

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN-León**

**Facultad de Ciencias y Tecnología
Departamento de Biología
Carrera Ingeniería Acuícola**



Tesis para optar al título de Ingeniero Acuícola.

Tema:

**Efecto de dos tipos de fertilizantes (Fertilake y Semolina mezclado con Melaza),
sobre el crecimiento de Fitoplancton y el camarón juvenil Litopenaeus
vannamei en agua de cultivo de organismos.**

Elaborado por:

Br. Lindolfo Aparicio Hodgson Suárez.

Br. Ulises Bismarck Flores Ordoñez.

TUTOR:

Dr. Evenor Martínez González.

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”

ÍNDICE	Nº de Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. LITERATURA REVISADA	5
4.1 Aspectos Biológicos del Camarón	5
4.1.1. Nutrición General del Camarón.	6
4.2. Calidad de Agua.	7
4.2.1 Factores Físico-Químicos.	8
4.2.1.1 Oxígeno Disuelto.	8
4.2.1.2. Temperatura.	9
4.2.1.2.1. Estratificación Térmica	10
4.2.1.3. Salinidad.	11
4.2.1.4. pH.	12
4.2.1.5. Turbidez.	14
4.3. Fertilizante y Fertilización.	14
4.3.1. Importancia de la Fertilización.	14
4.3.2. Fertilizantes Inorgánicos.	15
4.3.2.1. Fertilake	16
4.3.3. Fertilizantes Orgánicos.	16
4.3.3.1. Semolina.	16
4.3.3.2. Melaza	17
4.3.4. Procedimiento para aplicar Fertilizante.	18
4.3.5. Problemática de sobre fertilizar.	19
4.4. El Plancton.	20
4.4.1. Fitoplancton.	21
4.4.2. Importancia Ecológica del Fitoplancton.	21
4.4.3. Reproducción de las Algas.	22
4.4.3.1. Reproducción Asexual.	22
4.4.3.2. Reproducción Sexual.	23
4.4.4. Dinámica y Crecimiento de las Algas.	24
4.4.5. Grupos Importantes de Fitoplancton.	25
4.4.5.1. Diatomeas.	25
4.4.5.2. Dinoflagelados.	26
4.4.5.3. Cianófitas o algas verdes-azules.	26
4.4.5.4. Clorófitas.	27
4.4.6. Fotosíntesis y Respiración.	28
4.4.7. Visibilidad del disco de Secchi.	29
4.4.8. Capacidad de Carga.	30
4.4.9. Recolecta de Muestra y Recuento de Fitoplancton.	30
4.4.10. Coloración de agua y Fitoplancton.	32
4.5. Alimento.	33
4.5.1. Métodos de Alimentación.	35
4.5.2. Influencia de la Descomposición del Alimento sobre el Fitoplancton.	36

4.5.3. El Ciclo del Nitrógeno.	36
4.5.4. Factor de Conversión Alimenticia en el cultivo de camarones.	38
4.6. Estudios Biológicos.	38
4.6.1. Monitoreo de Crecimiento.	38
4.6.2. Estudio de Crecimiento	39
4.6.3. Ritmos de Crecimiento.	40
4.6.4. Tasa de crecimiento.	40
4.6.5. Factor de Conversión Alimenticia.	40
4.6.6. Estudio de la Población.	41
4.6.7. Supervivencia.	42
4.6.8. Rendimiento productivo.	42
V.- MATERIALES Y MÉTODOS.	44
VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	50
VII- CONCLUSIONES.	62
VIII.- RECOMENDACIONES.	64
IX.- BIBLIOGRAFÍA	65
X. ANEXOS	69

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco sinceramente:

Primeramente a Dios por permitirme llegar a este momento especial en mi vida, por haberme dado salud para lograr mis objetivos, por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a crecer cada día más.

A mi padre Lindolfo Hodgson y mi madre Teresa Suárez, por los valores que me han enseñado para salir adelante con mis estudios, les agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindaron para culminar mi carrera profesional, pero más que todo por su amor incondicional durante toda mi vida.

También a la UNAN-León por darme la oportunidad de realizar mis estudios superiores en su prestigiosa universidad. A mis maestros por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional, en especial a nuestro Tutor el Dr. Evenor Martínez por haber guiado en el proceso de este trabajo, por sus conocimientos y sobre todo por dedicarnos parte de su tiempo para la elaboración de este trabajo.

A todos mis amigos y aquellas personas que de una u forma me brindaron su apoyo durante mi etapa de estudiante universitario.

Lindolfo Hodgson Suárez.

AGRADECIMIENTOS.

A mi *Alma Mater* la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León por darme la oportunidad de alcanzar esta meta, gracias a los profesores e investigadores quienes durante los cinco años se esmeraron por dar lo mejor para mi formación profesional, por los conocimientos teóricos y las experiencias vividas.

Al Dr. Evenor José Martínez Gonzales por dirigir esta tesis, por confiar en mí desde el inicio. Agradezco su alto empeño, dedicación profesional, aportaciones teóricas, experiencias, consejos y llamadas de atención enmarcadas en torno a la investigación. Su exigencia rigurosa han sido claves en este trabajo, sin su dedicación y disponibilidad, sin duda no hubiera podido lograr esta meta.

A la MSc. Claudia Herrera Siria, por las aportaciones en la revisión y seguimiento de la tesis; a la MSc. Claudia Jovel por las observaciones vertidas en cada capítulo de la tesis.

Ulises Flores Ordoñez.

Dedicatoria.

Dedicamos este trabajo de tesis:

Este trabajo de tesis se lo dedicamos de forma general a todas las personas que trabajan en el área del cultivo de camarón en nuestro país.

Lindolfo:

A mi padre y mi madre por estar conmigo en las buenas y en las malas decisiones que he tomado, por su paciencia, apoyo para seguir adelante en momentos difíciles y siempre darme lo mejor a pesar de las dificultades. A mis hermanas y a mi hermano, y en especial a mi hermanita Emily por enseñarme a disfrutar de la vida. Y a todos mis familiares y amistades que me dieron su apoyo y sus buenos consejos en seguir adelante.

Ulises:

A mis padres: Ulises Gregorio Flores Cabrera y Yadira del Carmen Ordoñez. He llegado a esta etapa gracias a ustedes; por su paciencia y comprensión, porque a pesar de las dificultades y carencias han realizado el máximo esfuerzo para darme lo mejor; reconozco su infinito esfuerzo por educarme y formarme, por los valores que siempre me han inculcado. Esta tesis se las dedico con mucho cariño a ustedes, como símbolo de gratitud por el amor incondicional que siempre me han manifestado. Los quiero mucho.

RESUMEN

La calidad de agua en acuicultura es la variable más importante porque de ella depende el buen desarrollo de un cultivo acuícola. En la actualidad, uno de los problemas es el uso de un fertilizante capaz de abastecer los nutrientes necesarios para una buena proliferación de algas y los géneros deseados como son las Diatomeas y a bajos costos, y así poder garantizar un ciclo de cultivo con alto porcentaje de sobrevivencia en los sistemas Semi-intensivos que es el sistema más utilizado por las empresas camaroneras en nuestro país.

Este estudio se realizó bajo un sistema Semi-intensivo con una densidad poblacional de 12 cam/m². Para llevar a cabo este trabajo se determinaron los Factores Físico-Químicos del agua donde se desarrollaron los camarones, así como los Muestreos Biológicos y Análisis de fitoplancton para determinar los grupos de Algas que proliferaron y cuales eran los géneros más comunes. Para esta prueba se utilizaron dos recipientes plásticos circulares de 1200 litros de capacidad. El estudio se realizó en el periodo Agosto-Septiembre, 2012. Como resultado de este estudio se determinó para el agua Fertilizada con Fertilake una variación de Temperatura (T°C) de 28.5°C y 34.4°C, una variación de Salinidad de 25‰ y 35‰, una variación de pH de 6.7 y 8.2, una variación de Turbidez de 80 cm- 50 cm. Un Crecimiento Acumulado de 4.98 gramos, una Tasa de Crecimiento promedio de -6 gramos; un Ritmo de Crecimiento promedio de 0.59 gramos; una Sobrevivencia de 100%; y un Rendimiento Productivo de 1316 libras/ha; un Factor de Conversión de Alimento final de 2.7. Para el agua Fertilizada con Semolina mezclado con Melaza se determinó una variación de Temperatura (T°C) de 27.5 °C y 34.7 °C, una variación de Salinidad de 25‰ y 36‰, una variación de pH de 6.1 y 8.3, una variación de Turbidez de 80 cm- 55 cm. Un Crecimiento Acumulado de 6.24 gramos, una Tasa de Crecimiento promedio de -7.62 gramos; un Ritmo de Crecimiento promedio de 0.74 gramos; una Sobrevivencia de 100%; y un Rendimiento Productivo de 1649 libras/ha; un Factor de Conversión de Alimento final de 2.6. Por lo tanto se concluye que el estudio fue exitoso.

I.- INTRODUCCIÓN

La camaronicultura es una actividad de mucha importancia económica para los países, principalmente los de extrema pobreza, es un empuje para el desarrollo. La crianza de camarón es uno de los sectores de la acuicultura con más rápido crecimiento en Asia y Latinoamérica, y recientemente en África. La rápida expansión de la crianza de camarón ha generado ingresos substanciales para muchos países en desarrollo, así como para los países desarrollados. (Herrera, 2012)³.

En Nicaragua, se practican cuatro tipos de sistemas de cultivo: Artesanal (2-5 cam/m²), Extensivos (6-10 cam/m²), Semi-intensivo (12-20 cam/m²) y un sistema Intensivo (>20 cam/m²). (Herrera, 2012)³.

El sistema de cultivo artesanal no utiliza ningún tipo de tecnología, el sistema extensivo usa poca tecnología y su nivel de insumos es bajo, contrario al sistema Semi-intensivo que emplea un nivel más elevado de insumos como alimentos concentrados, fertilizantes y energía para las bombas de agua. Se controla la cantidad almacenada de insumos, con el objeto de tener mejores condiciones de crecimiento del camarón, mayores rendimientos y una eficiente utilización del espacio disponible. (Herrera, 2012)³.

La fertilización es una práctica común en el cultivo de cualquier especie acuática incluyendo los camarones (Clifford, 1992). Esta tiene la finalidad de promover la productividad primaria mediante el aporte de los nutrientes esenciales que permitan satisfacer los requerimientos de los productores primarios y propiciar el establecimiento de los niveles tróficos subsecuentes de la cadena alimentaria (Primavera, 1993). La contribución del alimento natural en la nutrición de camarones cultivados tiene un papel importante en el manejo de estanques camaroneros (Jory, 1995). Los fertilizantes minerales o químicos, contienen los nutrientes principales (N, P, K) en forma concentrada.

El fitoplancton es el productor primario en la cadena alimenticia en los ecosistemas acuáticos, su principal función en los mismos es el mantenimiento de otras

comunidades, tales como: zooplancton y organismos bentónicos, los que son consumidos directamente por los camarones (Yusoff *et al.*, 2002).

El costo del fertilizante es muchísimo más bajo que el de las postlarvas y que el del alimento, pero este puede aumentar los costos de producción si se emplea más cantidad por razones de una pobre calidad de agua y a las cantidades inadecuadas de algas (células/ml).

Para un gran número de organismos en cultivo, la introducción de determinadas especies de fitoplancton produce mejores resultados en términos de Supervivencia, Crecimiento y Factor de Conversión que cultivándolas en aguas claras, sin fitoplancton. El fitoplancton también juega un papel importante en regular los parámetros de calidad de agua y estabiliza la producción de Oxígeno. Las algas son biofiltradoras naturales y removedoras efectivas de desperdicios nitrogenados solubles como el Amonio. El fitoplancton y los sólidos suspendidos sombrean la columna de agua creando un ambiente más favorable para los camarones, a los que generalmente no les gusta la luz fuerte. La forma más económica de airear u oxigenar el agua del estanque es a través de la fotosíntesis generada por las algas. (Treece, 1994).

En la actualidad se han estado usando compuestos orgánicos como fertilizantes ya que estos tienen un bajo costo y son de fácil acceso, en la siguiente investigación utilizaremos Semolina mezclado con Melaza como uso de fertilizante ya que estos presentan los nutrientes necesarios (Carbono, Fósforo y Nitrógeno) para la proliferación de fitoplancton y con este trabajo pretendemos dar repuestas a productores sobre el uso de la mezcla de Semolina con Melaza como una opción para ser usado como fertilizante.

II.- OBJETIVOS.

General:

Efecto de la aplicación de dos fertilizantes: Fertilake y Semolina mezclado con Melaza en aguas de cultivo, sobre el crecimiento del Fitoplancton (Diatomeas, Clorófitas, Cianófitas y Dinoflagelados) y de los camarones *Litopenaeus vannamei*.

Específicos:

1. Determinar la relación entre los factores físico-químicos (Temperatura, Salinidad, pH, Turbidez) del agua en las dos condiciones experimentales.
2. Evaluar la dinámica poblacional temporal del fitoplancton (Diatomeas, Clorófitas, Cianófitas y Dinoflagelados) y los géneros más comunes en las aguas analizadas, con la aplicación de los dos tipos de fertilizantes.
3. Comparar el Crecimiento Acumulado, el Ritmo de Crecimiento y la Tasa de Crecimiento de los camarones blancos del Pacífico en las dos condiciones experimentales.
4. Calcular la Supervivencia, el Rendimiento Productivo y Factor de Conversión Alimenticia de los camarones en las dos condiciones experimentales.

III.- HIPÓTESIS

H₀: El fertilizante orgánico, Semolina mezclada con melaza, tendrá una mayor significancia en cuanto a la población y géneros de algas deseadas y en el crecimiento de los camarones que el fertilizante inorgánico (fertilake).

H_a: El fertilizante inorgánico, fertilake tendrá una mayor significancia en cuanto a la población de algas y los géneros de algas deseadas y en el crecimiento de los camarones, que el fertilizante orgánico.

IV.- LITERATURA REVISADA

4.1. Aspectos Biológicos del Camarón.

El ciclo de la vida de los camarones *Litopenaeus vannamei*, ocurre cuando los adultos copulan y desovan en aguas oceánicas costeras a profundidades entre 18 y 27 m. los desoves comienzan a partir de Marzo hasta Septiembre con picos máximos en Mayo, Junio, Agosto y Septiembre (Martínez, 1993).

Los camarones *Litopenaeus* tienen un ciclo de vida muy compleja y corto de unos 18 meses el cual va desde huevo, estadios larvales (nauplio, Zoea, Misis, postlarvas), juvenil y adulto. El desarrollo de huevo a estadios presenta las mismas características antes de alcanzar la fase de postlarvas. Los nauplios se alimentan del vitelo proveniente del huevo, las Zoea son fitófagas y las Misis zooplantófagas al igual que las postlarvas. (Martínez, 1993).

Estos camarones en la naturaleza logran su cópula en aguas del mar que van desde los 10 a los 100 metros de profundidad a salinidades que van de 33 a 36 partes por mil (‰). Los huevos son liberados por la hembra que previamente han sido parchadas por el macho. La cantidad de huevos producidos dependerá de la especie, edad y tamaño de la hembra. Los huevos son de características pelágicos y su tamaño varía de 200 a 500 micras, esto tiene que ver la especie que se trata, de los cuales un 60% a 70% eclosionarán. No todos los camaroncitos nacidos podrán completar su ciclo de vida, puesto que condiciones ambientales adversas, la depredación y enfermedades se encargarán de disminuir la sobrevivencia. (Herrera, 2012)³.

Cuadro N° 1. Clasificación taxonómica *Litopenaeus vannamei*.

Phylum	Artrópoda
Clase	Crustácea
Orden	Decápoda
Suborden	Natantia
Superfamilia	Litopeneoidea
Familia	Litopenaeidae
Género	<i>Litopenaeus</i>
Especie	<i><u>Litopenaeus</u></i> <i><u>vannamei</u></i>

(Pérez y Kensley, 1997).

4.1.1. Nutrición General del Camarón.

El camarón presenta diferentes hábitos alimenticios durante su ciclo de vida. Cuando la larva cambia de estadio, sus requerimientos alimenticios cambian así como su morfología (Cruz, 1991). El nauplio recién eclosionado, satisface todas sus necesidades nutricionales del vitelo. Después de cinco mudas, las reservas del saco vitelino se agotan y el nauplio sufre metamorfosis hasta el estadio de Zoea, iniciando la alimentación exógena con microalgas, filtrando algas microscópicas y otros materiales suspendidos en el agua. (Anónimo 1).

La Zoea sufre la metamorfosis al estadio de Misis, cambiando sus hábitos alimenticios de herbívoros a carnívoros, alimentándose a base de zooplancton, como larva adulta (Misis) es mayormente predadora consumiendo generalmente proteína animal como Artemia. Después de tres mudas, la Misis planctónica se convierte en postlarvas, la postlarva/juvenil se observa como un camarón adulto en miniatura y comienza a tener hábitos similares a este y se vuelven carroñeros bentónicos, nutriéndose de una variedad de alimentos, y siendo omnívoros el resto del ciclo. (Anónimo 1).

Aunque los estadios larvarios son planctónicos (nado libre), las postlarvas son bentónicas (permanecen en el fondo). Este cambio permite a las larvas, que fueron

arrastradas a los esteros por las corrientes de mareas, situarse en el fondo y permanecer en este sitio hasta alcanzar el estadio de subadulto.

4.2. Calidad de Agua.

Según Boyd, 1990, 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.

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.

