los alimentos balanceados como en la forma de distribución.

A la hora de alimentarse, los organismos deben de transformar el alimento de forma tal que pueda ser digerido. Durante el proceso, el alimento debe de cambiar de su forma “organizada inicial” a una forma desorganizada que permita a las enzimas digestivas actuar para la formación del quimo. En este proceso, hay una pérdida neta de energía como consecuencia del movimiento desordenado de las partículas del alimento que ingresan al organismo. (Tacon, 1989).

El crecimiento de un individuo es determinado por los balances de masa y energía. La adquisición y digestión de la energía contenida en el alimento es la base para la construcción de tejido corporal. El alimento es uno de los principales limitantes del crecimiento, por esa razón los acuicultores están siempre en búsqueda de nuevas y mejores alimentos que reduzcan los costos y mejoren el crecimiento. Uno de los principios básicos de la bioenergética; la relación “costo-beneficio”. (Aquatic, 2004)

En condiciones naturales los camarones peneidos juveniles son considerados omnívoros o detritívoros. En estudios del contenido estomacal, que se han hecho en diferentes especies, se han encontrado, de manera general pequeños crustáceos, poliquetos, algas y detritos. Algunas especies son más vegetarianas y otras más carnívoras (Wikins, 1976).

4.1.3.-Sistema digestivo del camarón.

4.1.3.1.- Digestión.

El tubo digestivo de los decápodos se divide en tres partes: intestino anterior o estomodeo, intestino medio o mesenterón y el intestino posterior o proctodeo. El estomodeo y el proctodeo están cubiertos de quitina, y este recubrimiento se pierde en cada exuviación o muda. En seguida de la boca se encuentra el esófago y luego el estómago, en el cual se pueden distinguir dos partes: cardiaca o anterior, separada por una válvula cardíaco-pilórica de la parte pilórica o posterior. La primera sirve de receptáculo de los alimentos ingeridos y presenta una gran elasticidad, en la parte posterior se encuentran una serie de piezas calcáreas, sedas, espinas y filtros, así como repliegues y sillones por los cuales pasan los alimentos en el transcurso de sucesivas moliendas. Las partes posteriores del estómago cardiaco y pilórico están reforzadas y soportadas por un conjunto de piezas calcáreas articuladas, las placas y los oscículos, que son zonas de espeso revestimiento quitinoso de este órgano.

Las piezas masticadoras del estómago (molino gástrico) son manipuladas por músculos propios, exteriores a la pared del estómago, controlados por un conjunto de elementos nerviosos. Estas piezas más o menos calcificadas tienen disposiciones y formas muy diversas de unos grupos de crustáceos a otros.

El estómago está provisto de elementos duros u oscículos, con una función trituradora. La eficiencia del estómago está ligada a su complejidad, y ésta varía de manera inversa a la complejidad de las mandíbulas.

Los alimentos se desplazan por el tubo digestivo, las partículas de gran tamaño se quedan en la bolsa cardiaca y son dirigidas por movimientos musculares hacia la parte dorsal de la bolsa, en donde son tratadas por el molino gástrico. Las partículas suficientemente pequeñas pasan al saco pilórico y son finalmente filtradas por sedas muy cerradas entrando a la glándula del intestino medio o hepatopáncreas. Las partículas más gruesas son retenidas por un filtro a la entrada de la glándula y son dirigidas posteriormente hacia el intestino, donde son cubiertas por una membrana de mucopolisacáridos: membrana peritrófica, dando lugar a las heces fecales. Estas últimas son a menudo reingeridas por los mismos camarones.

La bolsa pilórica presenta movimientos de contracción, sucesivos y coordinados que aseguran la filtración y permiten la progresión del alimento hacia el intestino medio y posterior. En virtud de la presencia de múltiples filtros, principalmente en los crustáceos decápodos, se pueden considerar como filtradores intensos (de ahí la importancia de una buena molienda de los insumos en los alimentos balanceados). En el estómago los alimentos son transformados en una papilla líquida y se inicia la digestión química. (Ceccaldi, 1989).

4.2.-ALIMENTACION

4.2.1- Importancia de la Alimentación.

El alimento es uno de los insumos de manejo más caro, y los nutrientes del mismo no asimilados por el camarón deterioran la calidad del agua en los estanques. Los ingredientes de los alimentos también son recursos importantes y no deben desperdiciarse. Así, el manejo de alimento es un aspecto crítico en una camaronicultura ambientalmente responsable.

La calidad del alimento es muy importante, los de alta calidad son mejor asimilados por el camarón y producen menos desecho en los estanques. Los ingredientes del alimento deben ser de alta calidad y no estar contaminados con pesticidas u otros químicos agrícolas. El alimento debería contener un buen aglutinante que asegure que el camarón pueda comerlo antes que se desintegre

en el fondo del estanque. Debe evitarse alimentos que contengan gran cantidad de partículas pequeñas y polvo (llamados "finos") pues los camarones no pueden comerlas.

Los alimentos no deben contener más Nitrógeno (Nitrógeno x 6.25 = proteína cruda) y Fósforo de lo necesario para los requerimientos dietéticos del camarón. El exceso de Nitrógeno y Fósforo en los alimentos incrementará las entradas de Nitrógeno y Fósforo al agua y producirá blooms excesivos de fitoplancton.

Los alimentos deben contener de 20 a 30% de proteína cruda para sistemas semi-intensivos de cultivo de camarón. Algunas pruebas con bajo contenido proteínico fueron desarrolladas por la Universidad Auburn en camarónicas en Honduras como parte de USAID, Dinámica de Estanques/Acuicultura Programa de Apoyo para Investigación y Colaboración (PD/A CRSP). Los resultados (no publicados) concluyeron que los alimentos bajos y altos en proteína son igual de eficientes en cultivos semi-intensivos de camarón. Basados en esto, los camaróneros querrán probar alimentos que contengan 20% de proteína o menos, y al usarlos, el contenido de harina de pescado en el alimento de camarón puede reducirse. Sin embargo, no se debe reducir mucho el Nitrógeno (proteína) y Fósforo, pues se necesitará más alimento por Kg (kilogramo) de camarón producido. Esto conllevará a aumentar la entrada de materia orgánica y a perjudicar la calidad del agua.

El camarón debe ser alimentado de tal forma que tenga oportunidad de consumir tanta comida como sea posible. Esta es una consideración económica importante, que reduce la entrada de nutrientes a los estanques. Las raciones de alimento deben basarse en tablas de alimentación que tomen en cuenta la biomasa de camarón.

La estimación de biomasa del camarón debe realizarse con muestras frecuentes con atarrayas para determinar la tasa de crecimiento. También se usan bandejas de alimentación para saber cuánto del alimento come. Algunos granjeros colocan toda la ración en bandejas, pero esta práctica es poco practicada en estanques semi-intensivos grandes.

La calidad del agua se deteriora si las tasas de alimentación son mayores a 30 y 40 kg/ha por día en estanques sin aireación y sin altas tasas de recambio de agua. Así, los estanques deberían ser surtidos a tasas que no requieran altas raciones de alimentación diaria.

La mala calidad del agua, en especial las bajas concentraciones de oxígeno disuelto, estresan al camarón hasta inhibir su apetito; lo hacen más susceptible a enfermedades, menos eficiente al convertir el alimento en tejido vivo, y sufren más

mortalidad. Los granjeros deben mantener una buena calidad de agua, moderando las tasas de siembra, alimentación, y fertilización.

Cuando el camarón está estresado o enfermo, no consumirá bien el alimento. Bajo estrés las tasas de alimentación deberían reducirse para minimizar el desperdicio. Si el camarón come bien y la concentración de oxígeno disuelto está en los rangos normales, el clima nublado no es una buena razón para reducir la alimentación.

La tasa de conversión de alimento o factor de conversión alimenticia (F.C.A) es una de las variables más importantes en el cultivo de camarón. Los granjeros deberían llevar récords cuidadosos de la cantidad de alimento aplicado a cada estanque para poder calcular el FCA. El objetivo sería reducir el FCA tan bajo como sea práctico. En cultivos semiintensivos, debería obtenerse FCA de 1.5 a 1.8. Los granjeros deben tratar que el FCA no se eleve a más de 2.0.

El alimento es la base para los niveles altos de producción de camarón en cultivo intensivo. Sin embargo, el camarón no come todo el alimento que se le provee y solamente una porción del alimento consumido es convertida a carne de camarón.

En el sistema semi intensivo el alimento natural interviene como único alimento al inicio de la cría cuando la biomasa en el camarón es todavía baja y como complemento (aporte de vitaminas, ácidos grasos y amino ácidos esenciales etc.), cuando llegamos a biomasa más altas. (Herrera y Martínez, 2009)

Todo productor sabe que el manejo del alimento implica cualquier método que mejore crecimiento y supervivencia, bajo factor de conversión y que cause el menor impacto ambiental.

Debemos tener en cuenta que el manejo inapropiado del alimento conlleva al deterioro de la Calidad del agua y suelo con el desarrollo de enfermedades. Por esto, para manejar el alimento debemos conocer el medio acuático, tratando en todo momento de favorecer el desarrollo de alimento natural, manejar adecuadamente el agua y fondo del estanque, manipular y almacenar apropiadamente el alimento, y determinar que método de alimentación vamos a usar y con qué periodicidad se va a alimentar. (Herrera y Martínez, 2009).

4.2.2.-Compuestos de Alimentación.

En la actualidad miles de toneladas de alimento para camarón son fabricadas en el sudeste de Asia, América Latina, etc. Sin embargo, estas dietas aún no son formuladas con el detalle que son formulados los alimentos para porcinos o aves, donde los conocimientos de requerimientos nutricionales son muy avanzados. La nutrición de camarón comparada con éstas especies, apenas está despertando.

El conocimiento científico de la nutrición de crustáceos se está incrementando regularmente, los requerimientos nutricionales de los camarones peneidos son aproximadamente conocidos, pero el conocimiento generado es muy variado debido a diferencias en la metodología de investigación y a la ausencia de una dieta experimental estándar. Variables como: especie, edad, fuente y estado fisiológico del camarón, condiciones ambientales, diseño experimental, instalaciones experimentales y forma, composición y procesamiento de las dietas a menudo hacen inválidas las comparaciones. Sin embargo, estos estudios han sido la base para dar los conceptos principales usados para la formulación de alimentos comerciales.

Aunque los principios nutricionales son similares para todos los animales, la cantidad de nutrientes requeridos varía con las especies. Hay aproximadamente 40 nutrientes esenciales requeridos por peces y animales terrestres. Aparentemente estos nutrientes esenciales son similares para camarón y podrían incluir aminoácidos, ácidos grasos, energía, vitaminas, minerales.

Estos nutrientes son provistos en cierto grado por los alimentos procesados y el medio natural de cultivo (Akiyama y Dominy, 1989). La mayoría de los requerimientos no toman en cuenta la disponibilidad de nutrientes, el método y las condiciones del cultivo, las pérdidas por procesamiento y almacenamiento.

Para condiciones sub-óptimas de cultivo, los niveles de nutrientes requeridos son mayores que los publicados y por el contrario los niveles de nutrientes pueden ser menores si se considera la disponibilidad de alimento natural y la biomasa de los organismos cultivados.

La nutrición del camarón es un asunto complejo porque sus requerimientos cambian a lo largo de sus ciclos de vida, por lo que las fórmulas deben ser específicas para cada ciclo. Más aún, los alimentos naturales suplementan a los manufacturados y los granjeros deben manejar los estanques como un ecosistema, y poner inputs que maximicen los beneficios de los alimentos naturales y manufacturados.

Las fuentes de nutrientes pueden variar, pero ciertos nutrientes son requeridos por todos los animales en crecimiento, y son conocidos como nutrientes esenciales o indispensables. Un nutriente esencial es aquel que no puede ser sintetizado a un nivel requerido, para un normal crecimiento y mantenimiento. A pesar que la proteína es requerida para el crecimiento, no hay proteínas esenciales, sino aminoácidos esenciales (las proteínas están compuestas por aminoácidos). A pesar de que los carbohidratos (ej. harina de trigo, semolina de arroz) son fuentes de energía, no son carbohidratos esenciales, porque pueden ser derivados de

varios ingredientes, almacenados y liberados a través de varios procesos metabólicos; además los lípidos de la dieta son otra fuente de energía. Finalmente, están los ácidos grasos esenciales (componentes de lípidos), vitaminas y minerales.

Los nutrientes esenciales pueden ser muy bien diferenciados en términos cuantitativos. Las proteínas, lípidos y carbohidratos son referidos frecuentemente como macronutrientes. Su presencia en el alimento comprende una porción substancial del espacio disponible o peso de la dieta. Los micronutrientes (ej. minerales y vitaminas) son requeridos, relativamente en poca cantidad por el camarón. El término "micro", sin embargo, no debe ser interpretado como implicando que ciertos nutrientes son menos importantes. Algunas vitaminas son requeridas en muy pocas concentraciones para la producción comercial de alimentos (ej. ácido ascórbico, alrededor de 100 mg/kg. de materia seca), sin embargo, su inclusión es absolutamente requerida para un adecuado mantenimiento y crecimiento. En otras palabras, la reducción del requerimiento de cualquier nutriente esencial del alimento, puede resultar no solo en crecimiento lento, sino en una mortalidad substancial. Para evaluar si un nutriente esencial ha sido incluido en niveles adecuados en el alimento, es importante identificar todas las fuentes de proteína nutritiva y su disponibilidad asociativa.

El término, "nivel de nutriente requerido" es frecuentemente confundido con nivel de nutriente en el alimento. No es igual decir que el camarón requiere 3% de la dieta de un nutriente esencial "x" bajo condiciones controladas, que incluir el 3% en el alimento. Proveer un requerimiento es a veces difícil en el alimento debido a la pérdida asociada en el proceso de producción (ej. alta temperatura) o a variaciones en la digestibilidad asociada con diferentes ingredientes. En otras palabras, lo que se formula no es lo que estará en el alimento procesado. Las dietas de investigación para estimar los requerimientos de nutrientes son frecuentemente preparadas con ingredientes de alto nivel de digestibilidad, aunque el rendimiento de esos alimentos seguramente será bueno, el costo para uso normal sería prohibitivo.

4.2.3.- Ingredientes para la Formulación de Alimentos.

Teniendo conocimiento del equipo enzimático podemos deducir qué ingredientes podrán ser utilizados en la fabricación de alimentos balanceados.

En cuanto a fuentes de proteína, dada la importancia de la tripsina, mientras más aminoácidos básicos tengan la proteína, la capacidad de hidrólisis será mayor y por lo tanto, la digestibilidad y la eficiencia alimenticia. Los ingredientes cuyas proteínas son ricas en arginina, lisina e histidina son excelentes fuentes de

proteína, ejemplo: harinas de pescado, de cabeza de camarón, harina de calamar, harina de krill, pasta de soya etc.

Evidentemente estas proteínas deben de contener un perfil de aminoácidos que comprenda aquellos esenciales para el camarón. La complementación de proteínas con aminoácidos puros no es recomendable en organismos acuáticos por su gran solubilidad en el agua.

Pasando a las fuentes de glúcidos, se ha demostrado que la glucosa pura disminuye el crecimiento y la sobrevivencia, y que el uso de polisacáridos o disacáridos da los mejores resultados. Aunque, como vimos anteriormente, el camarón tiene la capacidad enzimática de degradar polímeros, como el almidón de los granos, el glucógeno de origen animal, y la quitina del exoesqueleto, su capacidad de utilización es muy reducido comparada con las proteínas (hay menos amilasas que proteasas). Sin embargo, su uso es muy aconsejado (30 a 40% de la materia seca del alimento) para disminuir los requerimientos de proteínas como fuente de energía.

Son buenas fuentes de carbohidratos las harinas de trigo, maíz, sorgo, mijo, arroz etc. La digestibilidad del almidón varía según su origen, proporción de extracción de cereales y grado de gelatinización. La disponibilidad de los almidones se incrementa con algunas tecnologías de fabricación de los alimentos como son la cocción y la extrusión.

Los lípidos son importantes fuentes de energía y se han determinado requerimientos esenciales de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga. Las fuentes de lípidos usadas deben contener ácidos grasos linoleicos y linoleicos en su composición. Como ejemplos tenemos: el aceite de pescado, el aceite de hígado de bacalao, aceite de calamar y como fuente de fosfolípidos: la lecitina de soya. Es importante considerar el aporte en lípidos de los otros ingredientes de la formulación, lo que disminuye la adición de fuentes puras de lípidos generalmente al orden de 34% de la dieta seca.

Los ingredientes constituidos por organismos unicelulares, como: levaduras, bacterias etc. también pueden ser digeridos eficientemente por los camarones peneidos. Tienen la capacidad de lisar la pared celular y de digerir sus componentes, que de cierta forma están encapsulados y protegidos, hasta antes de la ingestión, de la lixiviación. Estos ingredientes son fuentes de ácidos nucleicos y desoxirribonucleicos y vitaminas del complejo B, entre otros.

Sería muy pretencioso tratar de hacer una revisión extensa de ingredientes propios para la formulación, en este artículo, sin embargo, consideramos que la comprensión de la forma de alimentación de los crustáceos, y su fisiología

digestiva permite resaltar la importancia no sólo de la composición del alimento, sino también de su forma, tamaño y estabilidad en el agua. Puntos igualmente importantes a considerar en el momento de seleccionar el equipo o la tecnología que se usará para la fabricación de los alimentos. (Cruz-Suárez et al., 1994).

4.2.3.1- Proteína y Carbohidratos.

Es común oír el término "carnívoro" y "herbívoro" usado para referirse a especies de camarón. Estos términos son frecuentemente mal aplicados. Un carnívoro es aquel cuya dieta proteica consiste primariamente en proteína animal. Un herbívoro, en cambio, típicamente consume proteína de las plantas (ej. productores primarios tales como diatomeas bénticas). Sin embargo, para algunos granjeros, un camarón es carnívoro porque requiere de un nivel relativamente alto de proteína en su alimentación. La proteína puede y es provista a través de una amplia gama de fuentes dietéticas de la planta (ej. soya) y de animales (ej. harina de pescado).

La proteína es usualmente el nutriente más costoso y el rango de contenido proteico (referido como proteína cruda) en los alimentos va desde 18% hasta 45%. La diferencia de contenido proteico es usualmente atribuida a las diferencias de "requerimiento" mostrada por las especies (se sabe que *Marsupenaeus japonicus* crece bien con dietas con altas concentraciones de proteína, mientras al *Litopenaeus vannamei* se le ofrece alimentos con bajos niveles de proteína (aproximadamente 30-35%). Muchas de estas conclusiones son, desafortunadamente, de anécdotas o de experiencias no documentadas.

"Requerimiento de proteína" es frecuentemente mal empleado para denotar el contenido o nivel de proteína en el alimento. Los nutricionistas reconocen que proveer la proteína adecuada implica tres factores: 1) requerimiento de aminoácidos esenciales; 2) digestibilidad general de proteínas dietéticas; 3) nivel de consumo del alimento. Hay poca información disponible sobre los requerimientos de aminoácidos esenciales para el camarón. Las guías para incluir estos aminoácidos esenciales en los alimentos se han desarrollado por muchos años a través de "ensayo y error".

En términos de digestibilidad, los alimentos pueden ser formulados para contener 50% de proteína cruda, del cual relativamente poco puede estar "biodisponible" (ej. harina de pluma) o, al contrario, contener 20% de proteína, siendo la mayor parte altamente digerible (ej. caseína). Ninguno de estos escenarios se aplica a los alimentos comerciales para camarón. Las fuentes de proteína más usadas en alimentos para camarón son harina de pescado y de soja, que contienen proteína razonablemente bien digerida (alrededor de 80%) por el camarón, pero no todas

las fuentes tienen la misma calidad o digestibilidad. Por ejemplo, la harina de pescado puede estar en un rango de proteína entre 58% y 68% (en materia seca). Por esta razón, los camareros deben tener cuidado de la calidad de la proteína usada en los alimentos. Los fabricantes de alimento deben poner a disposición de los productores los reportes de digestibilidad de las fuentes de proteína usadas (ellos hacen esta prueba rutinariamente).

Tal como se ha mencionado anteriormente, lograr el "requerimiento" de proteína en el alimento no implica un adecuado consumo per se. Ofrecer al camarón un alimento que contiene 30% de proteína, no implica que su consumo equivalga a satisfacer el requerimiento en el 100%. Por ello, los niveles de "requerimiento" de proteína determinado bajo condiciones controladas con alimentos conteniendo altos niveles de atractabilidad pueden no ser traducido a crecimiento similar bajo las condiciones prácticas del estanque.

La estimación del "requerimiento" de proteína del camarón requiere de conocer el contenido de proteína en el alimento, su digestibilidad en términos de aminoácidos esenciales y la tasa de consumo promedio bajo las distintas condiciones ambientales.

Muchas investigaciones nutricionales con frecuencia no logran identificar apropiadamente la tasa proteína: energía adecuada para las especies y condiciones de cultivo.

