

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
UNAN-LEÓN
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
CARRERA INGENIERÍA ACUÍCOLA**



TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO ACUÍCOLA

TEMA

Dinámica de la población de fitoplancton en aguas a diferentes salinidades (30 S‰, 15 S‰, 0 S‰), utilizadas para el cultivo de Camarones *Litopenaeus Vannamei* en etapa (Juvenil).

Elaborado por:

Br. Francis Yasira Ferrufino Salazar.

TUTOR:

Dr. Evenor Martínez González.

León, junio 2013

“A la libertad por la universidad”



DEDICATORIA

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mí camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mi madre Yadira Salazar, por darme la vida, quererme, creer en mí y porque siempre me apoyaste. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

Mis abuelos: Sofonía Salazar y Azucena Leytón por su buena educación y enseñarme valores que llegaron a ser de mí una gran persona.

Mis hermanos por estar conmigo siempre.

Mi familia por apoyarme de una u otra manera y darme buenos consejos.

Todas aquellas personas que contribuyeron a realizar este sueño.

Francis Yasira Ferrufino Salazar.



AGRADECIMIENTO

A dios que me lleno de fé y esperanza para luchar y realizar mis sueños.

A mi madre que por su esfuerzo y apoyo incondicional he llegado a concluir mi carrera.

A mi familia que siempre estuvo de una u otra manera apoyándome y dándome buenos consejos para llegar a culminar mis estudios universitarios.

A todos los profesores que nos ayudaron a formarnos como profesionales durante el transcurso de la carrera y al Dr. Evenor Martínez por haberme dirigido en la realización de esta tesis y a la Msc. Claudia Herrera quien estuvo aconsejándonos y apoyándonos incondicionalmente durante este largo camino.

A todas las personas que me brindaron su ayuda de diferentes maneras para lograr concluir mi carrera.

Francis Yasira Ferrufino Salazar.



INDICE

Dedicatoria----- ii

Agradecimiento----- iii

Índice----- iv

Resumen----- ix

I.-INTRODUCCIÓN----- 1

II.-OBJETIVO----- 3

III.-LITERATURA REVISADA

3.1- Descripción del fitoplancton----- 4

3.1.1- Características del fitoplancton----- 5

3.1.2- Funciones del fitoplancton----- 5

3.1.3- Importancia Biológica y Económica de las Algas----- 5

3.2- Principales Grupos de algas que se pueden encontrar en Acuicultura----- 7

3.2.1-Cianófitas o algas verde azules----- 7

3.2.1.1-Reproducción----- 8

3.2.1.2-Importancia----- 8

3.2.2-Clorofitas o algas verdes----- 8

3.2.2.1-Reproducción----- 8

3.2.2.2-Importancia----- 9

3.2.3-Diatomeas algas amarillas o café amarilla----- 9

3.2.3.1-Reproducción----- 9

3.2.3.2-Importancia----- 10



	10
3.2.4-Dinoflagelados-----	
3.2.4.1-Clasificación-----	11
3.2.4.2-Dinoflagelados Atecados-----	11
3.2.4.3-Dinoflagelado Tecados-----	11
3.2.4.4-Reproducción-----	11
3.2.4.5-Importancia-----	12
3.3-Dinámica del fitoplancton en acuicultura-----	13
3.3.1-Diferentes Géneros de algas que dan color a las aguas en los estanques--	13
3.3.2-El fitoplancton y los nutrientes-----	14
3.3.2.1-Fuentes de nutrientes-----	14
3.3.2.2-Nitrógeno-----	14
3.3.2.3-Fosforo (P)-----	15
3.3.2.4-Silicio-----	15
3.3.2.5-Metales traza-----	15
3.3.2.6-Remineralización-----	16
3.4-Rol del fitoplancton en la oxigenación de estanques-----	16
3.5-Muestreo de fitoplancton-----	17
3.6-Calidad de agua-----	17
3.7-Factores fisicoquímicos del agua donde crece el fitoplancton-----	17
3.7.1-Oxígeno disuelto-----	17
3.7.1.1-Factores que disminuyen el nivel de oxígeno disuelto en el agua -----	18
3.7.1.2-Temperatura-----	18



3.7.1.3-Salinidad-----	18
3.7.1.4-pH-----	19
3.7.1.5-El agua-----	19
3.7.1.6-Dióxido de carbono-----	20
3.7.1.7-Determinacion de la alcalinidad total-----	20
3.7.1.8-Alcalinidad-----	20
3.7.1.9-Nitrógeno-----	21
3.7.2-Ciclo del nitrógeno-----	21
3.7.2.1-Amonio y nitrificación-----	21
3.7.2.2-Uso en acuicultura-----	22
3.7.3-Parámetros biológicos del agua donde crece el fitoplancton-----	22
3.7.3.1-Luz en los ecosistemas acuáticos-----	22
3.7.3.1.1-Propiedad de la luz-----	22
3.7.3.2-Clima-----	23
3.7.3.3-Tiempo-----	23
3.7.3.4-Radiacion solar-----	23
3.7.3.5-Estratificacion térmica del agua-----	23
3.7.3.6-Evaporacion-----	24
3.7.3.7-Turbidez-----	24
3.7.3.8-Precipitación-----	25
3.7.3.9-Fotosíntesis-----	25
3.7.4-Respiración-----	26



IV.-MATERIALES Y MÉTODOS-----	27
4.1- Características del área de trabajo-----	27
4.1.2- Dispositivo experimental-----	27
4.1.3- Diseño experimental-----	28
4.2- Medición de los factores físico – químicos-----	29
4.2.1-Temperatura-----	29
4.2.2-Salinidad-----	29
4.2.3- pH-----	29
4.3- Muestreo de fitoplancton-----	29
4.3.1- Colecta de muestra-----	29
4.3.2- Identificación de microalgas y definición de grupos-----	30
4.3.3- Conteo de microalgas-----	30
4.3.4- Relación de la coloración y géneros presentes en muestras de agua-----	31
4.3.5-Como se hará la relación color género de microalgas-----	31
V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN-----	32
5.1-Factores físico- químicos-----	32
5.2-Temperatura-----	32
5.3-Salinidad-----	33
5.4-pH-----	34
5.5-Cuantificación de los grupos de fitoplancton-----	35
5.6-Percentage de especies encontradas en cada tratamiento-----	38
5.7-Relación entre el color de las aguas y el grupo de fitoplancton presente-----	41



VI.-CONCLUSIONES-----	44
VII.-RECOMENDACIONES-----	45
VIII.-BIBLIOGRAFÍA-----	46
IX.-ANEXOS-----	49



RESUMEN

El alimento natural en acuicultura es de suma importancia ya que contiene muchas proteínas necesarias para el crecimiento de organismos acuícolas y además con su producción se puede bajar la tasa de conversión alimenticia (TCA). El fitoplancton es el productor primario de la cadena trófica y además es el productor de O₂ en los estanques. El objetivo de este experimento es: Evaluar la dinámica de los grupos de fitoplancton (Diatomeas, Clorofitas, Cianófitas y Dinoflagelados) en aguas utilizadas para el cultivo de los organismos con tres diferentes concentraciones de salinidades (30 S‰, 15 S‰ y 0 S‰). Los Resultados obtenidos para el tratamiento 1 de 30 S‰ fue que las Diatomeas fueron el principal grupo que predominó con 7,500 cel/ml, sin embargo no se presentaron las cantidades recomendadas de Diatomeas para el cultivo de los organismos, obteniendo en segundo lugar las Cianófitas con 5,000 cel/ml, teniendo en tercer lugar al grupo de las Clorofitas con 5,000 cel/ml, este grupo se presentó con estas cantidades únicamente en dos muestreos, mientras que las cianófitas se presentaron la mayor parte del muestreo con 5,000 cel/ml y por último los Dinoflagelados con 2,500 cel/ml. Para el tratamiento 1 con 30 S‰ podemos concluir que las cantidades de Diatomeas encontradas no son las adecuadas para el cultivo de los organismos acuáticos, para el caso de las, Clorofitas y Cianófitas se encontraron en las cantidades adecuadas y no afectan a los organismos acuáticos. Para el tratamiento 2 con 15 S‰, el grupo de fitoplancton que más predominó fueron las Diatomeas con 15,500 cel/ml, según estos resultados este grupo se encuentra entre el rango mínimo (20,000 cel/ml) para el cultivo de organismos marinos. En segundo lugar se encuentran las Cianófitas con 12,500 cel/ml, siguiendo las Clorofitas con 5,000 cel/ml y por último el grupo de los dinoflagelados con 2,500 cel/ml. Para este tratamiento podemos concluir que la cantidad de Diatomeas encontradas está por debajo del mínimo para soportar un sistema de producción semi intensivo, esto limita el crecimiento de los organismos en cultivo cuando no hay aireación artificial ya que en este sistema de cultivo semi intensivo, el fitoplancton es el que se encarga de la oxigenación de los estanque y es muy importante en la alimentación de los camarones *litopenaeus vannamei*, en cuanto a las Cianófitas está entre las densidades adecuadas que no sobrepasan el umbral permitido que no afecta la calidad de agua en donde se lleva a cabo el cultivo de organismos, por lo que su valor es adecuado. En el tratamiento 3 de 0 S‰ el grupo de fitoplancton que predominó fue el de las Cianófitas con 25,000 cel/ml el cual está entre los rangos aceptable que es de 10,000 a 40,000 cel/ml, en segundo lugar fue el grupo de las Diatomeas con 20,000 cel/ml, encontrándose en buenas cantidades para el cultivo de los organismos marinos, luego se encontraron las Clorofitas con 7,500 cel/ml y encontrándose en menor cantidad los dinoflagelados con 2,500 cel/ml. Con estos resultados podemos concluir que las cantidades de Clorofitas y Dinoflagelados se encuentran en densidades poblacionales bajas y adecuadas para no afectar la calidad de agua en donde se cultivan los organismos acuáticos, mientras que el



grupo de las Cianófitas y Diatomeas se encuentran en una abundancia que está dentro de lo permisible para el buen crecimiento de los organismos acuáticos, debido a los resultados ante expuesto se concluye que las aguas a 15 S‰ son las adecuadas para el crecimiento de las microalgas deseadas en los estanque de cultivo acuícola.



I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura como actividad multidisciplinaria, constituye una empresa productiva que utiliza los conocimientos sobre biología, ingeniería y ecología, para ayudar a resolver el problema nutricional, según la clase de organismos que se cultivan, se ha dividido en varios tipos, siendo uno de los más desarrollados la camaronicultura y piscicultura. (Saavedra, M. A. 2006)

La camaronicultura y la piscicultura en Nicaragua representan un importante sector de la producción alimentaria mundial y constituye una importante fuente de proteínas, empleos e ingresos, siendo la base del sustento de una gran parte de la población mundial. (Herrerías C.2010).

Para el año 2010, se exportaron 38 millones de libras de camarón, representando unos 90 millones de dólares. La camaronicultura es el único rubro de las exportaciones pesqueras que no es extractivo y es sustentable a largo plazo, tal como se está practicando hoy en día en Nicaragua.

La camaronicultura ha generado 16,000 empleos directos y 100,000 empleos indirectos, lo que viene a disminuir el alto índice de desempleo en la parte del Pacífico de Nicaragua. (Martínez 1999).

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. Pero además de eso, el fitoplancton es el responsable original de la presencia de oxígeno (O₂) en la atmósfera.

Además se encarga de fijar el CO₂ atmosférico 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. (Martínez E, Herrera C.2012)

Nutricionalmente las algas son una fuente esencial de micronutrientes, vitaminas, lípidos, elementos trazas, proteínas, carbohidratos, ácidos grasos esenciales para las diferentes comunidades acuáticas

La composición de la comunidad fitoplanctónica está relacionada a factores abióticos como salinidad y temperatura. También varía según la relación entre la concentración de nitrógeno total respecto al fósforo total presente en el agua. Fósforo, amonio y nitritos sirven como nutrientes y estimulan el crecimiento del fitoplancton. Otros factores importantes que controlan el desarrollo de los diferentes grupos de fitoplancton son las interacciones bióticas.