4.2.1 Factores Físico-Químicos.

4.2.1.1 Oxígeno Disuelto.

El Oxígeno disuelto es la variable más crítica para la calidad del agua en un estanque. De todos los parámetros, el Oxígeno disuelto es verdaderamente el más importante. Usualmente es el único parámetro de calidad del agua que puede variar drásticamente en el transcurso de 12 horas y es el único parámetro que puede causar la masiva muerte del camarón. (Clifford, 1994).

La concentración mínima de Oxígeno disuelto para especies de camarones en cultivo es de 3.0 mg OD/L. Valores menores a este pueden provocar un freno metabólico en el camarón y por tanto limita su crecimiento normal. La muerte de estas especies ocurre cuando llega a menos de 1.3 mg OD/L en exposiciones por más de una hora. (Herrera, 1999).

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. Los valores deben mantenerse en intervalos entre los 4 OD/L a 6 OD/L. (Herrera, 1999).

Niveles altos de fitoplancton en las aguas de cultivo tiene como consecuencia bajas concentraciones de Oxígeno Disuelto por la mañana, Herrera (1999) señala que el consumo de Oxígeno Disuelto va en dependencia de la cantidad y tipo de microalgas, de las densidades de camarones en cultivo y del incremento de la biomasa en estanque.

La siguiente tabla resume los efectos de las concentraciones de Oxígeno sobre los camarones. La concentración del Oxígeno disuelto puede bajar tanto que los camarones pueden morir. Sin embargo los efectos usuales del Oxígeno disuelto bajo se manifiestan en crecimientos lentos o en mayor susceptibilidad frente a enfermedades. En estanques con una baja crónica en la concentración de Oxígeno

disuelto, los camarones comerán menos y no habrá una Conversión Alimenticia comparable con la de un estanque con niveles normales (Martínez, 2011).

Cuadro N° 2. Efecto de las condiciones de Oxígeno sobre los camarones.

Concentración de Oxígeno Disuelto	Efecto
Menor de 1 o 2 mg/L	Letal si la exposición dura más que unas horas.
2-5 mg/L	Crecimiento será lento si la baja de Oxígeno Disuelto se prolonga.
5mg/L-saturación	Mejor condición para crecimiento adecuado-
Súper saturación	Puede se dañino si las condiciones existen por todo el estanque. Generalmente no hay problema.

(Martínez, 2011).

4.2.1.2. Temperatura.

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 poiquilotérmicos (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 O₂ o ley de Van Hoff que expresa:"un aumento de 10°C en temperatura provoca velocidad de reacción elevando de dos a tres veces más el consumo de O₂". 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 (Martínez, 2011).

Las especies de camarón de aguas cálidas crecen mejor a temperaturas entre 28°C y 32°C. Los procesos biológicos como crecimiento y respiración se duplican, en general por cada °C que aumenta la temperatura, consume el doble de oxígeno disuelto y es más crítico en temperaturas cálidas que en las frías. 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 (Herrera, 2012)¹.

Las temperaturas mayores a 34°C aceleran las moléculas del organismo, lo que afecta en la síntesis de la materia. Además las altas temperaturas desnaturalizan las enzimas provocando limitaciones en el desarrollo metabólico del animal (Herrera, 2012)¹.

4.2.1.2.1. 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.

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 (Figura 1). (Herrera, 2012)¹.

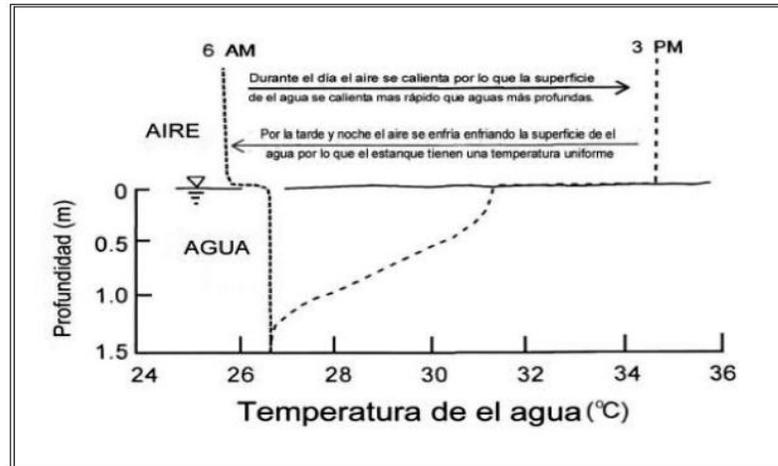


Figura 1. Estratificación térmica en un estanque relativamente profundo. (Herrera, 2012)¹.

4.2.1.3. Salinidad.

La Salinidad es la concentración total de los iones disueltos en el agua. La Salinidad depende básicamente de siete iones, cuyo valor promedio de concentración en el agua de mar es: Sodio, 10,500 mg/L; Magnesio, 1,450 mg/L; Calcio, 400 mg/L; Potasio, 370 mg/L; Cloruro, 19,000 mg/L; Sulfato, 2,700 mg/L; Bicarbonato, 142 mg/L. La Salinidad promedio del agua de mar es 34.5 partes por mil (ppm). (Herrera, 2012)¹.

Aunque el *Litopenaeus vannamei* y *Litopenaeus monodón* y otras especies pueden ser cultivados exitosamente en estanques costeros con salinidad entre 1 y 40‰, se produce mejor con una salinidad superior a 5‰ y la mayoría de granjeros la prefieren entre 20 y 25‰, la salinidad está claramente relacionado al nivel de lluvia. Franco (1993), propone que los niveles óptimos de salinidad en cultivo sean entre 15‰ – 25‰.

La salinidad es la cantidad total de materia sólida disuelta en un Kg de Agua de mar, cuando todo el carbonato se ha convertido en óxido, todo el Bromo y Yodo en Cloro, y la materia orgánica está completamente oxidada. Esta cantidad de materia sólida es expresada en G. y la salinidad se mide en G/Kg. ‰ (ppt).

Las sales disueltas en el agua 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. Las altas salinidades causan estrés y obligan al camarón a utilizar recursos energéticos para restablecer el equilibrio osmótico causado por las diferencias en osmolaridad entre los fluidos internos del camarón y la del agua de medio. (Herrera, 2012)¹.

En un estanque tanto la salinidad como la temperatura pueden producir una estratificación del agua, debido a que la densidad del agua sube con la salinidad. Una lluvia fuerte puede producir una capa de agua dulce más liviana sobre el agua del fondo más salada.

Una salinidad alta puede afectar negativamente:

- La producción natural de los estanques.
- El crecimiento de los camarones.
- La supervivencia de los animales principalmente en el momento de la aclimatación y la siembra.
- La concentración de oxígeno del agua.

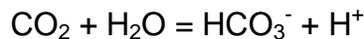
La salinidad tiene también un efecto indirecto sobre los camarones bajando la solubilidad del oxígeno en el agua y su disponibilidad para los animales. En estas condiciones vemos que para asegurar la producción durante el período de salinidades altas haría falta efectuar recambios mayores de agua. (Herrera, 2012)¹.

4.2.1.4. pH.

El pH se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de Hidrógeno (H⁺): $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$. El pH indica cuán ácida o básica es el agua. De una manera más práctica, el agua con un pH de 7 no se considera ni ácida ni básica sino neutra. Cuando el pH es inferior a 7 el agua es ácida, y cuando el pH es superior a 7

el agua es básica. La escala de pH es de 0 a 14, mientras más lejano sea el pH de 7 el agua es más ácida o más básica.

Los estanques de agua salobre generalmente tienen un pH de 7 u 8 por la mañana, pero en la tarde generalmente suben a 8 ó 9. La fluctuación diaria del pH en los estanques resulta de los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton y otras plantas acuáticas. El Dióxido de Carbonos ácido tal como se muestra en la siguiente ecuación:



Si la concentración de Dióxido de Carbono crece, la de iones de Hidrógeno aumenta y el pH disminuye y, al contrario, si disminuye la concentración de Dióxido de Carbono, la de iones de Hidrógeno cae y el pH aumenta. Durante el día el fitoplancton consume Dióxido de Carbono y el pH del agua aumenta. Por la noche, el fitoplancton no utiliza el Dióxido de Carbono, pero todos los organismos del estanque sueltan Dióxido de Carbono durante la respiración y a medida que se acumula el Dióxido de Carbono el pH baja (Herrera, 2012)¹.

Cuadro N° 3. Influencia del pH sobre los camarones.

pH	Efecto
4	Punto de acidez letal
4-5	No reproducción
5-6	Crecimiento lento
7-8.5	Mejor crecimiento
9-11	Crecimiento lento
11	Punto letal de alcalinidad

(Martínez, 2011).

4.2.1.5. Turbidez.

Se entiende por turbidez o turbiedad la falta de transparencia de un líquido debida a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el líquido (generalmente se hace referencia al agua), más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez y menor será su calidad. La turbidez puede medirse de manera rudimentaria por el disco Secchi.

Hay varios parámetros que influyen en la turbidez del agua. La turbiedad de los estanques puede ser ocasionada por humus, sedimentos, detritos orgánicos, material coloidal, plantas y animales. En forma general obedece a tres causas principales (Herrera, 2012)¹:

- Producción Planctónica.
- Aporte de altas concentraciones de sustancias húmicas.
- Partículas de arcilla en suspensión.

4.3. Fertilizante y Fertilización.

Los fertilizantes son sustancias naturales o sintéticas que se usan en los estanques para aumentar la producción de organismos alimenticios naturales, tales organismos son principalmente fitoplancton, zooplancton e insectos. Todos ellos forman parte de una cadena alimentaria compleja que culmina en la producción de camarones y peces. (Anónimo 2).

La productividad de los ecosistemas acuáticos generalmente está limitada por las bajas concentraciones de ciertos elementos nutritivos en el agua. Como regla general, los elementos nutritivos limitantes más importantes en los sistemas acuáticos son el Fósforo y el Nitrógeno (N y P). En regiones con climas cálidos, se quiere incrementar la productividad natural del agua de los estanques dedicados a producir peces por medio de estimular el crecimiento y desarrollo del fitoplancton. Se puede realizar esto, estableciendo un programa de aplicar fertilizantes al agua del estanque. (Martínez y Herrera, 2012).

4.3.1. Importancia de la Fertilización.

El objetivo de la fertilización es promover el crecimiento del fitoplancton. Estos organismos constituyen el primer escalón en la cadena alimenticia del ecosistema del estanque. La fertilización es una actividad rutinaria durante el ciclo de cultivo ya que sirve para restituir nutrientes y organismos alimenticios que se pierden durante el recambio de agua y la cosecha. El alimento también actúa como un fertilizante y una vez que la alimentación se inicia se requiere de menos aplicaciones de fertilizante. En la medida en que los granjeros tienden a recambiar menos agua o a eliminar el recambio, las tasas de fertilización se reducen. (Anónimo 2).

Se utilizan varias clases de fertilizantes químicos (minerales) y orgánicos (preferidamente de origen vegetal que el estiércol) disponibles localmente para incrementar la fertilidad del agua, y fomentar una proliferación de algas y otros tipos de microorganismos en el estanque. Los fertilizantes escogidos deben proveer N y P en cantidades adecuadas. Los fertilizantes minerales son empleados solos o en combinación con los estiércoles para fertilizar el agua de los cultivos de peces. (Martínez y Herrera, 2012).

En el cultivo de camarones para la exportación, no se emplean los abonos como fertilizantes por el daño a la imagen del producto y la posibilidad de contaminación del camarón con microorganismos. Los fertilizantes minerales o químicos, contienen los nutrientes principales (N, P, K) en forma concentrada.

4.3.2. Fertilizantes Inorgánicos.

Los fertilizantes inorgánicos son fertilizantes minerales, que contienen solo nutrientes minerales y no contienen materia orgánica; se fabrican industrialmente para ser usados en la agricultura y acuicultura, para mejorar la producción de los cultivos y se obtienen de proveedores especializados. (Anónimo 2).

Los fertilizantes minerales o químicos, contienen los nutrientes principales (N, P, K) en forma concentrada y se puede seleccionar entre una gran variedad de formulaciones diferentes. Estos productos pueden ser almacenados y aplicados al agua fácilmente. La aplicación de los fertilizantes minerales se hace de una forma

para permitir que el material entre en solución en el agua. Muchos ingredientes usados en formular los fertilizantes minerales son poco solubles en el agua y este proceso de disolución puede tomar varias horas o días. (Martínez y Herrera, 2012).

4.3.2.1. Fertilake

Fertilake es un fertilizante acuícola, con un 15% de Nitrógeno, un 9% de Fósforo y contiene Potasio, 100% soluble, a base de Nitrógeno nítrico. No contiene Nitrógeno amoniacal como la mayoría de fertilizantes para uso agrícola. Por sus características químicas incide positivamente en los siguientes aspectos: promueve el fitoplancton y zooplancton; funciona como regulador de materia orgánica; aporta de forma inmediata oxígeno en el medio, lo que produce una mayor estabilidad en el cultivo. (Anónimo 3).

4.3.3. Fertilizantes Orgánicos.

Los fertilizantes orgánicos pueden ser beneficiosos en la preparación de estanques ya que contienen una población microbiana y substrato detrítico para su desarrollo. Los más comúnmente usados son el estiércol (de pollo, ganado, cerdo, pato), semolina de arroz, harina de semilla de algodón, desperdicios del proceso de la caña de azúcar, cáscara de arroz quemada, y pellets de pasto bermuda. Los fertilizantes orgánicos tienen una liberación gradual de nutrientes a partir de la actividad de las bacterias quimiotróficas y heterotróficas y pueden ser consumidos directamente por las larvas recién sembradas (Clifford, 1992). Los estiércoles en general se caracterizan por proporciones altas de C: N y no se descomponen rápidamente (Boyd, 1989).

4.3.3.1. Semolina.

La semolina de arroz 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 grano. (Anónimo 4).

La semolina de arroz es una buena fuente de energética en todas las especies, y sobre todo en rumiantes, dado su alto contenido en grasa (1-15%), su apreciable contenido en almidón (23-28%) y el bajo contenido de lignificación (2.5% LAD) de su fracción fibrosa (17.5% FND). Tiene también un notable contenido en proteína, con una composición en aminoácidos esenciales relativamente bien equilibrada. Su contenido en Fósforo es bastante alto (1.35%), pero en su mayor parte (90%) está en forma de fitatos. Su contenido en calcio es bajo, aunque algunas partidas pueden elevarse notablemente por la adición de carbonato cálcico.

4.3.3.2. Melaza.

La melaza es un jarabe oscuro, viscoso que proviene de la separación del azúcar crudo en el proceso de elaboración de la azúcar refinada. 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 azúcares 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 fuente de energía principalmente en el proceso de fotosíntesis. (Herrera, 2012)².

Cuadro 4. Composición de la Melaza.

Componentes	Constituyentes	Contenido (p/p)
Componentes mayores	Materia seca	78 %
	Proteínas	3%
	Sacarosa	60-63%p/p
	Azúcares reductores	3-5% p/p
	Sustancias disueltas (diferentes azúcares)	4-8% p/p
	Agua	16%
	Grasas	0.40%
Contenido de minerales	Cenizas	9%
	Calcio	0.74%
	Magnesio	0.35%
	Fósforo	0.08%
Contenido de aminoácidos	Potasio	3.67%
	Glicina	0.10%
	Leucina	0.01%
	Lisina	0.01%
	Treonina	0.06%
Contenido de vitaminas	Valina	0.02%
	Ácido Pantoténico	42.90 ppm
	Piridoxina	44 ppm
	Riboflavina	4.40 ppm
	Tiamina	0.88 ppm

(Téllez, 2004).

4.3.4. Procedimiento para aplicar Fertilizante.

1. Se disuelven los fertilizantes en un recipiente antes de aplicarlos al estanque. Esto demanda la dispersión del líquido sobre la superficie entera del estanque por personal en una canoa, o por medio de un tanque regulado colocado en la entrada en cual gradualmente gotea la solución de nutrientes en el agua. (Treece, 1994).

2. La ubicación del fertilizante sólido en un saco o jaula de fertilización, que se coloca en la compuerta de entrada del estanque, para que el agua lo disuelva. Esta segunda alternativa debería ser implementada solo cuando la compuerta esté orientada a favor del viento en relación al eje longitudinal del estanque, dado que el viento facilita la dispersión uniforme. (Treece, 1994).

Si la entrada del estanque no está orientada a favor del viento, una alternativa para asegurar la dispersión uniforme es el uso de jaulas de fertilización o usando sacos vacíos de alimento amarrados a un lado de los botes. Las jaulas o sacos no deben arrastrarse en el fondo del estanque y los botes deberían cubrir cuidadosa y uniformemente toda la superficie del estanque.

4.3.5. Problemática de sobre fertilizar.

La respuesta al régimen de fertilización varía entre estanques individuales dado que es influenciada por la calidad del agua y suelo. El criterio para las dosis de aplicación es asegurar las siguientes concentraciones de nutrientes en el agua de los estanques:

1. Nitrógeno: 1.3 ppm
2. Fósforo: 0.15 ppm. (Treece, 1994).

Después de la aplicación de fertilizantes se da la absorción por parte de los organismos y la fijación del mismo en el suelo, viéndose reducidas las concentraciones, haciendo esto necesaria la aplicación de menor cantidad, pero de forma constante. Solo por el deseo de mejorar o cambiar el color del agua y Oxígeno Disuelto, algunos productores han aplicado 50kg de Urea por hectárea, obteniendo desastrosos resultados. (Chen, 1997).

Al aplicar Urea más Superfosfato y Potasio en mayor proporción o sólo Urea más Superfosfato en proporción 1:2, 1:3, 1:4, 2:3, 2:4 o su equivalente se observaría que el agua poco a poco se torna transparente debido a que todos los sedimentos orgánicos e inorgánicos en flotación se precipiten. En la superficie del suelo del estanque se forma una mancha de algas de 2 m de radio, causando problemas de:

- Anoxia en el agua (deficiencia de Oxígeno)
- Alta concentración de Amonio y gas Sulfhídrico (el agua y el lodo presentan olor a huevo podrido).