La mayoría de esfuerzos se enfocan en satisfacer los "requerimientos" de proteína: 1) alimentando camarón con dietas de alta proporción de atractante (para asegurar un consumo rápido y completo) y cantidades mínimas de proteína altamente digestible (ej. 15-18% de proteína cruda); o 2) alimentando camarón con dietas con niveles moderados de atractante (la fuente de proteína de por sí) y altos niveles de proteína (ej. 30-35% de proteína cruda) de fuente de proteína de digestibilidad moderada. El primer enfoque está dirigido a reducir productos de desecho del alimento (nitrógeno, fósforo, típicos contaminantes ambientales), en esas dietas la mayoría de los nutrientes serán altamente digestibles. El segundo enfatiza en menores costos, pero posiblemente requiera más productividad natural. El uso adecuado de la proteína en los alimentos requiere de mejor entendimiento de factores como: requerimiento de consumo, digestibilidad, interacción con factores ambientales, reducción de contaminantes ambientales, etc.

4.2.3.2- Tasa de Proteína/Energía.

El punto más importante con relación a la proteína está relacionado con su uso como fuente de energía para el camarón. En general, la proteína tiene un efecto

"escaso" en la energía. Si las fuentes de energía (ej. carbohidratos) son deficientes en el alimento, el camarón usará la proteína en vez de los carbohidratos para mantener las funciones metabólicas en lugar de emplearla para crecimiento. En otras palabras, continuará consumiendo el alimento para satisfacer las necesidades primarias de energía. Si el alimento está sobrecargado con proteína, alguno de estos caros componentes será utilizado para energía; por el contrario, en un alimento con un buen balance la mayoría de las proteínas idealmente serán usadas para crecimiento. El mejor contenido de energía de los alimentos se deriva de fuentes de granos de bajo costo relativo (ej. trigo, maíz, arroz).

También puede haber un problema potencial en alimentos sobrecargados con energía. En este caso, el camarón probablemente consumirá solo el alimento necesario para cubrir las necesidades energéticas y reducirá el consumo, haya o no satisfecho el requerimiento de la proteína, lo cual conducirá a pérdidas económicas por no consumo del alimento y a pérdidas de proteínas.

4.2.3.3- Lípidos y Carbohidratos: Fuente de Energía.

La fuente de energía más adecuada para alimento de camarón son los ingredientes con alta cantidad de carbohidratos, típicamente granos. Los azúcares altamente digeribles (ej. monosacáridos tales como glucosa) no son tan idóneos como fuentes de energía/carbohidratos, debido a los costos (ej. almidón de trigo) o asimilación reducida/anormal. La fuente de carbohidrato más adecuada para camarón son los derivados de bajo costo, ingredientes prácticos (ej. harina de trigo, harina de calidad media, salvado de arroz, etc.).

La digestibilidad de los carbohidratos puede ser incrementada durante el proceso de elaboración del alimento. El contenido de energía digerible de alimentos extruidos (alta temperatura) puede ser mayor que los peletizados (temperatura menor). Además, ciertas fuentes de carbohidratos como harina de trigo pueden promover la hidroestabilidad del pellet y, como tal, servir como aglutinantes naturales. La extrusión de carbohidratos a altas temperaturas típicamente reduce la dependencia de aglutinantes costosos y, como resultado, permite la reducción general del costo de los ingredientes en el alimento.

Los lípidos (aceites y grasas) son considerados fuentes de energía dietaria, pero su uso en la forma purificada es generalmente prohibitivo en costo. Los lípidos generalmente sirven como fuente de energía y como attractante.

Fuentes de lípidos purificados (ej. aceites de pescado) son incluidos en dietas comerciales para camarón para asegurar el contenido mínimo de lípidos y

satisfacer los requerimientos de ácidos grasos marinos esenciales. La cantidad de lípidos purificados incluidos en una dieta está determinada por la cantidad de lípidos/ácidos grasos de otros ingredientes dietarios (la mayoría de fuentes de proteína también contienen lípidos). La concentración de lípidos en la mayoría de alimentos comerciales es menos del 8% de la dieta (como base alimenticia).

Concentraciones mayores pueden resultar en pobre aglutinación y reducir la hidroestabilidad. Otro tema es el de mantenimiento de una tasa adecuada proteína/energía. La calidad de los lípidos puede reflejar la calidad del alimento. Si se almacena inadecuadamente, el ácido graso del alimento puede conllevar a la auto-oxidación, resultando en una condición inadecuada de rancidez/toxicidad.

4.2.3.4.-Contenido de Energía Dietética.

El camarón parece utilizar la energía de una manera similar a los animales terrestres con las siguientes excepciones: 1) Puede existir variaciones substanciales entre especies de camarón basado en la razón proteína animal: vegetal típicamente consumida, y 2) El camarón puede tener mayores pérdidas de energía a través de la excreción por las branquias y durante el proceso de muda. El requerimiento dietético de energía del camarón también es menor que para otros animales no acuáticos debido a lo siguiente:

1) La energía dietética no es usada para el mantenimiento de la temperatura del cuerpo; 2) Como el camarón está sumergido, la energía para mantener la posición/orientación es menor; y 3) El camarón al excretar amonio, no requiere energía para la formación de urea o ácido úrico. No hay abundante información disponible sobre la eficiencia de energía en los alimentos; sin embargo la mayoría de alimentos comerciales contienen coeficientes generales de energía de alrededor de 3.1-4.1 kcal/g de alimento. La razón energía: proteína digerible de unos 12 kcal/g de proteína parece ser adecuada para los alimentos ofrecidos a Litopenaeus vannamei.

4.2.3.5.-Minerales y Vitaminas.

Con frecuencia, el Fósforo y Calcio son los minerales más limitantes en la formulación de alimentos comerciales para la producción de camarones. El Fósforo es único ya que se encuentra únicamente como un sólido y no se solubiliza en agua. Puede encontrarse en muchas plantas verdes o granos en forma indigerible conocido como fitato o ácido fítico.

Por esta razón, al analizar su digestibilidad, solo un tercio a un cuarto del Fósforo en alimentos a base de soja es considerado disponible para el camarón. Para proveer una adecuada dieta en Fósforo, se debe incluir en una forma purificada (ej., Fósforo monobásico, dibásico, tribásico). Estas formas purificadas también tienen digestibilidad variable. El contenido de Fósforo total de alimentos para camarón usualmente es de 1.5-2.5% (como base alimenticia), pero solo alrededor de 50% de ello está disponible para el crecimiento del camarón.

En el pasado, la mayoría de nutricionistas recomendaban alimentos con una razón Calcio: Fósforo de 2:1(Calcio a Fósforo disponible). Mantener esta razón ha sido difícil, debido a la tendencia a tener exceso de Calcio en la mayoría de formulaciones de alimentos comerciales para camarón. Por esto, generalmente se suplementan las formas purificadas de Fósforo.

También se considera que suficiente Calcio debe estar disponible en el agua del estanque para propósitos dietéticos a través de la absorción por las branquias. En efecto, éste es probablemente el caso de la mayoría de trazas o microminerales encontrados.

Los paquetes vitamínicos (con suplementos minerales) son componentes necesarios de los alimentos comerciales para camarón solo cuando la productividad natural del estanque no es adecuada (muy altas densidades de siembra). Muchos alimentos para camarón son frecuentemente suplementados con paquetes de premix de vitaminas o precursores de vitaminas.

Estos son generalmente incluidos de una forma preventiva contra infecciones de virus y bacterias patógenos. Por ejemplo, los carotenoides (ej., beta-caroteno) son a veces recomendados para prevenir epizootias. A bajas densidades de siembra (15/m²), los premix de vitaminas y minerales generalmente no se incluyen en alimentos comerciales.

Probablemente el mejor criterio para decidir sobre el uso de premix requerirá la evaluación de: los niveles de productividad, prevalencia de enfermedades, densidades de siembra y factores ambientales individuales para cada granja. El paquete de vitaminas/minerales será más necesario para lograr buenas producciones cuando se encuentre baja productividad natural, alta densidad de siembra, mayor incidencia de enfermedades y más estrés al camarón por condiciones de ambiente adversas. También ayuda a tomar una buena decisión, analizar que un paquete completo de vitaminas y minerales puede incrementar el costo de los ingredientes en el alimento de \$30-50 por tonelada métrica (TM).

4.2.3.6.-Ingredientes no-nutricionales del alimento.

El término ingrediente no-nutricional del alimento típicamente se refiere a aglutinantes, antibióticos, preservante y pigmentos. Los aglutinantes son incluidos en el alimento para asegurar que los nutrientes en el pelet no se lixivien antes de su consumo. Es importante notar, sin embargo, que la aglutinación adecuada no solamente depende del aglutinante sino también del proceso de elaboración, del tamaño de la partícula del ingrediente, del tiempo de acondicionamiento y temperatura, característica del dado, y temperaturas de cocido y secado. Además, los aglutinantes usados para la preparación de alimentos para operaciones de producción terrestres (ej., ganado de carne, aves, cerdos, etc.) no son adecuados para alimentos para el agua. Los antibióticos se adicionan generalmente para combatir infecciones patógenas bacterianas.

Los alimentos comerciales suplementados con antibióticos son referidos como "alimentos medicados" y generalmente contienen 2,000-4,000 mg/kg de uno de los siguientes antibióticos: oxytetraciclina, ácido oxalínico, sulfamerazina, sulfonamidas, por nombrar unos cuantos. A pesar que la adición de antibióticos al alimento resulta en un incremento de gastos de alrededor de \$50/TM, típicamente son fortificados en exceso para asegurar la dosis correcta después del proceso de manufactura. Generalmente, se han levantado muchas voces en contra sin sustento, sobre el uso desmedido o sobre-fortificación de los alimentos con antibióticos. El uso continuo de antibióticos puede llevar a desarrollo de resistencia a los patógenos resistentes a los antibióticos y quebrar la jerarquía trófica de ecosistemas estuarinos frágiles. El uso de antibióticos en alimentos para camarón está prohibido en los Estados Unidos, esto ha conducido a incrementar la investigación enfocada en la suplementación de alimentos para acuicultura con bacterias probióticas para controlar las enfermedades, particularmente vibriosis.

Los preservante del alimento son componentes químicos incluidos para evitar las aflatoxinas, una toxina generada por un hongo, *Aspergillus flavus*. Este hongo requiere condiciones de alta humedad (>14%) para crecimiento y es generalmente aislado de granos. Estos son los mismos granos usados como fuente de carbohidratos. Al ser las aflatoxinas estables al calentamiento, estas pueden pasar al camarón a través del alimento, resultando, posiblemente, en mortalidades debido a aflatoxicosis. La mayoría de molinos de alimento controlan estrictamente los insumos que ingresan, especialmente granos, para presencia de aflatoxinas. El preservante usualmente usado para evitar *Aspergillus flavus* en el alimento es el ácido propiónico (propionato), incluido en alimentos a un nivel de alrededor de 0.5%.

Los antioxidantes se añaden al alimento para evitar la oxidación/rancidificación de ácidos grasos. Los ácidos grasos (encontrados en dietas lipídicas), y vitaminas, al exponerse al aire, se pueden oxidar y formar peróxidos y otros tóxicos, con lo cual el requerimiento de ácidos grasos esenciales posiblemente no se logre y el crecimiento será restringido.

Además, el alimento no será consumido a una tasa normal y, si se consume, puede ser tóxico para el camarón. El antioxidante más común usado en los alimentos es el hidroxianisol butilado (BHA) e hidroxitolueno butilado (BHT). Otros antioxidantes pueden ser encontrados como componentes naturales en alimentos para camarón: estos incluyen vitaminas E (ethoxyquin, alfa tocoferol) y C (ácido ascórbico).

Los pigmentos son usados principalmente para lograr un color adecuado en el camarón. El más común es la astaxantina, un pigmento común derivado del beta caroteno y encontrado en el camarón y cangrejo.

4.2.4.-Forma General de Alimentación.

La acuicultura de camarón enfrenta retos importantes para su consolidación como actividad económicamente viable y ecológicamente sostenible. Entre los más importantes se destaca, la maximización eficiente de la utilización de los nutrientes de los alimentos balanceados mediante la formulación de granulados cada vez mejores, así como la implementación de prácticas adecuadas de manejo del alimento (Martínez-Córdova, 2008).

Las mejores prácticas de alimentación son las que proporcionan la cantidad y calidad adecuadas de alimento a los organismos, para lograr el máximo rendimiento, con el menor costo, tanto económico como ecológico (Amaral y cols., 2003; Seiffer y Andreatta, 2004).

En sistemas de cultivo semi-intensivos, gran parte de la nutrición de los camarones depende del alimento natural que crece en los estanques (Martínez-Córdova y cols., 2008), sin embargo se dificulta mantener una adecuada biomasa de estos organismos, durante todo el período de cultivo, para que puedan representar una contribución significativa a la nutrición de los mismos, por lo que se requiere suministrar alimento formulado en dependencia de la fase del cultivo.

Las prácticas de alimentación han evolucionado recientemente, respecto a los sistemas de dosificación tradicional al boleó, por el empleo de comederos testigos o cómo única forma de alimentación (Bador, 1998), no obstante es conveniente

establecer los niveles máximos adecuados de dosificación en el engorde aun cuando se empleen comederos testigos.

4.2.4.1.-Diferentes Métodos de Aplicación del Alimento.

Los más comunes son: (a) al voleo (b) con comederos, con ambos métodos se utiliza una tabla de alimentación. Los comederos puede ser usado a la vez como “muestreador o indicador “, donde se va agregar todo el alimento que demande el camarón por hectárea/día, dependiendo del número de dosis diaria.

El camarón debe de ser alimentado de tal forma que tenga oportunidad de consumir tanta comida como sea posible. Esta es una consideración económica importante, que reduce la entrada de nutrientes a los estanques. Las raciones de alimento deben de basarse en tablas de alimentación que tomen en cuenta la biomasa de camarón. (Herrera y Martínez, 2009).

4.2.4.2.- Alimentación al Voleo.

El primer método utilizado tradicionalmente para alimentar camarones en cultivos intensivos y semi-intensivos es el de adición por dispersión o al voleo, el cual se basa en el uso de tabla de alimentación. Las dosis proporcionadas al voleo, al igual que para los alimentadores se rigen por el ajuste de ración de acuerdo con peso promedio y biomasa presentes en el estanque siguiendo una tabla de alimentación. Alimentando de esta manera al camarón asumimos que la cantidad de alimento que se le ofrece al animal es idónea para obtener la mejor respuesta de crecimiento, con una ración necesaria. (Herrera y Martínez, 2009). El método más utilizado actualmente para alimentar camarones en cultivos de mediano rendimiento es la adición de alimento a las unidades de producción por voleo, lo cual implica tener que distribuir el alimento de tal manera que cubra por lo menos un 80% de la superficie alimentada

El alimento debe de distribuirse en los estanques de manera uniforme para evitar su acumulación en lugares específicos del fondo, lo que podría resultar en el deterioro de la calidad del suelo.

Los productores deben mantener una buena calidad de agua, moderando las tasas de siembra, alimentación y fertilización. Cuando el camarón está estresado o enfermo, no consumirá bien el alimento. Bajo estrés las tasas de alimentación deberían reducirse para minimizar el desperdicio. Si el camarón come bien y la concentración de oxígeno está en los rangos normales, el clima nublado no es una buena razón para reducir el alimento.

Para esto es necesario evaluar semanalmente la biomasa de los microorganismos (Fito y Zooplancton) consumidos por el camarón, debiendo ser complementada con la ración de alimento artificial. (Herrera y Martínez, 2009).

4.2.4.3.-Alimentación con comederos.

La bandeja de alimentación es un instrumento que se utiliza ampliamente para la supervisión del alimento en los estanques de camarón. Existen varios factores que determinan el uso correcto de las bandejas.

El uso de bandejas de alimentación para estimar la cantidad de alimento consumido por el camarón es aceptado en las prácticas normales de cultivo intensivo. Al fin de que las bandejas cubran la necesidad del estanque, la cantidad de alimento a colocar en ella debe ser similar a la cantidad de alimento suministrada en el estanque en general. Sin embargo si el alimento de la bandeja es consumido completo y rápidamente, el productor no tendrá la oportunidad de determinar el patrón de alimento consumido en el estanque. La colocación de alimento en exceso en las bandejas nos brinda la oportunidad de determinar la tasa de consumo por medio del sobrante. (Albert, 1989)

Los comederos, permiten monitorear cada cierto tiempo el consumo de alimento y ajustar su cantidad diaria de la distribución del estanque día tras día, sí está siendo consumidos por los camarones bajo cualquier circunstancia y durante todo el ciclo de cultivo proporcionando además un mejor control sobre la población de camarones cultivados (estado biológico, detección temprana de enfermedades, biomasa).

Es conveniente tener varios charoleros y alternarlos cada 3 o 4 días en las lecturas para corroborar que en los consumos exista una secuencia en aumento o decremento dependiendo del estadio de muda, y no caer en lecturas erróneas de charolas. (Herrera y Martínez, 2009).

4.2.4.4.-Descripción.

El comedero es un dispositivo diseñado para contener alimento, su tamaño puede variar entre 50 y 80 cm de diámetro, debiendo permitir el fácil y completo acceso de los camarones.

Cada comedero debe reunir ciertas características básicas que permitan su adecuado manejo, entre los principales tenemos:

- Maniobrabilidad para una rápida medición del alimento sobrante y un peso adecuado que posibilite su monitoreo.

- La instalación difiere con relación al sistema de producción empleado, para los cultivos intensivos se recomienda instalarlos a partir del primer muestreo de crecimiento, generalmente entre los 20 y 30 días posteriores de la siembra. (Herrera y Martínez, 2009).

4.2.4.5.- Manejo.

Es importante que el personal este entrenado para el uso e interpretación de comederos, sea conveniente llevar a cabo supervisión constante del personal especializado, para esto el personal debe de tener en cuenta que el alimento que se coloca en la bandeja debe hundirse rápidamente y este debe de descender despacio para que no se pierda el pellet. El personal tiene que estar pendiente del alimento para ver qué cantidad ha sido consumido y cualquier faltante y sobrante debe de ser corregido en el mismo horario en que puso el alimento. (Herrera y Martínez, 2009)

4.2.4.6.- Ventajas y Desventajas.

Ventajas:

- Reducción de la necesidad de aireación y secados largos entre ciclos de cultivo
- Mejora la calidad de agua
- Disminuye el Factor de conversión de alimento
- Disminución del bombeo y ahorro de combustible
- Supervisión constante del estanque y detección temprana de enfermedades, resultando en una menor mortalidad
- Previene la sub y sobrealimentación, con sus consiguientes problemas
- Disminución del tiempo de cultivo
- Mejoras en las evaluaciones de biomasa y una mejor eficiencia en la administración de alimentos medicados.
- Eliminación temprana de competidores y depredadores
- Mantener al personal de campo constantemente involucrado con la piscina, el camarón y su nutrición.
- Mayor factor de conversión
- Ayuda a mantener los estanques y efluentes limpios
- Permite obtener mejor crecimiento
- Poder observar las condiciones físicas de los camarones cuando se suben a comer el alimento, así como detectar depredadores dentro de las mismas. (Nicovita "B", 1998) (Herrera y Martínez, 2009)

Desventajas:

- El costo de inversión inicial un poco alta por la adquisición de los materiales requeridos para la fabricación de la charolas de alimentación.
- Es una actividad laboriosa por lo que se necesita un mayor número de trabajadores lo que eleva el costo de la mano de obra volviendo menos rentable el cultivo.
- Posible uso de los comederos como refugio para los crustáceos: cangrejos, jaibas y otros predadores de los camarones.
- Mayor uso de manufactura de los comederos e incremento de la supervisión logística del alimento.
- Competencia de los camarones para ingresar en los comederos.
- No siempre refleja el consumo de alimento por los camarones.
- Empobrecimiento en los estanques. (Nicovita "B", 1998) (Herrera y Martínez, 2009)

4.3.- TABLAS DE ALIMENTACIÓN.

Todo productor sabe que el manejo del alimento implica cualquier método que mejore crecimiento y supervivencia, bajo factor de conversión y que cause el menor impacto ambiental.

El manejo del alimento implica decidir sobre: Que tipo de alimento se va a usar, cuando y cuanto se va a suministrar, y como se controlará el suministro para poder realizar un buen manejo.

Nicovita ha demostrado su calidad, probada por clientes nacionales y extranjeros. Cuando se va a suministrar está dada por la actividad rítmica del camarón, la frecuencia y el tiempo de alimentación. Calcular cuánto se va a suministrar implica estimaciones de la tasa de supervivencia, tamaño de la población, distribución de pesos y biomasa. (Con muestreos poblacionales quincenales y/o de crecimientos semanales; así como, control apropiado de varios parámetros de la calidad del agua).

Para la evaluación de la población de camarón dentro del estanque, se debe tener conocimiento de ciertos datos previamente registrados como: peso promedio semanal del camarón, cantidad de alimento suministrado en el estanque mediante comederos durante los periodos de mayor actividad del camarón (fuera de muda y después de la rotación), que porcentaje (%) del peso corporal representa el alimento suministrado a ese peso promedio (para lo cual, se debe tener una tabla de suministro de alimento, adaptada y ajustada a las características de la

camaronera o en último de los casos, otra tabla guía como las sugeridas por los proveedores de alimento.

El crecimiento semanal promedio en peso de los camarones puede ser obtenido extrayendo muestras mediante atarraya, una vez por semana. Y la biomasa de camarón a partir del cociente entre el alimento consumido y el porcentaje de la biomasa corporal multiplicado por 100 %, para obtener el número de individuos que constituyen la población total de camarón en el estanque, se convierte la biomasa hallada en Kg. a gramos y se divide entre el peso promedio semanal. La densidad de camarones por hectárea se obtiene a partir del cociente entre el número de camarones en el estanque, dividido por el área del estanque. Indudablemente que estos valores hallados tienen que corroborarse con los resultados obtenidos a la cosecha total del estanque; y que tiene que determinarse un porcentaje de ajuste.