Los cambios drásticos en la población de fitoplancton pueden causar reducción de oxígeno disponible al entrar en el proceso de descomposición, reducción del espacio de movimiento de los organismos en cultivo, gran alteración en los parámetros de calidad de agua puede afectar el crecimiento y supervivencia de los organismos, es por eso que una buena calidad de agua mantiene densidades estables de fitoplancton esencial para el crecimiento y supervivencia de los organismos. (Martínez E, Herrera C.2012).

Actualmente en Nicaragua no se conoce que concentraciones de fitoplancton se encuentra a diferentes salinidades por tal razón la UNAN-León está realizando estudios para saber que concentraciones de fitoplancton se encuentra a estas salinidades (30 S‰, 15 S‰, 0 S‰).

Conocer la relación que existe entre los géneros de microalgas y la coloración de las aguas que la contienen es algo que todavía no está claro. Es de importancia poder encontrar esta relación y la manera de como la comunidad fitoplanctónica se mueven de acuerdo al tiempo en las aguas utilizadas para la crianza de organismos en acuicultura.

En acuicultura es de suma importancia saber y conocer los tipos de algas que se encuentran en los estanques debido a que no todas las algas son benéficas para los organismos en cultivo estas pueden provocar mareas rojas y dar un mal sabor a los organismos, una proliferación exagerada de algas puede ocasionar serios problemas a los organismos en cultivo desde minimizar su crecimiento hasta la muerte.

Una solución a este problema es hacer un estudio en donde se pongan tres tratamientos lo cual cada uno conste con diferentes salinidades (30 S‰, 15 S‰, 0 S‰).

Este trabajo va dirigido a todas aquellas personas que estén interesadas en cultivar organismos a: 30 S‰, 15 S‰, 0 S‰.

Con el presente trabajo se pretende identificar los diferentes géneros de fitoplancton encontradas a (30 S‰, 15 S‰, 0 S‰) en las aguas utilizadas para cultivo de los organismos acuáticos y de esta manera contribuir al conocimiento investigativo sobre la importancia que tiene el alimento natural para la acuicultura, por que el fitoplancton contienen nutrientes que son aportados para el crecimiento de los organismos de cultivo y es la principal fuente de oxígeno en los estanque acuícolas.



II-OBJETIVOS

2.1- Objetivo general.

Evaluar la dinámica de los grupos de Fitoplancton (Diatomeas, Clorofitas, Cianófitas y Dinoflagelados), en aguas a diferentes salinidades (30 S‰, 15 S‰, 0 S‰) utilizadas para el cultivo de camarones *Litopenaeus Vannamei* en etapa (juvenil).

2.2-Objetivos específicos:

1. Determinar los valores de los factores físicos – químicos (Temperatura, Salinidad, pH) encontrados en las aguas de los estanques objetos de estudio.
2. Cuantificar los cuatro grupos de microalgas (Diatomeas, Clorofitas, Cianofitas y Dinoflagelados), representativos en las aguas a diferentes salinidades (30 S‰, 15 S‰, 0 S‰) utilizadas para el crecimiento de organismos, durante un ciclo de cultivo de 30 días.
3. Establecer la relación entre la coloración de las aguas de los estanques de cultivo de organismos con las cantidades de los grupos de fitoplancton presentes (Diatomea, Clorofitas, Cianófitas y Dinoflagelados).



III.- LITERATURA REVISADA.

3.1- El fitoplancton.

Fitoplancton es el conjunto de los organismos acuáticos autótrofos del plancton, que tienen capacidad fotosintética y que viven dispersos en el agua, el fitoplancton se encuentran en la base de la cadena alimenticia de los ecosistemas acuáticos.

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. (Martínez E, Herreras C.2009).

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. (Martínez E, Herrera C 2012)

El fitoplancton es uno de los grupos marinos más abundantes e importantes en la ecología de los estanques camaroneros. El fitoplancton corresponde a la parte vegetal del Plancton, es decir organismos con escaso o nulo poder de desplazamiento. El fitoplancton está constituido por organismos fotoautotróficos, los que corresponden en su mayoría al primer eslabón de la cadena trófica de los océanos: productores primarios. El fitoplancton es el responsable original de la presencia de oxígeno (O_2) en la atmósfera, Las algas tienen la capacidad de asimilar la energía lumínica y absorber los nutrientes del agua y por medio de la fotosíntesis producir biomasa y oxígeno. (Martínez ,1999)

En los estanques localizados y asociados a los esteros se espera encontrar mezcla de especies propias de las aguas saladas y de agua dulce. Las algas son consideradas como un valioso elemento alimenticio para sostener el crecimiento del zooplancton y de los eslabones de la cadena alimenticia.

Las algas utilizan la luz, el dióxido de carbono y el agua para un proceso conocido como fotosíntesis gracias al cual produce materia orgánica para construir sus células. Además produce oxígeno que es el elemento indispensable para la vida sobre la tierra, el fitoplancton capta del aire casi tanto dióxido de carbono como las plantas terrestres y por lo tanto ayuda a regular el clima. (Martínez E, Herreras C.2009).



3.1.1-Características del fitoplancton

1. Son organismos unicelulares, generalmente autótrofos.
2. Viven en la zona eufótica.
3. Son plantas flotantes que en su mayor parte son algas.
4. Poseen estructura de reproducción simple.
5. Son microscópica y dan color al agua.
6. Tienen capacidad de asimilar energía lumínica
7. Absorben los nutrientes del agua y por medio de la fotosíntesis producir biomasa y oxígeno.
8. Tiene un hábito de vida colonial.(Odum,1982)

3.1.2-Funciones del fitoplancton.

- Dan sombra al agua del estanque.
- Sirven de alimento a otros organismos.
- Se encargan de fijar el dióxido de carbono atmosférico.
- Oxigenan las aguas de los estanques.
- Se encargan de realizar la fotosíntesis.

3.1.3-Importancia Biológica y Económica de las Algas.

Las algas juegan un importante rol benéfico en la naturaleza, ellas representan la productividad primaria de materia orgánica en ambientes acuáticos debido a sus actividades fotosintéticas. Su desaparición significaría la ausencia de la primera fuente de alimento y energía para los animales acuáticos. Además, oxigenan el agua durante el día y aportan sus productos como polisacáridos, aminoácidos, DNA, RNA, enzimas y otras proteínas al medio que sirven directamente a los organismos asociados a ellas. (Chen, 1995)

Aparte de un variado número de especies de microalgas que se cultivan en laboratorios más de 70 especies de macroalgas marinas verdes, rojas y pardas se han usado como alimento en Asia. De las rojas la más importante es la *Porphyra* en Japón donde es cultivada al igual que en Inglaterra, Estados Unidos, Irlanda, Escocia y Chile. También se consume la *Palmaria* o “dulce” en Canadá, Estados Unidos, Irlanda e Islandia. (Martínez E, Herreras C. 2009)

También los agares son extraídos de algas rojas y usados en la industria alimenticia y farmacéutica. Los hidrocoloides provenientes de las Laminarias “kelps”, de las algas pardas y los derivados hidrofílicos de las algas (ácidos alginicos), tienen uso similar a los provenientes de las algas rojas antes mencionadas. (Daintith & Tootill, 1983)

Las microalgas también son usadas como forraje (alimento) para ganado. Hay otros aspectos benéficos que las algas macro y microscópicas dan al hombre en múltiples



formas. Ellas son cultivadas en gran número de especies por acuiculturistas para ser utilizadas como alimento de organismos vertebrados e invertebrados y para la elaboración de alimentos consumidos por el hombre directamente. Existe gran expectativa por estudiar más profundamente las algas marinas a fin de tener una mayor aplicación en la medicina humana moderna.

El fitoplancton es importante por 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 del ecosistema, el fitoplancton realiza la misma función. Se encarga de fijar el CO₂ atmosférico 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. (Martínez E, Herreras C.2009)

Las microalgas corresponden al primer eslabón en la cadena trófica de los océanos por ser organismos fotoautótrofos obligados, es decir requieren de la energía proveniente de la luz para realizar su proceso biológico. En tal sentido al simular (o mejorar si es posibles) las condiciones naturales (o ideales) donde crecen es posible realizar su cultivo en condiciones semi-controladas o controladas totalmente, para lograr obtener de ella una biomasa tal que permita usarla como alimento para organismo pertenecientes al siguiente eslabón trófico.

Algunas microalgas, tales como Spirulina, Dunaliella, Haematococcus, entre otras pueden ser cultivadas como alimento o suplemento alimenticio para humanos y animales superiores o para la obtención de productos químicos específicos. Dentro del grupo de las microalgas algunas son ampliamente utilizadas en acuicultura por sus excelentes características, tales como tamaño adecuado, contenidos proteicos y lipídico (perfil de ácidos grasos), contenido de vitaminas y pigmentos. (Martínez E, Herrera C. 2012)

El fitoplancton también puede ser responsable de algunos problemas ecológicos cuando se desarrolla demasiado en una situación de exceso de nutrientes y de temperatura favorable estos organismos pueden multiplicarse rápidamente formando lo que se suele llamar florecimiento (o "bloom", la palabra inglesa más usada). En esta situación, el agua se vuelve de color verdoso, pero rápidamente (1-2 días, dependiendo de la temperatura) se vuelve amorronada, cuando el plancton agota los nutrientes y comienza a morir. A esa altura, la descomposición más o menos rápida de los organismos muertos puede llevar al agotamiento del oxígeno en el agua y como consecuencia a la muerte masiva de camarones, peces y otros organismos. (Martínez y Zapata 1997).

Hay también aspectos negativos que tomar en cuenta como aquellas especies productoras de toxinas ej.: Microcystis (alga azul - verdosa) nociva en algún grado para peces, crustáceos y moluscos. Otra actividad adversa es que ellas son



propensas a formar afloramientos (reproducción acelerada) con el consiguiente decaimiento de la población y la alteración química del agua que puede ser letal para otras especies aledañas. Un ejemplo de microalgas nocivas en acuicultura es la *Anabaena laxa* una cianofitas que en altas concentraciones causa olor a palo verde o “choclo” al camarón. En los florecimientos naturales el problema cesa cuando los nutrientes se agotan o la temperatura se aleja de los niveles óptimos. (Martínez E, Herrera C 2012)

Otro caso de florecimiento perjudicial es el caso de las mareas rojas, en la que el agua del mar se torna con una coloración marrón-rojiza causada por el desarrollo de organismos que liberan toxina en el agua, normalmente “algas marrones” microscópicas del grupo de los dinoflagelados. Este fenómeno, cuya causa aún no se conocen (pero en el que la contaminación costera tiene que ver mucho) ha sido responsable de la destrucción de muchas instalaciones de acuicultura marina.

3.2- Principales Grupos de algas que se pueden encontrar en Acuicultura:

3.2.1-Cianóphytas o algas verdes azules.

Las algas verdes azules se ubican en una sola clase, Cyanophyceae, con tres órdenes: chroococcales, chamaesiphonales y oscillatoriales con más de 150 géneros con unas 2500 especies. Contienen una amplia gama de pigmentos siendo los más comunes la clorofila a, el β - caroteno, mixoxantina, zeaxantina y las ficobilinas (ficoeritrina c, ficocianina c, y aloficocianina) en general la ficocianina es el pigmento accesorio dominante y proporciona el color verde- azul de estas algas las ficobilinas están en estructuras especializadas, los ficobilisomas unidos a la superficie externa de los tilacoide. (Prado, M, 2007).

Las algas verdes- azules presentan una pared conspicua y una vaina gelatinosa la pared celular está compuesta de cuatro capas visibles al microscopio electrónico. Las cianófitas son más abundantes en las poblaciones de fitoplancton de las zonas neríticas o de aguas someras de las aguas cálidas. El nutriente de reserva se conoce como almidón cianofíceo y es un carbohidrato ramificado (glucógeno). (Prado, M, 2007)

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 rango de salinidad y temperatura, en suelos húmedos y rocas.

Las algas azul-verdosas son heterociste, la que difiere del resto por su mayor tamaño y contenido hialino. El heterociste tiene como función fijar el nitrógeno libre. (Herrera C, 2012)



3.2.1.1-Reproducción.

La reproducción de las algas verdes azules es siempre asexual: vegetativa o por espora.

La reproducción vegetativa puede ser por división celular, fragmentación, hormogonio y hormociste.

La reproducción por espora puede ser por acinetos, endosporas, y exospora.

3.2.1.2-Importancia.

General.