- Muerte total o parcial (+ del 50%) de organismos en cultivo; el porcentaje de la mortalidad depende del bloom de algas. (Chen, 1997).

La fórmula de los fertilizantes debe constar con la proporción de C: N: P: (50:10:1). Se quiere proliferar Diatomeas debe tomar en consideración la proporción N: P: Si: (10:1:12) y así contar con las coloraciones y problemas algas deseados.

4.4. El Plancton.

Término utilizado por primera vez por Victor Hesen (1887), y significa vagabundo o errante. Por lo tanto los seres que forman el plancton son aquellos que se caracterizan por su independencia biológica con respecto al fondo y que están siendo arrastrados por las aguas o nadando débilmente, generalmente presentan tamaño microscópicos y para medirlos se utiliza la micra (que es la milésima parte de un milímetro). (Cifuentes, 1997).

Se denomina plancton (del griego πλαγκτός, plagktos, "errante") al conjunto de organismos, principalmente microscópicos, que flotan en aguas saladas o dulces, más abundantes hasta los 200 metros de profundidad aproximadamente. Se distingue del necton, palabra que denomina a todos los nadadores activos y del neuston, los que viven en la interfase o límite con el aire. (Herrera, 2012).

Según su tamaño se han dado varias divisiones para el plancton tanto de mar como de agua dulce, las cuales han sido propuestas por Margalef (1995), Pérez y Devence (1963) y Dussart (1965). La de este último se da a continuación:

Ultra plancton	(por debajo de dos micro metros)
Nanoplancton	(2 – 20 micras):
Microplancton	(20 – 200 micras):
Megaloplancton	(20 – 200 cm):

(Cifuentes, 1997).

Sin embargo la mayor parte de los tratados sigue utilizando el nombre plancton, en el cual se identifican organismos vegetales que constituyen el Fitoplancton y animales que constituyen el Zooplancton.

4.4.1. Fitoplancton.

El fitoplancton son los seres vivos de origen vegetal que viven flotando en la columna de agua, y cuya capacidad natatoria no logra nunca superar la inercia de las mareas, las olas, o las corrientes. Son organismos autótrofos capaces de realizar la fotosíntesis. Su importancia es fundamental dado que son los productores primarios más importantes en el océano. (Chen, 1997).

El Fitoplancton se caracteriza fundamentalmente por:

- Ser organismos unicelulares, generalmente autótrofos.
- Vivir en zonas eufóticas (incidencia de luz)
- Su distribución depende de las condiciones hidrográficas por lo que no está distribuido uniforme en los cuerpos de agua.
- Tiene una velocidad de reproducción relativamente alta.
- Su composición química rica en proteínas, entre 48% y 66% de proteínas, esencial para el desarrollo de algunos organismos en sus primeros estadios y a lo largo de toda su vida. (Chen, 1997).

4.4.2. Importancia Ecológica del Fitoplancton.

El fitoplancton se encuentra en la base de la cadena alimentaria de los ecosistemas acuáticos, ya que sirve de alimento a organismos mayores; es decir realiza la parte principal de la producción primaria en los ambientes acuáticos, sobre todo los marinos.

Su importancia radica en ser los productores primarios del medio marino. De la misma manera que en el medio terrestre, la hierba y los vegetales, son los alimentos primarios de los ecosistemas, el fitoplancton realiza la misma función. Se encarga de fijar el CO₂ atmosféricos de manera que el carbono pasa a ser parte de la cadena

alimentaria, y por tanto, fuente de energía. Progresivamente la cadena trófica va enriqueciéndose, pues el fitoplancton es consumido por el zooplancton que a su vez puede ser consumido por determinados peces, etc. (Cifuentes, 1997).

Al encargarse de fijar el CO₂ atmosférico, parte del exceso de CO₂ que hay en la atmósfera entra en la cadena trófica del océano, de manera que todos los organismos están compuestos por carbono. Estos cada vez son organismos más grandes como peces, que poseen esqueletos y estructuras muy abundantes en carbono, al morir, por gravedad caen al fondo marino de manera que este CO₂ queda retenido en las profundidades del océano, en una capa poco profunda de agua de manera que se mantiene el equilibrio de carbono en el océano, otra pequeña parte se deposita en el fondo. (Cifuentes, 1997).

Alrededor del 80% de toda la actividad fotosintética que ocurre en la tierra lo realiza el fitoplancton. Las algas también significan la fuente básica en la cadena de alimentos, tanto de agua salada como dulce. Por otra parte son importantes en los ambientes acuáticos las algas bénticas microscópicas y macroscópicas, es decir, aquellas que crecen sobre el sustrato o fondo de los cuerpos de agua. (Álvarez, 1994).

4.4.3. Reproducción de las Algas.

4.4.3.1. Reproducción Asexual.

Las algas unicelulares se reproducen por simple división celular, lo que puede ser repetido en rápidas sucesiones o “bipartición repetida”, para formar nuevos individuos de iguales características a la progenitora. Este proceso se conoce también como fisión binaria.

En algas que forman colonias y aquellas de tipo multicelulares, la división celular y el consiguiente incremento resulta en crecimiento. Algas filamentosas y otras multicelulares se reproducen por fragmentación; aquí cada fragmento resultante mantiene la capacidad de seguir creciendo como individuos nuevos independientes.

En algunas especies existe la formación de brotes o gemaciones que se desprenden de su progenitor como agentes de propagación. (Álvarez, 1994).

La fragmentación no es un método de reproducción en algas coenóbicas (colonias o unidades de células no diferentes), al contrario, estas sufren formación de auto colonias (una auto colonia es una colonia en miniatura producida por colonia progenitora de igual parecido o semejante). (Álvarez, 1994).

4.4.3.2. Reproducción Sexual.

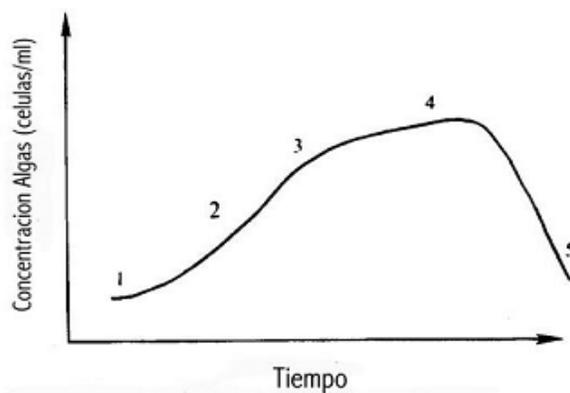
La reproducción sexual es común en muchas especies de algas. En ciertas algas las células reproductoras (flageladas) funcionan como zoosporas asexuales o como gametos, dependiendo en parte de las condiciones ambientales. Por ejemplo, la concentración de Nitrógeno en el medio tiene importante relación. Otras algas producen zoosporas con formas muy distintas de los gametos, aunque en algunos casos los gametos diferenciados tienen capacidad para crecer como nuevos individuos sin unión sexual, es decir por partenogénesis (reproducción sin fertilización por célula macho).

En ciertas algas unicelulares como las *Chlamydomonas*, el mismo organismo participa como gameto. Los gametos pueden ser morfológicamente iguales o isógamos, uno de los dos puede ser más pequeño que el otro o anisógamos, ambos pueden ser diferentes en forma, uno mótil y el otro no, siendo esta forma de reproducción sexual llamada oogamia. Heterogamia es un término más general que incluye anisogamia y oogamia. Los gametos pueden ser, morfológicamente iguales a las células vegetativas (en edad de reproducción) como ocurre en las *Chlamydomonas* o como ocurre con muchas algas multicelulares que difieren claramente de las células vegetativas. Estas pueden provenir de células vegetativas no modificadas que funcionan como gametangios o de células morfológicamente especializadas. (Martínez y Herrera, 2012).

4.4.4. Dinámica y Crecimiento de las Algas.

El crecimiento de las algas puede ser explicado en términos de la división de la célula. Una explicación de la población de las algas es la siguiente (Fox, 1983).

- Primera fase es conocida como la Fase Retardada: en esta fase no está entendida pero pudiera ser atribuida a un aumento en el tamaño de células sin la división de las mismas.
- La segunda fase es referida como fase exponencial: durante esta fase exponencial las células están creciendo y dividiéndose rápidamente.
- La tercera fase, de decaimiento del crecimiento relativo: ocurre cuando hay una reducción de un nutriente en particular.
- La cuarta fase es conocida como fase estacionaria: esta fase se caracteriza cuando la proporción de crecimiento de algas equilibra el nutriente limitante en el agua.
- La última fase conocida como la fase muerta: es usualmente acompañada con una disminución de los nutrientes en extremas proporciones.



(Fox, 1983).

Figura 2. Gráfico de Dinámica y Crecimiento de las Algas.

4.4.5. Grupos Importantes de Fitoplancton.

El Fitoplancton presenta una gran biodiversidad, encontrándose diversas especies en función de las condiciones naturales del lugar y de la presencia o ausencia de nutrientes, episodios de eutrofización, etc: Los grupos que podemos encontrar:

- Diatomeas
- Dinoflagelados
- Cianófitas o algas verdeazuladas
- Clorófitas.

4.4.5.1. Diatomeas.

Las diatomeas son un grupo de algas unicelulares pertenecientes a la Clase Bacillariophyceae. Las representantes marinas presentan un rango de tamaño que fluctúa entre 50 y 500 μm (Microplancton).

Por sus características y requerimientos se las considera las únicas algas verdaderas (son estrictamente autótrofas, no presentan ninguna estructura propia del reino animal, tienen una amplia distribución mundial), y constituyen el grupo más importante del fitoplancton debido a que contribuyen con cerca del 90% de la productividad de los sistemas.

Bajo condiciones normales, siempre predominan por sobre los otros grupos, ya que se ven especialmente favorecidas por los eventos de surgencia que aportan aguas frías y ricas en nutrientes hacia la superficie. Se las encuentra solitarias o conformando cadenas. En este último caso las diferentes especies presentan distintas estrategias o formas de unión entre las células. La taxonomía de este grupo se basa en dos aspectos principales: la simetría y las características de su pared celular. (Martínez y Herrera, 2012).

4.4.5.2. Dinoflagelados.

Los Dinoflagelados corresponden a un grupo del fitoplancton marino de carácter cosmopolita. Sus características morfológicas y requerimientos nutritivos los hacen exitosos desde el punto de vista reproductivo y de crecimiento, en aguas tropicales, donde la estabilidad en la columna de agua es mayor y la concentración de nutrientes más baja. En nuestras aguas ocupan un lugar secundario, respecto de las Diatomeas.

El tamaño de los Dinoflagelados fluctúa entre 50 y 500 μm , por lo que se les ubica dentro del microplancton, y pueden ser divididos en dos grandes grupos diferenciados por la presencia o ausencia de placas de naturaleza celulósica en su pared celular o anfiesma, de acuerdo a esta característica se les denomina TECADOS o ATECADOS respectivamente. (Martínez y Herrera, 2012).

4.4.5.3. Cianófitas o algas verdes-azules.

Las Cyanophyta, Cyanobacteria o Cyanochloronta, al igual que las bacterias, son células procariontes cuyo tamaño puede fluctuar entre 0,5 y 70 μm de diámetro, por lo cual se las ubica dentro del nanoplancton. Presentan tres grupos morfológicos: unicelulares solitarias o asociadas, Cenobios no filamentosos y Cenobios filamentosos.

Los Cenobios no filamentosos pueden ser regulares o irregulares. Los Cenobios regulares resultan según los planos en que se dividan las células: si se dividen en dos planos resulta un Cenobio laminar, y si se dividen en tres planos resulta un Cenobio cúbico. Los Cenobios irregulares no presentan una forma definida.

Las algas azul-verdosas han sido consideradas responsables de la temprana acumulación de Oxígeno en la atmósfera terrestre. Ellas están presentes en aguas de variado intervalo de Salinidad y Temperatura, en suelos húmedos y rocas. Las algas azul-verdosas son planctónicas, de las cuales algunas microscópicas

planctónicas tienen gran importancia para los laboratorios marinos comerciales y también para la industria. (Martínez y Herrera, 2012).

Los factores que favorecen a las algas azul-verdosas en los estanques son, la alta concentración de nutrientes y un pH arriba de 8.3. El alto pH favorece estas algas porque son mucho más competitivas que otras algas por la baja concentración de Carbón inorgánico disponible a pH alto. Los estanques acuícolas son ideales para las algas azul-verdosas, porque abundan los nutrientes con los cuales las algas se multiplican rápidamente. Esto reduce las concentraciones de Dióxido de Carbono, se eleva el pH y finalmente favorece la dominancia de las algas. (Boyd, 2009).

4.4.5.4. Clorófitas.

A pesar de las diferencias entre las divisiones de algas todas comparten un grupo de características comunes: poseen clorofila y son fotosintéticas. Todas requieren Oxígeno para la respiración y lo producen en la fotosíntesis. Todas se diferencian de las plantas superiores por cuanto no poseen ramas, frutos, etc., con la excepción de las Laminarias “kelp”, que se fijan con raíces y presentan ramificaciones. Ninguna de las algas desarrolla sistemas de conducción.

La estructura básica de las algas verdes es semejante al de las plantas superiores, por lo que se cree que éstas evolucionaron a partir de las primeras. Las algas verdes poseen un protoplasma que contiene un núcleo, nucléolo, vacuolas, ribosomas, mitocondrias, cloroplastos y retículo sarcoplásmico. Sus cloroplastos contienen abundante clorofila-a, propio de las células eucarióticas fotosintéticas y clorofila-b que también está presente en plantas superiores. También poseen xantófilas (pigmento amarillo) y carotenoides (pigmentos anaranjados) que son accesorios. (Martínez y Herrera, 2012).

Cuadro N° 5. Densidades óptimas de plancton en estanques de camarón.

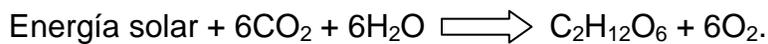
Tipos de Algas	Mínimo	Máximo
Diatomeas	20,000 Cel/ml	-----
Clorófitas	50,000 Cel/ml	-----
Cianófitas	10,000 Cel/ml	40,000 Cel/ml
Dinoflagelados	-----	500 Cel/ml
Algas totales	80,000 Cel/ml	300,000 Cel/ml
Zooplancton	2 Cel/ml	50 Cel/ml
Ciliados	10 Cel/ml	150 Cel/ml

(Treece, 1994).

4.4.6. Fotosíntesis y Respiración.

En la fotosíntesis, la clorofila (el pigmento verde de las plantas) captura energía del Sol. Como el Fitoplancton tiene que hacer la fotosíntesis y necesita para ello energía del Sol, sólo puede estar en la superficie del océano. En el mar abierto esta capa puede tener unos 100 m de espesor, sobre una profundidad total de unos 3000 m. Una parte de la energía del Sol se utiliza para romper las moléculas de agua en Hidrógeno y Oxígeno.

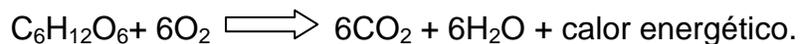
Las plantas utilizan Dióxido de Carbono (CO₂), agua (H₂O), nutrientes minerales y luz solar para producir materia orgánica en forma de azúcares (C₆H₁₂O₆) y Oxígeno (O₂) durante la fotosíntesis. La reacción que resume la fotosíntesis es:



Las moléculas simples de azúcar producidas durante la fotosíntesis por las plantas verdes representan casi el total de la energía disponible para los seres vivos. Los animales y plantas dependen de la energía producida por la fotosíntesis. Las moléculas simples de azúcar son también la base de enlaces orgánicos más

complejos. Las plantas generan almidón, celulosa, proteínas, grasas, vitaminas y otros compuestos a partir del azúcar generado por la fotosíntesis. El tejido vegetal se forma de estos compuestos y las plantas utilizan ese azúcar como fuente de energía. Los animales no pueden producir materia orgánica, sino que deben alimentarse de plantas o de animales que se alimentaron de plantas. (Martínez y Herrera, 2012).

Durante la respiración, la materia orgánica se combina con el Oxígeno (oxidación) al liberar agua, Dióxido de Carbono y energía. Las células de plantas y animales tienen la capacidad de capturar algo de la energía liberada mediante la oxidación y utilizarla en sus procesos biológicos, el resto de la energía se pierde como calor. Desde el punto de vista ecológico, la respiración es lo opuesto a la fotosíntesis:



Cuando la fotosíntesis es más rápida que la respiración el Oxígeno se acumula y el Dióxido de Carbono disminuye en el agua del estanque. Esta es la situación normal durante el día; por la noche la fotosíntesis se detiene pero la respiración continúa, por lo que el Oxígeno disminuye y el Dióxido de Carbono se incrementa. (Martínez y Herrera, 2012).

4.4.7. Visibilidad del disco de Secchi.

El disco de Secchi consta de un cordel vertical la cual está marcada a intervalos de 5 cm. En la parte inferior contiene un diámetro de 30 cm y está pintada con negro y blanco los cuales contrastan en cuatro cuadrantes. La visibilidad del disco Secchi es la profundidad a la cual el disco Secchi deja de ser visible, obviamente hay que tener cuidado para estandarizar el procedimiento utilizado en la lectura del disco. En muchas aguas existe una relación directa entre la visibilidad del disco y la abundancia de plancton: a medida que aumenta el plancton, la visibilidad disminuye. Sin embargo, a veces la turbidez es causada por partículas suspendidas de arcilla o detritus y no por la cantidad de fitoplancton. (Martínez y Herrera, 2012).