Además, es necesario que los datos sobre muestreos poblacionales mediante este método, sean analizados constantemente ya que pueden variar los consumos de alimento de acuerdo a la estación (el consumo es mayor en verano, que en invierno), el aporte de la productividad natural del estanque (tanto plancton de la columna de agua como bentos sobre el fondo), calidad del alimento (buena hidroestabilidad), control consciente del consumo en comederos por el personal alimentador, etc. (Nicovita, 1998)

Tabla N°1. Alimentación para Litopenaeus vannamei en porcentaje de la biomasa corporal, alimentado diariamente bajo condiciones semi-intensivas.

Tamaño del camarón (gr)	% del peso corporal
1	10.0
2	6.0
3	4.5
4	3.5
5	3.0
6	2.5
7	2.3
8	2.0
9	2.0
10	2.0

Nicovita. 1998

4.4.- FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA (F.C.A)

El factor de conversión alimenticia se determina semanalmente, este consiste en la división del alimento acumulado por semana suministrado entre la biomasa acumulada en la pila de la semana. (Martínez, 2009)

Para ello, se llevara un control del alimento suministrado, la ganancia de la biomasa semanal, que se expresara como libras acumuladas por semana actual menos la biomasa acumulada de la semana anterior, determinado a partir del muestreo de crecimiento en peso y de la población (Martínez, 2005, citado por Martínez 2009).

La comparación de la cantidad de alimento abastecido y el crecimiento del camarón permite que sea calculado la tasa o factor de conversión alimenticia (T.C.A). La T.C.A es una medida del peso del camarón producido por kg de alimento abastecido.

La T.C.A. varía dependiendo de la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado. También el factor o T.C.A. puede ser influenciado por otras razones tales como:

- Mortalidad repentina del camarón durante la fase de cultivo, sin poder recuperar biomasa posteriormente.
- Subalimentación del camarón, quizás debido a densidades mayores de lo programado y/o competencia de alimento por otros organismos (caracoles, peces, jaibas); que generalmente se presenta cuando se alimenta una sola vez al día con escaso número de comederos viéndose reflejado en el crecimiento lento del camarón.
- Aporte de alimento suplementario junto con el balanceado y/o gran producción de alimento primario en el estanque.
- Robo del camarón o pérdida del alimento antes de suministrarlo al estanque.

Asumiendo que al alimentar con comederos y empleando métodos de muestreo acertados, hallamos que la T.C.A. semanal es alta, esto nos indicaría crecimiento lentos o subalimentación; mientras que una T.C.A. baja, indica que el camarón está haciendo buen uso del alimento.

La T.C.A. varia durante el ciclo de producción y entre las poblaciones, pero es una guía muy buena y debería ser entre 0.6-1.0 en camarones de hasta 10 gramos de

peso y entre 1.0 y 1.3 para tallas mayores. Idealmente la T.C.A. no debe ser mayor de 1.5. En años pasados, alimentando al boleó y con densidades de siembra de 5-10 ind/m² se obtenían valores de conversión de 2.5-3.0, donde gran parte del alimento no consumido era mal utilizado como fertilizante. Actualmente, en nuestro medio con el uso de comederos, estos valores pueden llegar a ser menores (1.1-1.3) inclusive con densidades de 40 ind/m².

Las mejores sugerencias que se pueden alcanzar a los jefes de producción para mejorar la T.C.A. es incrementar el número de comederos, aumentar el número de dosis diarias de alimento y si es posible entregando en porcentajes teniendo en cuenta la actividad del camarón (menor cantidad de alimento en el día que durante la tarde o noche); mejor preparación y manejo del fondo y agua de los estanques para estimular el desarrollo de la productividad primaria.

4.5.- FACTORES QUE AFECTAN ALIMENTACIÓN.

A temperaturas superiores a 32°C, los camarones comen más y convierten menos, el paso del alimento por el sistema digestivo del camarón es muy rápido, sin lograrse la absorción adecuada de los nutrientes del alimento. Los mejores FCA (Factor de conversión alimenticia) y crecimientos se consiguen a concentraciones de oxígeno superiores de 4 mg/l. (Nicovita 2009)

4.5.1.-Relacion Carbono Nitrógeno con el Alimento.

Los estanques de camarónicas, cuya relación carbono nitrógeno es estrecha, con entrada de agua de recambio rica en nutrientes (amonio y Bloom algal alto), un alimento 35% es muy riesgoso para el sistema, y si éste alimento 35% tiene una estrecha relación de C:N, el riesgo se multiplica. Si en la composición del alimento balanceado se usan más carbohidratos de lenta acción y muy pocos de rápida acción, entonces este pienso es un potencial desequilibrante del sistema, más aún si se utiliza proteínas animales de altísima digestibilidad, esto no quiere decir que las proteínas animales sean malas, no lo es, es lo contrario, son las mejores para el camarón, lo que está mal, es el balance de la relación C : N. Se puede fabricar un alimento de menor proteína, por ejemplo un 30% con una alta digestibilidad de sus proteínas, pero con más carbohidratos de rápida acción que actúen en el momento adecuado y en las cantidades adecuadas para que el sistema no se desequilibre, y los resultados finales sean una excelente producción de biomasa de camarones a baja conversión alimenticia y finalmente a bajo costo.

El Carbono y el Nitrógeno son los principales nutrientes limitantes de un sistema acuático. La relación Carbono (C): Nitrógeno (N): Fosforo (P) (C:N:P), es la

relación matemática más importante para la vida acuática y en especial para la vida del camarón, puesto, que ésta relación determina el tipo de microorganismos, algas y organismos del sistema.

La ración de alimento es puesta en el agua, sea en comederos o directamente al piso de la piscina, en el mismo momento que inicia el descenso, hay una lixiviación de nutrientes, los primeros nutrientes en desprenderse son los lípidos del baño del aceite de pescado, si es que lo tuvo; luego son los aminoácidos libres, aminos y péptidos, estos nutrientes son tomados por las otras poblaciones del medio, es decir,

"Los nutrientes proteicos lixiviados no entraron en primera instancia al digestivo del camarón".

El camarón toma el alimento y lo pasa al digestivo, una parte de los nutrientes son absorbidos en la glándula digestiva por acción enzimática y otra en el intestino donde actúa la flora microbiana, una gran parte del Nitrógeno del alimento no se absorbe y se pierde con las heces del animal, es decir: "No hay alimento que tenga una digestibilidad del 100%".

El Nitrógeno de los alimentos balanceados que logra ser absorbido, una pequeña parte, se retiene en forma de proteínas estructurales (biomasa) y otra parte la utiliza para obtener energía gluconeogénica (respiración). El producto del metabolismo es excretado por las branquias en forma de NH_3 y por el ano en forma de urea (en pequeñísimas cantidades), enzimas metabólicas, microorganismos de la flora y en la muda de las paredes del digestivo.

Las heces que contienen los desechos metabólicos ricos en Nitrógeno provenientes de las proteínas del alimento, y en Carbono orgánico provenientes de los carbohidratos del alimento, una parte se une a algas muertas y materiales en suspensión, pasando a ser parte la materia orgánica en suspensión y la mayor parte se precipita al fondo de la piscina, pasando a formar parte del detritus.

"Las algas bentónicas y la biomasa microbiana es el primer eslabón de la cadena alimentaria del camarón"

De esta manera el Nitrógeno de las proteínas de los alimentos balanceados vuelve de nuevo al animal reciclándose varias veces.

El sistema, y el aguante de carga orgánica del sistema (demanda de Oxígeno) determinan el tipo de alimento balanceado que se debe fabricar y usar. Los análisis de materia orgánica del suelo, el análisis de Nitrógeno y Carbono del sedimento y la obtención de la relación C: N permiten al camaronero balancear esa relación; es así que:

Si la relación del sustrato queda en C:N 6,6 : 1, con Luminosidad y Oxígeno, el sistema puede arrancar con bacterias que intervienen en el ciclo del Nitrógeno, si la relación C:N:Si:P, es de 106:16:15:1, si existe suficiente Luminosidad, suficiente Oxígeno Disuelto en el agua, el florecimiento de los fitobentos son en su mayoría algas diatomeas.

Si el Fósforo desequilibra la relación para arriba, es decir más Fósforo, entonces, los requerimientos de Carbono suben, y por ende el sistema pide más Nitrógeno, es aquí cuando el Carbono comienza a ser limitante y las relaciones se estrechan. Los sistemas naturales acuáticos tienden siempre a buscar el equilibrio C: N: P 106:16:1 (descubrimiento de Redfield). La perfección de la naturaleza de nuestro planeta tiene varias herramientas para volver a equilibrar los sistemas acuáticos naturalmente, y es así que, cuando la relación N: P se estrecha y por ende la relación C: N, la proliferación de cianobacterias es la primera herramienta de respuesta de la naturaleza. Las cianobacterias introducen Nitrógeno atmosférico al sistema, al mismo tiempo los hábitat cambian de ambiente y proliferan nuevas poblaciones de organismos capaces de sobrevivir en ese tipo de ambientes y tomar carbono inorgánico, todo tiene un fin y cada población cumple una finalidad, de volver a equilibrar el sistema.

En un cultivo de camarón comercial no hay ese tiempo de espera que necesita la naturaleza, ni tampoco es un hábitat propicio para la crianza del camarón, y posiblemente, la polución de las ciudades, los campos agrícolas y los alimentos de alta proteína con relaciones C:N muy bajas, hagan que tarde aún más la respuesta de la naturaleza.

Entonces existen otras herramientas, también dadas por la naturaleza, entre las más importantes está el uso del Carbono orgánico y bacterias fijadoras de Nitrógeno. Es una prioridad el equilibrar nuestro sistema de cultivo antes que sea tarde, antes que entre a un ambiente eutrófico.

El alargar la agonía usando productos comerciales de reconocida magia, bactericidas y antibióticos, más temprano que tarde nos pasara la factura.

Si este atajo se lo toma, es decir, si usamos carbono orgánico correctamente, entonces entramos en un proceso llamado bioremediación.

La bioremediación consiste en movilizar la materia orgánica en suspensión y la que está en el detritus, usando microorganismos bioremediadores.

Los microorganismos bioremediadores son consumidores de altas cantidades de Carbono, especialmente los lactobacilos que producen altas cantidades de CO₂. Según el Doctor Luis Vinatea Arana, una relación C: N de arranque debe ser 20:1,

la condición es que éste Carbono orgánico sea de alta digestibilidad, es decir, se debe usar carbohidratos muy digestibles como la melaza. La bioremediación arranca, ahora lo principal, es siempre mantener la relación C: N con niveles adecuados en nuestro medio; para esto, debemos manejar las fuentes de carbohidratos, la disponibilidad de Carbono y su velocidad de acción.

Existen tres tipos de carbohidratos: Los de rápida y corta acción, los de media acción con desprendimiento de Carbono entre lento y rápido, y los de larga acción con desprendimiento de Carbono lento y muy lento. En el primer grupo de carbohidratos se encuentran los azúcares y almidones cocinados o gelatinizados; en el segundo grupo están los carbohidratos provenientes de los subproductos de los cereales sin cáscara (afrecho de trigo, polvillo de arroz, etc.), en el tercer grupo se encuentran las pentosanas, celobiosas y celulosas.

El bokashi o materia orgánica fermentada, tiene como principal finalidad, el de liberar nutrientes limitantes en cantidades adecuadas, para mantener un medio o habitad adecuado en la relación C: N para el crecimiento de microorganismos benéficos para el camarón y para la producción de biomasa microbiana. El uso continuo de bokashi, con fundamento y objetivos claros, preparado adecuadamente, hace la diferencia en un cultivo comercial de camarón.

El Calcio, es prioritario para las bacterias bioremediadoras, las Nitrobacter toman el inorgánico y las bacterias que fijan Nitrógeno lo toman de la materia orgánica. Al necesitar más Calcio el sistema, se debe agregar carbonato de calcio en este proceso, y como juego de domino afecta el exceso de Fósforo del sistema. Una molécula de Calcio atrapa dos de Fósforo.

4.6.- BUENAS PRÁCTICAS PARA LA ALIMENTACIÓN ACUICOLA.

La nutrición del camarón está basada en alimentos artificiales suministrados por el granjero y, por una importante variedad de organismos (algas, pequeños invertebrados bentónicos, etc.) y detritos orgánicos, que son parte de la productividad natural y del ambiente marino. Los nutrientes en el alimento manufacturado que no son convertidos en carne de camarón como es el caso de la sobrealimentación, aporte de “finos” (desintegración de pellets por transporte y manipulación inadecuados) y los contenidos en las heces, entran al agua y fertilizan el estanque.

Por otro lado se debe tomar en cuenta el origen de harina y aceite de pescado utilizados en los alimentos artificiales dentro de la granja. La harina y aceite de pescado utilizado en los alimentos de camarón cultivado, deben proceder de cardúmenes con un manejo pesquero adecuado y sostenible; de ser posible de

pesquerías certificadas. Como alternativa, se propone para la producción de harina y aceite de pescado, el uso de los descartes y desperdicios de pescado provenientes de plantas de proceso y de la Fauna de Acompañamiento de las pesquerías de arrastre. Otra fuente de harina y aceite de pescado son los desperdicios de la misma industria acuícola.

No es recomendable almacenar alimento en la granja más de tres meses, así como tampoco utilizarlo para alimentar a los camarones, debido a la pérdida de su calidad nutricional y a los riesgos microbiológicos inherentes. Esto implica que los depósitos de almacenamiento reúnan las condiciones mínimas que garanticen el mantenimiento de la calidad del alimento, así como el funcionamiento de un sistema inventario separando y registrando la llegada de cada lote de alimento, así como la salida de los mismos según la fecha de llegada. El primero en llegar debe ser el primero en salir.

El alimento para los camarones debe estar en óptimas condiciones; todo alimento contaminado con hongos (enmohecido) que se detecte en el depósito de la granja, debe ser retirado y destruido. En caso de que la contaminación se encuentre en alimento que está siendo descargado en la granja, debe suspenderse esta labor y devolverse a la fábrica en su totalidad de inmediato.

El suministro de alimento para camarones, debe ser racional, medido y bajo una buena distribución, para evitar el deterioro de las condiciones físico-químicas y microbiológicas del agua y del fondo del estanque. Esto conduciría a pérdidas económicas para la empresa y a un impacto importante al ambiente. La calidad del alimento es importante para asegurar la salud y el crecimiento de los camarones; los pellets de alimento deben mantener su forma y consistencia (hidroestabilidad) por lo menos un par de horas a partir del momento en que entran en contacto con el agua.

Sin embargo, se ha reportado que la acción de las bacterias del medio (agua y fondo) sobre el alimento, afecta notablemente la palatabilidad, haciendo que sea difícilmente consumido por los camarones más allá de 60 a 120 minutos.

Además, el alimento peletizado que se desintegra rápidamente, no es consumido por el camarón convirtiéndose en una carga importante de materia orgánica y en un "fertilizante" costoso.

El alimento debe ser periódicamente evaluado por técnicos de la granja, para asegurar su calidad y evitar riesgos en su uso por deterioro físico o microbiológico. Se deben tomar muestras al azar de todos los embarques de alimento enviados a

la granja y realizar inspecciones para determinar la presencia de humedad u hongos.

Las muestras de alimento deben ser enviadas periódicamente a laboratorios independientes conservando una contra-muestra, para la determinación de su composición nutricional y características físicas, permitiendo esto su comparación con los valores suministrados por el fabricante. De cada lote de alimento recibido en la granja, se debe mantener refrigerada una muestra de 1 kg hasta que se haya utilizado todo el lote, para ser usada en caso de reclamos o de análisis de laboratorio requeridos para pruebas especiales de calidad.

Fallas en la distribución del alimento en los bordes de los estanques, compromete en alto grado la calidad del alimento, cuando este queda expuesto a la intemperie y sometido a las lluvias y altas temperaturas por acción del sol. Así mismo, habrá pérdidas y contaminación por animales (domésticos o silvestres). Sumado a todo esto, la práctica de distribución diaria de alimento hacia el área de los estanques, implica una logística de vehículos y personal y, el deterioro de los caminos, principalmente en la estación lluviosa.

Se recomienda que las granjas implementen un programa de depósitos cerca de los estanques, con capacidad para abastecer la ración por un máximo de tres días. De esta manera, se libera la mano de obra y la flota de vehículos, disminuyendo el deterioro de los caminos. El manejo a granel del alimento desde la planta hasta el estanque puede ser una práctica con resultados económicos y ambientalmente positivos, al eliminar el uso de los sacos.

Se debe considerar durante los cálculos de las raciones diarias de alimento, que los camarones en estadios de pre-muda, muda y post-muda, disminuyen notablemente el consumo y, por consiguiente, la dosis diaria debe estar sujeta a la población que se encuentra en inter-muda, para evitar el desperdicio de parte de la ración.

En el cultivo semi-intensivo, las tasas de alimentación son usualmente bajas y la fertilización por esta vía no debería ser un problema. Los problemas pueden ocurrir sin embargo, en casos en que los granjeros intensifican el cultivo. La sobrealimentación, pueden llevar a niveles abundantes de fitoplancton, zooplancton y microorganismos no benéficos y a una alta demanda de oxígeno disuelto (OD) durante la noche. Esto ocurre como consecuencia de la respiración o procesos biológicos de estos organismos, así como por la oxidación de la materia orgánica. También se puede contaminar el fondo del estanque con

alimento descompuesto y causar deterioro de la calidad del fondo y consecuentemente del agua.

El uso de tablas de alimentación ha sido uno de los métodos más utilizados para el control del suministro de alimento, basado en muestreos de crecimiento y de supervivencia para determinar la biomasa del estanque. De esta manera, se determina la cantidad de dieta artificial a ofrecer, considerando el peso individual del camarón y el porcentaje de la biomasa establecido en la tabla usada como guía. El uso de bandejas de alimentación es una buena herramienta que sirve de apoyo para estimar cuánto están consumiendo los camarones diariamente. Para ello, su “lectura” e interpretación de los resultados debe ser hecha con responsabilidad y conocimiento por personal bien entrenado. El uso adecuado de las mismas, permitirá evitar la sub y sobrealimentación. Pueden ser utilizadas como testigo o se pueden utilizar al 100% (sólo bandejas) para la alimentación. Esta última práctica exige un gran despliegue logístico y de personal capacitado, lo cual se podría compensar con el ahorro en alimento, la optimización (pro-ambiental) de su uso y los eventuales beneficios en producción al tener agua con menor carga orgánica.

La alimentación debe realizarse cuando la temperatura no sea baja (mín. 26°C) y las concentraciones de OD en el agua del estanque sean adecuadas (mín. 4.5 mg/L). Suministrar alimento con temperaturas bajas (disminuye el metabolismo del camarón) y/o con concentraciones bajas de OD, puede significar un desperdicio de la ración, porque los camarones en estas condiciones reducen el consumo de alimento. Adicionalmente, los procesos bioquímicos que sufre el alimento en el agua del estanque, consumen oxígeno y, por consiguiente, se agravaría el problema si se alimenta durante episodios de hipoxia.

Si las concentraciones de OD son bajas durante un tiempo prolongado (días o semanas), las raciones diarias de alimentación son probablemente excesivas para la capacidad asimilativa de los camarones en dicho estanque, por lo que es recomendable reducirlas o suspenderlas hasta normalizar la situación.

Como una medida prioritaria de las empresas cultivadoras de camarón, todo el personal involucrado en el proceso de clasificación, pesaje, distribución y suministro del alimento, debe ser supervisado por técnicos responsables para asegurar que las raciones diarias sean debidamente aplicadas. De igual manera, el número de personas destinadas a estas labores, debe ser suficiente para cumplir eficazmente con las jornadas diarias de alimentación.

Es deseable tener la mayor frecuencia de alimentación posible, lo cual dependerá de los aspectos económicos y sociales inherentes a cada granja. (MBPC OIRSA-OSPESCA, 2010).

4.6.1.- Buenas Prácticas de manejo (BPM) para el Manejo del Alimento.

- a) No se debe usar dieta fresca para alimentar los camarones en engorde (excepto reproductores), debido a que causa más problemas de calidad de agua que los causados por los alimentos peletizados y podría transmitir enfermedades.
- b) Utilizar alimento artificial proveniente de un establecimiento certificado, que tenga implementado un programa de aseguramiento de control de calidad e inocuidad (ej.: BPA, BPM y HACCP).
- c) Los ingredientes del alimento deben ser de primera calidad (incluyendo los aglutinantes) y de fuentes conocidas y confiables.
- d) El contenido nutricional de los alimentos de camarón debe ser el requerido por parte de la especie y estado del ciclo de vida de camarón. Esto para evitar el desperdicio del alimento.
- e) La calidad del alimento se debe garantizar almacenándolo en lugares secos y frescos y por períodos cortos.
- f) Las bodegas de almacenamiento de alimento deben contar con un programa de control de plagas, que sea diseñado, instalado y monitoreado por una empresa especializada y certificada.
- g) El piso del almacén de alimento debe estar revestido de concreto y permitir un fácil lavado y limpieza; se sugiere colocar en el piso de concreto, parrillas de madera para garantizar que se mantenga seco el alimento. El cuarto del almacén debe contar con una adecuada circulación de aire para evitar el calor excesivo y pueda ser causa de deterioro del alimento.
- h) Las estibas de alimento dentro de las bodegas de almacenamiento, deben proporcionar una distancia prudente entre los sacos y el piso, así como con las paredes, el techo y otras estibas vecinas (al menos 20 cm entre éstas), para permitir una adecuada ventilación.