En algunos países como Japón se usa como alimento para los seres humanos y mantiene la fertilidad del suelo por su capacidad de fijar el nitrógeno.

Acuícola.

Las cianofitas son muy importantes por su capacidad fotosintetizadora de oxígeno y por su capacidad de ser Fijadoras de nitrógeno atmosférico. (Prado, M, 2007)

3.2.2-Clorophytas o algas verdes.

Comprenden a la división clorophytas, a la clase chlorophyceae, se reconocen 15 órdenes, 11 de los cuales tienen representantes marinos solo 5 órdenes muestran una distribución predominantemente marina. Estos son: volvocales, tetrasporales, chlorococcales, etc. Las algas verdes viven con frecuencia en el suelo, en ambientes marinos y de agua dulce, hay aproximadamente 5500 especies de ellas casi el 90 % viven en ambientes de agua dulce, la mayoría de las algas verdes son pequeñas, unicelulares o filamentosas, dado que tienen los mismos pigmentos y alimentos de reserva que las plantas superiores, se consideran en general que son los progenitores de las plantas terrestres, estas algas poseen las clorofilas a y b que le dan su típica coloración verde pasto contienen los carotenos alfa y β luteína, zeaxantina, la estructura celular es eucariótica y muy similar a las de las plantas superiores. (Prado, M, 2007)

El nutriente de reserva primario es el almidón verdadero que está compuesto de polímero de glucosa no ramificada, amilasa y un polímero de glucosa ramificado, la amilopectina. Puede haber también aceite como nutrientes de reserva el cual es más común en células viejas y en reposo. (Prado, M, 2007)

3.2.2.1-Reproducción:

Las algas verdes muestran reproducción tanto sexual como asexual. La reproducción asexual por medio de zoospora (móviles) y aplanosporas (no móviles), la reproducción sexual donde se da frecuentemente por gametos móviles (isogametos, anisogametos, células huevos y células espermáticas). Los ciclos de vida son muy diversos la mayoría de las algas verdes tienen ciclos de vida haploides pero también de los tipos diploide y haplodiploide.



3.2.2.2-Importancia.

General.

Hay especies de algas verdes que son comestibles, estas tienen un alto valor nutricional por su alto contenido en vitaminas y minerales, por la presencia de antibiótico que aceleran la eficiencia del metabolismo animal, y se utilizan por su rápida descomposición en las aguas residuales.

Acuícola.

Las algas verdes son la base de la cadena alimenticia en el mar siendo uno de los principales componentes del fitoplancton. (Prado, M, 2007)

3.2.3-Diatomeas (algas amarillas o café amarilla.)

Las diatomeas son un grupo de algas unicelulares pertenecientes a la división chrisophyta y a la clase bacillariophyceae con dos órdenes, el de los centrales y pennales.

Los de órdenes centrales: son los de forma circular o irregular, la ornamentación es siempre radial en simetría. Ejemplo: melosira, Biddulphia.

El orden pennales: las diatomeas incluidas en este orden tienen simetría bilateral muchos miembros tienen rafes los cuales son surcos longitudinales sobre una o ambas valvas. Ejemplo: fragilaria, navícula, pleurosigma.

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. Sus pigmentos están contenidos en cloroplastos de color verde amarillento o amarillento dorado. Los pigmentos principales son clorofila a, algunas veces c, carotenos alfa y beta, diadinoxantina, diatoxantina y fucoxantina. Son estrictamente autótrofos y almacenan como sustancia de reserva grasa, aceite y crisolaminarina (leucosina), no presentan ninguna estructura propia del reino animal. (Prado, M, 2007)

3.2.3.1-Reproducción.

Puede ser vegetativa y gamética, en la vegetativa es por división celular.

La reproducción gamética tiene sus variantes en los órdenes centrales y pennales, en las diatomeas pennales pueden ocurrir por anisogamia o isogamia, en las diatomeas céntricas por oogamia.



3.2.3.2-Importancia.

General.

Son muy importante en la industria, para el refinado de azúcar, como abrasivo fino en el pulido de metales, materia inerte en la preparación de la dinamita, en la fabricación de ladrillos refractarios, como constituyente de la pasta dental etc.

Acuícola.

Son productoras de oxígeno y alimento Para las especies acuícolas. (Prado, M, 2007)

3.2.4-Dinoflagelados.

Pertencen a la división pyrrophyta y a la clase dinophyceae, esta clase comprende la mayoría de los dinoflagelados unicelulares de vida libre .con un total de 12 órdenes, gymnodiniales, peridiniales y prorocentrales.

Orden Gymnodinium: comprende células móviles (fotosintética, y no fotosintética) que carecen de placas tecales polisacáridos pero que tiene un sistema de membrana llamado anfiesma.

Orden peridiniales. En este orden las células son de vida libre y móviles los sacos de membrana individuales del anfiesma poseen placas de polisacáridos, y el orden es considerado como un grupo de dinoflagelados con cubierta protectora, se incluyen especies fotosintéticas como incoloras.

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. (Martínez E, Herreras C.2009).

Los pigmentos están contenidos en los cromatóforos cuyo color oscila entre marrón verdoso y dorado. Además de la clorofila a y c, existen varios pigmentos amarillos (diadinoxantina, dinoxantina, peridinina, zeaxantina, x-ficocianina y x-ficoeritrina que son distintas estas dos últimas las que se encuentran en las cianofitas).La pared celular está constituida por celulosa y almádena aceites, almidón y poliglucanos como sustancia de reserva. (Prado, M, 2007)



3.2.4.1-Clasificación de los dinoflagelados

3.2.4.2-Dinoflagelados Atecados

La morfología de este grupo de dinoflagelados es difícil, ya que su condición de organismos desnudos hace difícil su preservación, con la formalina se destruyen o pierden su forma original.

Un buen agente para este grupo es la solución de yodo con la que se fijan las muestras para recuento por convención la estructura celular de los atacados se divide en dos regiones una superior o epicono y una inferior o hipocono, ambas separadas por el cingulum, que corresponde a un surco transversal que rodea a toda la célula y que aloja al flagelo transversal. En el hipocono, y en posición ventral, se encuentra el sulcus, el cual corresponde a un surco longitudinal que aloja al flagelo longitudinal. (Martínez E, Herreras C.2009).

3.2.4.3-Dinoflagelados Tecados

La estructura celular de este grupo se basa también en dos regiones denominadas epiteca la superior, e hipoteca la inferior. Al igual que en los atacados, ambas se encuentran separadas por el cingulum, que aloja al flagelo transversal, y en la región ventral de la hipoteca se encuentra en sulcus que aloja al flagelo longitudinal. Los dinoflagelados tecados, además de diferenciarse de los atacados por la presencia de placas, también lo hacen porque generalmente la epiteca e hipoteca presentan prolongaciones denominadas cuernos. La epiteca se prolonga en un cuerno apical, y la hipoteca en dos cuernos antapicales, los cuales en algunas especies corresponden a espinas.

La dirección en que se proyectan los cuernos antapicales puede variar en las diferentes especies, es decir, se pueden disponer hacia arriba, casi paralelos al cuerno apical, o bien hacia abajo. El grupo de los tecados también se caracteriza por la presencia de estructuras accesorias: aleta o expansiones aliformes, espinas, etc. todas se utilizan como una característica taxonómica. Las placas de naturaleza celulósica que forman parte de la pared de estos organismos, son consideradas como la característica taxonómica más importante, ya que su forma, número y posición es propia de cada especie. (Martínez, E, Herreras C.2009)

3.2.4.4-Reproducción:

Los dinoflagelados se reproducen de manera asexual por bipartición, la sexual puede ser por isogamia y anisogamia.



3.2.4.5-Importancia:

Acuícola.

Son los más importantes después de las diatomeas como productores primarios en el mar, representan una fuente de alimento para las poblaciones herbívoras del zooplancton y otros animales. (Prado, M, 2007).

3.3-Dinámica del fitoplancton en acuicultura.

El análisis de fitoplancton debe estar acompañado de la determinación de los principales nutrientes en el estanque, así mismo del pH, transparencia, lectura del oxígeno disuelto. El conocer cuales especies y en que abundancia se encuentra el fitoplancton en los estanques da al acuicultor la información valiosa del alimento natural a disposición de la cadena trófica y camarones de los estanques. Cuando las densidades de algas en los estanques bajas podríamos aducirlo a una disminución de la cantidad de nutrientes en el estanque, sin embargo podría ser debido a bajos pH, que limita la disposición del carbono inorgánico para la fotosíntesis. (Martínez y zapata, 1997).

Cuando la salinidad baja en los estanques, sea encontrado un aumento en la cantidad de clorophytas, cartería, coelastrum, dictyospherium, oocystis, chlorella, chlamidomonas también podemos encontrar euglephytas a salinidades por debajo de los 15 S‰ pueden verse capas verdes en suspensión. Cuando las salinidades son altas o al principio de la siembra, las algas que se presentan son en su mayoría bacillariophytas tales como coccinodiscus, Skeletonema, Chaetocero, eucampia, Biddulphia, ha mediado del cultivo van apareciendo un nuevo grupo de especies en los que sobresalen; Nitzchia, Navícula, Diplonéis, pleurosigma, Girosigma y Amphora. (Lin, 1995)

Una mala calidad de agua puede hacer incrementar a las clorophytas y otras clases de algas con setas móviles como: cartería, chlamydomonas, y piramimonas, cuando la materia orgánica es muy abundante aparece las euglenophyta y leponciclis, hatophytas, Crysophytas (chroomonas, prymnesium, pedinomonas, leponciclis) en algunos casos donde se presentan dinoflagelados sus altas poblaciones pueden desarrollar mareas rojas, algunos miembros de estos grupos pueden ser tóxicos para los organismos. (Martínez E, Herreras C.2009).



3.3.1-Cuadro N°2: Diferentes géneros de algas que dan coloración a las aguas en los estanques acuícolas.

GENERO	COLOR	OBSERVACIONES
Chaetocero, Navícula, Nitzchia, Cyclotella, Cynedra, Achnanthes, Amphora, Euglena.	Marrón a Pardo	Es la mejor coloración para el cultivo de camarones. turbidez óptima de 25 a 40 cms.
Chlorella, Dunaliella, Platymonas, Cartería, Chlamydomonas, Scenedesmus, Euglena.	Verde	Turbidez entre 20 y 30 cms. Con esta coloración se presentan menos enfermedades, poca acumulación de materia orgánica
Oscillatoria, Phormidium, Microcoleus, Lyngbya, Spirulina, Anabaena, Clorophytas y Diatomeas.	Verde azul o verde oscuro	Se da por aumento de temperatura o en estanque con más de 5 años de uso, con materia orgánica acumulada, el camarón adquiere color verde oscuro o azul negro, se debe cuidar el crecimiento Anabaena.
Olithodiscus, Prorocentrum, Peridinium, Ceratium, Gymnodinium, Chilomonas, Euglena, Platymonas y Diatomeas.	Marrón Negro	introducción de aguas contaminadas ,detritus de alimento, falta de recambio de agua, concentraciones de materia acida, falta de remoción de terreno, años de uso del estanque, la turbidez menor de 15 cms.
Chlamydomonas, Hymenomonas, Rhodomonas, Chilomonas, Dunaliella, Diatomea y Cianofitas.	Amarillo Acido.	Acumulación de materia orgánica, crece descomposición anaeróbica, disminuye pH puede causar mortalidad.
Detritus, Zooplancton, Protozoos, Rotíferos.	Turbio	Debido a partículas de lodo, detritus y zooplancton en suspensión en la columna de agua, compiten por oxígeno con el camarón.

(Martínez E, Herreras C.2009)



3.3.2- El fitoplancton y los nutrientes.

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. El oxígeno no es necesario así que se libera de la célula. El hidrógeno reacciona con el dióxido de carbono y utilizando más energía del sol forma pequeñas moléculas orgánicas como la glucosa. Esta es la molécula base para compuestos orgánicos mucho más complejos.

El fitoplancton también necesita nutrientes para crecer. Necesita una gran variedad de elementos químicos pero los más críticos son el nitrógeno y el fósforo ya que son necesarios en grandes cantidades pero están presentes en bajas concentraciones en el mar. El nitrógeno y el fósforo son como los fertilizantes que añadimos a las plantas y que ellas utilizan para fabricar sus proteínas, ácidos nucleicos y otras partes de la célula que el fitoplancton necesita para sobrevivir y reproducirse.