Cuadro N° 6. Relación entre la visibilidad del disco Secchi y la condición del "bloom" de fitoplancton.

Lectura del disco Secchi (centímetros)	Comentarios
Menor de 25 cm	Estanque demasiado turbio. Si es turbio por fitoplancton, habrá problemas de concentración baja de oxígeno disuelto. Cuando la turbidez resulta por partículas suspendidas de suelos, la productividad será baja.
25-30 cm	Turbidez llega a ser excesiva.
30-45 cm	Si la turbidez es por fitoplancton, el estanque está en buenas condiciones.
45-60 cm	Fitoplancton se vuelve escaso.
Mayor de 60 cm	El agua es demasiado clara. La productividad es inadecuada y pueden crecer plantas acuáticas.

(Herrera, 2012)².

4.4.8. Capacidad de Carga.

La capacidad de carga es la cantidad de carga que el ambiente puede soportar en un periodo determinado. La capacidad de carga es importante en los cultivos acuícola y dulce acuícolas porque al poseer nutrientes que favorecen la proliferación de Fitoplancton (microalgas), base de la cadena trófica del sistema. De estas células se alimentará el Zooplancton (pequeños invertebrados) que junto con las primeras, constituirán el alimento de las primeras fases de desarrollo de los camarones *Litopenaeus vannamei* presentes en el medio. Otra importancia en la acuicultura Semi-extensiva es que debido al bajo nivel de organismos (10-15 organismos) podemos utilizar la capacidad de carga como alimento primario sin la necesidad de alimento externo, disminuyendo los costos y manteniendo o aumentando la producción que es el objetivo principal de todo productor acuícola (Huet, 1973).

4.4.9. Recolecta de Muestra y Recuento de Fitoplancton.

Todas las muestras deben de ser sacadas del estanque con un muestreador de PVC (2 pulgadas) con una pelota de tenis en un extremo para retener el agua. El

muestreador debe de llegar al menos a 80 cm de profundidad y en él se contendrán aguas de superficie, de la parte media y del fondo del estanque. Es importante hacer esto, porque el Fitoplancton no se distribuye uniformemente en la columna de agua, su distribución también varía con la hora del día que se hacen los muestreos. Lo más recomendado para la toma de la muestra es entre las 9 am y 12 del medio día.

Las muestras deben de ser tomadas de las compuertas de entrada y salidas y una tercera de la parte central del estanque. Las aguas de los tres muestreos se depositan en un balde (para que se mezclen), luego se saca la cantidad y distribución de especies de Fitoplancton.

Las muestras son llevadas al laboratorio donde son puestas en una probeta de 250 ml y fijadas con solución lugol, donde se aplican de 6 a 7 gotas de la solución dependiendo de la turbidez de la muestra y se dejan fijar de 18 a 24 horas y luego se procede al conteo. (Martínez. *et al.* 2009). El frasco que contiene la muestra se rotula con los siguientes datos: nombre de la granja, numero de estanque. Durante la toma de muestra se deben anotar también en una bitácora datos como: fecha de recolección de la muestra, coloración del agua a la hora de la toma de muestra. (Lin, 1995).

Para el conteo se utiliza la cámara de Neubauer, en donde se cuentan los cuatro cuadrantes en forma de S, se suman las especies encontradas de cada uno de los grupos encontrados y se multiplican por 2,500, el resultado se expresa como cel/mil. (Martínez. *et al.* 2009).

La cámara de Neubauer con cuatro cuadrantes cada uno con 16 cuadros menores de 250 micras. En esta cámara se cuentan los organismos menores de 25 micras y bacterias filamentosas. Se suman todos los organismos que están dentro de los 16 cuadros de cada cuadrante, empezando por el cuadro superior izquierdo de cada cuadrante siguiendo la trayectoria en forma de S.

Con relación a los organismos que se encuentren en los límites de los cuadros sobre las líneas, solo se contarán directamente los que estén sobre el lado derecho e

inferior y no se tomaran en cuenta los que están sobre las izquierda y superior. (Lin, 1995). Hematocitómetro (cámara de Neubauer) es una cámara de conteo adaptada al microscopio de campo claro o al de contraste de fases. Se trata de un portaobjetos con una depresión en el centro, en el fondo de la cual se ha marcado con la ayuda de un diamante una cuadrícula. Es un cuadrado de 3mm x 3mm, con una separación entre dos líneas consecutivas de 0.25mm. Esta cámara consiste de dos partes, el elemento principal está formado por una placa de vidrio y resistente a golpes y altas temperaturas en la placa una depresión en forma de H ha sido cortada formando dos áreas de conteos elevadas.

Los hombros elevados a ambos lados de la H son aserrados con precisión a exactamente 0.1mm sobre el área de conteo, es una pieza de vidrio altamente pulido de 0.4mm, descansa sobre los hombros formando la parte superior de la cámara de conteo, las áreas de conteo están cubiertas con una capa metálica delgada la cual da una apariencia ligeramente oscura bajo el microscopio, en esta capa varias líneas están trazadas con gran precisión el patrón, cuadrículado tiene 9 cuadros cada uno de 1mm x 1mm. Cada uno está dividido en cuadros más pequeños y el cuadro del centro está aún más subdividido en 400 cuadros de 0.05mm^2 .

4.4.10. Coloración de agua y Fitoplancton.

La coloración de las aguas está determinada por las especies que se encuentran en mayores volúmenes en el estanque:

Cuadro 7. Coloración del agua según el Fitoplancton.

Color	Especie	Observaciones
Marrón a pardo	Chaetoceros, Navícula, Nitzchia, Cyclotella, Cynedra, Achnanthes, Amphora, Euglena	Es la mejor coloración para el cultivo de camarones. Turbidez óptima de 25 a 40 cms.
Verde	Chlorella, Dunaliella, Platymonas, Carteria, Chlamydomonas, Scenedesmus, Euglena	Turbidez entre 20 y 30 cms. Con esta coloración se presentan menos enfermedades, poca acumulación de materia orgánica.
Verde azul o verde oscuro	Oscillatoria, Phormidium, Microcoleus, Lynbya, Chroococcus, Spirulina, Anabaena, Synechocystis, Chlorophytas y Diatomeas.	Se da por aumento de temperatura o en estanques con más de 5 años de uso, con materia orgánica acumulada, camarón adquiere color verde oscuro o azul negro, cuidar crecimiento de Anabaena, después sigue el zooplancton
Marrón negro	Olithodiscus, Prorocentrum, Peridinium, Ceratium, Gymnodinium, Gonyaulax, Noctiluca, Chilomonas, Euglena, Platymonas y Diatomeas	Introducción de aguas contaminadas, detritus de alimento, falta de recambio de agua, concentración de materia ácida, falta de remoción del terreno, años de uso del estanque, la turbidez menor de 15 cms. Con agitación de las aguas produce espumas, causan intoxicación en conchas y peces.
Amarillo ácido	Chlamydomonas, Hymenomonas, Rhodomonas, Chilomonas, Dunaliella, Diatomeas, Cianofitas	Acumulación de materia orgánica, crece descomposición anaeróbica, disminuye pH, puede causar mortalidad
Turbio	Detritos, Zooplancton, Protozoos, Febrea, Frontania, Nassula, Rotíferos.	Debido a partículas de lodo, detritus y zooplancton en suspensión en la columna de agua, compiten por Oxígeno con el camarón.

(Herrera, 2012)².

4.5. Alimento.

Un alimento balanceado para acuicultura está diseñado, balanceado y producido para satisfacer los requerimientos nutricionales de la especie en particular.

Los pellets sólidos para camarón se hunden rápidamente en el agua. Los camarones viven en el fondo del estanque y requieren un pellet que se mantenga en su forma sólida durante varios minutos u horas en el agua.

Así el camarón tendrá suficiente tiempo para encontrarlo y comérselo antes de su disolución. Este punto tiene especial importancia en el engorde de *Litopenaeus vannamei* y otras especies de camarones cultivados.

En forma genérica los alimentos para acuicultura del camarón deben tener estabilidad en el agua superior a 2.5 horas, atractabilidad, palatabilidad, alta digestibilidad, libre de tóxicos para el camarón y el hombre, y una Tasa de Conversión del Alimento a peso vivo del camarón cercana o inferior a 1.1, lográndose de esta manera una mínima contaminación del medio y contribuir a la sustentabilidad de la industria y del medio ambiente.(Talavera et. al, 1997).

El programa de alimentación de un estanque de camarón requiere de suficiente cantidad de alimento para que el camarón alcance su máximo crecimiento. Al mismo tiempo, el estanque no debe sobrealimentarse ya que esto influye en la producción y los costos de producción de la granja. (Zendejas, 1992).

Según Villalón (1994) para escoger el método de alimentación adecuado en los organismos se toma en cuenta los siguientes factores:

- La densidad media del estanque.
- Tamaño del estanque.
- La condición original del subsuelo del estanque.
- Los periodos estacionales y el clima.
- Tamaño del camarón sembrado.
- Factor de Conversión Alimenticia.

El objetivo del manejo de la alimentación es el de suplir la necesidad diaria de la biomasa existente, esto implica evitar la sobrealimentación; para lograrlo, los cálculos para estimar la ración de la alimentación deben de estar basados en muestreos de la sobrevivencia, crecimiento del camarón población.

4.5.1. Métodos de Alimentación.

4.5.1.1. Voleo: Este método de alimentación se realiza distribuyendo el alimento sobre el estanque y todos los organismos cultivados pueden alimentarse, evitando el estrés. Para realizar esta actividad se debe tener en cuenta la profundidad del estanque, los canales interiores de drenaje, ubicación de las mesetas, de esta manera se evitara regar el alimento en partes donde el camarón no llegara alimentarse, el alimento se degradara y comenzará a consumir Oxígeno del estanque por eso es una de las grandes debilidades de realizar alimentación de este manera. Además es inapropiado este método porque encarece el costo de producción. (Cook y Clifford,1997).

4.5.1.2. Charolas: Las charolas pueden ser de forma circular o cuadrada, de 70 a 80 centímetros aproximadament de diámetro o de largo de un lado. Generalmente éstas son hechas con un tubo de PVC de 2cm de diámetro relleno con arena para darle peso y que el alimento se mantenga a un nivel medio del nivel operativo del estanque.

Con el incremento de las enfermedades y otras razones de mortalidad, que hacian varias la sobrevivencia del orgnismo y provocar malas sorpresas al momento de la cosecha, así como el incremento de los costos de producción por el uso de combustible para realizar los bombeo debido al alto nivel de alimento desperdiciado por alimentar al voleo, los camareros decidieron implementar el uso de “comederos” “bandejas” “charolas” en los sistemas Semi-intensivos. (Cook y Clifford,1997).

4.5.1.3. Tabla de alimentación.

El éxito en el cultivo de las diferentes especies de camarón depende en gran parte de una adecuada nutrición y un buen manejo del alimento. La alimentación en las piscinas camaroneras está basada en su mayoría en tablas para calcular las raciones diarias (Tablas de alimentación), a partir de un porcentaje de la biomasa y

del peso promedio de los camarones presente en el estanque (Molina, C., *et. al*, 2000).

4.5.2. Influencia de la Descomposición del Alimento sobre el Fitoplancton.

La mayor fuente de nitrógeno que ingresa a un sistema de estanque de cultivo de camarón es a través del alimento que al ser digerido por los camarones y mediante los procesos metabólicos es convertido en biomasa y parte es excretado hacia el ambiente acuático. El alimento contiene nitrógeno y fósforo, los mismos que quedan en el agua cuando el alimento no es consumido y las heces del camarón se descomponen, y se agrega más cuando el amonio es excretado por los camarones. El nitrógeno orgánico y fósforo están presentes en el agua como un componente del plancton viviente y de la materia orgánica soluble. El nitrógeno inorgánico es disuelto en agua primero como Nitrógeno, Amonio y Nitrato.

El Fósforo inorgánico en el agua puede estar contenido en las partículas de suelo suspendidas o en Fosfato soluble. El Fitoplancton y otras plantas usan para crecer Nitrógeno, Amonio, Nitrato y Fósforo soluble inorgánico. El Nitrógeno y Fósforo contenido en las partículas de materia orgánica muerta o materia orgánica soluble puede transformarse a Nitrógeno, Amonio, Nitrato, o Fosfato por descomposición microbiana. Dado que los microbios pueden transformar el Nitrógeno orgánico y Fósforo a forma inorgánica soluble, el potencial de eutrofización se incrementa a medida que lo hacen la concentración de Nitrógeno y Fósforo. (Martínez y Herrera, 2012).

4.5.3. El Ciclo del Nitrógeno.

Los filtros biológicos son importantes, porque en ellos se lleva a cabo la oxidación de los compuestos nitrogenados y es donde se transforma el Amoniaco (compuesto altamente tóxico) en Nitritos y Nitratos (menos tóxico) mediante el ciclo del Nitrógeno. El Amoniaco debido a su toxicidad, es importante eliminarlo del sistema, lo cual se logra mediante la oxidación, biodegradación y nitrificación de las bacterias que se encuentran en los filtros biológicos en donde se lleva a cabo, parte del ciclo del Nitrógeno. (Trasviña, *et al*, 2007).

Durante la filtración biológica el Nitrógeno (N_2) que es incorporado al sistema, proviene de dos fuentes: una es la atmósfera y la otra es orgánica, producto de las proteínas y los aminoácidos generados en forma de excrementos y residuos como tejidos muertos, etc. mismos que se descomponen, principalmente en Amoníaco (NH_3).

Por medio de la amonificación, el Amoníaco se disuelve en el agua formando Hidróxido de Amonio, mismo que es susceptible a los cambios de Temperatura, de pH y de Salinidad. Con la presencia de las *Nitrosomonasse* lleva a cabo la nitrificación, las bacterias consumen el Hidróxido de Amonio en presencia de Oxígeno y lo transforman en Nitritos (NO_2). Las bacterias, *Nitrobacter* continúan el proceso de nitrificación convirtiendo los nitritos en energía y en Nitratos (NO_3). Este proceso es continuo y con el tiempo los Nitratos (NO_3^-) se acumulan en el sistema, por lo que es recomendable realizar recambios periódicos del 1 al 10% del agua. (Trasviña, *et al*, 2007).

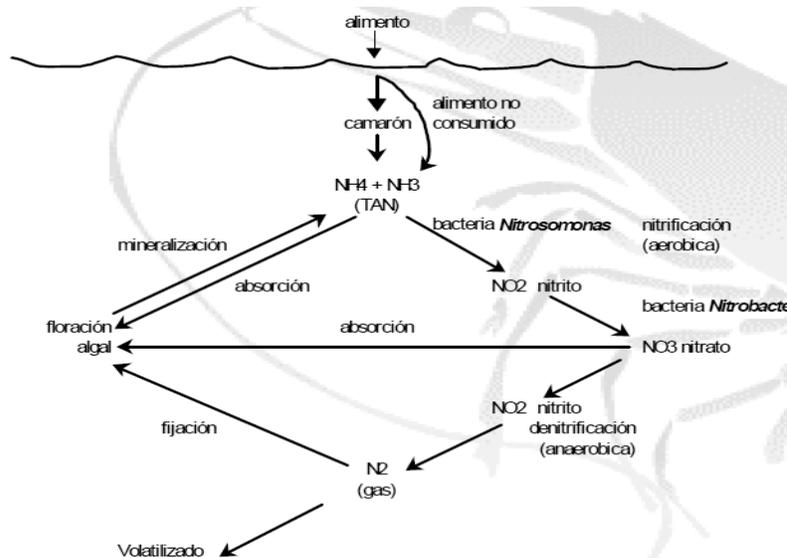


Figura 3. Proceso de descomposición del alimento en un estanque. (Herrera, 2012)¹.

4.5.4. Factor de Conversion de Alimenticia en el cultivo de camarones.

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 o FCA). La T.C.A o FCA es una medida del peso del camarón producido por kg. de alimento abastecido. La T.C.A. o FCA varia dependiendo de la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado. También el factor o T.C.A o FCA puede ser influenciado por otras razones tales como: a) Mortalidad repentina del camarón durante la fase de cultivo, sin poder recuperar biomasa posteriormente. b) 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 numero de comederos viéndose reflejado en el crecimiento lento del camarón. c) Aporte de alimento suplementario junto con el balanceado y/o gran producción de alimento primario en el estanque. d) Robo del camarón o pérdida del alimento antes de suministrarlo al estanque. (Herrera, 2012)³.

Asumiendo que al alimentar con comederos y empleando métodos de muestreo acertados, hallamos que la T.C.A. o FCA semanal es alta, esto nos indicaría crecimiento lentos o subalimentación; mientras que una T.C.A. o FCA baja, indica que el camarón está haciendo buen uso del alimento. La T.C.A. o FCA varía 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. o FCA no debe ser mayor de 1.5. La alimentación constituye el elemento principal del costo de producción en la camaronicultura y debido a este hecho es considerado como el factor de mayor importancia económica en esta actividad. (Herrera, 2012)³.

4.6. Estudios Biológicos.

4.6.1. Monitoreo de Crecimiento.

Los muestreos de crecimiento y población deberán realizarse con dos objetivos fundamentales. Uno para determinar el peso promedio de la población y densidad y el segundo es de estar en contacto directo con los camarones y hacer una evaluación objetiva de su condición, basada en la observación de los camarones. Los muestreos de peso pueden hacerse en cualquier día de una luna a otra solamente debe saberse de que una semana después de cada luna se incrementa la muda de los camarones en los estanques. Es por ello, que los muestreos de población solamente deben hacerse entre el día de la luna y 4 días después (lo que llamamos de la 4ta a la 7ma repunta). Después de este período los camarones tienen un comportamiento de agregarse, es decir, que se amontonan y andan agrupados en los estanques hasta la primera repunta. (Herrera, 2012)³.