- i) Los sacos de alimento deben estar ordenados y estibados adecuadamente, con su respectiva identificación por tipo de alimento y lote y nunca debe estar mezclado en la misma bodega con otros insumos (ej.: fertilizantes, cal, combustible, herramientas, desinfectantes, etc.).
- j) En las bodegas debe llevarse un sistema estricto de registro para la entrada y salida de sacos de alimento, el cual es indispensable para el control interno de la empresa y para la rastreabilidad (trazabilidad) de cada lote.
- k) Se debe tener cuidado con la manipulación y transporte de los sacos, para evitar la desintegración de los pellets y la producción de “finos”, que se convertirán en alimento no aprovechado por los camarones y en carga orgánica para el estanque.
- l) El régimen alimenticio debe estar diseñado para que el camarón consuma la mayoría del alimento suministrado, evitando un exceso que contribuya a la reducción de la calidad del agua, acumulación de materia orgánica y deterioro del fondo del estanque.
- m) La tasa de alimentación debe ser calculada con base en las curvas de alimentación teóricas y ser ajustada según: a) el monitoreo del consumo diario, b) las características físico-químicas del agua del estanque y c) la biomasa. El uso de bandejas de alimentación permite el monitoreo del consumo del alimento y previene la sobrealimentación.
- n) La ración de alimento debe suministrarse sólo cuando las concentraciones de OD en el agua del estanque, sean adecuadas para su suministro.
- o) Se deben mantener registros de las cantidades de alimentación diaria por estanque y por ración, para poder calcular el factor de conversión alimenticia (FCA), lo que permitirá ser más eficientes con la alimentación y reducir la carga de residuos orgánicos en los estanques.
- p) El uso de alimento medicado debe estar autorizado por las autoridades nacionales, ser sometido a registro detallado, estar debidamente etiquetado (información sobre la sustancias farmacológicamente activas) y estar dirigido al control de una enfermedad específica diagnosticada por personal calificado; se deben respetar los protocolos de uso y el tiempo de retiro.
- q) El alimento debe ser periódicamente evaluado por técnicos para asegurar su calidad. Se deben tomar muestras al azar de todos los embarques de

alimento enviados a la granja y realizar inspecciones para determinar la presencia de humedad u hongos. Las muestras de alimento para camarón deben ser enviadas periódicamente a laboratorios independientes para determinar su composición química aproximada y así compararlas con los valores dados por el fabricante.

- r) No se debe utilizar alimento enmohecido para alimentar a los camarones y no es recomendable alimentar a los camarones con alimento que tenga más de tres meses de haber sido elaborado.
- s) Todo alimento contaminado que se detecte en el depósito de la granja, debe ser destruido manipulándose con equipo de seguridad para evitar contaminación por micotoxinas. Si el alimento se detecta con hongos al momento del recibo en la granja, debe suspenderse su descarga y ser retornado de inmediato a la fábrica.
- t) Los camarones pueden encontrar el alimento de manera más fácil si el alimento se distribuye de manera uniforme por todo el estanque. Esto también evitará la acumulación de alimento sin consumir en ciertas áreas.
- u) Los alimentos no deben contener más nitrógeno y fósforo que los necesarios para los requerimientos del camarón. (MBPC OIRSA-OSPESCA, 2010)

4.7.- SISTEMAS DE PRODUCCION.

Las técnicas para el crecimiento se pueden sub-dividir en 4 grandes categorías: extensivas, semi-intensivas, intensivas y súper-intensivas, que representan respectivamente, densidades de siembra baja, media, alta y extremadamente alta.

4.7.1- Extensiva

Esta técnica es común en los países latinoamericanos. Los cultivos extensivos de Litopenaeus Vannamei desarrollan en las zonas inter- mareales, donde no hay bombeo de agua ni aireación. Los estanques suelen ser de forma irregular, con una superficie de entre 5 y 10 ha (o hasta 30 ha) y una profundidad de entre 0,7 y 1,2 m. Generalmente, se empleaba semilla silvestre que entraba a los estanques con la marea alta, o se adquiría a los recolectores de semilla; desde la década de 1980 se utiliza PL obtenida de las incubadoras, con una densidad de 4–10/m². El camarón se alimenta a base de alimentos producidos naturalmente mediante fertilización, y dosis una vez al día de alimentos balanceados de bajas proteínas. A

pesar de la baja densidad, a los 4 ó 5 meses se cosechan camarones pequeños de entre 11 y 12 gr. El rendimiento en estos sistemas extensivos es de 150–500 kg/ha/ cosecha, con una o dos cosechas anuales.

4.7.2.- Semi-Intensiva

Los estanques de cultivo semi intensivo (1–5 ha) emplean semillas producidas en incubadoras, con densidades de siembra entre 10 y 30 Pls/m² estos sistemas son comunes en América Latina. El agua se bombea para su recambio, los estanques tienen una profundidad de entre 1 y 1,2 m y si acaso, emplean un mínimo de aireación artificial. El camarón se alimenta de productos naturales propiciando su producción mediante fertilización del estanque, complementado con alimentación 2 ó 3 veces al día. Los rendimientos de la producción en estanques semiintensivos varían entre 500 y 2000 kg/ha/cosecha, con dos cosechas por año.

Este sistema se caracteriza por incrementar la densidad de siembra, el manejo es sistemático, la tasa de recambio de agua es mayor y además de fertilizar como en el caso anterior se requiere ofrecer alimentación complementaria pues el alimento natural se hace limitado al aumentar la densidad de camarones (15-30 camarones/m²). Se recomienda utilizar una tasa de fertilización inorgánico de 20 a 40 kg/ha y una tasa de recambio de agua de 10 a 20%. Este sistema de cultivo se práctica en estanques de tierra mayoritariamente. (Hernández, 1991).

Aragón y García (1996), reportaron datos con densidades de siembra de 24 y 38 Pls/m² de camarón blanco Litopenaeus vannamei y peso promedio de 0.003 gr y 0.34 gr respectivamente; obteniendo un peso promedio al final del cultivo (3 a 4 meses) de 13.99gr y 14.47gr en cada caso, con un incremento semanal de 0.8gr y 0.78gr para cada tratamiento.

Por otro lado Lawrence et al., (1985) con densidades de 25post-larvas/m², obtuvo un peso promedio de 10gr en 3 meses con una sobrevivencia de 73% en cultivo de Litopenaeus vannamei.

4.7.3.- Intensiva

Las granjas intensivas comúnmente se ubican fuera de las áreas intermareales, donde los estanques puedan drenarse totalmente, secarse y prepararse antes de cada ciclo; cada vez más se ubican lejos del mar, en tierras más baratas y de baja salinidad. Este sistema de cultivo es común en Asia y en algunas granjas de América Latina que están procurando elevar su productividad. Comúnmente los estanques son de tierra, pero también se utilizan membranas de recubrimiento para reducir la erosión y mejorar la calidad del agua. En general los estanques son pequeños (0,1–1,0 ha) sean cuadrados o redondos. La profundidad suele ser

mayor a 1,5 m. Las densidades varían entre 60 y 300 Pls/m². Se requiere una aireación continua de 1 HP/400–600 kg de camarón cosechado, para la oxigenación y circulación del agua. La alimentación se basa en dietas artificiales suministradas 4 a 5 veces diarias. Los factores de conversión alimenticia fluctúan entre 1,4 y 1,8:1.

Desde la irrupción de síndromes virales, se ha generalizado el uso de cepas domesticadas libres o resistentes de patógenos específicos (SPF) o (SPR) respectivamente; la implementación de medidas de bioseguridad y sistemas de bajo recambio de agua. Sin embargo la alimentación, la calidad y recambio del agua, aireación y el florecimiento del fitoplancton requieren de un cuidadoso monitoreo y manejo. Los rendimientos de la producción varían entre 7,000 y 20 000 kg/ha/cosecha, pudiéndose lograr de 2 a 3 cosechas por año, con un máximo de 30 a 35 000 kg/ha/cosecha.

En el sistema de floculación bacteriana, los estanques (0,07–1,6 ha) se manejan con alta aireación, recirculación y sistemas de bacterias heterotróficas. Se utilizan alimentos bajos en proteínas, suministrándolos de 2 a 5 veces al día, en un esfuerzo por elevar la relación C: N a >10:1 y desviar los nutrientes adicionados a través de procesos bacterianos en vez de la vía algal. Se utilizan densidades de 80–160 Pls/m² los estanques se hacen heterotróficos y se forman flóculos de bacterias, que son consumidos por los camarones, reduciendo la dependencia de alimentos altos tanto en proteínas como en tasa de conversión alimenticia incrementándose la eficiencia costo-beneficio. Esos sistemas han logrado una producción de 8–50000 kg/ha/cosecha en Belice e Indonesia.

4.7.4.- Súper-intensiva

La investigación desarrollada recientemente en Estados Unidos de Norteamérica se ha enfocado al crecimiento de Camarón blanco del Pacífico en sistemas de canales de flujo rápido súper-intensivos en invernaderos, sin recambio de agua (salvo el reemplazo de pérdidas por evaporación) o la descarga, utilizando larvas de cepas SPF. Por lo tanto son bioseguros, sustentables, con poco impacto ecológico pudiendo producir camarón de alta calidad con eficiencia costo-beneficio. El cultivo en canales de 282 m² con 300–450 juveniles/m² de entre 0,5 y 2 gr para su crecimiento entre 3 y 5 meses, ha logrado obtener producciones de entre 28 000 y 68 000 kg/ha/cosecha a tasas de crecimiento de 1,5 gr/semana, tasas de supervivencia de 55–91 %, con un peso promedio de entre 16 y 26 gr y factores de conversión alimenticia de 1,5–2,6:1.

4.7.5.- Sistema Trifásico

El cultivo de camarón marino en Nicaragua, ha mostrado un progreso notable en los últimos años debido al uso de tecnología innovadora que ha sido sucesivamente aplicada a la actividad. Entre ellos se destaca el sistema de cultivo trifásico siendo este el más reciente.

Las tecnologías de producción del cultivo de camarón existentes permiten el desarrollo y aprovechamiento en forma eficiente, bioseguridad y sustentable, lo que facilita que hoy en día con la experiencia y asesoría de profesionales en la rama, se produce en lugares donde antes no era posible. (TANGEOMEX, 2010).

Shpigel *et al.*, 1993; propusieron el uso de sistema trifásico para mejorar el efluente del cultivo marino y brindar un ambiente casi totalmente similar al ambiente natural respecto a los factores físico-químicos. Para ello, la ubicación de estos laboratorios debe ser totalmente alejada de los sitios de contaminación del aire y el agua a utilizar. Contar con una infraestructura apropiada y con todos los elementos indispensables para un adecuado proceso.

4.7.5.1.- Fases del Sistema Trifásico:

a) Primera fase: estado larvario.

Las postlarvas de camarón (PLs 12 aproximadamente) son aclimatadas y sembradas en invernadero (con estanques en forma de raceway o circulares cubiertos con una malla negra) de los cuales se llevan hasta alcanzar un peso de 2 gr en un periodo de tiempo de 30 días, la densidad en la que se encuentran pueden ser de hasta 200 PLs/m².

b) Segunda fase: estanques para pre-engorda de camarón.

En estos estanques se alojan camarones juveniles de 2 gr una vez que son traídos de los estanques de etapa larvaria, se aclimatan con las condiciones fisicoquímicas que posee el agua de mar suministrada a los raceway de pre-engorde o pre-críacon dimensiones más grandes (8m x 50m máximo) pero sin estar cubiertos con la malla negra. Se les suministra alimento procesado en forma granulada, hasta que se logran desarrollar a un tamaño de 6 gr en un periodo de 30 días, pueden ser sembrados a densidad de 60 camarones/m².

Estos estanques son capaces de alojar 192 metros cúbicos de agua, están provistos de tal forma que se facilite su alimentación continuamente. En esta área se encuentran cuatro estanques construidos por parejas.

El proceso de pre cría en los raceway, sirve para poder mantener un mejor control de los animales antes de la siembra en los estanques de engorde, así como también, para poder desinfectarlos, bio-estimularlos, mejorar su nutrición y aclimatarlos a su nuevo hábitat, paulatinamente. A finalizar este proceso, se cuantifica el número de animales existentes para determinar la población de siembra en las piscinas.

c) Tercera fase: estanques para engorda de camarón.

En esta fase los camarones que habían sido llevados a un peso de 6 gr son trasladados a los estanques de engorda para ser llevados al peso deseado para su comercialización, puede tener un periodo de tiempo de hasta 3 meses y medio.

En estos estanques se alojan camarones ya desarrollados una vez que son traídos de los estanques de etapa de pre-engorda, se aclimatan con las condiciones fisicoquímicas que posee el agua de mar suministrada. Se les suministra alimento procesado “pellet” hasta lograr un camarón adulto y de gran tamaño. Suponiendo que en total de un ciclo hayan sobrevivido 50,000 organismos con 10 gr resultaría la cosecha de 500 Kg. de camarón listos para su venta.

4.7.5.2.- Ventajas del Sistema Cultivo Trifásico

- Una de las cosas que hace más atractivo a este sistema hacia las empresas es que la reducción de costos económicos mayor que el del sistema de cultivo tradicional.
- Tienen la ventaja de reducir el tiempo de cultivo, aumentando la rotatividad estanques y por consiguiente el aumento de la producción.
- En el sistema trifásico en sus dos primeras fases se tiene a los organismos en un espacio mucho más reducido que en el sistema tradicional y por eso se obtiene valores más certeros de sobrevivencia, peso y utilización del alimento que representa uno de los mayores costos del cultivo.
- Los impactos ambientales se reducen ya que las descargas debido al recambio de agua disminuyen por la mejor utilización del alimento y el menor uso de fertilizantes y demás insumos que aumenta la materia en suspensión a las hora de recambio.
- Aumenta el rendimiento productivo con respecto al sistema tradicional. (Piedrahita, 2003).

4.8.- CALIDAD DE AGUA.

Calidad de Agua en acuicultura puede definirse como la conveniencia del agua para el desarrollo de un cultivo acuícola. La calidad del agua incluye todos los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un cuerpo de agua. Todas las especies cultivables requieren de normas de calidad de agua para asegurar su supervivencia, crecimiento o maduración sexual. (Boyd, 1990).

Esta calidad, estará fuertemente influenciada por las prácticas del manejo realizado en los estanques; donde se incluye, por ejemplo, la densidad de siembra, las estrategias adoptadas para su fertilización, la alimentación suplementaria ofrecida, la toma de datos sobre las variables físicas y químicas, etc. O sea, que los cultivos pueden manipularse, así como las variables ambientales y químicas, en función de la producción a obtener; impidiendo su limitación por medio de procesos físicos o químicos como la aireación, el encalado o el recambio de agua. Es decir, que la manipulación en el manejo, es la mejor herramienta en una producción semi-intensiva en camarones y peces y significa una importante limitante de no efectuarse correctamente.

Algunas características propias del agua de cultivo, limitan fuertemente la producción camarones y peces, como por ejemplo, la calidad de los minerales disueltos, el pH del agua, la alcalinidad, la dureza; que serán influenciados según el origen de la fuente de agua de abastecimiento e influida por los suelos que esta atraviesa; y por los suelos; así como por los aspectos geológicos y climáticos del sitio elegido.

Una manutención inadecuada de la calidad de agua o el deterioro de la misma, puede traer consecuencias negativas para el cultivo como la reducción de las tasas de crecimiento de un organismo, el aumento de la susceptibilidad a enfermedades, la interrupción de la maduración sexual o inclusive la muerte de los organismos cultivados.

En la definición de un perfil de calidad de agua para el desarrollo del cultivo, los parámetros críticos y los intervalos de valores de dichos parámetros puede variar de acuerdo con los diferentes estados de desarrollo de las especies (larva, juvenil, maduración, desove, etc).

Con respecto al cultivo de los organismos acuáticos, cualquier característica del agua que afecte de un modo u otro el comportamiento, la reproducción, el crecimiento, los rendimientos por unidad de área, la productividad primaria y el manejo de las especies acuáticas, es una variable de la calidad del agua.

El agua es esencial para la vida de los organismos. Es el elemento que suministra o sostiene todas sus necesidades, especialmente aquellas de respirar, nutrirse, reproducirse y crecer.

El agua del estanque contiene sustancias disueltas conformadas por gas, minerales y compuestos orgánicos, partículas en suspensión integrada por partículas muertas de plantas y animales muy pequeños y el plancton. La composición del agua de un estanque cambia continuamente, dependiendo de los cambios climáticos y de la estación del año y la manera en que se utiliza el estanque.

El objetivo de un buen manejo es controlar la composición del agua para lograr las mejores condiciones para organismos de cultivo.

4.8.1.- Factores que Afectan la Calidad de Agua.

- Factores físicos:

Son los componentes que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos, entre los más importantes podemos encontrar: la temperatura, luz, humedad, etc.

Hay factores no controlables como precipitación, vientos, pero hay otros que se pueden controlar como el sitio, buen diseño y construcción de las piscinas con fines acuícolas, considerando las condiciones climatológicas y geológicas del sector.

Existen dos tipos de ambientes acuáticos, que pueden sustentar vida. Éstos son zonas de vida de agua salada y zonas de vida de agua dulce. La mayoría de los tipos de organismos encontrados en los ambientes acuáticos están determinados por la salinidad del agua.

Salinidad es la cantidad de sal disuelta en un volumen de agua. Es por esto que las zonas de vida acuática se dividen en zonas de vida de agua salada y zonas de vida de agua dulce. Un ejemplo de una zona de vida de agua salada o marina es un arrecife de coral. Un ejemplo de una zona de vida de agua dulce es un lago.

4.8.2.- Luz en los Ecosistemas Acuáticos

Los vegetales son los productores primarios de la materia orgánica por medio del proceso fotosintético, cuando reciben luz solar de ahí el papel que juega el sol en los procesos metabólico.

La luz representa un elemento indispensable para la vida, porque de ella provienen la energía que utilizan los seres vivos, también interviene en otras

funciones, como los animales por medio de los órganos de la visión, determinan la foto periodicidad, es decir los períodos de luz y oscurecimiento a que está sometido un organismo y con el cual se realizan las diferentes funciones, como ciertas especies de peces que establece la época de reproducción con la intensidad de la luz.

4.8.3.- Propiedades de la Luz

1.- La reflexión, es el fenómeno por el cual el rayo de luz que incide sobre la superficie del agua, se devuelve a la atmósfera.

2.- La refracción, el cambio de dirección que sufre la luz al entrar a un medio de diferentes densidades.

3.- La extinción es el grado en que disminuye la luz al penetrar al medio marino.

4.- Angulo con que inciden los rayos sobre el agua, cambia durante el día, penetra más luz en la mañana y a inicio de la tarde.

- La cantidad de luz disponible a diferentes profundidades en los cuerpos de agua es importante para los aspectos ambientales.
- En cada incremento sucesivo de profundidad del agua, la luz de una longitud de onda determinada se reduce una proporción fija.
- La luz nunca se extingue de manera total, pero antes de que alcance niveles visualmente indetectables decae hasta alrededor del 1% de la intensidad en la superficie.
- Esto tiene un significado convencional porque describe de manera aproximada el nivel en donde la fotosíntesis producida por las algas se reduce hasta el punto de que apenas iguala la respiración.
- Esto se lo llama el punto de compensación.
- Arriba está la zona eufótica, que es en la cual las células de fitoplancton prosperan. La luz es la fuente última de la energía, sin la luz la vida no podría existir, no es sólo un factor vital sino también un factor limitativo.

4.8.4.- Clima

Es el cambio a largo plazo de las condiciones atmosféricas, es el promedio de esta condición a lo largo de un período de tiempo extenso. Abarca, entre otros, los valores meteorológicos sobre temperatura, humedad, presión, viento y precipitaciones en la atmósfera.

Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más. Ejemplo el fenómeno de El

Niño influye en factores como la temperatura del aire, radiación solar, cobertura de nubes, velocidad del viento, precipitación, presión atmosférica, evaporación.

4.8.5.- Tiempo

El tiempo es el estado de la atmósfera en lo referente a la precipitación, viento, temperatura y otros elementos. Los cambios atmosféricos que la modifican son activados por la energía proveniente del Sol. Es el tiempo a corto plazo de las condiciones atmosféricas. Las variaciones a corto plazo de la atmósfera, que llamamos tiempo, se relacionan con nuestra vida cotidiana.

En un principio, los hombres simplemente observaban el tiempo; luego trataron de emplear sus observaciones como base para la predicción y anticipación de las condiciones meteorológicas; finalmente aprendieron que no podían pronosticarlas con mucho éxito sin comprender su funcionamiento.

Y cuando finalmente se consiguió cierto conocimiento de los procesos atmosféricos, se comenzó a pensar en el intento de alterarlos. Éstos son los tópicos de los esfuerzos humanos para observar, predecir, entender, predecir y aminorar los efectos negativos del tiempo atmosférico.