El fitoplancton necesita nutrientes en unas proporciones muy determinadas. Por cada 106 átomos de carbono que se convierten en materia orgánica, se necesitan 16 átomos de nitrógeno y un átomo de fósforo. La mayoría no pueden utilizar el Nitrógeno como gas (N_2) directamente así que necesitan formas reactivas como el nitrato (NO_3^-) o el amonio (NH_4^+). Siempre hay dióxido de carbono de sobra así que el fitoplancton continúa creciendo hasta que se agota el nitrógeno o el fósforo. En la mayoría de los casos es el nitrógeno el que se agota primero y por eso se dice que el crecimiento está limitado por el nitrógeno. (Uribe 1997).

3.3.2.1-Fuentes de nutrientes.

Los nutrientes generalmente proceden de la meteorización de las rocas y el suelo y de la conversión del nitrógeno atmosférico en formas biológicamente útiles. La actividad humana ha incrementado enormemente estos aportes.

3.3.2.2- Nitrógeno.

La disponibilidad de N_2 es importante como aporte a la productividad primaria en los estanques de peces y crustáceos, y varios metabolitos nitrogenados (productos de excreción), así como los fertilizantes químicos, tales como el NH_3 (amoníaco) son tóxicos para ambos.

El nitrógeno inorgánico en los estanques, se encuentra bajo la forma principal de nitratos, nitritos, amoníaco y amonio. La suma de ellos es denominada "nitrógeno inorgánico disuelto" o "nitrógeno total inorgánico". Estos productos se convierten a través del ciclo natural del nitrógeno, y la presencia o abundancia de sus diferentes formas son afectadas por el pH del agua, su concentración de oxígeno disuelto (OD) y los organismos que producen o consumen ciertas formas de nitrógeno. Además, el agua, los fertilizantes y los alimentos ofrecidos, constituyen



fuentes adicionales de nitrógeno, sumado a la fijación de éste por el fitoplancton y las bacterias.

Cuando se considera al nitrógeno como un nutriente, las células algales lo incorporan en forma de nitrato, aunque también el amonio (NH_4) puede ser utilizado por el fitoplancton. Las aguas de los estanques parecieran ser más altas en nitrógeno proveniente del amonio, que en nitratos /nitritos. Los metabolitos nitrogenados, como el amoníaco, proveniente de la excreción de los peces y otros organismos acuáticos principalmente, pueden producir una reducción en la calidad de agua. (Boyd, C.E. and D.Gautier 2000)

3.3.2.3-Fósforo (P)

Este nutriente, es considerado como el mayor limitante en el agua dulce y su aumento, produce en general, un aumento de la producción primaria (fitoplancton) según se trate de sistemas naturales o sistemas de cultivo. Al igual que con el N_2 existen algunos problemas menores con la toxicidad del fósforo, a menos que se produzca un fuerte florecimiento algal, como resultado de un exceso de fósforo y que ello causen, en consecuencia, una falta de oxígeno y mortalidad acompañante. El fósforo se encuentra disponible en su gran mayoría para las plantas (algas y plantas superiores).

Una de las características interesantes del fósforo es que es capturado por los sedimentos de los estanques y este hecho se vuelve particularmente notable, cuando se realizan fertilizaciones con material inorgánico. Muchas de las fertilizaciones realizadas experimentalmente no logran aumentar la concentración de fósforo en el agua, debido al fuerte efecto de los sedimentos del fondo sobre este nutriente. En las mismas experiencias se identificó que el fósforo capturado por los sedimentos puede, posteriormente, re disolverse en el agua del estanque. Esta “toma y deja” del fósforo a partir de los sedimentos, ya había sido notado por (Boyd, en 1996.)

3.3.2.4-Silicio.

Otro nutriente importante es el silicio que también procede de la meteorización de las rocas, la falta de silicio impide el crecimiento de un tipo de fitoplancton, las diatomeas, que lo utilizan para fabricar sus conchas si se acaba el fosforo o el nitrógeno, el fitoplancton detiene su crecimiento, en cambio si le falta el silicio el fitoplancton sigue creciendo pero las especies cambian.

3.3.2.5-Metales traza.

El fitoplancton necesita pequeñas cantidades de metales tales como el hierro, zinc o el cobalto ya que si sobre pasa sus requerimientos las reacciones tanto en el sedimento como el agua tiene un impacto negativo en la vida acuática, el hierro es esencial para la síntesis de la clorofila y un componente de las hemoproteínas.



3.3.2.6- Remineralización.

EL fitoplancton crece muy rápido, viviendo sólo un día más o menos. Cuando muere es comido por otras bacterias o por el zooplancton (animales microscópicos) que convierten la materia orgánica otra vez en CO₂ y en los nutrientes básicos y consumen oxígeno. Este proceso se conoce como remineralización y ocurre sobre todo en la superficie. El CO₂ se libera otra vez al aire o es reutilizado junto con los otros nutrientes "liberados" para un nuevo proceso de fotosíntesis. Si ocurre así, no hay cambios en la concentración de CO₂ en la atmósfera

Los microorganismos acuáticos juegan un papel importante en la dinámica de los estanques de acuicultura, siendo las bacterias y el fitoplancton los que tienen mayor influencia en la calidad del agua. Las bacterias a través de los procesos de mineralización son responsables del reciclaje de nutrientes en el estanque.

El fitoplancton es responsable por la fotosíntesis y es la principal fuente de oxígeno en los sistemas de cultivo sin aireación. Aunque la mayoría de los efectos del fitoplancton sobre la calidad de agua son positivos, también están asociados a algunos problemas. La muerte del fitoplancton causa una disminución del oxígeno disuelto en el agua y esto a su vez causa estrés en los organismos acuáticos. También se presentan bajos niveles de oxígeno en las mañanas cuando hay un crecimiento excesivo o "floreamiento" de algunos tipos de fitoplancton.

Algunas cianobacterias pueden producir compuestos que causan mal sabor, fenómeno conocido como "off-flavor", estos compuestos causan un desagradable sabor en los animales e impiden su cosecha y posterior venta. (Martínez E, Herreras C.2009).

3.4-Rol del fitoplancton en la oxigenación de estanque.

En los estanque de cultivo el oxígeno se incrementa cuando la actividad fotosintética se incrementa con la radiación solar, llegando muchas veces el oxígeno hasta el nivel de saturación por la tarde; en las noches disminuye la actividad fotosintética y por ende el oxígeno disuelto (OD), disminuye rápidamente a medida que los procesos de respiración se incrementan en la noche.

Es importante fomentar y mantener fitoplancton en los estanques para mantener los niveles adecuados de oxígeno y el equilibrio dinámico del agua de cultivo. Debemos tener en cuenta que el fitoplancton al inicio del periodo del cultivo sirve directamente o indirectamente como alimento natural para las especies cultivadas.



3.5-Muestreo de fitoplancton.

1) Para sacar Las muestras de fitoplancton se necesita un muestreador de PVC (2pulgadas de diámetro y 1/2m de largo.) con una pelota de tenis amarrada en un extremo para retener el agua, el muestreador debe de llegar al menos a 80 cms de profundidad y en él se depositó aguas de las 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 hacemos los muestreos lo más recomendable para la toma de muestra es entre la una y las doce del mediodía.

2) Las muestras deben ser tomadas de las compuertas de entrada y salida 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 las especies de fitoplancton.

3) Las muestras son llevadas al laboratorio donde son puestas en una probeta de 250 ml y fijadas con solución lugol, donde se aplican de 6-7 gotas por muestra, se dejan fijar de 18 a 24 horas y luego se procede al conteo.

4) Para el conteo se utiliza una cámara newbauer o hematocitómetro, 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 2500 el resultado se expresa en cel /ml. (Martínez E, Herreras C.2009).

3.6- Calidad de agua.

Calidad de Agua en acuicultura puede definirse como la conveniencia del agua para el desarrollo de un cultivo acuícola. La calidad del agua incluye todos los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un cuerpo de agua. Todas las especies cultivables requieren de normas de calidad de agua para asegurar su supervivencia, crecimiento o maduración sexual. (Herrera, C.2012)

3.7-Factores físico-químicos que influyen en el crecimiento del fitoplancton.

3.7.1-Oxígeno disuelto (OD)

La concentración de oxígeno disuelto en agua se expresa en ml/L. El oxígeno disuelto es el gas más abundante en el agua después del nitrógeno, pero es a la vez indispensable. La cantidad de OD que se puede disolver en el agua depende de la temperatura y salinidad debido a esto el oxígeno disminuye conforme la temperatura aumenta.

Las algas son la fuente principal de oxígeno, las cianofitas puede vivir tanto en ambientes aeróbicos como anaeróbicos, (Herrera S, C. 2009).



3.7.1.1- Factores que disminuyen el nivel de oxígeno disuelto en el agua de cultivo.

- Descomposición de la materia orgánica.
- Respiración del fitoplancton (organismos microscópicos vegetales y animales que conforman la productividad primaria).
- Desgasificación: salida del oxígeno del agua hacia la atmósfera.
- Nubosidad: en días opacos las algas no producen el suficiente oxígeno.
- Aumento de sólidos en suspensión: residuos de sedimentos en el agua, heces, etc. (Herrera, C.2012)

3.7.1.2-Temperatura.

La temperatura es un parámetro importante que influye directamente en los organismos en cultivo afectando la respiración, el crecimiento y la reproducción. (Santamaría, L.García E.1991 y Clifford, H.1992)

La mayoría de las especies que viven en las costas soportan variaciones estacionales de temperatura de gran amplitud de acuerdo a la especie en cultivo varía la temperatura óptima para el crecimiento rápido de la misma. Para las especies de agua salobre en las zonas tropicales fluctúan entre 28-34 °C.

Las cianobacterias colonizan numerosos ecosistemas terrestres y acuáticos, sin embargo en ambientes acuáticos es donde especialmente se agregan, estas proliferaciones en masa ocurren en aguas eutróficas ricas en nutrientes (fosfato, nitrato y amoniacos) bajo temperaturas medianamente altas (15-30°C).

En el caso de las diatomeas pueden habitar desde hielos polares hasta aguas termales, las especies de dinoflagelados, pueden brillar intensamente si baja la temperatura (por debajo de 21°C) pero en aguas cálidas tienden a darse floraciones a gran escala por altas temperaturas. (Herrero, A. y Flores, E.2008)

3.7.1.3-Salinidad.

Se refiere a la concentración total de todos los iones (sales) 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).

Las clorofitas o algas verdes y las cianófitas se pueden encontrar tanto en agua dulce como en ambiente marino son capaces de tolerar grandes variaciones de salinidad (eurihalinas) ambiente muy variable en los que pocas especies logran sobrevivir, pero tienen la condición de aumentar población en el invierno cuando las salinidades son bajas (hasta tener lectura de 0 ppm).



Las diatomeas y dinoflagelados pueden vivir tanto en mares como en ambientes dulce acuícola pero en verano las poblaciones tienden a incrementar por las altas salinidades. (Herrero A, Flores E. 2008)

3.7.1.4-pH

Los estanques de agua salobre generalmente tienen un pH de 7 u 8 por la mañana, pero en la tarde generalmente suben de 8 a 9, las fluctuaciones diarias de pH en los estanques resultan de los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton y otras plantas acuáticas.

Durante el día el fitoplancton consume el dióxido de carbono y el pH del agua aumenta. Por la noche el fitoplancton no utiliza el dióxido de carbono. (Boyd C.E. and D.Gautier.2000)

La mayor parte de las especies de algas se desarrollan en ambientes neutros o ligeramente alcalinos siendo entre 5.5 y 8.5 donde se encuentran en mayor número. En ambientes ácidos predominan las clorofíceas y no se encuentran cianofíceas, por debajo de pH 4.5, debido a las condiciones cosmopolitas de las diatomeas estas se encuentran independientemente de las variaciones de los valores de pH.

3.7.1.5-El agua.

Es el elemento líquido de la naturaleza y el componente de los seres vivos, presenta determinadas características cuyo conocimiento y estudio es imprescindible para cualquier desarrollo acuícola, ya que sin duda es la base fundamental de dicha actividad.