4.6.2. Estudio de Crecimiento.

El crecimiento del camarón en cultivo es uno de los resultados muy esperados por los productores de camarón. El crecimiento de los crustáceos puede entenderse como el incremento de tamaño de una serie de mudas o como el incremento en peso resultante de la adición de masas de tejidos (Martínez, 1996). Para estudiar el crecimiento de la población de camarones en los estanques sembrados, debe de empezar tres semanas después de haber sembrado. Una vez que empiecen los muestreos de crecimiento, estos deben de ser continuados semanalmente. Para obtener las muestras la lancha debe de desplazarse por todas partes del estanque. Cada parte del estanque debe de ser representada en el muestreo, se debe de hacer los suficientes lanzamientos de la atarraya, hasta obtener 100 camarones como muestra. La muestra debe de ser pesada en una balanza gramera y medidos en centímetros, de la base del ojo hasta la punta del telson. De esto es necesario sacar una relación peso-longitud, para conocer el comportamiento biométrico a lo largo del ciclo de producción, en muchas granjas esta relación no es establecida.

Los muestreos de crecimiento nos permiten conocer el comportamiento de los camarones, en cuanto a su desarrollo, condiciones de muda y su respuesta a la relación alimenticia. Estos muestreos deben de realizarse en forma periódica; se

recomienda hacerlo semanalmente; se utiliza una red de malla de ojo de 4/16 ó $\frac{1}{4}$ todo dependerá de la edad y talla del camarón esta actividad se realiza en la edad de postlarvas o pequeño juvenil hasta alcanzar 1.5 gramos, después se utiliza atarrayas para el muestreo. (Herrera, 2012)³.

4.6.3. Ritmos de Crecimiento (R.C.).

Ritmo de crecimiento, es la frecuencia en que suceden los incrementos de peso en los camarones. Es el crecimiento en peso de los organismos en un periodo de tiempo determinado, por ejemplo semana (Martínez, 1996).

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 (R.C) puede ser alrededor de 1 g por semana en invierno y de 0.7 en verano. En sistemas con aireación el crecimiento esperado puede andar entre 1.5 a 1.8 gramos 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 gramo, sin embargo, el crecimiento proporcional al peso de su cuerpo es excepcional, hay días que crece hasta cinco veces su peso.

4.6.4. Tasa de crecimiento (T.C).

La Tasa de Crecimiento (T.C) de una animal se puede decir que es la diferencia existente entre las tasas de catabolismo y anabolismo. De esta manera el crecimiento es el resultado neto de la acumulación y de la destrucción del material celular (Villalón, 1994).

4.6.5. Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A).

El Factor de Conversión de Alimento se determina semanalmente, este consiste en la división del alimento acumulado por semana suministrado entre la biomasa acumulada en la pila esa semana (Alim. Acumulado semanal/Biomasa semanal).

Para ello, se lleva un control del alimento suministrado, la ganancia de la biomasa semanal, que se expresa 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, 2006).

4.6.6. Estudio de la Población.

El estudio de la población se realiza para conocer la sobrevivencia del estanque así como su biomasa. Para calcular la población, biomas y sobrevivencia se procede como sigue:

1. Se determina el área de la atarraya teórica. $A = \pi r^2$ El radio se mide con la atarraya extendida. El área de la atarraya real se calcula a partir del área teórica multiplicado por un factor de corrección que está determinado por: a.- Viento imperante, b.- La eficiencia del hombre que tira la atarraya en abrirla en 100%, c.- Profundidad del Estanque, d.- Peso de la atarraya que causa cansancio al atarrayador, entre otros. El factor de corrección de la atarraya trata de corregir la eficiencia de la atarraya al momento de caer al fondo del estanque.
2. Se realizan de 3 a 5 lances por hectárea y se promedia el número de camarones entre el número de lances y se obtiene individuos por lance
3. Se obtiene un número de camarones por m^2 , para ello se debe de tomarse en cuenta el factor de corrección de la atarraya.
4. Se aplica el factor de corrección. Cada granja camaronera y cada estanque tienen un factor de corrección en particular. Este factor corrige el cálculo del número de camarones que se encuentran al momento de caer la atarraya abierta 100% en la superficie del estanque y los camarones que se encuentran en ese instante en el fondo del estanque en el área donde caerá la atarraya. Algunos utilizan el factor de 0.45 y otros el factor de 0.650. Debe de mencionarse que algunos técnicos usan el factor de corrección de la atarraya a la inversa, es decir, en vez de compensar el escape de los camarones, corrigen la reducción del área de la atarraya.

Debemos tener claro, que no hay un método 100% confiable y depende mucho de la experiencia del técnico responsable de la granja. Uno de los parámetros más importantes en el estudio de la dinámica de las poblaciones de animales sometidos a explotación, es el crecimiento. En el caso particular de los crustáceos el crecimiento se observa como un proceso discontinuo que ocurre por saltos, debido a que el exoesqueleto o caparazón rígido que lo recubre no permite que el aumento en largo o peso se manifieste en forma continua. El crecimiento de los crustáceos se advierte, entonces, como un incremento de talla, peso y forma casi instantáneos y ocurre cuando se produce la muda, exuviación o ecdisis, que implica el abandono y degradación del viejo exoesqueleto y síntesis de nuevos tejidos. Todo el mecanismo de muda está regido por un complejo sistema endocrino y la ecdisis no puede considerarse como un evento aislado, sino como una etapa más de un ciclo continuo de actividad metabólica, regulado por procesos hormonales. (Herrera, 2012)³.

4.6.7. Supervivencia.

La supervivencia es un factor muy importante para determinar si el cultivo fue un éxito o no, dicho factor es resultado de la buena u óptima relación entre los distintos parámetros u factores que intervienen en el cultivo tales como son: Parámetros Físico-químicos, Calidad de agua, Densidad de siembra, Tipo de siembra, Enfermedades, Manejo del cultivo etc. (Herrera y Martínez 2007).

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

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

4.6.8. Rendimiento productivo.

El Rendimiento Productivo se estima al final del ciclo productivo, esto no es más que la cantidad de libras de camarón cosechado representado por hectárea.

Para ello, se necesito calcular la población final (que resulta de multiplicar el número de individuos existentes en una libra de camarón por la cantidad de libras cosechadas), biomasa final (número de individuos cosechados por el peso promedio), sobrevivencia final (individuos cosechados por 100 entre población inicial). (Herrera y Martínez 2007).

V.- MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1. Localización del área de estudio.

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícola (LIMA) de la UNAN –León, en el año 2012, que se encuentra ubicada 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.

El dispositivo experimental constó de 2 recipientes plásticos negros con una capacidad de 1200 litros, los recipientes se llenaron con agua salobre por medio de una manguera de 3 pulgadas de diámetro.

5.3. Toma de agua.

La toma de agua se encuentra detrás del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícola (LIMA), consiste en una tubería de 3 pulgadas y 110 metros de longitud la cual tiene perforaciones en el extremo que se encuentra en la playa con una válvula de cheque cubierta con piedrín y 1 metro de arena, ésta se encuentra a una profundidad de un metro.

El agua es bombeada hacia un reservorio por medio de una bomba axial Marca STA-RITE, Modelo JHHG- 53 HL de 5 HP, El reservorio es de concreto de forma cuadrada y dividida en dos parte, cada uno de ellos tiene las 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 del LIMA.

5.4. Diseño experimental.

El estudio se realizó con un sistema de flujo abierto bajo un sistema semi-intensivo con 12 camarones/m², en este sistema se utilizaron dos tipos de fertilizantes: uno

inorgánico (Fertilake) y otro orgánico (Semolina mezclado con Melaza), para ver sus efectos sobre el crecimiento Fitoplanctónico y los camarones en aguas de cultivo. Para la primera condición experimental utilizamos Fertilake, tomamos 2 litros agua en un recipiente plástico y aplicamos Fertilake hasta una disolución completa del fertilizante.

Para la segunda condición experimental que fue la mezcla de Semolina con Melaza se depositó 2 litros de Melaza combinado con 10 libras de Semolina más 5 litros de agua. Toda esta mezcla se dejó fermentando durante 7 días antes de iniciar el estudio dejándose fermentar. Ambos fertilizantes se aplicaron a 60 libras por hectárea a cada experimento, los fertilizantes se aplicados cada tres días.

5.5. Factores Físico Químicos:

5.5.1. Temperatura.

La Temperatura fue medida por medio de un Oxigenómetro de marca YSI 200 eco Sense. Este es un aparato que presenta dos sensores que perciben Oxígeno Disuelto y la temperatura. Para la calibración de este equipo se procederá de la siguiente manera: se ajusta la salinidad y la cantidad de metros sobre el nivel del mar

Para tomar los datos se introdujo el electrodo hasta el fondo de del agua de cada recipiente plástico. Las mediciones se hicieron dos veces al día: a las 6 de la mañana y a las 6 de la tarde.

5.5.2. Salinidad.

La Salinidad fue medida por medio de un Refractómetro marca Bio-marine.inc modelo: ABMTC salinity 0~100 %. Este instrumento presenta un sensor por la cual percibe la Salinidad. Para calibrarlo se procede de la siguiente manera: en el porta agua se coloca una gota de agua dulce (0 S‰) y se ajusta con un desarmador hasta el punto cero observado en la pantalla del aparato. La lectura del aparato siempre se realiza a contra luz.

Para tomar el dato se colocó una gota de agua en el porta agua y se procedió a hacer dicha lectura. Las mediciones se hicieron dos veces al día: a las 6 de la mañana y a las 6 de la tarde.

5.5.3. pH.

El pH fue medido por medio de un pH-metro portátil (o de bolsillo) marca PHep BY HANNA. 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 o calibración, la unidad puede ser calibrada manualmente. Para la toma de dicho dato se procedió a introducir la parte inferior del pH metro en la superficie del agua. Esto se midió dos veces al día (6 a.m. y 6 p.m.).

5.5.4. Turbidez.

Para la toma de éste dato se utilizó el disco de Secchi. El disco de Secchi se sumergió en el agua verticalmente, hasta que no se pueda ver el disco y luego se extrae disco lentamente hasta que sea nuevamente visible, se midió la distancia vertical de la visibilidad, comúnmente llamado Turbidez. Este parámetro se midió una vez por día, a las 12 p.m. del día que es cuando hay la mayor penetración de luz solar.

5.6. Análisis de agua para el conteo de Fitoplancton.

5.6.1. Toma de Muestra y Conteo de Fitoplancton.

Para hacer un análisis de la población de Fitoplancton o dinámica poblacional se procedió a la toma de una muestra de agua de los recipientes plásticos desde abajo hacia arriba con botellas plásticas de 500 ml para poder tomar una muestra representativa en toda la columna de agua, esta muestra se agitó para que se revoliera y luego se llenó un beaker hasta 250 ml.

En el laboratorio, se realizó el proceso de tinción o fijación de la muestra que consiste en aplicar lugol, se agregó a cada muestra 6 gotas, la muestra se dejó al menos por un periodo de 30 minutos antes de proceder a realizar el conteo de algas.

Luego una muestra del agua se depositó en la cámara de Neubauer; donde se cuentan todas las células que están dentro de las 16 cuadrículas de cada cuadrante, se empieza por el cuadro superior de cada cuadrante y sigue una trayectoria en forma de ese (S), este conteo se realizó a través de un microscopio compuesto.

Una vez contados las células en los cuatro cuadrantes se sumaron por géneros y se multiplicó por 2,500 y nos dió la cantidad de células por ml.

Para realizar la identificación de los grupos de Fitoplancton se observó la forma de las algas y se buscó en un catálogo de algas para poder identificar los géneros de algas que aparecieron en el estudio.

5.7. Muestreos Biológicos.

5.7.1. Crecimiento Acumulado.

Para poder realizar este estudio capturamos un total de 10 organismos (camarones) de varios lugares de los recipientes plásticos (al azar) con un “chayo”. Los organismos capturados fueron colocados en un bidón con agua, del mismo recipiente plástico para luego pesarlos por medio de una balanza gramera con capacidad de 200 gramos, marca Ohaus. Los individuos fueron pesados individualmente (los 10 camarones capturados) antes de pesar los camarones se utilizó una toalla para quitar la humedad, este muestreo se hizo cada cinco días.

5.7.2. Ritmo de Crecimiento.

El ritmo de crecimiento se calcula a partir de los muestreos de crecimientos en donde se le resta al peso actual el peso anterior. Para calcular el ritmo de crecimiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$R.C = P_{(actual)} - P_{(anterior)}$$

Donde:

R.C = Ritmo de Crecimiento

P = Peso

5.7.3. Tasa de Crecimiento.

Para calcular la Tasa de Crecimiento se procedió a hacerse muestreos poblacionales cada 5 días, en la cual se tomó el peso de los camarones. La Tasa de Crecimiento se calculó con la siguiente fórmula:

$$T.C = \frac{\text{long } W_f - \text{long } W_i}{\text{Tiempo}} \times 100$$

Donde:

T.C.= Tasa de Crecimiento

logn Wf= logaritmo natural de peso final

logn Wi= logaritmo natural de peso inicial

5.7.4. Sobrevivencia.

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

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

5.7.5. Rendimiento productivo.

El rendimiento productivo se estimó al final del ciclo productivo, esto no es más que la cantidad de libras de camarón cosechado representado por hectárea.

5.7.6. Factor de Conversión Alimenticia.

El factor de conversión alimenticia se determinó semanalmente, este es la división del alimento acumulado por semana suministrado entre la biomasa acumulada en esa semana (Alim. Acumulado semanal/Biomasa semanal).

$$\text{F.C.A} = \frac{\text{alimento acumulado}}{\text{Biomasa semanal}}$$

VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

6.1. Factores Físico-Químicos.

6.1.1. Temperatura (T°C).

Los valores de temperatura registradas en el experimento en el agua donde se fertilizó con Fertilake la temperatura mínima se registró el día 17 y fue de 28.5°C y la temperatura máxima se registró el día 22 y fue de 34.4°C. Para el agua donde se fertilizó con la mezcla de Semolina con Melaza la temperatura mínima registrada fue el día 17 y fue de 27.5 y la temperatura máxima se registró el día 22 y fue de 34.7°C. Las temperaturas mayores a 34°C prolongadas causan enanismo, esto es debido a la aceleración de las moléculas del organismo, lo que afecta en la síntesis de la materia. Además las altas temperaturas desnaturalizan las enzimas provocando limitaciones en el desarrollo metabólico del animal (Herrera, 2012)¹. El intervalo óptimo de temperatura reportado es de 28°C a 33°C para el buen crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei* (Martínez, 2012).

La tendencia de la temperatura en ambas condiciones fue ligeramente a su incremento y aunque hubo variaciones diarias podemos ver que dichas variaciones no eran prologadas por lo tanto no afectaron en el crecimiento de los organismos.

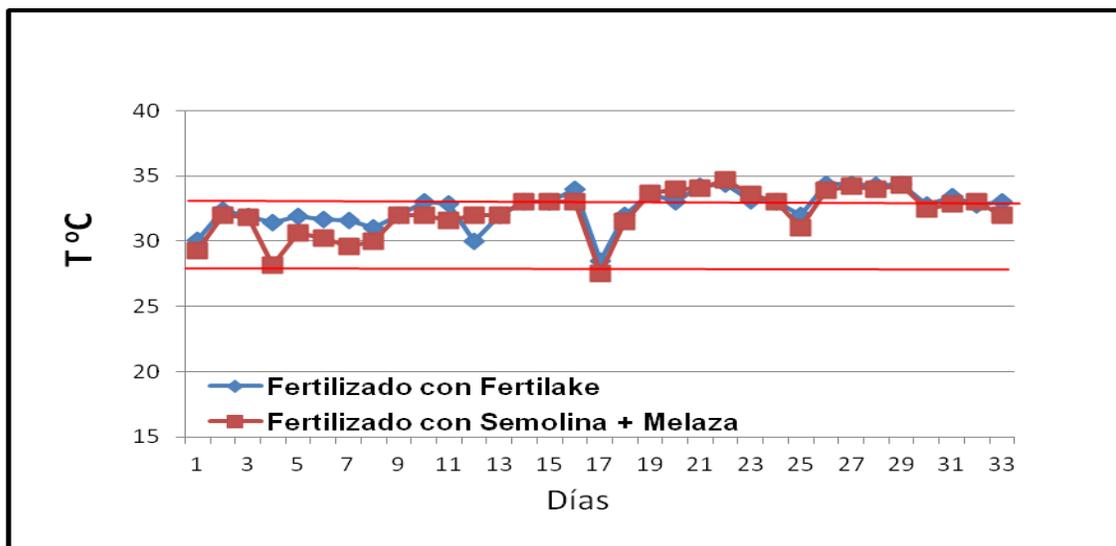


Gráfico No. 1. Comportamiento de la Temperatura (T°C) del agua en las dos condiciones experimentales: una donde se aplicó fertilizante inorgánico (Fertilake) y otro con fertilizante orgánico (Semolina mezclado con Melaza).

6.1.2. Salinidad.

Los valores de salinidad registrados durante el experimento muestran que para el agua donde se fertilizó con Fertilake la salinidad mínima se registró el día 16 y fue de 25 ‰ y la salinidad máxima se registró el día 9 y fue de 35 ‰. Para el agua donde se fertilizó con la mezcla de Semolina con Melaza la salinidad mínima se registró el día 16 y fue de 25 ‰ y la salinidad máxima se registró el día 20 y fue de 36 ‰. Se observó que hubo una variación de salinidad durante todo el experimento. Franco (1993), propone que los niveles óptimos de salinidad en cultivo sean entre 15 ‰ – 25‰. Las altas salinidades causan estrés y obligan al camarón a utilizar recursos energéticos para restablecer el equilibrio osmótico causado por las diferencias en osmolaridad entre los fluidos internos del camarón y la del agua del medio. (Martínez, 2006).