4.8.6.- Radiación Solar

Es la cantidad de luz recibida, la luz tiene relación con la nubosidad, turbidez del agua. La altura es importante, al subir desciende la temperatura.

Los cuerpos de agua almacenan calor en estaciones cálidas para liberarlo en estaciones frías. El viento mezcla el aire-agua y da aireación. La radiación consiste en ondas electromagnéticas de una gran variación de longitud. La intensidad de la luz controla el ecosistema entero por su influencia sobre la producción primaria.

La relación de la intensidad de la luz a la fotosíntesis sigue tanto, en las plantas terrestres como acuáticas el mismo tipo de nivel de saturación de luz, seguida en muchos casos de un descenso a intensidades muy altas. La radiación térmica es el proceso por cual se transmite calor a través de ondas electromagnéticas

4.8.8- Factores Físicos y Químicos.

4.8.8.1.- Oxígeno Disuelto (OD)

El oxígeno disuelto es la variable más crítica para la calidad del agua en un estanque en cualquier fase del cultivo. Los acuicultores deben entender muy bien qué factores afectan la concentración de oxígeno disuelto en el agua y cómo influye una baja concentración de oxígeno disuelto en el camarón.

Es la variable más crítica especialmente en sistemas semi-intensivos, donde la disponibilidad del agua no es muy alta y no se dispone de aireadores. La pérdida de oxígeno ocurre principalmente por la respiración de todos los organismos aeróbicos del estanque y la producción se hace por las algas en el momento de la fotosíntesis. El intervalo óptimo es entre 3 mg/L a 8 mg/L. (Herrera, 2012)

Las mediciones hechas al amanecer y al atardecer normalmente proveerán información sobre los extremos diarios. Las concentraciones críticas de oxígeno disuelto usualmente ocurren en la noche y con frecuencia es deseable realizarlas en estanques con Bloom densos de fitoplancton.

Las concentraciones de oxígeno disuelto pueden variar considerablemente con la profundidad y la ubicación. En los estanques, las concentraciones de oxígeno disuelto más bajas están usualmente a más profundidad, donde el camarón pasa la mayor parte del tiempo.

Así, las mediciones de oxígeno disuelto deberían realizarse en la parte más profunda del estanque y cerca del fondo. Lo ideal es tomar muestras a 5 cm arriba del fondo. (Boyd, 1998).

Los sistemas de acuicultura poseen cuatro fuentes principales de oxígeno:

- 1.- Fitoplancton y plantas acuáticas (fotosíntesis)
- 2.- Oxígeno atmosférico (difusión)
- 3.- Oxígeno en el agua entrante (renovación de agua)
- 4.- Oxígeno a partir de los aireadores mecánicos.

El oxígeno puede ser perdido o consumido por:

- 1.-La respiración biológica (camarones, peces) (5%)
- 2.-Respiración del sedimento (Oxidación química) (50 - 55%)
- 3.-Respiración por fitoplancton (40 - 45 %)
- 4.- Difusión atmosférica
- 5.- Efluentes

(Boyd, 1996)

Tabla N° 2 Principio general del manejo del Oxígeno Disuelto en estanques camaroneros

1	Oxígeno muy bajo a cualquier hora del día o la noche		Aumentar la renovación enseguida con más entradas y salidas.
	Menor de 3 mg/l	A	No alimentar
		B	No fertilizar
2	Oxígeno bajo en la tarde, menor de 3 mg/l	A	No hay suficientes algas y prever una fertilización
		B	Hubo una mortalidad muy grande de algas cuya degradación en el fondo va a disminuir oxígeno. Hacer un cambio fuerte de agua en la noche y el día siguiente
3	Oxígeno alto en la tarde, mayor de 12 mg/l		Aumentar la renovación porque hay demasiadas algas que van a consumir todo el oxígeno en la noche

(Herrera, C. 2009)

La solubilidad del oxígeno en el agua depende de la T °C, de la presión atmosférica y de la salinidad, como sigue:

- Cuando la T °C sube, la solubilidad del O₂ baja.
- Cuando la presión atmosférica baja, la solubilidad del O₂ baja.
- Cuando la salinidad sube, la solubilidad del O₂ baja

4.8.8.2.- Temperatura

La temperatura es una magnitud que refleja el nivel térmico de un cuerpo (su capacidad para ceder energía calorífica) y el calor es la energía que pierde o gana en ciertos procesos (es un flujo de energía entre dos cuerpos que están a diferentes temperaturas).

La temperatura es un factor abiótico que regula los procesos vitales para los organismos vivos, así como también afecta las propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en un ecosistema.

- Los peces y crustáceos son poikilotérmicos (temperatura del medio interno es fluctuante) y su temperatura está controlada por el ambiente; que varía diario y estacionalmente.

- La tasa de procesos bioquímicos está controlada por la tasa de consumos de O_2 o ley de Van Hoff que expresa: "un aumento de $10^\circ C$ en temperatura provoca velocidad de reacción elevando de dos a tres veces más el consumo de O_2 ". Entonces la necesidad de oxígeno disuelto del camarón y de los demás órganos aeróbicos del estanque es mucho más crítica en agua caliente, que en agua más fría. (FAO, 2010)

El consumo de O_2 decrece relativamente a medida que la temperatura va incrementándose. Una temperatura letal es alcanzable decreciendo totalmente el consumo de O_2 .

La temperatura del agua varía en pequeños intervalos durante el día debido a la elevada capacidad calorífica (es la energía necesaria para aumentar una unidad de temperatura) de la misma. En cuerpos de agua profundos las capas inferiores no presentan cambios significativos en la temperatura, las capas afectadas son las superficiales con variaciones de hasta $25^\circ C$.

El proceso de descomposición de la materia se acelera al aumentar por encima de $25^\circ C$, es considerada para el cultivo. La temperatura afecta la solubilidad del oxígeno en el agua y su consumo por los organismos aumentando o disminuyendo su actividad biológica.

Las especies de camarón de aguas cálidas crecen mejor a temperaturas entre $25^\circ C$ y $30^\circ C$. Los procesos biológicos como crecimiento y respiración se duplican, en general por cada $^\circ C$ que aumenta la temperatura, consume el doble de oxígeno disuelto.

El crecimiento y la respiración de otros organismos que comparten el estanque, así como las reacciones químicas en su agua y suelo se incrementan aumentando la temperatura. Por ello los factores ambientales y en particular las variables de la calidad de agua, son más críticos conforme aumenta la temperatura (Boyd, 2004).

Estratificación térmica del agua es la disposición de la temperatura del agua en sus diversas capas, es decir, en la superficie, en el fondo y en la parte media. La termoclina es una capa dentro de un cuerpo de agua donde la temperatura cambia rápidamente con la profundidad

En cuerpos de agua como lagos, mares y pilas de cultivo, se produce estratificación de las capas de agua. Existen dos tipos de gradientes que causan la estratificación: los físicos, producidos por la temperatura; y los químicos, producidos por la diferente composición química de las aguas superficiales y profundas.

El calor penetra por la superficie del agua y calienta la capa superficial más rápido que la del fondo. Como la densidad del agua (peso por unidad de volumen) disminuye conforme aumenta su temperatura sobre los 4 °C, la capa superficial puede ser tan caliente y ligera que no se mezcla con la más fría del fondo.

Esta separación de las capas del agua se denomina estratificación termal. La estratificación tiene a menudo un patrón diario: durante el día la temperatura del agua aumenta y se forma una capa cálida, durante la noche la temperatura de la capa superficial disminuye a la misma que la del agua del fondo, por lo que las capas se mezclan.

La separación del volumen de las aguas en un estanque relativamente profundo se divide en dos capas llamándose Estratificación termal, la capa superior caliente lleva el nombre de Epilimnio y la capa fría inferior Hipolimnio, la fina separación donde la temperatura cambia rápidamente entre el Epilimnio y el Hipolimnio se llama Termoclina.

El crecimiento es resultado de procesos bioquímicos. Roulan (1986) señala que muchas especies pueden vivir en un amplio rango de temperatura:

- Organismos tropicales y subtropicales no crecen bien en rangos menores a 26 - 28°C. La temperatura en las piscinas no varía mucho. Si la temperatura varía en más de 4°C puede haber shock termal y hasta la muerte. La temperatura se mide con el equipo llamado oxigenómetro.

El proceso de descomposición de la materia se acelera al aumentar por encima de 25°C. Las especies de camarón de aguas cálidas crecen mejor a temperaturas entre 27 °C y 31 °C. (Nicovita, 1998).

Los procesos biológicos como crecimiento y respiración se duplican, en general por cada °C que aumenta la temperatura, el consumo de oxígeno disuelto es más crítico a temperaturas cálidas que en las frías. (Herrera, 2009).

La temperatura del agua afecta el desarrollo y crecimiento del camarón; aumentando el metabolismo al aumentar la temperatura del agua e influenciar sobre una serie de procesos biológicos.

Cada especie de camarón tiene capacidad para resistir un rango específico de temperatura y dentro de este mismo rango tiene una temperatura óptima para su crecimiento y reproducción. Estos rangos óptimos pueden cambiar a medida que crecen los camarones.

La temperatura afecta la solubilidad del oxígeno en el agua y su consumo por los organismos aumentando o disminuyendo su actividad biológica. Las crías

afectadas en agua caliente son más delicadas de controlar y ocurre frecuentemente una disminución importante de oxígeno que puede llevar a una mortalidad masiva. (Herrera, 2012).

En los cultivos de camarón blanco Litopenaeus vannamei a diferentes temperaturas, con una densidad de siembra de 20 Pls/m². Se observaron que en intervalos de temperatura de 26°C a 29°C, la tasa de crecimiento fue de 0.9 a 1.9 gr/semana, mientras que a intervalos de temperatura de 19 a 25 °C la tasa de crecimiento disminuía de 0.62 a 0.72 gr/semana (Robertson, et al., 1992).

El estudio realizado en estanques de concreto en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) (Martínez 2012), obtuvo datos que especifican que el valor óptimo de temperatura para que el camarón Litopenaeus Vannamei crezcan mejor esta entre 28 a 33 °C.

Tabla N° 3: Principios generales del manejo de temperatura.

Nivel de temperatura	Grados °C	Acción a realizar
Temperatura alta	35 °C	Aumentar el intercambio de agua, aumentando el nivel del agua porque la temperatura del canal debe de ser más baja
Temperatura baja	25°C	Bajar el nivel del agua, para aprovechar el calentamiento del agua por el sol
Estratificación	-----	Trata de romper la estratificación moviendo el agua con la ayuda de un aireador de superficie, tratar de girar el agua con un motor

(Herrera, 2009)

4.8.8.3.- Salinidad

La salinidad se define como la concentración total de iones disueltos en el agua y generalmente se expresa como partes por mil (ppm o S‰). Cada una de las especies acuáticas tiene un intervalo óptimo de salinidad para su reproducción y crecimiento. Los camarones cultivados son eurihalinos, esto es que soportan altas variaciones de salinidad. La salinidad óptima para el Litopenaeus vannamei es de 20 S‰ (Auro, 2006).

La salinidad es un parámetro que juega un papel importante en la fisiología del camarón. (Chien, 1992), menciona que los Taiwaneses varían la salinidad de 15 S‰ a 20 S‰ para estimular la muda y ganar crecimiento. Por otro lado, Boyd (1990), menciona que la salinidad óptima para el crecimiento del Litopenaeus vannamei es de entre 15 S‰ a 25 S‰ pero que esta especie puede tolerar salinidades de 0.5 S‰ por varias semanas.

Los intervalos de tolerancia de la salinidad para los camarones es muy amplia y pueden sobrevivir de 0 S‰ hasta 50 S‰, los organismos que soportan amplias fluctuaciones de salinidad se conocen como eurihalinos, sin embargo, el intervalo de crecimiento óptimo con un promedio de 15 a 25 S‰. Por otro lado, si el camarón puede vivir en agua con salinidades muy diferentes, él no puede soportar un cambio brusco dentro del rango de 0 a 70 S‰ (Herrera, 2009).

Las sales ejercen una presión osmótica sobre los organismos vivos, una presión osmótica elevada puede provocar fenómenos de difusión a través de las paredes celulares a nivel de las branquias, lo que puede ocasionar la muerte de esas células. Un aumento en la salinidad disminuye la tasa de consumo de oxígeno. (Herrera, 2009).

El estudio realizado en estanques de concreto en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) (Martínez 2012), obtuvo datos que especifican que el valor óptimo de salinidad para que el camarón Litopenaeus Vannamei crezcan mejor esta entre 10 a 40 S‰.

Tabla N° 4: Principios generales del manejo de salinidad de los estanques de cultivo.

1	Salinidad más allá que el agua del canal.	Aumentar el intercambio de agua.
2	Salinidad baja	Disminuir el cambio de agua, permitiendo una mayor evaporación por la acción del sol y subir así la salinidad.
3	Estratificación	En caso por estratificación por lluvia fuerte, sacar el agua dulce por la superficie, con un cambio fuerte de agua superficial.

4.8.8.4.- pH

El término pH se refiere a las concentraciones de iones hidrógenos dentro del agua. Generalmente el pH se refiere a al grado de acidez o basicidad del agua, este valor expresa las características básicas o ácidas del agua. En términos químicos es el logaritmo negativo de la concentración del ion hidrogeno la escala varía entre 0 a 14. El pH óptimo para el crecimiento y salud del Litopenaeus vannamei está entre 6.5 y 9.0. La exposición a un pH extremo puede producir estrés y ser letal, pero lo más importante en la acuicultura son los efectos indirectos resultantes de las interacciones del pH con otras variables.

El estudio realizado en estanques de concreto en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) (Martínez 2012), obtuvo datos que especifican que el valor óptimo de pH para que el camarón Litopenaeus Vannamei crezcan mejor está entre 6.5 a 9.

El pH es un parámetro muy importante a ser considerado en la acuicultura, el cual causa muchos fenómenos químicos y biológicos, especialmente sobre el metabolismo y procesos fisiológicos de peces, camarones y todos los organismos acuáticos.

Se ha reportado que los puntos letales de acidez y alcalinidad son de pH 4 y pH 11, respectivamente. Aguas con valores de pH de 6,5 a 9,0 son las más adecuadas para la producción de organismos acuáticos cultivables. En valores inferiores a 6,5 disminuyen los procesos reproductivos.

4.8.8.4.1.- Efectos Químicos

El pH ejerce una fuerte influencia sobre la toxicidad de ciertos parámetros químicos tales como el Amonio no ionizado, que se torna más abundante en pH alcalino y del Ácido Sulhídrico (H_2O), el cual aumenta porcentualmente en pH ácido.

4.8.8.4.2.- Solubilidad de Nutrientes en Función del pH

La solubilidad de muchos micronutrientes importantes para la producción primaria (fitoplancton) depende del grado de acidez o alcalinidad del agua. Así, el pH alto influye en la disponibilidad de Fósforo ya que en medio alcalino, este nutriente es absorbido por el calcio presente en el cuerpo de agua, mientras que al bajar el pH (medio ácido), el Fosforo se junta con el Hierro y Aluminio. Por otro lado, en un pH de 6,5 el Fósforo se encuentra en solución, libre y disponible para ser fijado por las microalgas y otras plantas acuáticas. A este pH, también son solubles otros minerales como el Hierro, Cobre, Manganeseo y Zinc.

4.8.8.4.3.- Relación del pH con los Organismos Acuáticos

El pH posee una estrecha interdependencia entre las comunidades vegetales, animales y el medio acuático. Este fenómeno ocurre a medida en que las comunidades acuáticas interfieren en el pH, así como el pH interfiere de diferentes maneras en el metabolismo de estas comunidades.

Con respecto a las comunidades, actúa directamente en los procesos de permeabilidad de la membrana celular de los organismos integrantes, interfiriendo en el transporte iónico intra y extracelular, así como también entre organismos en el medio. Un ejemplo de la interferencia de las comunidades acuáticas en los valores de pH del medio se observa a través de la asimilación del CO₂ ya que durante el proceso fotosintético, las macrofitas acuáticas y las algas pueden elevar el pH del medio. Este factor es particularmente frecuente en aguas.

El pH controla las amplias reacciones en equilibrio y solubilidad, de las cuales las más importantes son la relación entre la forma no ionizada (forma tóxica) y la ionizada del amoníaco y los nitritos (Hagopian y Riley, 1998)

4.9.- UTILIZACIÓN DE MELAZA EN ESTANQUES DE CULTIVO DE CAMARÓN.

La melaza es un subproducto de la extracción de azúcar de la caña, su cualidad principal es que al acompañar al Nitrógeno no proteico o NNP libera energía de una manera muy fácil, considerándose una de las formas de presentación del azúcar más simples, pues es un disacárido la sacarosa, es un compuesto de apenas 2 moléculas de azúcar, fácil de degradar, por su facilidad de degradación y liberación de Energía rápida. Y por otro lado, las proteínas que están compuestas principalmente de Hidrogeno, oxígeno, carbono y nitrógeno pueden obtenerlo del metabolismo de la melaza. Recordar que en la liberación de energía de los carbohidratos, se desprenden CO₂ y H₂O o sea bióxido de carbono y agua, en cuanto al carbono también lo pueden obtener de los sacáridos, (mono di o poli).

La melaza es un jarabe oscuro, viscoso que proviene de la separación de la azúcar cruda en el proceso de elaboración del azúcar refinado. Está constituido por Carbohidratos del tipo polisacáridos y monosacáridos; la melaza, contiene como materia seca cerca del 94-100% y como proteína puede contener del 4-10.3%. Los azucares que constituyen la melaza incluyen: sacarosa, glucosa, levulosa, maltosa, lactosa y azucares reductoras.

En el cultivo de camarón, la melaza puede ser utilizada para la preparación de estanques como aportador de Carbono orgánico. Junto con los nutrientes mayores (Nitrógeno, Fósforo), el carbono orgánico aportado por la melaza es requerido por las bacterias y algas, en la constitución de sus membranas y organelos y como

fuerza de energía principalmente en el proceso de fotosíntesis. A su vez las bacterias y algas, constituyen el eslabón inicial de la cadena trófica de alimento natural en un estanque, habitando como plancton tanto en la columna de agua y constituyendo el bentos en el suelo del estanque.

El Carbono constituye el Dióxido de Carbono, que al reaccionar con el agua produce ácido carbónico; y este a la vez reacciona con los minerales disueltos para formar bicarbonatos y carbonatos. Durante la fotosíntesis, las algas absorben los componentes de Carbono del agua del estanque, siendo las fuentes:

- El aire (Dióxido de Carbono);
- Dióxido de Carbono producido por la respiración.
- Dióxido de Carbono producido por la descomposición aeróbica.
- Carbonatos y bicarbonatos disueltos.

Por otro lado, los suelos de los estanques de cultivo de camarón se distinguen por ser pobres en materia orgánica y carentes de carbono orgánico disponible (valores hallados en análisis de ALPE para estanques de camarónicas peruanas oscilan entre 0.5-2%), mientras que en el cultivo de camarones se consideran valores adecuados para proveer carbono orgánico, rangos de 5-7%, según Boyd. Por lo tanto, al aplicar melaza al fondo del estanque de cultivo de camarón durante la preparación de este y posteriormente en forma continua a la columna de agua, se está aportando con carbono orgánico.

Aunque mayormente la aplicación más común de la melaza es para el control y reducción temporal de bacteria oportunistas luminosas del género *Vibrio*, a raíz de la aparición del Síndrome de la Gaviota, a nivel de estanques camarónicos en Ecuador a inicios de los 90's. La explicación posible para el fenómeno de control y reducción se ha podido obtener mediante la revisión de las características bioquímicas de las bacterias que constituyen el género *Vibrio*. Así, *V. parahaemolyticus*, quien frecuentemente es aislada en Agar TCBS, no puede utilizar la sacarosa; mientras que otros *Vibrio* spp. Aparentemente menos patogénicos y muchas otras bacteria estuarinas, pueden utilizar el azúcar así como también los altos niveles de nutrientes (urea o nitrato) para su crecimiento, proliferación y competir a la vez con *V. parahaemolyticus*, por otros nutrientes disponibles y necesarios para su crecimiento. Las dosis de melaza utilizados en estanques de camarón en Panamá, para la preparación de estanques y mantenimiento de la floración algal en la columna de agua, oscilan entre 12-17 galones/Ha/semana. Ciertas camarónicas lo usan solamente con el objetivo de controlar la proliferación de ciertas bacteria del género *Vibrio*, en dosis de 5-7 galones/Ha./semana.

Aunque otras, lo utilizan como ingrediente para la preparación del “vomito” (mezcla líquida de fertilizantes orgánicos e inorgánicos), tanto para el control de bacteria; así como, en la proliferación de algas en la columna de agua; mejorando hasta cierto punto, el equilibrio en parámetros de calidad de agua. Sin embargo, la adición en exceso de materia orgánica (melaza y guano de gallina) al estanque, ha ocasionado problemas de depleción de oxígeno y aparición de manchas negras en el exoesqueleto en ciertos estanques de camarónicas. Además, también es utilizado como “relleno” y como posible attractante.

4.10.- SEMOLINA

Es un subproducto obtenido en el proceso del pulido para la obtención de arroz blanco para consumo humano. Está constituido por parte de la almendra harinosa, la capa de aleurona y el germen, y representa del orden del 8% del peso del gramo.