En general no existen aguas que cumplan con todos los requerimientos de una especie y es por ello que hay que hacer adecuaciones para acercarlas lo más posible a esos requerimientos.

La supervivencia de los organismos durante el cultivo, sobre todo a nivel comercial, depende del adecuado manejo de la alimentación, las características fisicoquímicas del medio y de su resistencia a los agentes patógenos que en los estanques pueden ser más abundantes que en el medio natural y a los ataques que se produzcan debido a su agresividad y comportamiento territorial, que pueden ser nefastos en cautiverio.

Es por ello que se evalúan en este trabajo diversos factores físico-químicos que determinan el comportamiento productivo de los camarones y peces a niveles óptimos. (Rivas. K, Carpio .M 2010)

El agua del estanque contiene sustancias disueltas conformadas por gas, minerales y compuestos orgánicos, partículas en suspensión integrada por partículas muertas de plantas y animales muy pequeños y el plancton. La composición del agua de un estanque cambia continuamente, dependiendo de los



cambios climáticos y de la estación del año y la manera en que se utiliza el estanque.

El objetivo de un buen manejo es controlar la composición del agua para lograr las mejores condiciones para organismos de cultivo. (Herrera S, C. 2012)

3.7.1.6-Dióxido de carbono.

Cuando las concentraciones de oxígeno disuelto son bajas, el dióxido de carbono obstaculiza la penetración de oxígeno.

Desafortunadamente es común que las concentraciones de dióxido de carbono sean altas cuando las de oxígeno son bajas, debido a que el dióxido de carbono se libera durante la respiración y se utiliza en la fotosíntesis. La concentración de oxígeno disuelto disminuye cuando la fotosíntesis es menos rápida que la respiración; el resultado es que el dióxido de carbono se acumula ya que la fotosíntesis no lo utiliza.

Sin luz no hay fotosíntesis, por eso la concentración de dióxido de carbono crece en la noche y baja en el día. El dióxido de carbono tiene también altas concentraciones en días nublados y después de mortalidades masivas de fitoplancton y algas. Es poco práctico tratar de remover el dióxido de carbono del agua del estanque.

3.7.1.7-Determinación de alcalinidad total.

La alcalinidad es referida a la cantidad de carbonatos (CO_3^{2-}) presentes en la columna de agua, estos son muy importantes porque tienen un efecto buffer al acidificarse la columna de agua ya que pueden retener los protones (H^+) generados por la degradación de la materia orgánica, en sistemas acuícolas, la disminución de la alcalinidad podría ocasionar una caída acelerada de pH que puede afectar la fisiología de los animales en cultivo.



3.7.1.8-Alcalinidad.

La basicidad o alcalinidad es la capacidad acido-neutralizante de una sustancia química en solución acuosa. Esta alcalinidad de la sustancia se expresa en equivalentes de base por litro o en su equivalente de carbonato cálcico.

La alcalinidad significa la capacidad tapón del agua; la capacidad del agua de neutralizar. Evitar que los niveles de pH del agua lleguen a ser demasiado básico o ácido. Es también añadir carbón al agua. La alcalinidad estabiliza el agua en los niveles del pH alrededor de 7. Sin embargo, cuando la acidez es alta en el agua la alcalinidad disminuye, puede causar condiciones dañinas para la vida acuática. En química del agua la alcalinidad se expresa en PPM o el mg/l de carbonato equivalente del calcio. La alcalinidad total del agua es la suma de las tres clases de alcalinidad; alcalinidad del carbonato, del bicarbonato y del hidróxido.



Debido a que la alcalinidad de la mayoría de las aguas naturales está compuesta casi íntegramente de iones de bicarbonato y de carbonato, las determinaciones de alcalinidad pueden dar estimaciones exactas de las concentraciones de estos iones.

La alcalinidad es la medida de la capacidad tampón de una disolución acuosa, o lo que es lo mismo, la capacidad de ésta para mantener su pH estable frente a la adición de un ácido o una base. (Herrera S, C. 2012)

3.7.1.9-Nitrógeno.

El nitrógeno es un factor clave que regula la productividad de los ecosistemas naturales y agrícolas debido a que es nutriente esencial, el componente principal de las proteínas y generalmente de corto abastecimiento. El Nitrógeno está presente con fósforo en los efluentes y estos dos nutrientes son la principal causa de eutrofización de los cuerpos de agua.

3.7.2-Ciclo del Nitrógeno.

Un ciclo completo del nitrógeno funciona como una base global. La mayoría de las vías dentro del ciclo pueden ser hallados en todos los ecosistemas incluyendo estanques acuícolas.

Grandes cantidades de nitrógeno existen en la atmósfera en forma gaseosa. Este nitrógeno puede ser convertido a nitrato por la luz, fijado en la materia orgánica por algunos microorganismos y convertido a nitrógeno para fertilizantes para un proceso industrial. Grandes cantidades de nitrógeno son halladas en organismos vivientes y materia orgánica muerta.

Los organismos excretan desechos nitrogenados y cuando las bacterias y otros descomponen la materia orgánica muerta, ellos liberan amoníaco de nitrógeno hacia el ambiente. El nitrógeno amoniacal consiste de amoníaco no ionizado NH_3 e ión amoníaco NH_4 . El nitrato de nitrógeno es producido cuando los organismos nitrificantes oxidan el nitrógeno amoniacal.

La mayoría de las plantas prefieren el ión amonio como fuente de nitrógeno, pero también puede ser usado nitrato como fuente de nitrógeno. El nitrato puede ser convertido a gas nitrógeno por la actividad de las bacterias nitrificadoras. (Herrera S, C. 2012)

3.7.2.1-Amonio y Nitrificación.

El medir la cantidad de amonio total en el agua no nos dice nada ya que puede estar en cualquiera de sus siguientes formas: $\text{NH}_3 \leftrightarrow \text{NH}_4 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3$. Se deben medir las formas tóxicas de los iones nitrogenados como el NH_3 (el amonio no ionizado) y el NO_2 (nitrito). La concentración alta de oxígeno y las bacterias nitrificantes son esenciales para que la nitrificación produzca su forma benigna el Nitrato (NO_3). (Claude Boyd. 1996)



3.7.2.2-Uso en acuicultura.

El nitrógeno es aplicado a los estanques acuícolas a través de fertilizantes como Urea, nitrato amoniacal, nitrato de sodio para promover el crecimiento de fitoplancton y favorecer la producción de las especies cultivadas. Generalmente el alimento es usado en acuicultura, porque ellos permiten lograr mayores producciones de las especies de cultivo, que las obtenidas solamente con fertilizantes.

Los alimento generalmente contienen de 20 a 40 % de proteína y esta tiene un promedio de concentración de nitrógeno de 16 %. Aproximadamente el 20 a 25 % del nitrógeno aplicado a los estanques en fertilizantes y alimento es retenido en la biomasa de las especies cultivadas y retirado de los estanques a la cosecha. (Claude Boyd. 199

Cuadro 2. Ingresos y salidas típicas de nitrógeno

Entrada		Salida	
Alimento y fertilizante	90% 10%	Cosecha de camarón	25%
Abastecimiento de agua y fijación de nitrógeno.		Denitrificación	12%
		Volatización de amoniac	18%
		Acumulación sedimento	10%
		Efluentes	35%

(Herrera S, C.2012)

Mucho del nitrógeno fertilizante es convertido a nitrógeno orgánico en plancton y las especies cultivadas excretan nitrógeno amoniacal que también es usado por el fitoplancton. Los microorganismos descomponen el plancton muerto, alimento no comido, heces y el nitrógeno no consumido en los materiales orgánico es reciclado.

3.7.3-Parámetros Biológico del Agua en donde Crece el Fitoplancton

3.7.3.1-Luz en los ecosistemas acuáticos.

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

La luz representa un elemento indispensable para la vida, porque de ella provienen la energía que utilizan los seres vivos, también interviene en otras funciones, como los animales por medio de los órganos de la visión, determinan la fotoperiodicidad, es decir los períodos de luz y oscurecimiento a que está sometido un organismo y con el cual se realizan las diferentes funciones, como ciertas especies de peces que establece la época de reproducción con la intensidad de la luz. (Herrera S, C.2012)

3.7.3.1.1-Propiedades de la luz.

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



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

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

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

3.7.3.2-Clima.

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

Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más. Ejemplo el fenómeno de El Niño influye en factores como la temperatura del aire, radiación solar, cobertura de nubes, velocidad del viento, precipitación, presión atmosférica, evaporación

3.7.3.3-Tiempo.

El tiempo es el estado de la atmósfera en lo referente a la precipitación, viento, temperatura y otros elementos. Los cambios atmosféricos que la modifican son activados por la energía proveniente del Sol. Es el tiempo a corto plazo de las condiciones atmosféricas. Las variaciones a corto plazo de la atmósfera, que llamamos tiempo, se relacionan con nuestra vida cotidiana. (Herrera S, C.2012)

3.7.3.4-Radiación solar.

Es la cantidad de luz recibida, la luz tiene relación con la nubosidad, turbidez del agua. La altura es importante, al subir descende la temperatura. Los cuerpos de agua almacenan calor en estaciones cálidas para liberarlo en estaciones frías. El viento mezcla el aire-agua y da aireación.

La radiación consiste en ondas electromagnéticas de una gran variación de longitud. La intensidad de la luz controla el ecosistema entero por su influencia sobre la producción primaria. La radiación térmica es el proceso por cual se transmite calor a través de ondas electromagnéticas

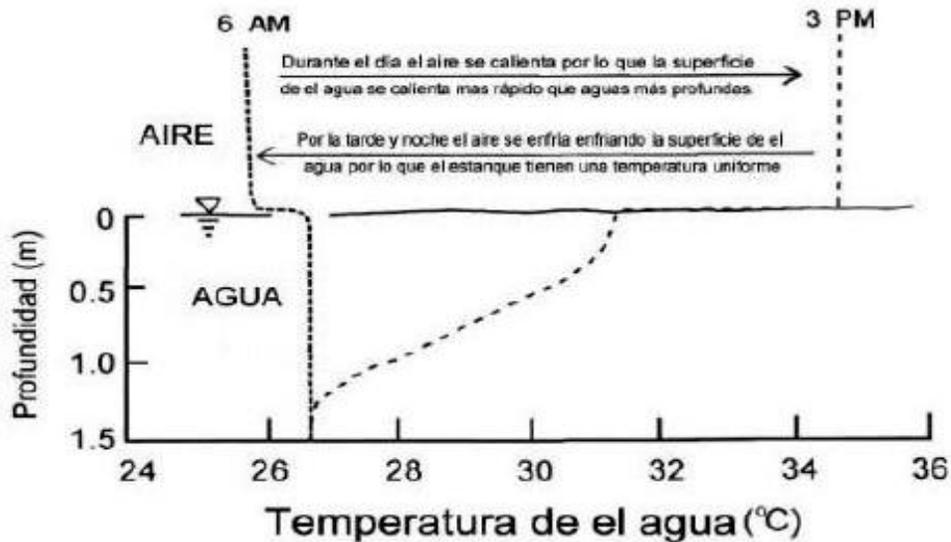
3.7.3.5-Estratificación térmica del agua.

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

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



El calor penetra por la superficie del agua y calienta la capa superficial más rápido que la del fondo. Como la densidad del agua (peso por unidad de volumen) disminuye conforme aumenta su temperatura sobre los 4 °C, la capa superficial puede ser tan caliente y ligera que no se mezcla con la más fría del fondo. Esta separación de las capas del agua se denomina estratificación termal. La estratificación tiene a menudo un patrón diario durante el día la temperatura del agua aumenta y se forma una capa cálida, durante la noche la temperatura de la capa superficial disminuye a la misma que la del agua del fondo, por lo que las capas se mezclan (Figura 1).



(Herrera S, C.2012)

3.7.3.6-Evaporación.

Es un proceso físico que consiste en el pasaje lento y gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso, tras haber adquirido suficiente energía para vencer la tensión superficial.

Es una acción que aumenta la concentración de sales y actúa como regulador de la temperatura del agua. La evaporación aumenta de acuerdo con el calentamiento que ejerce el sol sobre la superficie del agua de mar.

Relacionada con la precipitación y temperatura del aire, radiación solar, humedad relativa del aire y velocidad del viento. A mayor velocidad del viento, menor humedad relativa y hay una elevada evaporación.