La tendencia de la Salinidad en ambas condiciones fue en incremento según avanzaban los días, pero éste no afectó el crecimiento de los organismos debido a que ellos desde post-larvas se habían aclimatados a altas salinidades ya que el agua utilizado en el experimento es agua marina (35 ‰) y son organismos eurihalinos, soportan cambios amplios de salinidad, por lo tanto la salinidad no afectó en el crecimiento de los camarones.

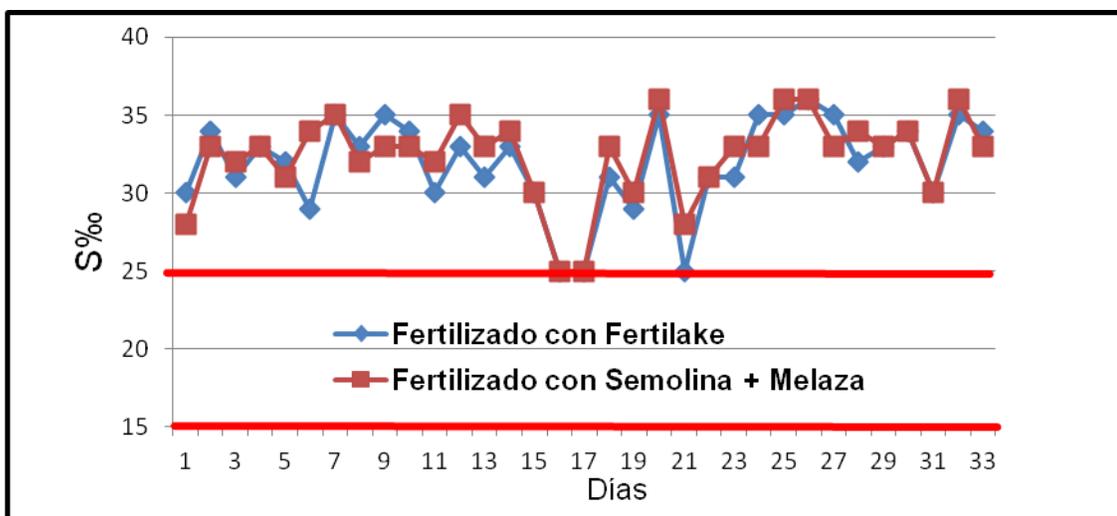


Gráfico No. 2. Comportamiento de la Salinidad del agua en las dos condiciones experimentales: una donde se aplicó fertilizante inorgánico (Fertilake) y otro con fertilizante orgánico (Semolina mezclado con Melaza).

6.1.3. pH.

Los valores de pH registrados durante el experimento muestran que para el agua donde se fertilizó con Fertilake el mínimo pH se registró el día 32 y fue de 6.7 y el pH máximo se registró el día 2 y fue de 8.2. Para el agua donde se fertilizó con la mezcla de Semolina con Melaza el pH mínimo se registró el día 1 y fue de 6.1 y el pH máximo se registró el día 2 y fue de 8.3.

El pH actúa directamente en los procesos de permeabilidad de la membrana celular, actuando sobre el transporte iónico intra y extracelular, el tejido branquial es el principal afectado por la acidez del medio (Herrera, 12). Un pH menor de 7 (4-6) y mayor de 8,5 (9) afecta con un crecimiento lento para los camarones y el mejor crecimiento se da en un pH de 6.5-8.5. (Martínez, 2011).

La tendencia del pH en ambas condiciones fue en mantenerse en neutro lo cual es ideal para el crecimiento y por ende podemos decir que el pH no afectó en el desarrollo de los organismos.

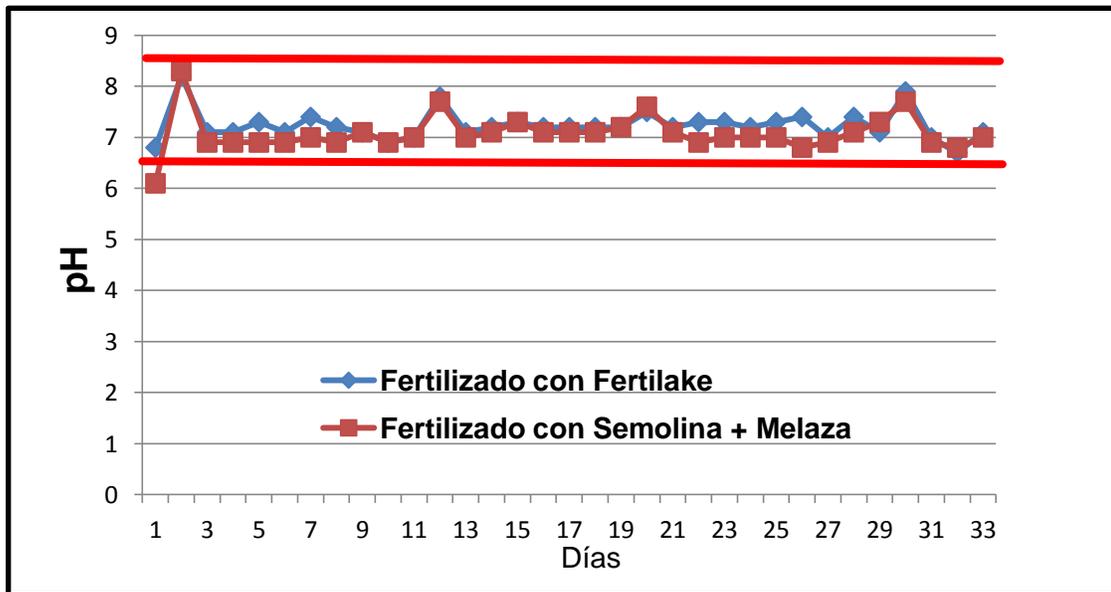


Gráfico No. 3. Comportamiento del pH del agua en las dos condiciones experimentales: una donde se aplicó fertilizante inorgánico (Fertilake) y otro con fertilizante orgánico (Semolina mezclado con Melaza).

6.1.4. Turbidez.

Los valores de turbidez registrados durante el experimento muestran que al inicio de la prueba ambas condiciones presentaban una Turbidez de 80 cm y al final la turbidez para el agua que se fertilizó con Fertilake fue de 50 cm y para el agua donde se fertilizó con la mezcla de Semolina con Melaza fue de 55 cm.

Hay varios parámetros que influyen en la turbidez del agua. La turbiedad de los estanques puede ser ocasionada por humus, sedimentos, detritos orgánicos, material coloidal, plantas y animales (Herrera, 2012)¹. Los intervalos óptimos de Turbidez para el cultivo de camarón es de 35 cm a 45 cm, si la Turbidez es producida por fitoplancton, el estanque está en buenas condiciones. (Boyd, 1992).

Aunque las coloraciones de las aguas estuvieron en su mayoría claras estas presentaban la cantidad de cel/ml de algas cerca del valor mínimo de los valores óptimos (80000- 300000) y fue hasta en la parte final donde el agua tomó mayor coloración (verde para el agua fertilizada con Fertilake y verde claro par el agua fertilizada con Semolina mezclado con Melaza), por lo que podemos decir que esto no influyó en el crecimiento de los camarones.

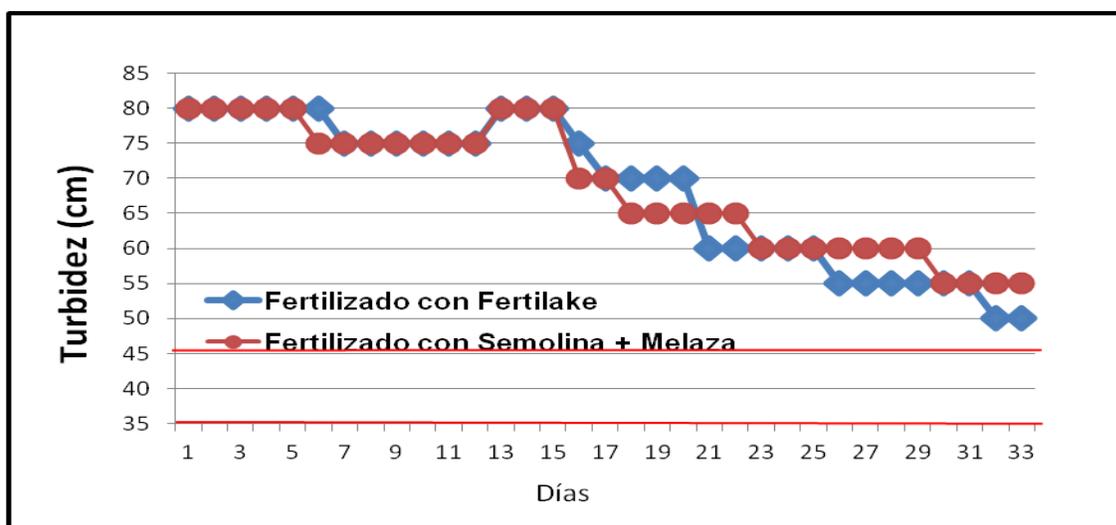


Gráfico No. 4. Comparación de la Turbidez del agua en las dos condiciones experimentales: una donde se aplicó fertilizante inorgánico (Fertilake) y otro con fertilizante orgánico (Semolina mezclado con Melaza).

6.2. Dinámica de Crecimiento del Fitoplancton (Conteo cel/ml).

Los conteos poblacionales de Fitoplancton que se registraron fueron: para el agua que se fertilizó con Fertilake un mínimo de 45000 células/ml (primer conteo) y un máximo de 170000 células/ml (quinto conteo) y para el agua que se fertilizó con la mezcla de Semolina con Melaza un mínimo de 125000 células/ml (primer conteo) y un máximo de 142000 células/ml (quinto conteo).

Las densidades óptimas de algas son de 80000 cel/ml a 300000 cel/ml (Clifford, 2000). El fitoplancton y los sólidos suspendidos sombrean la columna de agua creando un ambiente más favorable para los camarones, a los que generalmente no les gusta la luz fuerte. La forma más económica de airear u oxigenar el agua del estanque es a través de la fotosíntesis generada por las algas. (Treece, 1994).

Se observó que la dinámica poblacional de algas de ambas condiciones variaba conforme transcurriendo el tiempo del estudio. Pero después del primer conteo de la población de algas se mantuvieron dentro de las densidades óptimas por lo que podemos decir que hubo una buena proliferación de algas y por lo que podemos decir que esto no influyó en el crecimiento de los camarones.

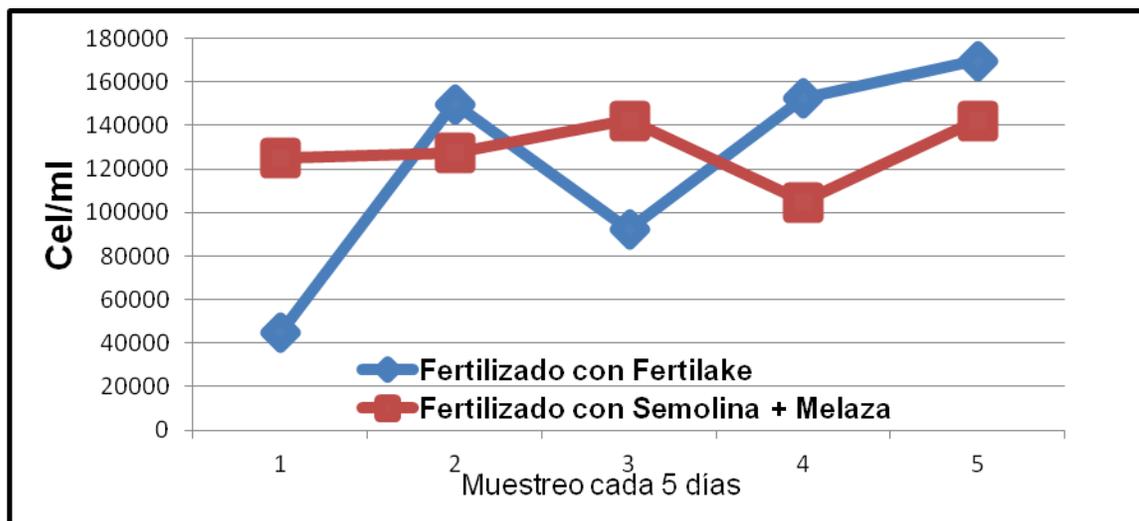


Gráfico No. 5. Comparación de la Dinámica de Crecimiento del Fitoplancton del agua en las dos condiciones experimentales: una donde se aplicó fertilizante inorgánico (Fertilake) y otro con fertilizante orgánico (Semolina mezclado con Melaza).

6.2.1 Géneros de Algas Identificados en las aguas muestreadas del experimento.

Agua fertilizada con Fertilake.

Géneros de algas.	No. De Conteo				
	1	2	3	4	5
	<u>Frustulia</u>	<u>Frustulia</u>	<u>Frustulia</u>	<u>Frustulia</u>	<u>Frustulia</u>
	<u>Coscinodiscus</u>	<u>Coscinodiscus</u>	<u>Coscinodiscus</u>	<u>Coscinodiscus</u>	<u>Coscinodiscus</u>
	<u>Entomoneis</u>	<u>Entomoneis</u>	<u>Entomoneis</u>	<u>Entomoneis</u>	<u>Entomoneis</u>
	<u>Dictyosphaerium</u>	<u>Isochrysis</u>	<u>Isochrysis</u>	<u>Dictyosphaerium</u>	<u>Isochrysis</u>
<u>Gymnidium</u>	<u>Gymnidium</u>	<u>Gymnidium</u>	<u>Gymnidium</u>	<u>Gymnidium</u>	

En todos los conteos realizados para el agua fertilizada con Fertilake encontramos predominancia del grupo de las Diatomeas con un 51.50% de la población total seguido por las Clorófitas con un 25.60% y Dinoflagelados con un 22.70%. No se encontró ningún género del grupo de las Cianófitas (0%). Se obtuvo una buena proliferación de algas.

Agua Fertilizada con la mezcla de Semolina con Melaza.

Géneros de algas.	No. De Conteo				
	1	2	3	4	5
	<u>Navicula</u>	<u>Navicula</u>	<u>Navicula</u>	<u>Navicula</u>	<u>Navicula</u>
	<u>Frustulia</u>	<u>Frustulia</u>	<u>Frustulia</u>	<u>Frustulia</u>	<u>Frustulia</u>
	<u>Entomoneis</u>	<u>Entomoneis</u>	<u>Entomoneis</u>	<u>Entomoneis</u>	<u>Entomoneis</u>
	<u>Isochrysis</u>	<u>Isochrysis</u>	<u>Isochrysis</u>	<u>Isochrysis</u>	<u>Isochrysis</u>
<u>Gymnidium</u>	<u>Gymnidium</u>	<u>Gymnidium</u>	<u>Gymnidium</u>	<u>Gymnidium</u>	

En todos los conteos realizados en el agua fertilizada con la mezcla de Semolina con Melaza encontramos predominancia del grupo de las Clorófitas con un 57.90% de la población total seguido por las Diatomeas con un 31.20% y Dinoflagelados con un 10.70%. No se encontró ningún género del grupo de las Cianófitas (0%). Se obtuvo una buena proliferación de algas.

6.3. Muestreos Poblacionales.

6.3.1. Crecimiento Acumulado.

Los valores de Peso Acumulado final registrados durante el experimento fueron de 4,98 gramos para el agua fertilizada con Fertilake y de 6,24 gramos para la condición experimental donde se fertilizó el agua con Semolina más Melaza, tomando en cuenta que al inicio del experimento había una diferencia de peso de 0,16 gramos de los camarones que se encontraban en el agua que fue fertilizada con Semolina más Melaza con respecto a los organismo que se encontraban en el agua fertilizada con Fertilake. La influencia de los factores físico químicos como oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, pH, nitritos, sulfatos, amonio, la intensidad lumínica, corrientes, entre otras pueden hacer efectos sobre el crecimiento. Así mismo factores genéticos, la alimentación, las enfermedades, la calidad del agua, el manejo de los estanques, entre otros afectan el crecimiento (Martínez, 2012).

Podemos observar que los camarones que se encontraban en el agua que fue fertilizada con Semolina mezclado con Melaza tuvieron un mayor crecimiento que los camarones que se encontraban en el agua que fue fertilizada con Fertilake con una diferencia de 1,26 gramos.

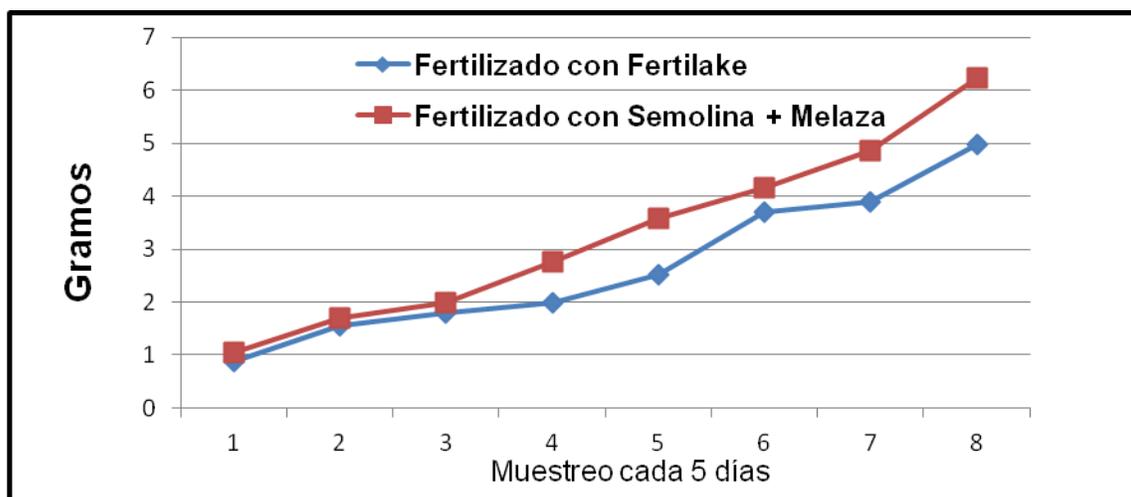


Gráfico No. 6. Comportamiento de los Pesos Acumulados de los camarones blancos del Pacífico que han crecido en dos condiciones experimentales: una donde se aplicó fertilizante inorgánico (Fertilake) y otro con fertilizante orgánico (Semolina mezclado con melaza).