4.10.1.- Características Nutricionales

La semolina de arroz es una buena fuente energética en todas las especies, y sobre todo en rumiantes, dado su alto contenido en grasa (12-15%), su apreciable contenido en almidón (23-28%), y el bajo grado de lignificación (2,5% LAD) de su fracción fibrosa (17,5% FND), tiene también un notable contenido de proteína, con una composición de aminoácidos esenciales relativamente bien equilibrada, Su contenido en Fosforo es bastante alto (1,35%), pero en su mayor parte (90%) está en forma de filatos. Su contenido en calcio es bajo, aunque en algunas partidas puede elevarse notablemente por la adición de carbonato cálcico.

4.11.- DATOS POBLACIONALES DE LOS ORGANISMOS DE CULTIVO.

El crecimiento y desarrollo de los organismos son procesos fisiológicos de enorme trascendencia práctica, ya que todo tipo de producción animal depende de ellos y su eficiencia determina gran parte del proceso productivo. (Martínez, 2012)

Una alta velocidad de crecimiento está asociada no solamente al logro de un peso a una edad temprana, sino también a la aptitud para la reproducción precoz (lo que determina un incremento de la eficiencia productiva). (Martínez, 2012).

4.11.1.- Crecimiento Acumulado.

Representa el crecimiento ganado por todos los organismos, en otras palabras a través de la alimentación se obtiene energía y masa, lo que le permite aumentar tamaño y a la vez peso. El crecimiento acumulado se obtiene a través de los muestreos realizados semanalmente, obteniendo primeramente una muestra de la

población de camarones sembrada en el estanque, para obtener el peso promedio de la población, dividiendo el peso obtenido de la muestra entre la cantidad de individuos muestreados. Conociendo el peso promedio de la población de camarones sembrados en el estanque podemos ajustarlo con una tabla de alimentación al suministro de alimentación del estanque. (Hernández C, 2010).

Tomando en cuenta que el alimento es el adecuado y las condiciones ambientales controladas entre los intervalos óptimos de crecimiento normal, en sistemas semi-intensivos se espera que a los 35 días de cultivo los camarones tengan un peso acumulado de 2.9 gr promedio. (Martínez E. 4, 2012).

4.11.2.- Ritmo de Crecimiento

Los camarones en sistemas artesanales crecen a un ritmo promedio de 0.5 a 07 gramos por semana. En sistemas de producción semi intensivo su ritmo de crecimiento puede ser alrededor de 1 gr por semana en invierno y de 0.7 gr en verano. En sistemas con aireación el crecimiento esperado puede andar entre 1.5 a 1.8 gr por semana, según la capacidad de carga del estanque. (Martínez, 2012)

En la etapa de postlarva los ritmos de crecimiento de los camarones son menores de 1 gr, sin embargo, el crecimiento proporcional al peso de su cuerpo es excepcional, hay días que crece hasta cinco veces su peso. (Martínez, 2012).

4.11.3.- Tasa de Crecimiento Acumulado.

La tasa de crecimiento es una poderosa herramienta que sirve como indicador del estado de la población de camarón dentro de un estanque, que representa la velocidad de crecimiento en relación al tiempo (edad). La tasa de crecimiento se debe estimar semanalmente a partir de los muestreos de crecimiento (peso y/o longitud), tanto para camarones juveniles como camarones en la etapa de engorde, hasta la cosecha. (Martínez, 2012)

La tasa de crecimiento de las postlarvas son altas comparadas con camarones que tienen más de 25 semanas en crecimiento, es decir que la curva de tasa de crecimiento baja con el tiempo. Esto es demostrado en términos sencillos diciendo que la velocidad con que crecen las postlarvas es mayor que las que crecen los juveniles y estos a su vez son mayores a las que crecen los pre-adultos. (Martínez, 2012)

Se consideran que tasas de crecimiento de 1.5-2.0 gr/semana, son bastante excepcionales; pero no difíciles de alcanzar. Esta tasa se logra en los primeros 30 a 60 días después de haber transferido los juveniles desde el estanque de pre-cría

hacia el de engorde. Luego de ese periodo, se logran tasas de crecimiento de 1.0 a 1.2 gr/semana hasta llegar a la talla de cosecha.

$$T.C = (\% \text{ día}) = \frac{(\text{Log de peso final} - \text{Log peso inicial}) \times 100}{\text{Tiempo}}$$

4.11.4.- Supervivencia

Se realizan cierta cantidad de lances por pila utilizando una atarraya, se cuentan el total de los individuos capturados. Se calcula el promedio de camarones capturados por lance. El área de la atarraya es corregida con un factor de 0.6 según la profundidad del estanque. El área de la atarraya corregida captura el promedio de individuos por lance, luego se calcula cuantos individuos existen en un metro cuadrado por regla de tres. (Martínez, 2009)

Para este cálculo se toma el factor de corrección, un 40% de escape de los camarones aplicada a la atarraya, debido a que en los lances la atarraya no se extiende el 100% de su diámetro, ni los camarones permanecen en el lugar de caída de la atarraya en un 100%. (Martínez, 2009)

4.11.5.- Rendimiento Productivo

El rendimiento productivo se estima al final del ciclo productivo, no es más que la cantidad de libras de camarón cosechado, de ahí se calcula su talla y supervivencia. (Martínez, 2009)

El rendimiento productivo es el resultado total de una producción, en el cultivo de Litopenaeus vannamei se expresa en libras por hectárea.

En los sistemas semi-intensivos, los productores toman un peso promedio final de la cosecha, el cual se determina en libras por hectárea para conocer cuál fue su rendimiento productivo, ya que por lo general, los productores de sistemas semi-intensivos siembran en estanques que miden entre tres y cinco hectáreas.

Los rendimientos de la producción en estanques semi-intensivos varían entre 500 y 2000 kg/ha/cosecha, con dos cosechas por año. (Herrera, 2012)

Para ello, se necesita calcular la población final que resulta de multiplicar el número de individuos existentes en una libra de camarón por la cantidad de libras cosechas, biomasa final que es el número de individuos cosechados por el peso promedio, supervivencia final que es la cantidad de individuos cosechados por 100 entre la población inicial. (Martínez, 2005 citado por Martínez 2009).

V. MATERIALES Y MÉTODO

5.1.- LOCALIZACIÓN

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) de la UNAN-LEÓN, en el año 2012, estas instalaciones se encuentran ubicadas en la comunidad de Las Peñitas, Poneloya, a 22 km de la ciudad de León, se conecta a la ciudad por medio de una carretera pavimentada, localizada en las coordenadas 496457mE y 1367324mN.

5.2.- DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

La toma de agua se encuentra detrás del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícola (LIMA), la cual se tomó mediante unas tuberías de 3 pulgadas y a 120 metros desde la toma de agua, esta se compone por una válvula de cheque que toma agua filtrada por 1 m de arena de espesor, hasta la estación de bombeo, el Modelo de la bomba JHHG- 53 HL de 5 HP, el agua es bombeada hacia un reservorio. El reservorio está dividido en 2 partes, cada uno de ellos tiene una dimensiones de 11.35 metros de largo y 4.8 metros de ancho teniendo la capacidad de contener 54 m³ de agua ubicado en las instalaciones de LIMA.

El agua fue bombeada a las instalaciones del laboratorio mediante una bomba sumergible marca MODY SUMP PUMP modelo M100S/m serie SR#100894, 1.3 HP ubicada en el reservorio de concreto y tubos de 2 pulgadas de diámetro.

Se utilizó también para el experimento 4 tinas de capacidad de 200 litros, un reservorio de capacidad de 400 litros para almacenar agua, manguerillas de 1/4 las cuales sirvieron para conectar la aireación a las cuatro tinas, un total de 14 piedras difusoras fueron utilizadas en el experimento. Se aplicó alimento comercial BIOCAMARONINA de 30%, también se utilizó fermentación de semolina y melaza esto hecho con 10 libras de semolina, dos litros de melaza y 5 baldes de agua.

5.3.-DISEÑO EXPERIMENTAL

Este experimento consistió en evaluar el crecimiento de los camarones bajo dos sistemas de alimentación diferentes uno a base de alimento comercial y melaza y el otro alimento comercial combinado con semolina y melaza.

En los recipientes plásticos se introdujo 6 camarones en etapa de juveniles, monitoreando en estos factores como pH, salinidad, temperatura. Y cada seis días se realizó muestreo de población y peso de los organismos.

Los recipientes tenían aireación constante gracias a un: "blower" o soplador marca Baldor-Industrial motor, que por medio de manguerillas y piedras difusoras garantizaron el suministro de aire al sistema.

5.4.- ACLIMATACIÓN Y SIEMBRA

Se obtuvieron camarones juveniles de las pilas experimentales de pre-cría, las postlarvas fueron suministradas por la empresa FARALLON AQUACULTURA. Los juveniles se contaron de uno en uno para conocer la densidad inicial de "siembra" que fue de 24 camarones/m², la cual se "sembraron" en 4 recipientes plásticos circulares con una capacidad de 200 litros.

Se realizó el proceso de aclimatación con el propósito de igualar la calidad del agua de las pilas de pre-cría con el agua de los recipientes plásticos. Se determinó la temperatura, salinidad, pH, de ambas aguas. Para igualar estos factores se mezclaron ambas agua, en proporciones de 1 taza cada 5 min, la duración de la aclimatación fue de 20 minutos. Este procedimiento se realizó en baldes plásticos con capacidad de 20 litros.

Los juveniles se pesaron individualmente en una balanza gramera de marca Sprint para conocer el peso inicial y se ubicaron (sembraron) aleatoriamente dentro de los dispositivos experimentales. A partir del resultado de estos datos se empezó el control de peso y población. (Herrera y Martínez, 2009)

5.5.- ALIMENTACIÓN

Se aplicó alimento dos veces por día 08:00 am y 04:00 pm en ambos sistemas, con alimento comercial BIOCAMARONINA de 30% de proteína con una ración del 40% por la mañana, 60% por la tarde, agregando para el sistema de alimentación experimental un 20% de la combinación de semolina y melaza los dos tiempos. La tasa de alimentación para cada recipiente plástico se ajustó semanalmente dependiendo de la cantidad de alimento no consumido. El alimento se aplicó con el método de boleo.

Se utilizó 10 libras de semolina con dos litros de melaza y 5 baldes de agua de mar para la preparación del compuesto experimental, se dejó fermentando una semana antes de iniciar el experimento esto como recomendación de Jefe de Granja Salinita. Al momento de alimentar aplicábamos esta fermentación junto con el alimento comercial.

5.6.- FACTORES FÍSICO QUÍMICOS

Se tomaron factores físico-químicos (pH, temperatura, salinidad) desde el momento de llenado de tinas hasta el final de la cosecha todos los días de la

semana 2 veces al día. Estos se tomaron para evaluar el efectos de estos sobre el crecimiento de los camarones Litopenaeus vannamei en los dos sistemas de alimentación.

5.6.1.- Temperatura

La temperatura se midió por medio de un Oxigenómetro Marca YSI DO 200 eco sense, el cual contiene dos electrodos: uno es sensor de temperatura y otro es sensor de Oxígeno Disuelto. Este aparato se calibra tomando en cuenta la salinidad del agua a muestrear y la altura sobre el nivel del mar donde se encuentra el experimento. Los electrodos se introducen a unos 15 cms del agua y se observa en la pantalla hasta que el número quede fijo y no cambie.

Las mediciones de la temperatura se realizaron a las 6 de la mañana y a las 6 de la tarde. Los datos registrados en la pantalla fueron anotados en un formato de campo.

5.6.2.- Salinidad

Se utilizó un refractómetro marca BIO-MARINE INC, Aqua fauna Model: ABMTC Salinity de 0 a 100 ppm, para tomar la salinidad, este fue calibrado con agua dulce, luego se regula con un tornillo de presión que se encuentra en la parte superior, posteriormente se observa a través del lente que el valor de salinidad sea cero. Al momento de tomar los datos, en la pantalla se observaron dos tipos de colores, el color azul que indica el nivel de salinidad del agua.

El registro fue tomado dos veces al día por la mañana a las 6:00am y por la tarde a las 6:00pm en cada pila. Posteriormente fueron anotados los datos para llevar un control de las variaciones de este factor.

5.6.3.- pH

Se midió con un aparato llamado PHmetro de marca pHep. By HANNA. H98108, este aparato se introdujo en la parte superficial de la columna de agua, este parámetro es necesario tomarlo dos veces al día los siete días de la semana hasta terminar ciclo. Este instrumento presenta en la parte inferior una sonda mediante la cual se realiza la toma de dicho parámetro (acidez o alcalinidad). Para su calibración la sonda de pH debe sumergirse en una solución buffer de pH 7 y debe permanecer en esta solución por algunos minutos para su estabilización. Usando el tornillo de ajuste/ calibración, la unidad puede ser calibrada manualmente. Este fue medido dos veces al día 6 de la mañana y por 6 de la tarde.

5.7.- PARÁMETROS POBLACIONALES

5.7.1.- Crecimiento Acumulado

Para la determinación del crecimiento en peso promedio, se capturaron los 6 camarones con la ayuda de un pascón y con un papel toalla para secar los camarones, se tomaron cada uno de los organismos y se pesaron en una balanza gramera, de marca sprint de 200 gr, la cual se puso en cero cada vez que se pesó el organismo, luego se regresaron los organismos a sus respectivos recipientes. Una vez pesados los organismos uno a uno, se sumaron los pesos y se obtuvo el peso promedio de esa semana de cada experimento.

5.7.2.- Ritmos de Crecimiento

Para calcular el ritmo de crecimiento se procedió hacerse muestreos poblacionales cada semana, en la cual se tomó el peso de los organismos. Para calcular el Ritmo de Crecimiento se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Ritmo de crecimiento} = \text{Peso actual} - \text{Peso anterior.}$$

5.7.3.- Tasa de Crecimiento

Es la velocidad con que crece el camarón en función del tiempo, se supone que el camarón crece más rápido en el segundo mes de ser tratado en óptimas condiciones en una pila de engorde.

$$\text{T.C} = (\% \text{ día}) = \frac{(\text{Log de peso final} - \text{Log peso inicial}) \times 100}{\text{Tiempo}}$$

5.7.4.- Sobrevivencia

Para calcular la sobrevivencia se procede a dividir el número de camarones que quedan al final entre el número de camarones sembrados multiplicado por cien, expresados en forma matemática:

$$\text{Sv}\% = \frac{\text{N}^\circ \text{ de camarones vivos}}{\text{N}^\circ \text{ camarones sembrados}} \times 100$$

5.7.5.- Factor de Conversión Alimenticia

El factor de conversión alimentario es una herramienta matemática que nos permitió medir en forma simple la conversión del alimento suministrado en Biomasa corporal:

$$\text{FCA} = \text{Alimento suministrado (Kg)} / \text{Peso acumulado (Kg)}$$

5.7.6.- Rendimiento productivo

Es la expresión de la biomasa total, es decir son todos los organismos cosechados al final del experimento.

Estos datos deberán ser expresados en libras por hectárea.

5.8.- Elaboración de Mezcla de Semolina y Melaza.

La mezcla de semolina y melaza que se utilizó como alimento experimental combinado con el alimento comercial, se hace utilizando 5 litros de agua de mar, 2 litros de melaza de caña de azúcar y 10 libras de semolina de arroz, se revuelve todo uniformemente y se deja fermentando por dos semanas.

Se utiliza esta fermentación de semolina y melaza como suplemento para el alimento balanceado que se aplica a la dieta del camarón con una relación de 80% de alimento balanceado y 20% de fermentación de semolina y melaza.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION.

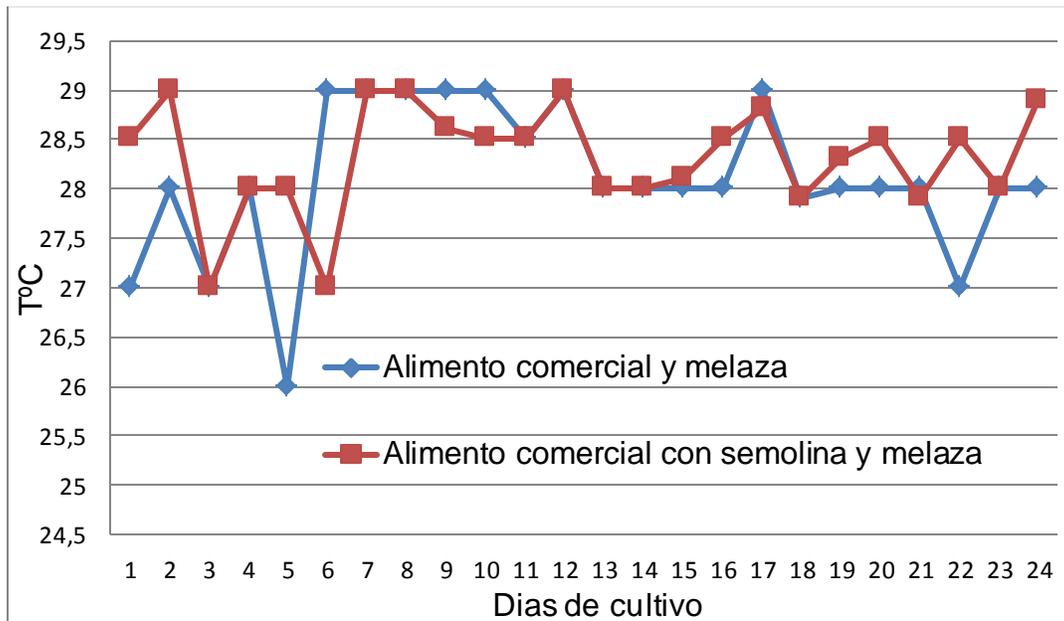
6.1.- FACTORES FÍSICO QUÍMICOS.

6.1.1.- Temperatura

En la gráfica 1 el factor de la temperatura en las aguas de las pilas de estudio, se mantuvo en intervalos entre 26 °C la temperatura mínima y 29 °C la máxima en el sistema de alimento comercial y el sistema de alimento experimental presento valores entre 27 °C la temperatura mínima y 29 °C la temperatura máxima.

La temperatura óptima para el buen crecimiento del camarón Litopenaeus vannamei según Martínez (2012) es de 28 °C a 33 °C.

La Gráf.Nº.1 demuestra que la temperatura obtenida en el estudio coincidió con el intervalo óptimo según Martínez. Concluimos que la temperatura tuvo un efecto positivo con respecto al crecimiento de los organismos en los dos sistemas de alimentación.



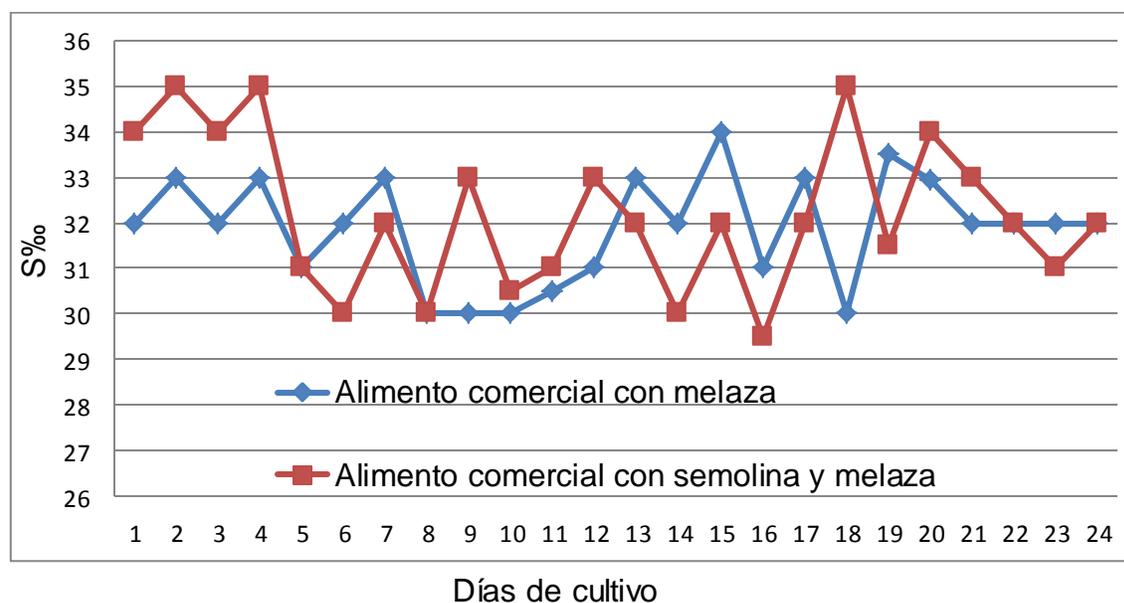
Gráf.Nº.1. Comparación de las temperaturas del agua en donde los camarones Litopenaeus vannamei crecieron con dos tipos de alimentos: uno comercial con melaza y el otro alimento comercial con semolina y melaza.

6.1.2.- Salinidad

La salinidad en las tinas donde se aplicó el alimento comercial con melaza osciló entre 30 S‰ como valor mínimo el día 8, 9, 10 y 18 hasta 34 S‰ como valor máximo el día 15 y en el sistema de alimentación de alimento comercial combinado con melaza y semolina el valor mínimo fue de 29,5 el día 16 y como valor máximo fue de 35 el día 2, 4 y 18.