3.7.3.7-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.



Es la decreciente habilidad del agua para transmitir la luz. Es causada por materia particulada en suspensión con dispersión desde muy pequeña hasta muy gruesa. La turbidez puede medirse de manera rudimentaria por el disco Secchi.

3.7.3.8-Precipitación.

Es un fenómeno atmosférico que inicia con la condensación del vapor de agua contenida en las nubes. Varía de un lugar a otro. En los sitios, más cálidos tienen más lluvias que en sitios fríos. Sitios cercanos a la costa tienen mayor pluviosidad que sitios interiores ya que el aire desciende en sectores secos y sube en sectores húmedos. La pluviosidad nunca es constante y se la mide con un pluviómetro.

Las lluvias afectan el agua de cultivo de diversas formas:

- Diluye el agua de los estanques y baja la salinidad.
- Causa erosión de los muros y arrastra ese suelo hacia los estanques volviendo el agua y la vuelve agua con color achocolatada.
- Baja la temperatura del agua. (Herrera S, C.2012)

3.7.3.9-Fotosíntesis.

Es la conversión de materia inorgánica en materia orgánica gracias a la energía que aporta la luz. Es la producción de O₂ y está afectada por intensidad de luz, turbidez, presencia de nutrientes, etc. La luz morada se degrada fácilmente al entrar en el agua (rayos UV) mientras que los infrarrojos se transforman en sales.

Las algas juegan un importante rol benéfico en la naturaleza. Ellas representan la productividad primaria de materia orgánica en ambientes acuáticos debido a sus actividades fotosintéticas. Su desaparición significaría la ausencia de la primera fuente de alimento y energía para los animales acuáticos. (Herrera S, C.2012)

El fitoplancton forma la base de la cadena alimenticia en los estanques de acuicultura, pero la abundancia natural del fitoplancton no es suficiente para proporcionar niveles deseados en la producción de camarones y peces. Los fertilizantes incrementan la fertilidad natural de los estanques de cultivo y permiten mayores rendimientos. Sin embargo, muchos productores, han escogido hacer una acuicultura basada en alimentación para incrementar la producción más allá de lo posible con fertilizantes.

La productividad natural sigue siendo importante aún en estanques con alimentación, especialmente al poco tiempo después de la siembra, ya que con las jóvenes postlarvas y alevines no se puede utilizar alimento tan eficientemente como los animales más viejos. Algunos acuicultores, productores de camarón en particular, evalúan la abundancia y composición taxonómica de las comunidades de fitoplancton en agua de estanques. También se aplican diversos tratamientos en los intentos de controlar la abundancia y composición de las comunidades de fitoplancton.



Los propágulos de algas están en todas partes, si llenamos con agua un estanque nuevo, muchas especies de fitoplancton encontraran la manera de ingresar. (Martínez E, Herrera C .2012)

Todos los organismos heterótrofos dependen de estas conversiones energéticas y de materia para su subsistencia, Además es importante en las cadenas alimentarias, ya que los Productores:

1- Renuevan periódicamente el O₂ en la atmósfera, importante para la respiración de todos los seres vivos aerobios.

2- Producen alimentos gracias a la conversión de sustancias de baja energía potencial (CO₂, H₂O, fotones de luz solar), por medio de la interacción de pigmentos fotorreceptores (clorofila, carotenoides) en moléculas orgánicas ricas en energía química (carbohidratos, lípidos, proteínas) que le sirven de alimento a los productores y a los consumidores herbívoros.

3- Renuevan constantemente las cadenas alimentarias de todos los Ecosistemas (terrestres, acuáticos, anfibios), ya que al actuar los descomponedores (hongos y bacterias saprófitas) transforman los restos de organismos vegetales y animales en descomposición en sustancias inorgánicas (sales minerales) para su reutilización en el armado de nuevas cadenas alimenticias.

4- Reciclan la materia orgánica desde que es producida por los fotótrofos, hasta que es utilizada por los consumidores y los descomponedores en el Ciclo de la materia y el Flujo de la energía. (Martínez E, Herreras C.2009).

3.7.4- Respiración.

Se entiende generalmente a la entrada de oxígeno al cuerpo de un ser vivo y la salida de dióxido de carbono. O al proceso metabólico de respiración celular, indispensable para la vida de los organismos aeróbicos. Gracias a la respiración podemos tener energía y logramos llevar a cabo nuestra alimentación y nuestra vida diaria de una manera adecuada.

Todos los animales en tierra o bajo el agua, necesitan oxígeno para respirar, crecer y sobrevivir. Las plantas y los animales respiran noche y día consumiendo oxígeno y produciendo dióxido de carbono que es usado por las plantas durante la fotosíntesis. (Martínez E, Herreras C.2009).



IV.- MATERIALES Y MÉTODOS

4.1- Características del área de trabajo.

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) de la UNAN-León, ubicada en la entrada de la Comunidad de las Peñitas. Esta se comunica con la ciudad de León por medio de una carretera pavimentada de 19 kilómetros y a 112 kilómetros de Managua. Presenta un clima subtropical cálido en las coordenadas 496465.9 E y 1367318.3N.



4.1.2- Dispositivo experimental.

Descripción de las pilas donde crecen las microalgas.

Las pilas están construidas de cemento y miden 8 mts, estas pilas son utilizadas para el cultivo de camarones y tilapia, el cual de esas pilas se tomaron muestras de aguas para realizar conteo e identificación de microalgas las pilas contaron con un sistema de aireación el cual se realizó directamente con un Blower (marca= BALDOR Industrial Motors de 3 HP), mediante un dispersor de aire conectado a una tubería que proviene de este Blower a cada recipiente experimental, este sistema garantiza aireación constante día y noche.

En las aguas del experimento se midieron temperatura, salinidad y pH. El cual se usaron los siguientes instrumentos para su medición de los parámetros físico-químicos pHmetro, salinometro y termómetro lo cual estos eran calibrados ante de usar para la obtención de resultados seguros.

Las aguas de las pilas se sometieron a diferentes concentraciones de salinidades el tratamiento 1 con 30 S‰, el tratamiento 2 con 15 S‰ y el tratamiento 3 con 0 S‰ para observar el crecimiento del fitoplancton a concentraciones diferentes de salinidades.



4.1.3-Diseño experimental

Para el experimento utilizamos agua tomada del Océano Pacífico, el cual está ubicado en la parte Oeste de las instalaciones del Laboratorio de Investigación Acuícolas y Marinas (LIMA). El agua del reservorio se bombeo con una bomba de agua marca STA-RITE, Modelo JHHG-53HL de 5 HP, con conexión a tuberías de tres pulgadas de diámetro y 110 metros de distancia, está a una distancia de 90 metros estas aguas pasaron por un filtro de arena, el cual se encarga de dejar el agua (que pase por el) libre de los materiales sólidos que se encuentren en la fuente de agua. Luego que pasó el filtro de arena, el agua continuó por la tubería con una distancia de 30 metros hacia el reservorio que abastece de agua a todo el sistema de flujo de agua en las instalaciones.

El reservorio tiene una forma rectangular, está dividido en dos partes en una forma estratégica es decir para que el agua del reservorio pueda llegar y abastecer las pilas con la cantidad de agua que se necesite para cada experimento.

Para llevar el agua hacia las tres pilas donde llevamos a cabo el experimento utilizamos una bomba sumergible la cual estuvo conectada a unas mangueras de tres pulgadas de diámetro para conducir el agua hasta las pilas mencionadas.

Este experimento consistió en tres tratamientos uno con salinidad 30, segundo con salinidad 15 y el tercer con salinidad 0. En el tratamiento uno se bombeo agua del reservorio hacia la pila número 5, una vez llenada hasta el nivel deseado de 80 cm, se midió salinidad con un salinómetro marca ATAGO el cual el resultado fue de 35 S‰ el cual se prosiguió a bajar el grado de salinidad de la siguiente manera se realizó recambio de agua de un 10% y se introdujo agua dulce del 10% para lograr obtener la salinidad requerida que era de 30 S‰ este procedimiento se realizó nuevamente pero con la diferencia que se recambió un 5% del agua y se midió nuevamente la salinidad y así se logró obtener la salinidad que se requería para el tratamiento uno con 30 S‰, para el segundo tratamiento la salinidad que se requería era de 15 S‰, el cual el agua de la pila número 7 tenía 35 S‰ se realizó un recambio de agua salada por agua dulce del 50% logrando obtener la salinidad requerida para el tratamiento 2 y por último para el tercer tratamiento que debía ser con 0 S‰ se utilizó agua dulce. En este experimento se evaluó el crecimiento de las microalgas y las cantidades de estas, encontradas en cada tratamiento el cual se tomaron muestras de agua cada dos días para realizar el conteo e identificación de las microalgas y se evaluaron los factores físico-químicos estos fueron tomados cada tres días a las 9:30 am y los resultados obtenidos tanto del conteo e identificación de las microalgas como de los factores físico-químicos fueron anotados en una bitácora en donde se llevó un registros de lo que se realizó en cada tratamiento.



4.2-Medición de los factores físico químicos para el crecimiento de microalgas.

4.2.1-Temperatura

La temperatura fue medida cada tres días a las 9:30 am, con un termómetro el cual se introdujo hasta 2 cm de profundidad al agua que contenía cada tratamiento luego se observó los grados de temperatura que marcaba el termómetro.

4-2-2-Salinidad

La salinidad se midió tomando una gota de agua dulce que se colocó en el refractómetro o Salinómetro para realizar la previa calibración una vez calibrado el salinómetro se tomó una gota de agua de mar y se colocó en el refractómetro marca ATAGO, este fue puesto a contra luz para observar el grado de salinidad que tenía cada tratamiento esta se midió cada tres días, con la intención de observar los cambios de la misma a lo largo del experimento.

4.2.3pH

El pH Se midió cada tres días a las 9:30 am, introduciendo el electrodo del pHmetro marca YSIph10 a las pilas de agua que contenían los diferentes tratamientos hasta la profundidad de 3 cm.

4.3-Muestreo de fitoplancton.

4.3.1-Colecta de muestra.

Se utilizó un muestreador de PVC (2pulgadas de ancho y ½ metro de largo.) con una pelota de tenis en un extremo estaba amarrada con un mecate de Nylon hasta el extremo y así retener el agua de las muestras tomadas. El muestreador llegó al menos a 80 cms de profundidad y se tomó aguas de la superficie, de la parte media y del fondo esta fue depositada en un balde para mezclar las aguas y luego fueron depositadas en un frasco transparente de 250 ml luego para fijar la muestra se utilizó una probeta de 250 ml calibrada de plástico, se usó 6 gotas de Lugol. Se deja reposar la muestra en una probeta en un término de 18-24 hrs, luego de las cuáles se procedió a hacer la segunda concentración. La segunda concentración fue 5:1, es decir, de los 250ml se tomaron solamente 50 ml donde se concentró la muestra final. De estos 50 ml se tomó la muestra con un gotero y se colocó 2 gotas de la muestra en la cámara newbauer luego esta cámara que contenía la muestra se colocó en el microscopio marca BUSH para ser observada con el objetivo de menor a mayor escala siguiendo con el conteo donde se cuentan los cuatro cuadrantes y se lee en forma de S, se van contando las especies encontradas, ubicándolas en los diferentes grupos de fitoplancton luego se suman las especies encontradas por cada uno de los grupo encontrados y se multiplican por 2500 y se leen células por mililitro. Estas muestras fueron recolectadas cada tres días y las pilas muestreadas fueron la número 5 con 30 S‰, la pila número 7 con 15 S‰ y la número 11 con 0 S‰.



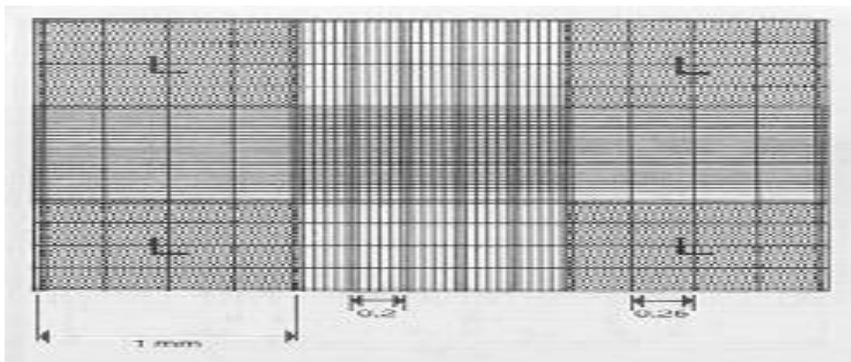
4.3.2-Identificación de microalgas y definición de grupos.