6.3.2. Ritmo de Crecimiento (R.C.).

Los valores del Ritmo de Crecimiento registrados durante el experimento muestran un R.C promedio de 0,59 gramos para el agua fertilizada con Fertilake y de 0,74 gramos donde se fertilizó el agua con la mezcla de Semolina con Melaza.

Herrera (1999) señala que el ritmo de crecimiento es el crecimiento en peso de los organismos en un periodo de tiempo determinado. Teóricamente en un cultivo de camarón marino del género *Litopenaeus* se espera encontrar incrementos mínimos por semana que correspondan aproximadamente a un gramo semanal (Young y Reinoso, 1982).

En nuestro estudio se esperaba un Ritmo de Crecimiento de 0.7 gramos por cada 5 días de muestreo. Podemos observar que los Ritmos de Crecimientos variaron durante todo el experimento pero con un menor crecimiento en la parte inicial pero en la parte final del estudio se obtuvo un mejor ritmo de crecimiento y fue igual o mayor que el ritmo de crecimiento esperado.

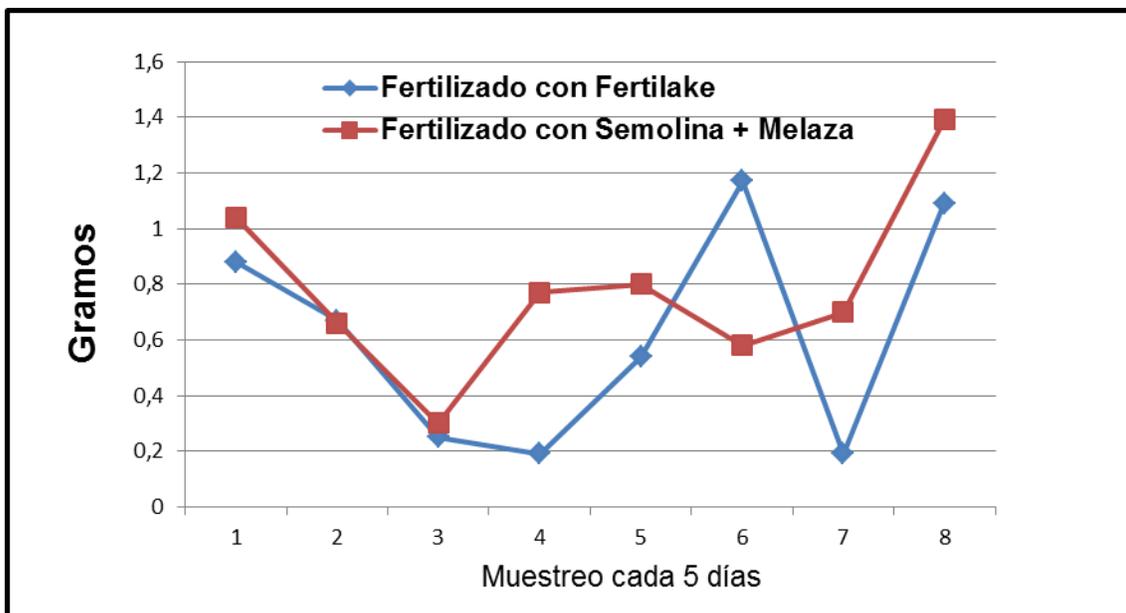


Gráfico No. 7. Comportamiento del Ritmo de Crecimiento (R.C.) de los camarones blancos del Pacífico que han crecido en dos condiciones experimentales: una donde se aplicó fertilizante inorgánico (Fertilake) y otro con fertilizante orgánico (Semolina mezclado con melaza).

6.3.3 Tasa de Crecimiento (T.C.).

Los valores de Tasa de Crecimiento del experimento muestran que los camarones del agua fertilizada con Semolina mezclado con Melaza tuvieron un mayor crecimiento con una velocidad de crecimiento promedio de -7.62 gramos que los camarones de la fertilizada con Fertilake que tuvieron una velocidad de crecimiento promedio de -6 gramos.

La velocidad con que crecen las postlarvas son mayores que las que crecen los juveniles y estos a su vez son mayores a las que crecen los pre adultos. Se esperaba que la tasa de crecimiento sea de 2 a -12 (Martínez, 2012).

La Tasa de Crecimiento expresa con que velocidad crecen los camarones y mientras más negativo sea este valor mayor crecimiento presentará el organismo.

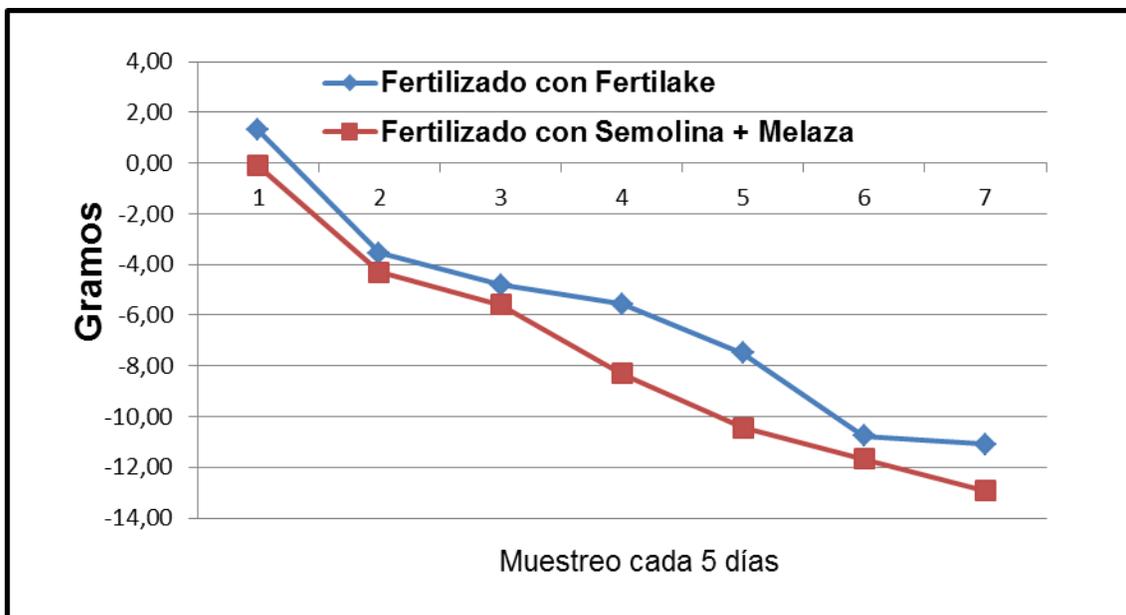


Gráfico No. 8. Comportamiento de la Tasa de Crecimiento (T.C.) de los camarones blancos del Pacífico que han crecido en dos condiciones experimentales: una donde se aplicó fertilizante inorgánico (Fertilake) y otro con fertilizante orgánico (Semolina mezclado con melaza).

6.3.4. Supervivencia (Sv%).

Los valores de Supervivencia registrados al término del experimento fueron de un 100%. Esta supervivencia se obtuvo en las dos condiciones experimentales: un agua fertilizada con el fertilizante fertilake y la otra condición experimental donde se aplicó semolina mezclada con melaza.

Las óptimas condiciones de los camarones en cultivo dependen de una inmensidad de factores, que se encuentran en una constante correlación (factores ambientales físico químicos, tipo de siembra, tipo de manejo del cultivo, calidad de agua, alimentación adecuada, entre otros). Pero como indica Santamaría (1991), cuando presentan bajos o altos niveles de los factores que determinan la supervivencia de los camarones, pueden estresar al camarón, causando en muchos de los casos un reblandecimiento de la concha y pobre supervivencia del camarón. Según Herrera (2009), se espera que la supervivencia de los camarones en un sistema semi intensivo se espera que sea de 80%, por lo que podemos decir que se obtuvo una excelente supervivencia.

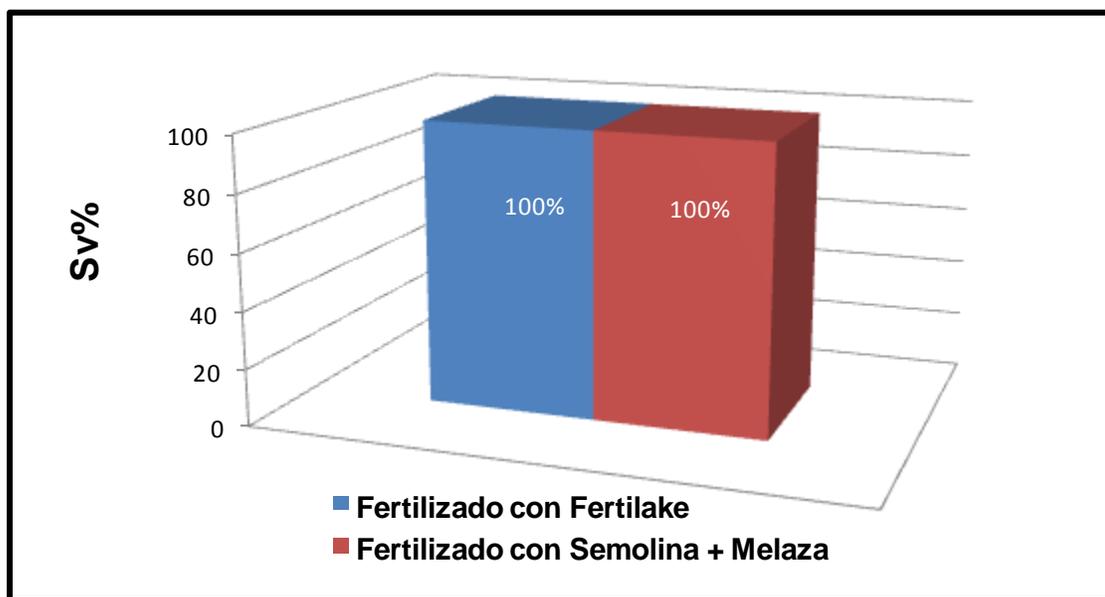


Gráfico No. 9. Comparación del porcentaje de Supervivencia (Sv%) al terminar el experimento de los camarones blancos del Pacífico que han crecido en dos condiciones experimentales: una donde se aplicó fertilizante inorgánico (Fertilake) y otro con fertilizante orgánico (Semolina mezclado con melaza).

6.3.5. Rendimiento Productivo (R.P).

Los valores de Rendimiento Productivo registrados durante el experimento fueron de 1316 libras para el agua fertilizada con Fertilake y de 1649 libras para la condición experimental donde se fertilizó el agua con Semolina mezclado con Melaza.

El rendimiento productivo de cada estanque en cuanto a libras/ha producidas es un factor muy importante al final del ciclo pues mediante este resultado nos damos cuenta que tan exitoso fue el ciclo productivo, este resultado se obtiene la biomasa actual del estanque entre el área del mismo obteniendo así datos de las libras por hectárea que produjo cada uno de los estanques en observación. (Martínez, 2012).

Se observa un mejor Rendimiento Productivo en el agua fertilizada con la mezcla de Semolina con Melaza y esto se debe a que se obtuvo un mayor peso en los camarones que se encontraban en el agua donde se fertilizó con la mezcla de Semolina con Melaza. Se obtuvo un buen rendimiento productivo.

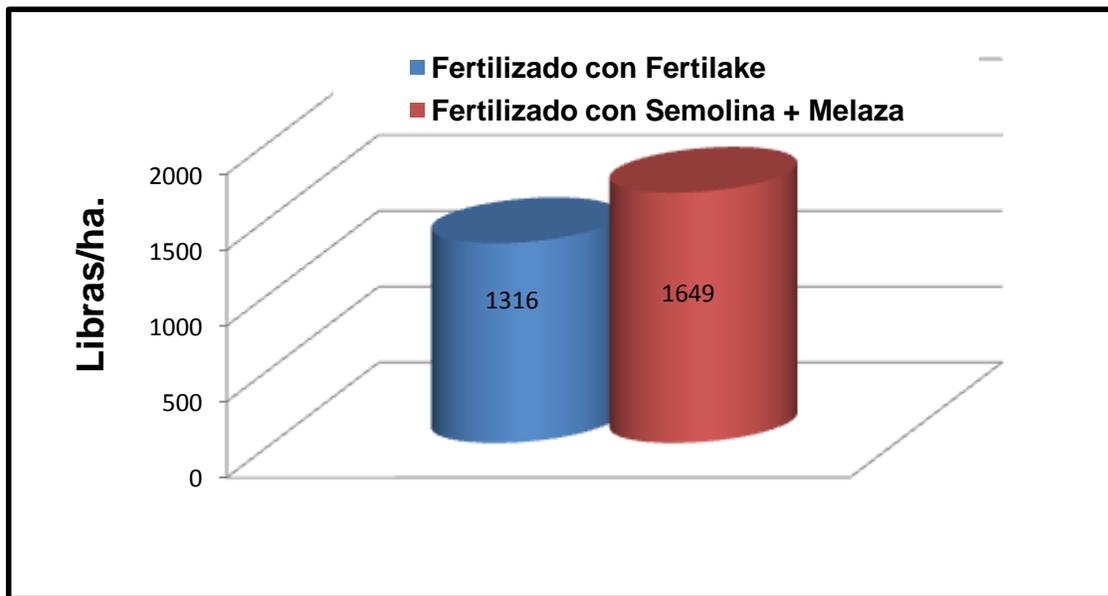


Gráfico No. 10. Comparación del Rendimiento Productivo (R.P) de los camarones blancos del Pacífico que han crecido en dos condiciones experimentales: una donde se aplicó fertilizante inorgánico (Fertilake) y otro con fertilizante orgánico (Semolina mezclado con melaza).

6.3.6. Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.).

Los valores del Factor de Conversión Alimenticia registrados durante el experimento muestran un F.C.A final de 2.7 para el agua fertilizada con Fertilake y de 2.6 para la condición experimental donde se fertilizó el agua con la mezcla de Semolina con Melaza.

Según Herrera (1999) el factor de conversión alimenticia es un indicador de la asimilación del alimento por parte de los camarones, un valor menor de 1.5 de FCA es recomendable puesto que se necesita más de una 1.5 libras de alimento para que el camarón incremente 1 libra.

El F.C.A tuvo muchas variaciones demostrando valores altos pero en la parte final observamos como el F.C.A fue disminuyendo hasta valores de 2.7 (agua fertilizada con Fertilake) y 2.6 (agua fertilizada con la mezcla de Semolina con Melaza) lo que es normal ya que este estudio solo fue de 33 días y no de un ciclo productivo completo donde el F.C.A va disminuyendo hasta los valores deseados después del primer mes.

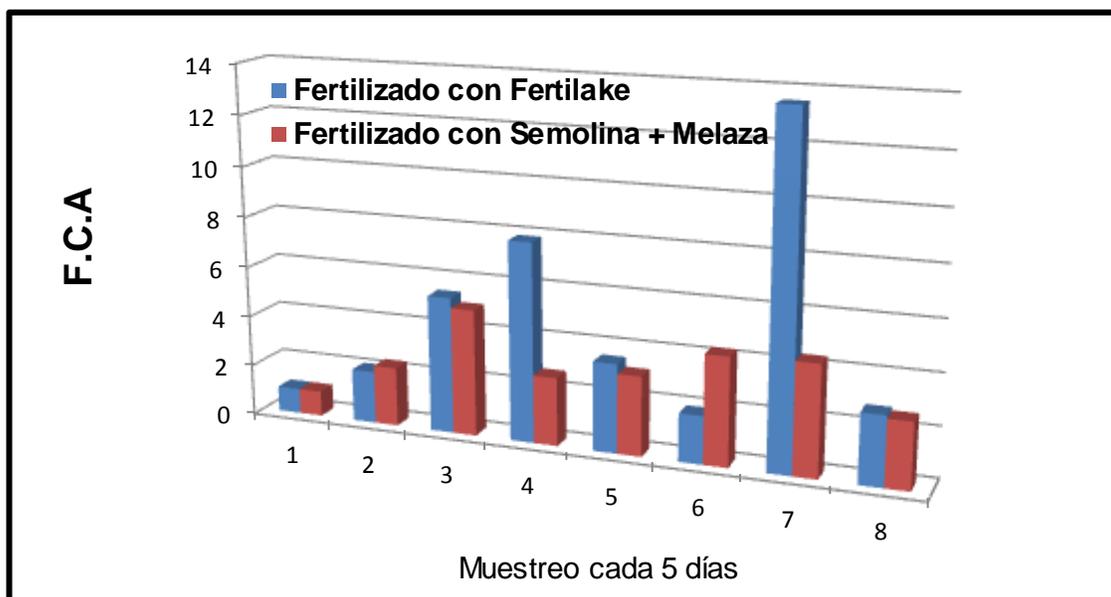


Gráfico No. 11. Comportamiento de la Tasa de Conversión Alimenticia (FCA) de los camarones blancos del Pacífico que han crecido en dos condiciones experimentales: una donde se aplicó fertilizante inorgánico (Fertilake) y otro con fertilizante orgánico (Semolina + melaza).