El estudio realizado en estanques de concreto en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) (Martínez 2012), obtuvo datos que especifican que el valor óptimo de salinidad para que el camarón *Litopenaeus Vannamei* crezcan mejor esta entre 10 a 40 S‰.

Como se observa los valores de salinidad en este experimento se mantuvieron dentro de esta banda óptima que propone Martínez, no hubo un efecto negativo del crecimiento de los camarones en las dos condiciones de alimentación.



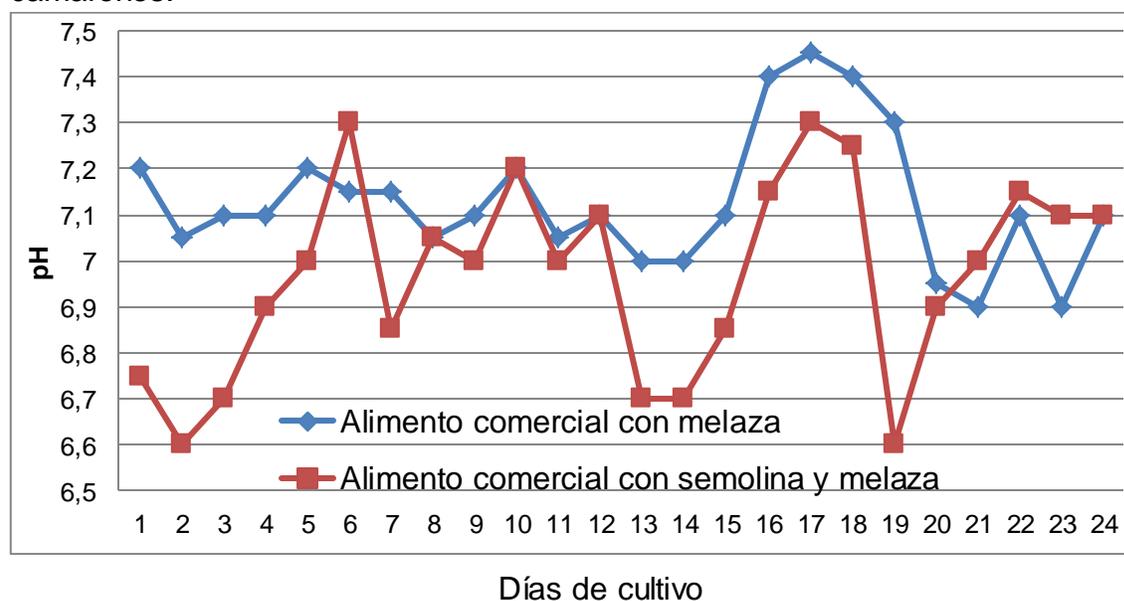
Gráf.Nº.2. Comparación de las salinidades del agua en donde los camarones *Litopenaeus vannamei* crecieron con dos tipos de alimentos: uno comercial con melaza y el otro comercial con semolina y melaza.

6.1.3.- pH

Los valores del pH en el sistema de alimentación comercial se mantuvieron entre 6,9 como valor mínimo y 7,4 como valor máximo, mientras que en el sistema de alimentación experimental se mantuvo entre 6,6 como valor mínimo y 7,3 como máximo.

El pH óptimo para el buen crecimiento del camarón Litopenaeus vannamei según (Martínez 2012) es de 6.5 a 9.

Los valores de pH en el sistema de alimentación comercial fueron de 6,9 como valor mínimo y de 7,4 como máximo por lo tanto se mantuvieron dentro de esta banda óptima, mientras que los valores del pH en el sistema de alimentación experimental fueron de 6,6 como mínimo y de 7,3 como máximo, en este caso se presentaron valores que se mantuvieron dentro del pH óptimo citado por Martínez. Se deduce que este factor de pH no afectó negativamente el crecimiento de los camarones.



Gráf.Nº.3. Comparación del pH del agua en donde los camarones Litopenaeus vannamei crecieron con dos tipos de alimentos: uno comercial con melaza y el otro comercial con semolina y melaza.

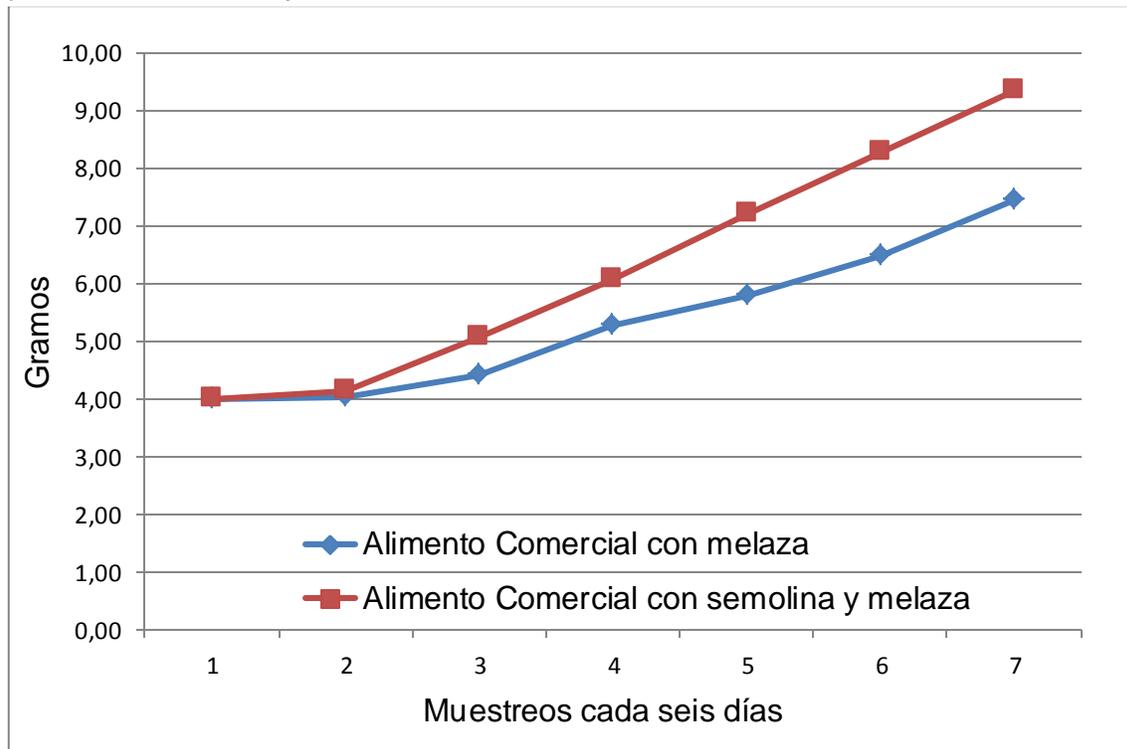
6.2.- DATOS POBLACIONALES

6.2.1.- Crecimiento en peso acumulado

Los camarones que reportaron un mejor incremento en peso acumulado fueron los que crecieron alimentados con dieta comercial combinada con semolina y melaza, con un peso promedio de 9,33 gr, mientras que el peso acumulado de los camarones en el sistema de alimentación comercial combinado con melaza fue de 7,35 gr,

Según Lawrence et al., (1985), en 3 meses obtuvo en un sistema de producción semi-intensivo peso de 10 gramos.

Los registros del peso acumulado obtenidos en el experimento fueron superiores comparados con los de Lawrence et al., (1985). La mezcla de semolina y melaza combinado con el alimento comercial hizo que el camarón obtuviera un mejor peso acumulado al final de los 35 días del experimento. Por lo que deducimos que efectivamente la dieta comercial combinada con semolina y melaza es más eficaz para obtener un mayor crecimiento.



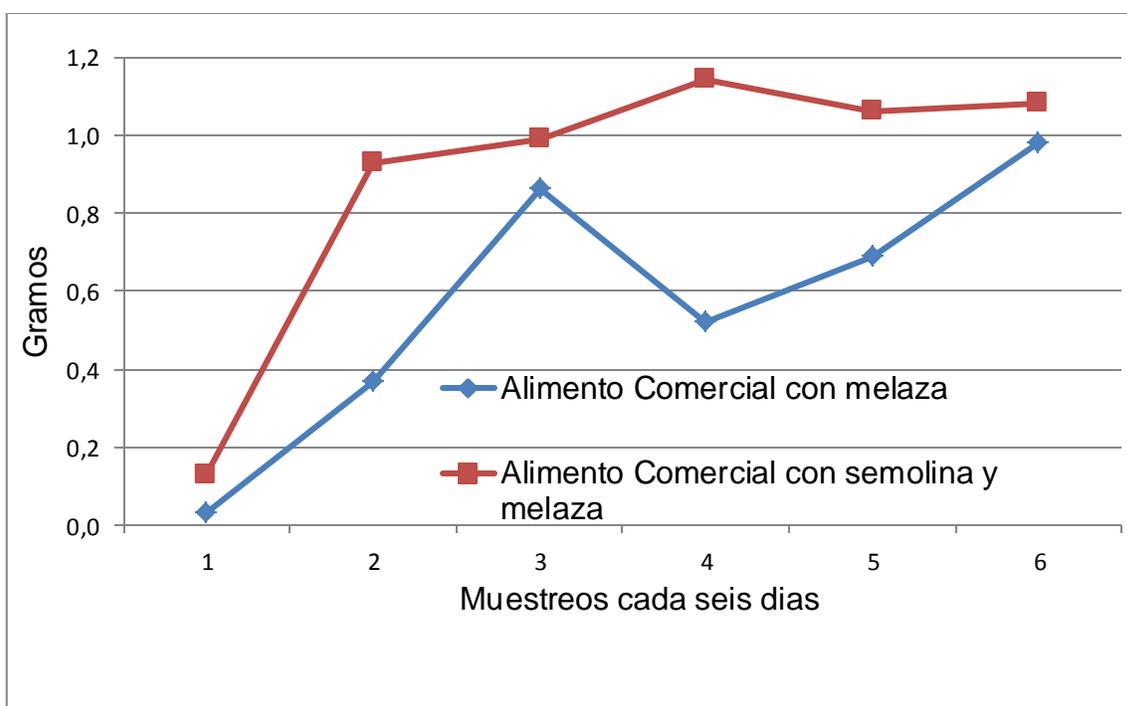
Gráf. N^o. 4. Comportamiento de los valores de Peso Acumulado de los camarones blancos del Pacífico, en dos condiciones experimentales: alimentados con alimento comercial y melaza y el otro con alimento comercial con semolina y melaza.

6.2.2.- Ritmo de crecimiento

El sistema donde los camarones obtuvieron un mejor ritmo de crecimiento fue el de alimento comercial combinado con semolina y melaza, creciendo 1 gr cada seis días que se hacía el muestreo, mientras que el ritmo de crecimiento de los camarones en el sistema de alimentación comercial combinado con melaza estuvo en el muestreo 1, 2, 4 y 5 por debajo de 1 gr, solamente en los muestreos 3 y 6 alcanzaron 0,9 gr y 1 gr respectivamente.

Según Martínez, (2012) un buen ritmo de crecimiento, después de alcanzar la etapa juvenil, es de 1 gr a 1,2 gr/semana.

Concluimos que los camarones en el sistema de alimentación experimental registraron un mejor ritmo de crecimiento que los alimentados con la alimentación comercial.



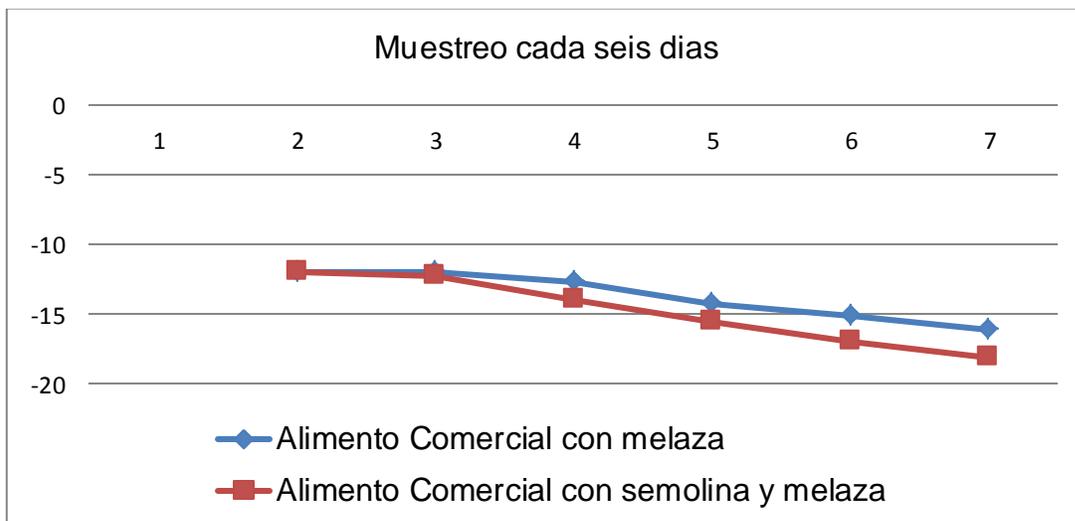
Gráf.Nº.5. Comportamiento del ritmo de crecimiento de los camarones blancos del Pacífico en dos condiciones experimentales: alimentados con alimento comercial y melaza y el otro con alimento comercial con semolina y melaza.

6.2.3.- Tasa de crecimiento (T.C)

La Tasa de Crecimiento representa la velocidad de crecimiento en relación al tiempo (edad). Se observa que la tasa de crecimiento tiende a ser negativa desde el inicio (-12) del cultivo, lo que nos demuestra que a menor edad, mayor es la velocidad del crecimiento.

Según Martínez, 2012, la curva de tasa de crecimiento baja con el tiempo. Propone que los valores para camarones de esta edad deben tener entre -4 a -12

Al final del ciclo experimental concluimos que los camarones alimentados con alimento experimental crecieron a mayor velocidad que los que se alimentaron con dieta comercial.



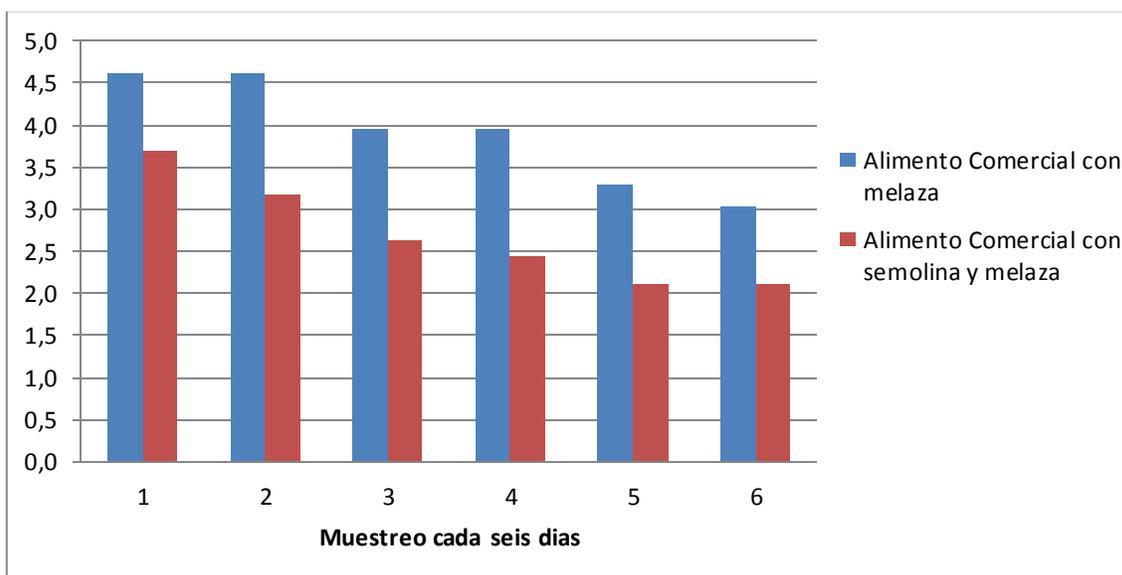
Gráf. N^o. 6. Comportamiento de los valores de T.C.A de los camarones blancos del Pacífico en dos condiciones experimentales: alimentados con alimento comercial y melaza y el otro con alimento comercial con semolina y melaza.

6.2.4.- Factor de Conversión Alimenticio (F.C.A)

En la gráfica N°.7 se presenta el F.C.A en los dos sistemas de alimentación. El F.C.A. varía durante el ciclo de producción y entre las poblaciones con valores máximos de 4,6 y valores mínimos de 2,1

Valores entre 0.6-1.0 en camarones de hasta 10 gramos de peso y entre 1.0 y 1.3 para tallas mayores. Idealmente la T.C.A. no debe ser mayor de 1.5 según (Nicovita1997).

Por lo tanto deducimos que el F.C.A en los dos sistemas de alimentación sobrepasa lo establecido por el autor, debido a que el cultivo duro solo 35 días por lo tanto el factor de conversión alimenticia no pudo seguir bajando.



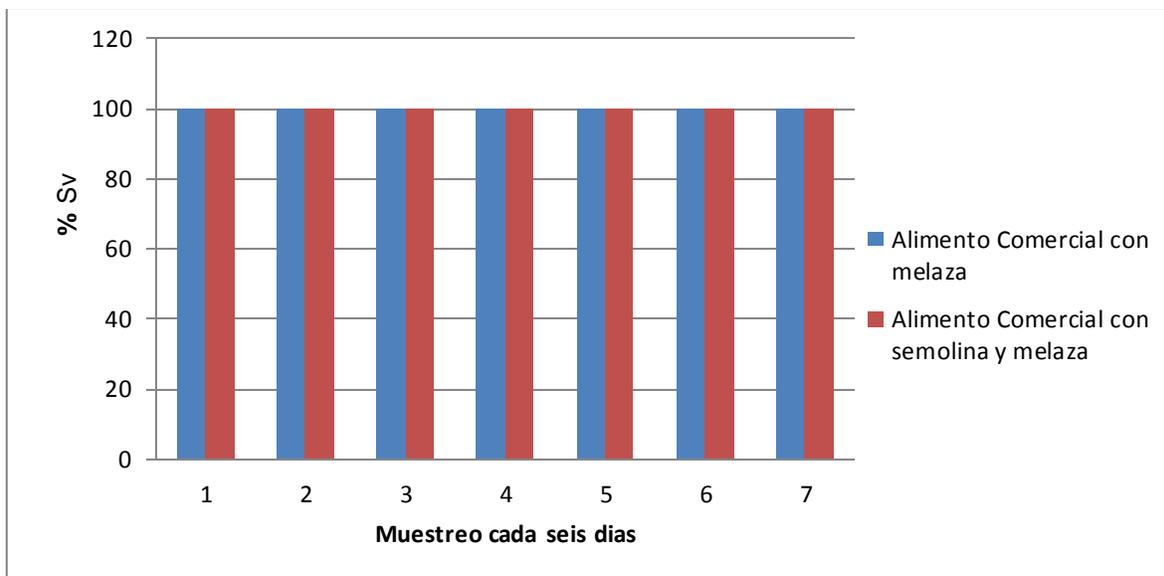
Gráf. N°.7. Comportamiento de los valores de FCA de los camarones blancos del Pacífico en dos condiciones experimentales: alimentados con alimento comercial y melaza y el otro con alimento comercial con semolina y melaza.

6.2.5.- Sobrevivencia

La sobrevivencia fue de 100% para cada recipiente donde se aplicó el alimento comercial y el alimento experimental, por lo que se demuestra que el método de alimentación que se utilice no influye en la sobrevivencia de los organismos.

Para NICOVITA (1998) se espera una sobrevivencia de entre 80 a 85% en sistemas de producción como el que se trabajó en este experimento.

Por lo que concluimos que la sobrevivencia de los camarones fue excelente.



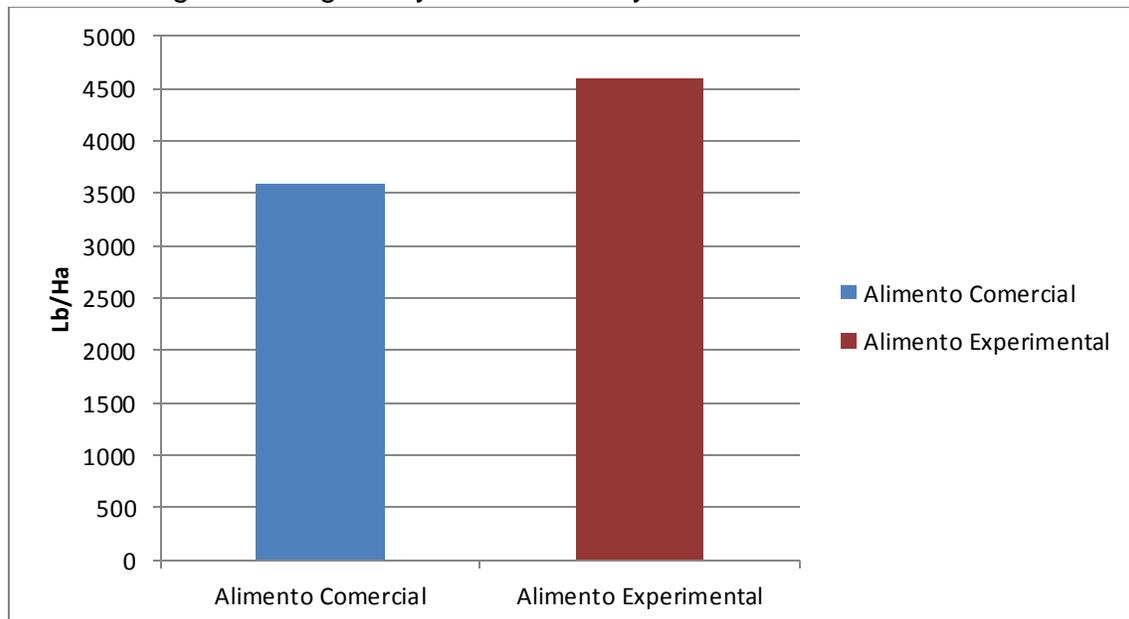
Gráf. N^o. 8. Comportamiento de la Sobrevivencia de los camarones blancos del Pacífico en dos condiciones experimentales: alimentados con alimento comercial y melaza y el otro con alimento comercial con semolina y melaza.