Una vez fijada la muestra con solución lugol se colocó 2 gotas de la muestra en la cámara newbauer y fue puesta la muestra al microscopio se procedió a la identificación de microalgas encontradas con la ayuda del microscopio MARCA BUSH. Las algas encontradas fueron identificadas de la siguiente manera se tomó fotografías utilizando una, cámara digital marca HP de 8 mp comercial, luego se utilizó diferentes fuentes bibliográficas (Fotografías y claves de identificación) se procedió a su identificación. Se usaron catálogos de Microalgas editados por Herrera C, Martínez E, 2000. Atlas de Microorganismos de agua dulce editado por Wetzel, 1987. Catálogo de Microalgas en Internet, Folletos con claves taxonómicas obtenidos en clases de Fitoplancton por (Prado M, 2007).

4.3.3-Conteo de microalgas

Para conocer la cantidad de microalgas se hizo uso de la cámara newbauer. Esta es una cámara de contaje 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 como la que se ve en la imagen. Es un cuadrado de 3 x 3 mm, con una separación entre dos líneas consecutivas de 0.25 mm.

Figura No 1 Hematocitometro.



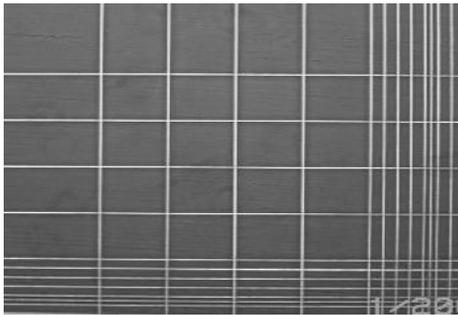
Así pues el área sombreada y marcada L (Figura 1) corresponde a 1 milímetro cuadrado. La depresión central del cubreobjetos está hundida 0.1 mm respecto a la superficie, de forma que cuando se cubre con un cubreobjetos este dista de la superficie marcada 0.1 milímetro y el volumen comprendido entre la superficie L y el cubreobjetos es de 0.1 milímetro cubico, es decir 0.1 microlitro.



Si contamos las cuatro áreas sombreadas (L) observando un total de x células entre las cuatro áreas, la concentración en la suspensión celular será: concentración en la suspensión (células / ml) = 10000 (x/4)

En la imagen (Fig.2) puedes observar el aspecto de una de las regiones marcadas como L y que en el microscopio se ven como una cuadrícula de 16 pequeños cuadrados de 0.25 milímetros de lado. Esta imagen ha sido tomada empleando un microscopio invertido de contraste de fases.

Figura No 2



Para el conteo de microalgas se utilizó La cámara de Newbauer, en esta cámara se colocó de dos a tres gotas de agua de las muestras ya fijada con la solución lugol y fue puesta al microscopio para proceder con el conteo de microalgas el cual en forma de S se contaron los cuatro cuadrantes y se sumaron las especies encontradas de cada uno de los grupo encontrados y se multiplicaron por 2500 y el resultado es expresó en cel/ml.

4.3.4-Relación de la coloración y géneros presentes en muestras de agua.

4.3.4.1-Correlación color y géneros presentes.

Para realizar la relación entre el color de las aguas y las microalgas se utilizó una cámara digital marca HP de 8 mp comercial para tomar fotografías y así conocer las coloraciones de las aguas que se presentaron en los tratamientos de la pila número 5 con, 30 S‰, pila número 7 con15 S‰,pila número 11 con,0 S‰) y así observar el color de las aguas que estuvieron presente en los tres tratamientos objeto de estudio, luego se realizó el conteo de fitoplancton y así saber cuál de los grupos de microalgas predominó en cada tratamiento.

La coloración de las aguas se determinó por los géneros que se encontraron en mayores volúmenes en los estanques.



V.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

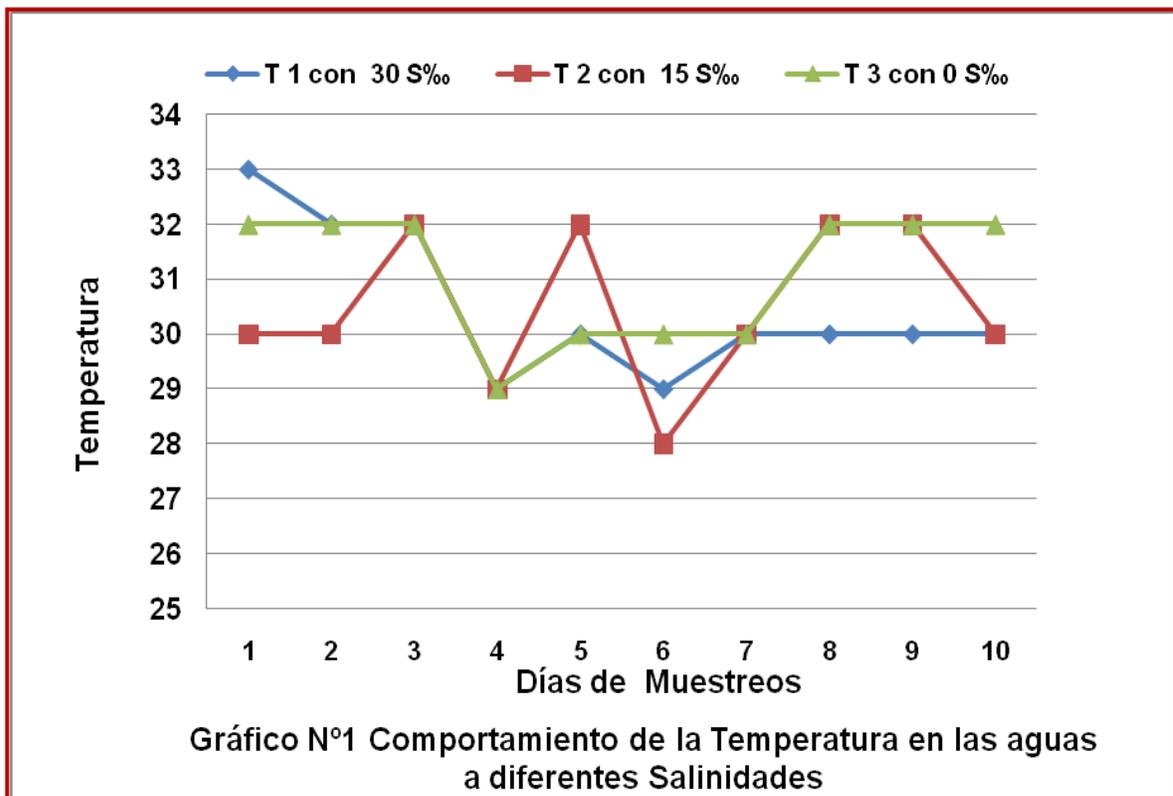
Factores físico-químicos

Temperatura

La temperatura en las aguas de los tres tratamientos donde se realizaron los muestreos se observó que oscilaron entre 28-33 °C, para el caso del tratamiento 1 con 30 S‰, las temperaturas máximas registradas fueron de 33°C a inicios del experimento, mientras que la temperatura más baja fue de 29°C y se reporto en la sexta semana. Para el tratamiento 2 con 15 S‰, los valores máximos de temperatura fueron 32°C y los valores bajos fueron de 28°C y se presentó en la sexta semana. En el tratamiento 3 con 0 S‰, la temperatura máxima fue de 32°C y la más baja fue de 29 °C.

Según González Reyes, A. 2000. La temperatura óptima para el crecimiento de microalgas varía en un intervalo que va desde 25 °C a los 34 °C.

De acuerdo a los datos obtenidos los valores de la temperatura fueron los adecuados para el crecimiento de las microalgas.



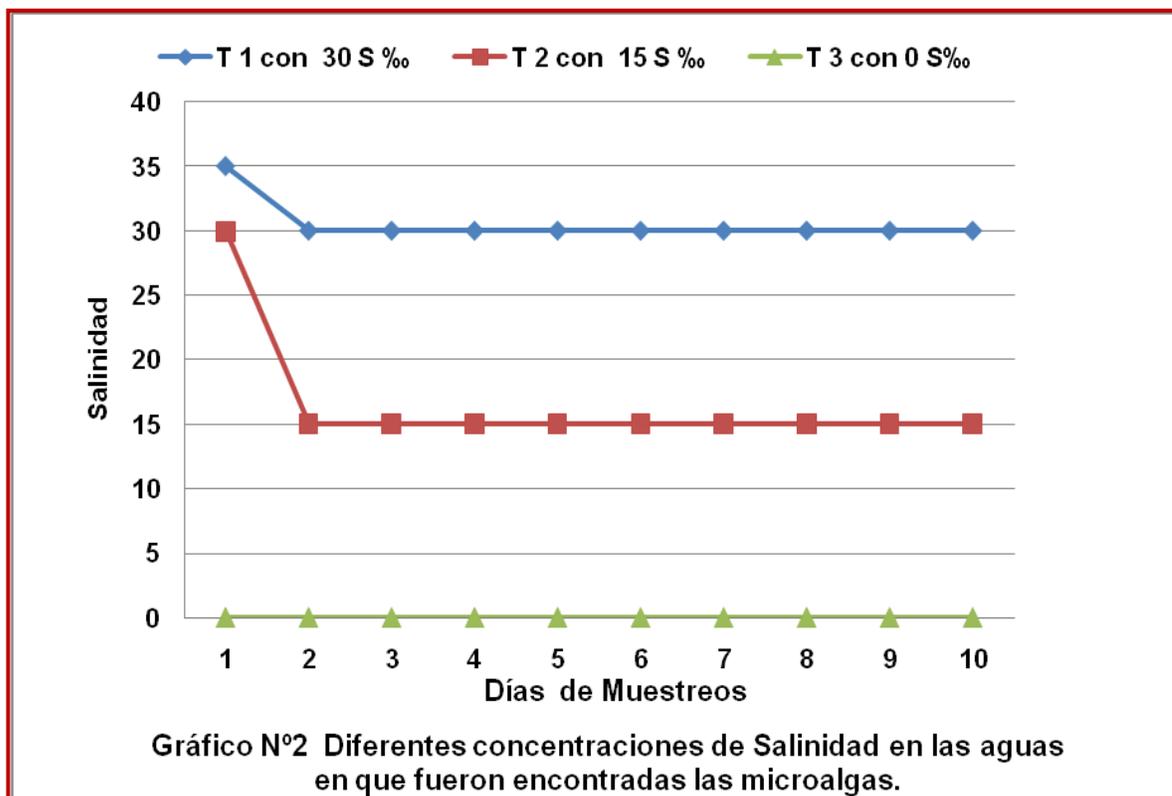


Salinidad (S‰)

La salinidad en las aguas de los tres tratamientos oscilaron entre los niveles experimentales de 0-30S‰, para el caso del tratamiento uno con, 30 S‰ la salinidad máxima registrada fue de 35 S‰ en la primer semana del inicio del experimento, mientras que en las siguientes semanas que duro el experimento se logró obtener los niveles de salinidad que se requería para el tratamiento uno con 30 S‰. Para el tratamiento dos con, 15 S‰ los valores máximo de salinidad fueron de 30 S‰ en la primer semana, logrando bajar a 15 S‰ en la siguiente semana y logrando mantener la salinidad que se requería. Para el tratamiento tres a, 0 S‰ los valores que se presentaron fueron los niveles requeridos de 0 S‰. Ver grafico N°2

Según Chen Chieh Chun 1997. Los intervalos de salinidades óptima para el crecimiento del fitoplancton varia desde 0 a 35 S‰.

De acuerdo a los datos obtenidos los valores de salinidad fueron en general adecuados para el crecimiento de las microalgas. Sin embargo, se espera que las comunidades fitoplanctónicas de agua salada varíe en su composición cuando la salinidad es de 0 S‰ debido a que las cianófitas son las que predominan en las aguas con 0 S‰.