VII- CONCLUSIONES.

1. En el caso de la Temperatura del agua donde se fertilizó con Fertilake varió entre 28.5°C y 34.4°C, para el agua donde se fertilizó con Semolina mezclado con Melaza varió entre 27.5°C y 34.7°C. La Salinidad del agua fertilizada con Fertilake varió entre 25‰ y 35‰, para el agua donde se fertilizó con Semolina mezclado con Melaza varió entre 25‰ y 36‰. El pH del agua donde se fertilizó con Fertilake varió entre 6.7 y 8.2, para el agua donde se fertilizó con Semolina mezclado con Melaza varió entre 6.1 y 8.3. La Turbidez final del agua donde se fertilizó con Fertilake fue de 50cm, para el agua donde se fertilizó con Semolina mezclado con Melaza varió entre fue de 55cm.

2. En el caso del agua fertilizado con Fertilake la dinámica poblacional de Fitoplancton varió entre 45000 y 170000 cel/ml, para el agua fertilizada con Semolina mezclado con Melaza la dinámica poblacional de Fitoplancton varió entre 125000 y 142000 cel/ml. Los Géneros más comunes encontrados para el agua fertilizada con Fertilake: *Frustulia*, *Coscinodiscus*, *Entomoneis*, *Dictyosphaerium*, *Gymnidinium*, *sochrysis*. Para el agua fertilizado con Semolina mezclado con Melaza: *Navicula*, *Frustulia*, *Entomoneis*, *Isochrysis*, *Gymnidinium*.

3. En cuanto al Crecimiento Acumulado promedio para el agua fertilizada con Fertilake fue de 4.98 gramos, para el agua fertilizada con Semolina mezclado con Melaza fue de 6.24 gramos. El Ritmo de Crecimiento promedio para le agua fertiliza con Fertilake fue de 0.59 gramos, para el agua fertilizada con Semolina mezclado con Melaza fue de 0.74 gramos. La Tasa de Crecimiento promedio para el agua fertilizada con Fertilake fue de -6 gramos, para el agua fertilizada con Semolina mezclado con Melaza fue de -7.62 gramos.

4. La Supervivencia obtenida para ambas pruebas fueron de un 100%. El Rendimiento Productivo obtenido para el agua fertilizada con Fertilake fue de 1316 libras/ha., para el agua fertilizada con Semolina mezclado con Melaza fue de 1649 libras/ha. El Factor de Conversión Alimenticia final para el agua fertilizada con

Fertilake fue de 2.7, para el agua fertilizada con Semolina mezclado con Melaza fue de 2.6.

Según los datos obtenidos podemos observar que el crecimiento del camarón fue mejor en el agua que fue fertilizada con la mezcla de Semolina con Melaza, pero el agua fertilizada con Fertilake tuvo una mejor significancia en cuanto a la población y géneros deseados de algas.

VIII.- RECOMENDACIONES.

1. Realizar la toma de los factores físico-químicos todos los días a la horas establecidas. (Jefe de granja).
2. Realizar la prueba de la mezcla de Semolina con Melaza como fertilizante en aguas utilizadas en la granja para el cultivo del camarón. (Jefe de granja).
3. Utilizar Tabla de Alimentación para no sobrealimentar ya que el alimento no consumido se transforma en fertilizante. (Jefe de granja).
4. Realizar una dilución completa y distribución homogénea del fertilizante en el estanque. (Jefe de granja).
5. Realizar análisis de agua semanal para tener un control sobre la dinámica poblacional del Fitoplancton y así evitar pérdidas económicas por sobre-fertilización. (Jefe de granja).

IX.- BIBLIOGRAFÍA

Álvarez Arellano, H.G. 1994. Folleto de Algas, Aspectos biológicos generales. Capítulo 1 y 2, Impreso en Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. pp. 3-8.

Anónimo 1: http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020118507/1020118507_02.pdf. Fecha: 21/11/12. Hora: 10 am.

Anónimo 2: ftp.fao.org/fi/CDorm/FAO_Training/General/x6709s/x6709s06.htm. Fecha: 21/11/12. Hora: 10 am.

Anónimo 3: Disagro. Línea Acuícola-Fertilake. <http://www.disagro.com/linea-acuicola>. Fecha: 13/07/12. Hora: 12:40 pm.

Anónimo 4: Fondilac. Suplementos Alimenticios-Semolina de Arroz. http://fondilac.com/suplementos_alimenticios.html. Fecha: 13/07/12. Hora: 12:45 pm.

Boyd, C. E. 1989. Water quality management and aeration in shrimp farming. Fisheries and Allied Aquacultures Departmental Series No. 2, Auburn University, pp. 83.

Boyd, C.E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama 36849, USA. pp. 82.

Boyd, C.E. and C. S. Tucker. 1992. Water Quality and Pond Soil Analyses for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA. pp. 183.

Boyd, C.E. 2009. Phytoplankton in Aquaculture Ponds. Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, USA. pp.3.

Chen Chieh Chun. 1997. MEDE-PESCA. Monitoreo del control de la calidad del fitoplancton, Misión Técnica Agropecuaria de la republica de china. pp. 3-12.

Clifford, H. C. 1992. El manejo de estanques camarones (a case study in marine shrimp, Management). C&C. Acuicultura Services Po. Box. 160, Cristal River, Florida. USA. pp. 1, 2.

Clifford, H.C. 1992. Marine Shrimp Pond Management: A Review. WAS Proceedings, pp.110-137.

Clifford, H. C. 1994. El manejo de los estanques camarones. *Proceeding of Seminario Internacional de Camaronicultura*, Camarón 94, México. pp. 16-34.

- Cifuentes, J.L. 1997. El océano y sus recursos V: plancton. Fondo de la cultura económica, México DF segunda edición. pp. 1-37.
- Clifford, H.C. 2000. Personal communication. Henry Clifford is the International Technical Director of the Super Shrimp company.
- Cook, H,L & H.C.Clifford, 1997. Feed Management for semi-intensive shrimp culture: part 1-initial Feeding. *Aquaculture Magazine*, Asheville, NC, USA. July-august 1997. pp. 23-3, 36-43.
- Cruz, P.S. 1991. Shrimp Feeding Management: Principles and Practices. Kabukiran Enterprises, Inc., Philippines. ISBN 971-8811-00-1.
- Fox, J.M. 1983. Intensive Algal Culture Techniques. (pp. 15) in James P. Mcvey, editor. *Handbook of Mariculture, Volume 1, Crustacean Aquaculture*. CRC Press, Inc. Boca Raton, FL.
- Franco A. 1993. Manejo técnico de granja camaronera. Proyecto de fortalecimiento a la Acuicultura. Manual I. pp. 52-60
- Herrera C. 1999 Crecimiento de camarones *Litopenaeus Vannamei* en estanques manejados con sistema semi-intensivo. Estero real, Nicaragua. Periodo transitorio seco-lluvioso, tesis de licenciatura, Nicaragua. Unan-León.
- Herrera Sirias, C y Martínez Gonzales, E. 2007. Apuntes de Patología Acuícola. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Facultad de Ciencias y Tecnología, Departamento de biología. pp. 79.
- ¹Herrera Sirias C. 2012. Factores Físicos y Químicos de los estanques camaroneros. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Facultad de Ciencias y Tecnología, Departamento de biología. pp. 3-8.
- ²Herrera Sirias C. 2012. Folleto de Calidad de Agua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Facultad de Ciencias y Tecnología, Departamento de biología. pp. 55.
- ³Herrera Sirias C. 2012. Guía para la camaronicultura. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Facultad de Ciencias y Tecnología, Departamento de biología. pp. 93.
- HUET, Marcel, 1973. "Tratado de piscicultura". ISBN. pp 84-7114-036.5
- Jory, D. E. 1995. Management of natural productivity in marine shrimp semintensive ponds. *Aquaculture Magazine* (Nov/Dic). pp. 90-100.

- Lin, Franklin. 1995. MEDE-PESCA. Monitoreo de fitoplancton en estanque de cultivo de camarones, (misión China). pp.5
- Martínez C. LR. 1993. Camaronicultura, Bases Técnicas y Científicas para el cultivo de camarones pendidos. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. México: pp. 178.
- Martínez, González, E. 1996. Condiciones para el crecimiento del camarón blanco *Penaeus setiferus* modelo para cultivo. Facultad de ciencias, Tlatelolco, México, D.F. pp. 65
- Martínez, González, E. 2006. Proyecto de producción de camarones en estanques de concreto, las peñitas-León. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Facultad de Ciencias y Tecnología, Departamento de biología .pp. 7.
- Martínez Gonzales, E. Herrera Sirias, Claudia y Ortega, Salvador. 2009. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Facultad de Ciencias y Tecnología, Departamento de biología. Manual de fitoplancton en aguas marinas y estuarinas. pp. 64.
- Martínez González, E. 2011. Folleto Ecología de organismos acuícolas. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Facultad de Ciencias y Tecnología, Departamento de biología .pp. 2; 7.
- Martínez González, E. Herrera Sirias. C. 2012. Folleto del curso “Fitoplancton y Productividad Natural”. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Facultad de Ciencias y Tecnología, Departamento de biología .pp. 9-19.
- Martínez González, E. 2012. Crecimiento y Desarrollo. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Facultad de Ciencias y Tecnología, Departamento de biología .pp. 3.
- Molina, C., Cadena, E., Orellana, F., 2000. Alimentación de camarones en relación a la actividad enzimática como una respuesta natural al ritmo circadiano y ciclo de muda. En: Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Universidad Autónoma de Nuevo León, Mérida, Yucatán, México. pp. 358-380.
- Pérez-Farfante, I & Kensley, B. 1997. Keys and diagnoses for the families and genera. Penaeoid and sengestoid shrimps and prawns of the world. Mémoires du museum national d histoire naturelle. pp 233.
- Primavera, H. 1993. A critical review of shrimp pond culture in the Philippines. *Review in Fisheries Science*. pp. 1, 151-201.

- Santamaría, L. Y García, E.1991. Parámetros importantes en la Calidad de agua de cultivo de Organismos Acuáticos en Estanques de agua Salobre Manual Técnico. Dirección de extensión Agropecuaria. Panamá. pp. 27.
- Talavera V, Sánchez D, Zapata L.M, 1997. LAS VITAMINAS EN LA ALIMENTACIÓN DE CRUSTACEOS Editores Volumen 2 – Boletín Nicovita Ejemplar 02 Febrero.
- Téllez, D. 2004. Caracterización de las melazas empleadas en el proceso fermentativo de la destilería San Martín-Industria de Licores del Valle. Universidad del Valle. Tesis Pregrado Bacteriología. Facultad de Salud, Escuela de Bacteriología y Laboratorio Clínico, Santiago de Cali. Cali, Colombia. pp. 79.
- Trasviña, A. Cervantes M. Pérez E. Timmons M, 2007. Sistema de recirculación modular para uso familiar/multifamiliar. Instituto Tecnológico de Boca del Río. Veracruz, México. (En línea) consultado el 28 de Octubre del 2012. Disponible en:
http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/featured_titles/Timmons%20Manual%20007.pdf
- Treece, Granvil D. 1994. Métodos para mejorar la camaronicultura en Centroamérica, Fertilización. Texas A&M University, Sea Grant College Program 2700 Earl Rudder Frwy.South College Station, Texas 77845. pp. 94-98.
- Villalón, J. 1994. Manual Práctico para la producción comercial Semi-intensivo de Camarón Marino Texas & M University Sea Grant Colleges Program. Impreso en EE.UU. pp 122.
- Young B.F y Reinoso B. 1993. Manual práctico para la identificación de post-larvas y juveniles de cuatro especies de camarones marinos. Volume IV. Guayaquil, Ecuador. pp. 32
- Yusoff, F.M., Zubaidah, M.S., Matias, H. B. y Kwan .T. S. 2002 Phytoplankton succession in intensive marine shrimp culture ponds treated with a commercial bacterial product. *Aquacult. Res.* pp. 33, 269–278
- Zendejas, J, 1992. Nutrición de camarón y manejo de la alimentación. México Purina México, S.A de C.V.

X. ANEXOS

Universidad Autónoma de Nicaragua, León.

Facultad de Ciencias y Tecnología.

Departamento de Biología

Ingeniería Acuícola

Formato de Campo de Factores Físico-Químicos.

Tipo de Fertilizante aplicado: _____

Encargado de tomar parámetros: _____

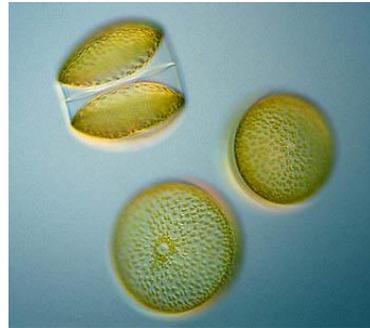
Días	Oxigeno		Temperatura		Salinidad		pH		Turbidez Medio día
	A.M.	P.M	A.M.	P.M	A.M.	P.M	A.M.	P.M	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									

Ejemplares de Géneros de Algas de los grupos más importantes.

➤ BACILLARIOPHYTA (DIATOMEAS).



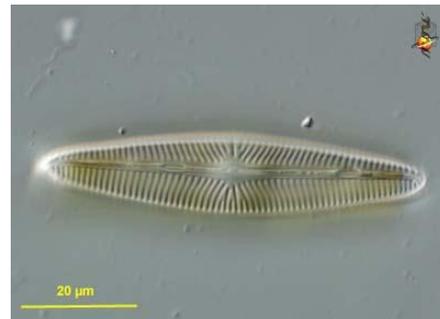
Frustulia sp.



Coscinodiscus sp.

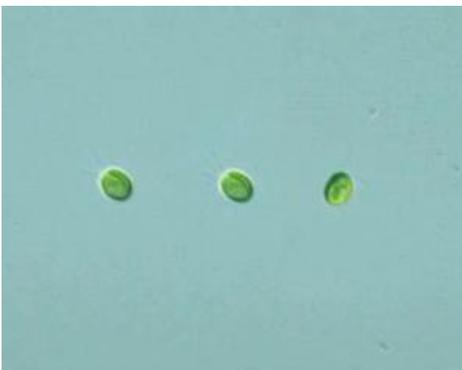


Entomoneis sp.



Navicula sp.

➤ CHLOROPHYTA (ALGAS VERDES)



Isochrysis sp.



Tetraselmis sp.

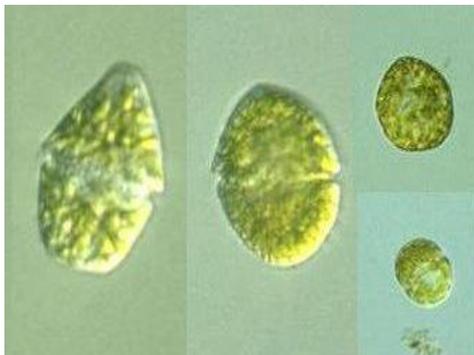


***Monochrysis* sp.**

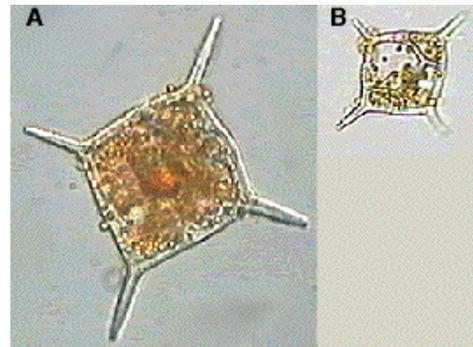


***Dunaliella* sp.**

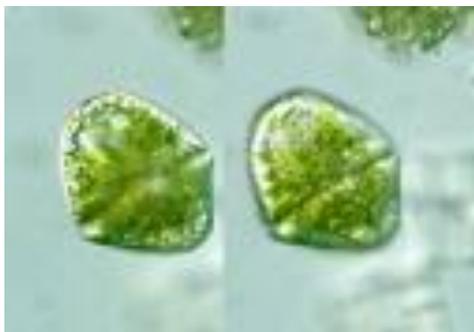
➤ **DINOFLAGELLATA (DINOFLAGELADOS).**



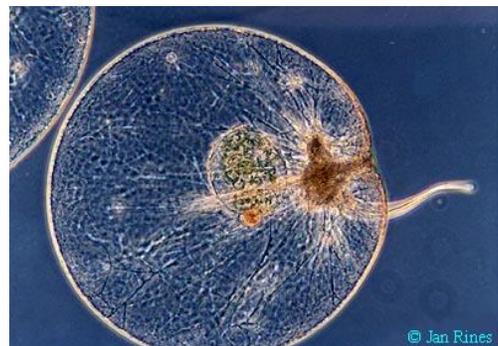
***Gymnodinium* sp.**



***Ditychia* sp.**



***Gyrodinium* sp.**



***Noctiluca* sp.**

➤ **CIANOPHYTA (ALGAS AZUL VERDOSAS)**



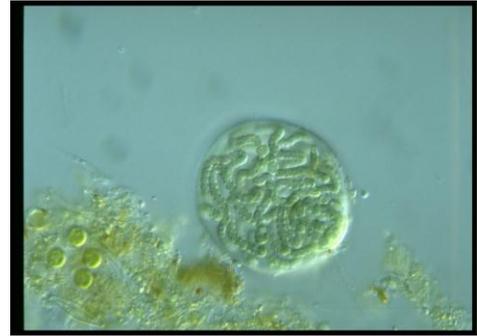
***Chroococcus* sp.**



***Spirulina* sp.**



***Nodularia* sp.**



***Nostoc* sp.**