6.2.6.- Rendimiento Productivo (R.P)

El rendimiento productivo no es más que la cantidad de libras de camarón cosechado por hectárea (Martínez, 2009). En sistema de alimentación comercial se obtuvo un R.P de 3,600 lb/ha mientras que en el sistema de alimentación experimental se obtuvo un R.P de 4,600 lb/ha.

Los rendimientos de la producción en estanques semi-intensivos varían entre 500 y 2000 kg/ha/cosecha, con dos cosechas por año. (Herrera, 2012)

Por lo tanto deducimos que los Rendimientos Productivos con los dos sistemas de alimentación fueron mejores que los citados por el autor, esto demuestra que el camarón tuvo un mejor peso al final en la cosecha, consumió mejor su alimento, hubo menos gasto energético y se obtuvo mayor biomasa.



Gráf. N°. 9. Comportamiento del Rendimiento Productivo de los camarones blancos del Pacífico en dos condiciones experimentales: alimentados con alimento comercial con melaza y el otro con alimento comercial con semolina y melaza.

VII. CONCLUSIONES

- Factores Físicos-Químicos.

La temperatura en los dos sistemas de alimentación se mantuvo entre 26 °C a 29 °C, y la salinidad se mantuvo entre 29,5 S ‰ a 35 S ‰ en los dos sistemas de alimentación, el pH en el sistema de alimentación comercial se mantuvo entre 6,9 a 7,4, en el caso de alimentación experimental el pH se mantuvo entre 6,6 a 7,3, estos factores tuvieron un efecto positivo en el crecimiento en los dos sistemas de alimentación.

- Datos Poblacionales.

Los datos poblacionales resultaron en:

El sistema de alimentación comercial combinado con melaza presento un peso final de 7,35 gr, con ritmo de crecimiento entre 0.1 a 1.0 gr con un promedio cada seis días de 0.7 gr, resultando con rendimiento productivo (RP) de 3,600 Lbs/ha con FCA de 3,0.

En el sistema de alimentación experimental el peso final fue 9.33 gr, con ritmo de crecimiento entre 0.1 a 1.1 gr con promedio de 1.04 gr, con rendimiento productivo de 4,600 Lbs/ha con TCA de 2,1.

La sobrevivencia fue de 100 % para ambos métodos de alimentación.

Con respecto a los datos poblacionales obtenidos, se obtuvo un mejor crecimiento acumulado, ritmo y tasa de crecimiento en el sistema de alimentación comercial con semolina y melaza, también se obtuvo un mejor rendimiento productivo y F.C.A en este sistema de alimentación, con lo que concluimos con la aprobación de la hipótesis propuesta en esta investigación, que el crecimiento del camarón Litopenaeus vannamei es mayor cuando se aplica a su dieta alimento comercial mezclado con semolina y melaza que cuando se aplica solo alimento comercial y melaza, ya que el camarón asimilo de una manera positiva el aporte nutricional de la semolina y la melaza combinada con el alimento comercial.

Con esta investigación concluimos que el camarón Litopenaeus vannamei obtiene un mejor crecimiento aplicando a su dieta de alimento comercial, la combinación de melaza con semolina de arroz.

VIII. RECOMENDACIONES.

Se recomienda a todos los productores y estudiantes seguir las siguientes recomendaciones:

- Para futuros tesisistas que quisieran mejorar este estudio hacer análisis bacteriológico para comprobar mediante TCBS los tipos de bacterias Gram positivas encontradas en este compuesto de semolina y melaza.
- Implementar las Buenas Practicas para la Alimentación Acuícola en los cultivos camaróneros, para evitar gastos innecesarios y mantener un equilibrio tanto biológico en el cuerpo de agua, como ecológico con el ambiente.
- Para futuros tesisistas utilizar el suplemento alimenticio de semolina y melaza a mayor porcentaje (30%, 40%) para obtener más datos del beneficio de este compuesto.
- Se recomienda también combinar otros Carbohidratos con esta semolina y melaza para la obtención de un mejor compuesto y así reducir la tasa de alimentación comercial.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Adpesca.2004. Anuario Pesquero y Acuícola de Nicaragua. Ministerio de Industria, Fomento y Comercio. Managua Nicaragua.
2. Akiyama D. and Dominy W. 1989. Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry. American Soybean Association, 15/1/89 Vol. 3 AQ 18, 50 pp.
3. Akiyama, D. and Chwang, N.L. 1989. Shrimp feed requirements and feed management. In: Akiyama, D. Proceedings of the Southeast Asia shrimp farm management workshop. Thailand and Indonesia July 26-August 11, 1989. pp. 75-82.
4. Al-Mohanna, S.Y. and Noh J.A. 1987. R-cells and the digestive cycle in *Penaeus semisulcatus* (Crustacea decapoda). Marine Biology 95, 129-137.
5. Amaral, R., Rocha, I.P., Lira, G.P. (2003). Shrimp feeding and feed consumption: The Brazilian experience. En: Shrimp Special Session. World Aquaculture Society. Bahia.
6. Aquatic, 2004, Programa de bioseguridad para la cría de camarón orgánico *Litopenaeus vannamei* en cautiverio. volumen 21, pp. 42-51.
7. Aragón N., E. A. y García J. A.R. 1996. Efecto de la capacidad de carga del estanque y de la densidad de siembra sobre el crecimiento y producción de camarón blanco *P. vannamei*, en una granja comercial del sur de Sinaloa, México. Dirección de educación en ciencia y tecnología del mar. Oceanología. 2(10):65-71.
8. Auro, A. Ocampo C., L. 2006. El Libro del Camarón. Editores, México, D.F 303 pp.
9. Avances en Nutrición Acuícola III. Digestión en camarón y su relación con formulación y fabricación de alimentos balanceados. Enzimas digestivas y estudios sobre digestibilidad para organismos acuáticos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos CSRS Grant No.H-8158 de la Texas Agricultural Experiment Station, Texas A&M. University System. Patty Beasley, Shrimp Mariculture, Texas Agricultural Experiment Station, Texas A&M. University System
10. Bador, R.F. 1998. Uso de charolas de alimentación para el cultivo de camarón en Sudamérica. pp 540-549 En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV. 540 Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola 2000. Noviembre 15-18, La Paz, B.C.S., México.
11. Bardach J.E., 1997 Sustainable aquaculture. John Wiley and sons, Inc. USA. 87 pp.
12. Bermúdez, Adriana; Néstor Hernando Campos y Gabriel R. Navas S. (2002) "*Litopenaeus vannamei*"; N. Ardila, G. R. Navas y J. Reyes. (Eds.) Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia: 110-112. Bogotá: INVEMAR. Ministerio de Medio Ambiente, Colombia, Bogotá.

13. Boyd, C. E., 1989 Water quality management and aeration and shrimp farming. Fisheries and allied Aquaculture Department. Series 2 Auburn University. Alabama, USA. 70 pp.
14. Boyd, C. E., 1990 Water quality in ponds for aquaculture. Developments in aquaculture and Fisheries Science, Elsevier, New York. 482 pp.
15. Boyd, C.E. & Clay, J.W. 2002. Evaluation of Belize Aquaculture Ltd: A super intensive shrimp aquaculture system. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Published by the Consortium and obtainable through NACA, Bangkok, Thailand. 17 pp.
16. Boyd, C.E. & Clay, J.W. 2002. Evaluation of Belize Aquaculture Ltd: A super intensive shrimp aquaculture system. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Published by the Consortium and obtainable through NACA, Bangkok, Thailand. 17 pp.
17. Briggs, M., Funge-Smith, S., Subasinghe, R. & Phillips, M. 2004. Introductions and movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and the Pacific. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. RAP Publication 2004/10:1–12.
18. Briggs, M., Funge-Smith, S., Subasinghe, R. & Phillips, M. 2004. Introductions and movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and the Pacific. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. RAP Publication 2004/10:1–12.
19. Browdy, C.L., Moss, S.M., Lotz, J.M., Weirich, C.R., Otoshi, C.A., Ogle, J.T., Macabee, B.J., Montgomerie, A.D. & Matsuda, E.M. 2003. Recent USMSFP advances in the development of biosecure environmentally sound super intensive shrimp production systems. p. 35 In: Abstracts of Aquaculture America 2003. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. he World. An Annotated Catalogue of Species of Interest to Fisheries. L.B. Holthuis 1980. FAO Fisheries Synopsis No.125, Volume 1. Louisiana, USA.
20. Browdy, C.L., Moss, S.M., Lotz, J.M., Weirich, C.R., Otoshi, C.A., Ogle, J.T., Macabee, B.J., Montgomerie, A.D. & Matsuda, E.M. 2003. Recent USMSFP advances in the development of biosecure environmentally sound super intensive shrimp production systems. p. 35 In: Abstracts of Aquaculture America 2003. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA.
21. Brun, G. and Wojtowicz, M. 1976. A comparative study of the digestive enzymes in the hepatopancreas of Jonah crab (*Cancer borealis*) and rock crab (*Cancer irroratus*). Comp. Biochem. Physiol., 53 B:387391.
22. Ceccaldi H.J. 1986. Digestion et sécrétions digestives chez les Crustacés. Oceanis, Vol. 12, Fasc. 1, pp.3149

23. Chien, Y. H. 1992. Water quality requirements and management for marine shrimp culture. En: Proceeding of the special session in shrimp farming. (G. Chamberlain, J. Villalón y J. Wyban Ed). Florida, USA. 22-25 pp.
24. Chow, K.W. 1980, Fish feed technology. Rome, FAO, report No. ADCP/REP/80/11 2 pp.
25. Clifford, H.C. 1992. Marine Shrimp Pond Management: a Review. Proceedings of the Special
26. Cruz S. 1996. Digestión en camarón y su relación con formulación y fabricación de alimentos balanceados. IV enzimas digestivas y estudios sobre digestibilidad para organismos acuáticos. Avances en Nutrición acuícola. Memorias del Tercer Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, 11 al 13 de noviembre, UANL, Monterrey, Nuevo León, México. <http://www.uanl.mx/publicaciones/maricultura/acuicolaIII/indice.html>.
27. Cruz, P.S. 1991. Shrimp Feeding Management: Principles and Practices. Kabukiran
28. Cuéllar-Anjel, J., C. Lara, V. Morales, A. De Gracia y O. García Suárez. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSAOSPESCA, C.A. pp. 132.
29. Cuzon, G. 1998. Rev. Fish. Sci., 6 (1+2): 129-141.
30. D'Abramo, L.R., D.E. Conklin and D.M. Akiyama. (eds.). 1997. Crustacean Nutrition. World.
31. Davis, A. and Gatlin III D.M, 1991. Dietary mineral requirements of fish and shrimp. In. Proceedings of the aquaculture feed processing and nutrition workshop. Thailand and Indonesia September 19-25, 1991. pp. 49-68.
32. De Villez, E.J. and Buschlen, K.; 1967. Survey of tryptic digestive enzyme in various species of crustacea. Comp. Biochem. Physiol., 21;541546.
33. De Villez, E.J. 1965. Isolation of the proteolytic enzymes from the gastric juice of the crayfish *Orconectes virilis* (Hagen). Comp. Biochem. Physiol., 14: 577586.
34. Drazba L. 2010. Entrevista al Presidente de CAMANICA, Grupo Pescanova - Planta Procesadora de Mariscos. <http://www.pronicaragua.org/westnic/esp/fa.html>.
35. Edición Tumpis Editores: Víctor Talavera vtalavera@alicorp.com.pe Luis Miguel Zapata lzapata@alicorp.com.pe Dagoberto Sánchez dsanchez@alicorp.com.pe. Boletín Nicovita Volumen 3 – Edición 02 – Julio 1998. Quito, Ecuador
36. Enterprises, Inc., Philippines. ISBN 971-8811-00-1.
37. es.wikipedia.org/wiki/Litopenaeus_vannamei
38. FAO publications related to aquaculture for Nicaragua. Managua, Nicaragua 2009.

39. Galgani, F. 1985. Etude des Proteases Digestives de Crevettes Peneides (Crustacea Decapoda).
40. Gates, B. and Travis, J. 1973. Purification and characterization of carboxypeptidases A & B from the white shrimp *Penaeus setiferus*. *Biochemistry*, 12 (10): 1867-1874.
41. Gates, B. and Travis, J. 1969. Isolation and comparative properties of shrimp trypsin. *Biochemistry*, 8 (11): 4483-4489.
42. Gibson, R. and Barker, P.L. 1979. The Decapod hepatopáncrea. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 17:285-346
43. Hagopian, D.S., Riley, J.G. 1998. A closer look at the bacteriology of nitrification. *Aquaculture Engineering* 1:275-295.
44. Hernández, A.R. 1991. Bioeconomía del Cultivo de Camarón. Informe de misión proyecto MOZ/86/033. Mozambique, FAO. pp. 95.
45. Herrera C y E. Martínez, 2009. Guía para el componente curricular CAMARONICULTURA de la Carrera de Ingeniería Acuícola, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, pp. 1- 69.
46. Herrera C, 2009. "Folleto calidad agua", Componente Curricular de Calidad de agua, Carrera de Ingeniería Acuícola. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua, pp. 6-18.
47. Herrera C, 2012. FACTORES FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA DE LOS ESTANQUES CAMARONEROS. Carrera de Ingeniería Acuícola, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León, Nicaragua pp. 102.
48. Lawrence, A.L., J. P. Mc Vey, y J.V. Huner. 1985. Penaeid shrimp culture. En: J.V. Huner and E. Evan Brown (eds) 1985. *Crustacean and Mollusk Aquaculture in the United States*. AVI Pub. 130 – 135 pp.
49. Lee, P.; Blake, N. and Rodrick, G. 1980. A quantitative analysis of digestive enzymes for the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Proc. World Maric. Soc.*, 11 ; 392-402.
50. Loizzi, R.F. 1971. Interpretation of crayfish hepatopancreatic functions based on fine structural analysis of epithelial cell lines and muscle network. *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.*, 113:420-440.
51. Martínez 2012. Crecimiento de camarones Marinos *Litopenaeus Vannamei* en estanques de concreto. Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA). UNAN – León. León Nicaragua.
52. Martínez Córdova, A. L. (2000). Formas y recomendaciones de manejo del alimento y la alimentación para una camaronicultura sustentable. Páginas 271-283 en *Memorias del III Simposium Internacional de Acuicultura: Aqua Mexico*.
53. Martínez Córdova, A.L. 2008. Importancia de la alimentación artificial en el cultivo de camarón. En: C. Molina-Poveda y H. Villareal- Colmenares (eds.)

- Estrategias de alimentación en la etapa de engorde del camarón. CIBNOR, S.A., CYTED y PRONACA, 110 pp.
54. Martínez E. 2012 Folleto de organismos acuícolas. Prof. Dr. Evenor Martínez G. Ingeniería Acuícola. Facultad de Ciencias y Tecnología, UNAN-León.
 55. Molina C., Escobar V., Gamboa D. J., Cadena E., Orellana F., Piña R., 2002. Estrategia de alimentación de acuerdo a la demanda fisiológica del juvenil *Litopenaeus vannamei* (Boone). Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 3 al 6 de Sep. Cancún, Quintana Roo, México.
 56. Muramatsu, T. and Morita, T. 1981. Anionic trypsin-liké enzymes from the crab *Enriocheir japonicus* De Haan, active in more acidic media. *Comp. Biochem. Physiol.* 70 B:527533.
 57. Nutrición y manejo del alimento Dr. Joe Fox, Texas A&M University, Corpus Christi, Texas USA Granvil D. Treece, Texas A&M University, College Station, Texas USA Dagoberto Sanchez, ALCON Aquaculture Society, Baton Rouge, LA.
 58. Piedrahita R. 2003. Reducing the potencia environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. *Aquaculture*; 226: pp. 35-44.
 59. Recopilación realizada por el Dr. en Ciencias Biológicas e Investigador Titular, Bárbaro Jaime Ceballos, del Centro de Investigaciones Pesqueras.
 60. Revista AquaTIC, nº 35 – 2011 Revista científica de la Sociedad Española de Acuicultura, pp. 20-34. Año 2011 <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=p&c=244>.
 61. Robertson. L., T. Samocha, K. Gregg y A. Lawrence. 1992. Potencial de engorda postcriadero de *Penaeus vannamei* en sistemas intensivos tipos raceway. *Ciencias Marinas*. 4:47-56. Rouge, LA.
 62. Seiffer, W. y Andreatta, E.R. 2004. El Manejo de la Alimentación y la Sostenibilidad en el Cultivo de Camarones en el Brasil. En: Cruz-Suárez, L. E., Ricque Marie, D., Nieto López, M. G., Villarreal, D.
 63. Session on Shrimp Farming. (J. Wyban, editor). World Aquaculture Society, Baton.
 64. Shpigel M, Neori A, Poper D, Gordin H. 1993. A proposed model for environmentally clean "land-based culture of fish, bivalves and seaweeds. *Aquaculture*; 117: pp. 115-128. System, Aquaculture Department, SEAFDEC.
 65. Tacon G. 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados; manual de capacitación. Fao –Italia. Documento de campo N. 4.
 66. TANGEOMEX, 2010. Módulo de producción hiper-intensiva de camarón *Litopenaeus vannamei* en agua subterránea dulce o salobre en zonas continentales y costas de México ó Latinoamérica con tanques de

- geomembrana de polietileno geotank-tangeomex. Cultivo Híper-intensivo de Camarón. www.tangeomex.com.mx
67. Tasa o factor de conversión alimenticia en el cultivo de camarón. Volumen 2- Ejemplar 03. Marzo 1997. Boletín Nicovita. Edición Tumpis. Víctor Talavera vtalavera@alicorp.com.pe Dagoberto Sánchez dsanchezc@alicorp.com.pe Luis Miguel Zapata lzapata@alicorp.com.pe. Lima, Peru.
68. Utilización de melaza en estanques de cultivo de camarón volumen 3 – ejemplar 03, Marzo 1998 Boletín nicovita Camarón de Mar. Víctor Talavera vtalavera@alicorp.com.pe Dagoberto Sánchez dsanchezc@alicorp.com.pe Luis Miguel Zapata lzapata@alicorp.com.pe. Lima, Peru.
69. Van Wormhoudt, A. 1980. Régulation de l'activité de l'alfa-amylase a différentes températures adaptation en fonction de l'ablation des pédoncules oculaires et du stade de mue chez Palaemon serratus. Biol System. Ecol., 8:1931203.

VIII.- ANEXOS

Tabla N° 5. Base de datos poblacionales del sistema de alimentación comercial con melaza.

Fecha	Semana	Nt	Sobrv	Peso	RC	TC	Bo	Bo sema	Alimento día	Alim Sem	Alim acumu	FCA
04/09/2012	1	6	100	4,00			24,0		18,50	111,0	111,0	
10/09/2012	2	6	100	4,03	0,0	11,9	- 24,2	0,2	18,64	111,84	222,8	4,6
16/09/2012	3	6	100	4,40	0,4	-12	26,4	2,2	20,35	122,10	344,9	4,6
22/09/2012	4	6	100	5,26	0,9	12,7	- 31,6	5,2	20,85	125,10	470,0	4,0
28/09/2012	5	6	100	5,78	0,5	14,3	- 34,7	3,1	22,91	137,46	607,5	4,0
04/10/2012	6	6	100	6,47	0,7	15,1	- 38,8	4,1	21,37	128,22	735,7	3,3
10/10/2012	7	6	100	7,45	1,0	-16	44,7	5,9	22,64	135,84	871,6	3,0

Tabla N° 6. Base de datos poblacionales del sistema de alimento comercial combinado con semolina y melaza.

Fecha	Semana	Pobla	Sobrv	Peso	RC	TC	Bo	Bo sema	Alimento dia	Alime sem	Alime acumu	FCA
04/09/2012	1	6	100	4,00			24,0		14,80	88,8	111,0	
10/09/2012	2	6	100	4,13	0,1	11,9	- 24,8	0,8	15,28	91,68	202,7	3,7
16/09/2012	3	6	100	5,06	0,9	12,2	- 30,4	5,6	16,05	96,30	299,0	3,2
22/09/2012	4	6	100	6,05	1,0	13,9	- 36,3	5,9	15,99	95,94	394,9	2,6
28/09/2012	5	6	100	7,19	1,1	15,5	- 43,1	6,8	17,48	104,88	499,8	2,4
04/10/2012	6	6	100	8,25	1,1	-17	49,5	6,4	17,44	104,64	604,4	2,1
10/10/2012	7	6	100	9,33	1,1	18,1	- 56,0	6,5	19,73	118,38	722,8	2,1