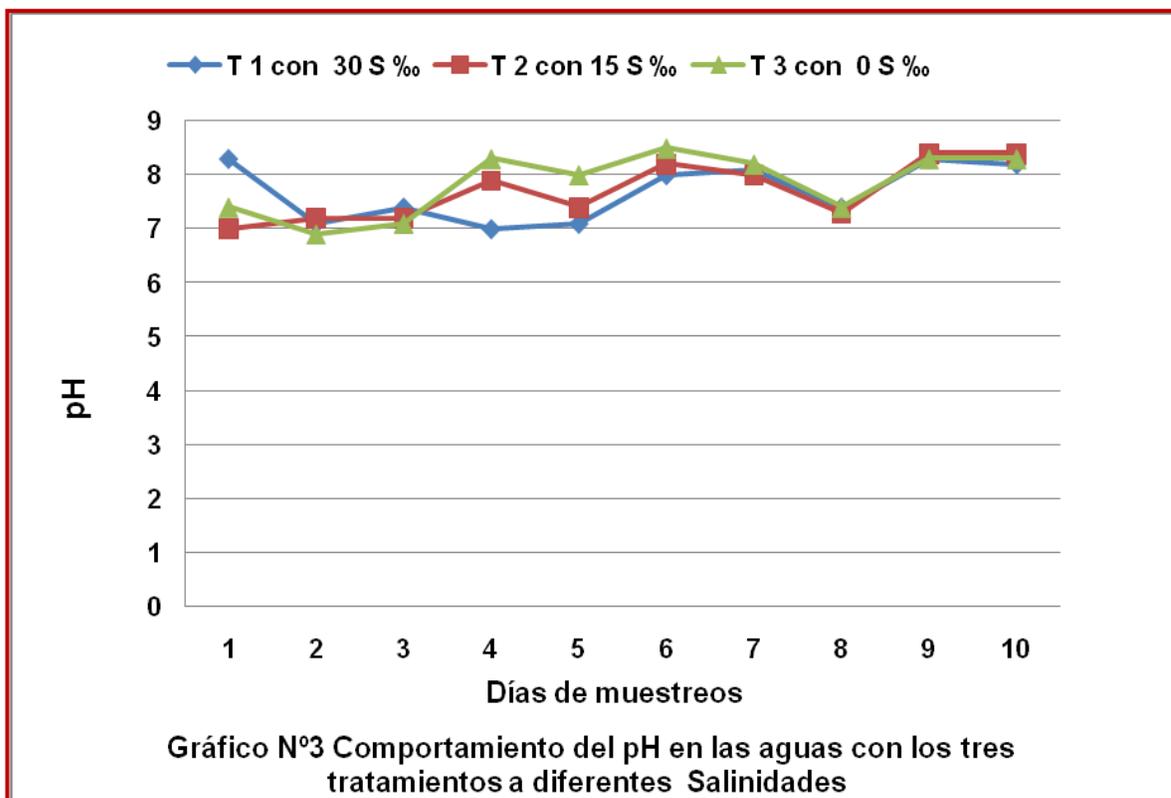


pH

El pH en las aguas de los tres tratamientos donde se realizaron los muestreos se observó que los valores de pH oscilaron entre (6.9 -8.5) para el caso del tratamiento 1 con 30 S‰, los valores de pH máximo fueron de 8.0-8.5, mientras que los más bajos fueron de 7.0. Para el tratamiento 2 con 15 S‰ los valores de pH más altos fueron de 8.5 mientras que los más bajos fueron de 7.0 y en el tratamiento 3 con 0 S‰ los valores más altos de pH fueron de 8.5 y el más bajo fue de 6.9. (Ver gráfico N°3)

Según Hernández M. 1979. Menciona que el pH varía entre 5.5 -8.5 para el óptimo crecimiento de las microalgas.

Por lo antes expuesto se concluye que los valores de pH son los adecuados para el crecimiento del fitoplancton encontrado.



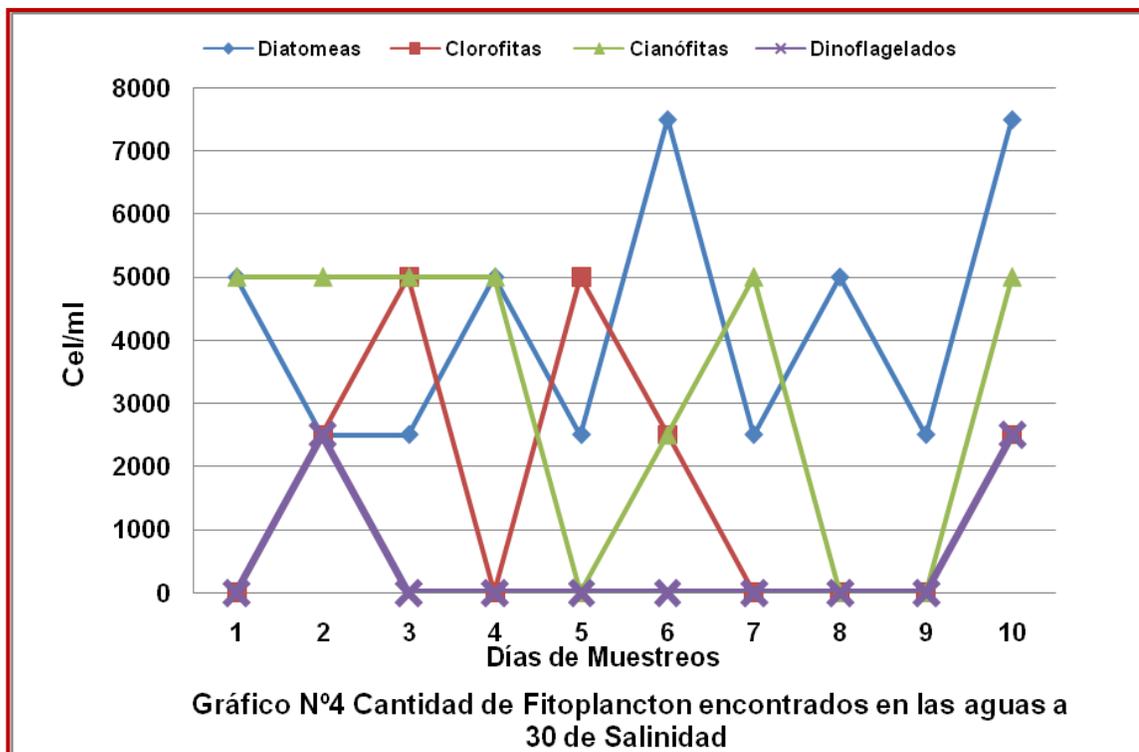


Cuantificación de los Grupos de Fitoplancton en Temporada de Invierno.

En el tratamiento 1 de la pila número 5 con, 30S‰, se obtuvo como resultado que el grupo que más predominó durante los 30 días que duro el experimento fue las diatomeas con una cantidad de 7,500 cel/ml, siguiendo las cianófitas con 5,000 cel/ml teniendo en tercer lugar el grupo de las clorofitas con 5,000 cel/ml este grupo se presentó con esta cantidad únicamente en dos muestreos mientras que en las cianófitas se presentaron durante la mayor parte del muestreo con 5,000 cel/ml y por último el grupo de los dinoflagelados con 2,500 cel/ml. Ver gráfico N°4

Según Herrero, A. Flores, E, 2008. Las clorofitas o algas verdes y las cianófitas se pueden encontrar tanto en aguas dulce como en ambientes marinos pero tienen la condición de aumentar población en el invierno cuando las salinidades son bajas (hasta tener lectura de 0 S‰). Las diatomeas y dinoflagelados pueden vivir tanto en mares como en ambientes dulce acuícola pero en verano las poblaciones tienden a incrementar por las altas salinidades.

Por lo antes expuesto se concluye que la cantidad de Diatomeas encontradas no son las adecuadas para el crecimiento de los organismos acuáticos debido a que se encuentran en pocas cantidades. Para el caso de las Clorofitas y Cianófitas se encuentran en las cantidades adecuadas y no afectan a los organismos acuáticos.

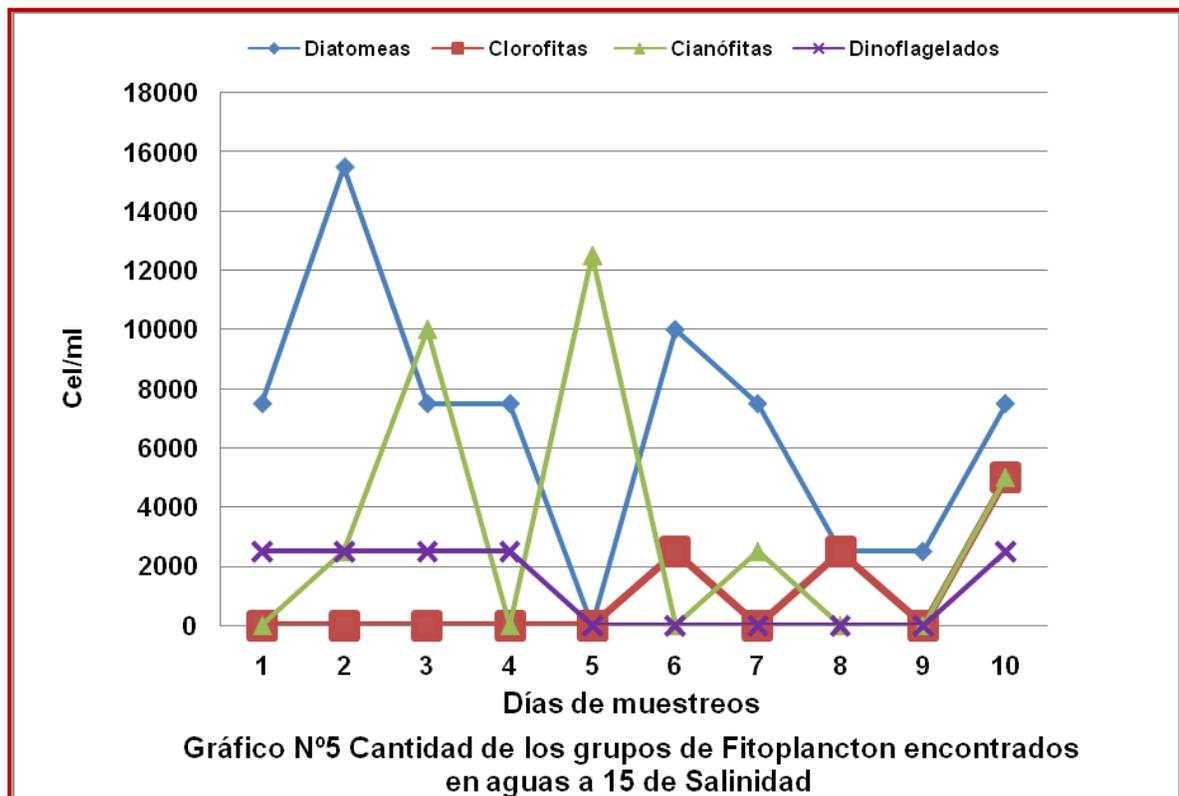




En el tratamiento 2 de la pila número 7 con, 15 S‰ las Diatomeas fueron el grupo que sobresalió con mayor cantidad de células por ml durante el muestreo, obteniendo 15,500 cel/ml, teniendo en segundo lugar las Cianófitas con 12,500 cel/ml, seguido de las Clorofitas 5,000 cel/ml y por último el grupo de los Dinoflagelados con 2,500 cel/ml. Ver gráfico N°. 5

Según Herrero, A. Flores, E, 2008. Las clorofitas o algas verdes y las cianófitas se pueden encontrar tanto en agua dulce como en ambiente marino pero tienen la condición de aumentar población en el invierno cuando las salinidades son bajas (hasta tener lectura de 0 S‰). Las diatomeas y dinoflagelados pueden vivir tanto en mares como en ambientes dulce acuícola pero en verano las poblaciones tienden a incrementar por las altas salinidades.

Por lo antes expuesto se concluye que la cantidad de diatomeas encontradas está por debajo del mínimo para soportar un sistema de producción semi intensivo, esto limita el crecimiento de los camarones cuando no hay aireación artificial y las Cianófitas está entre las densidades adecuadas que no sobrepasan el umbral permitido que no afecte a los camarones, por lo que su valor es adecuado.

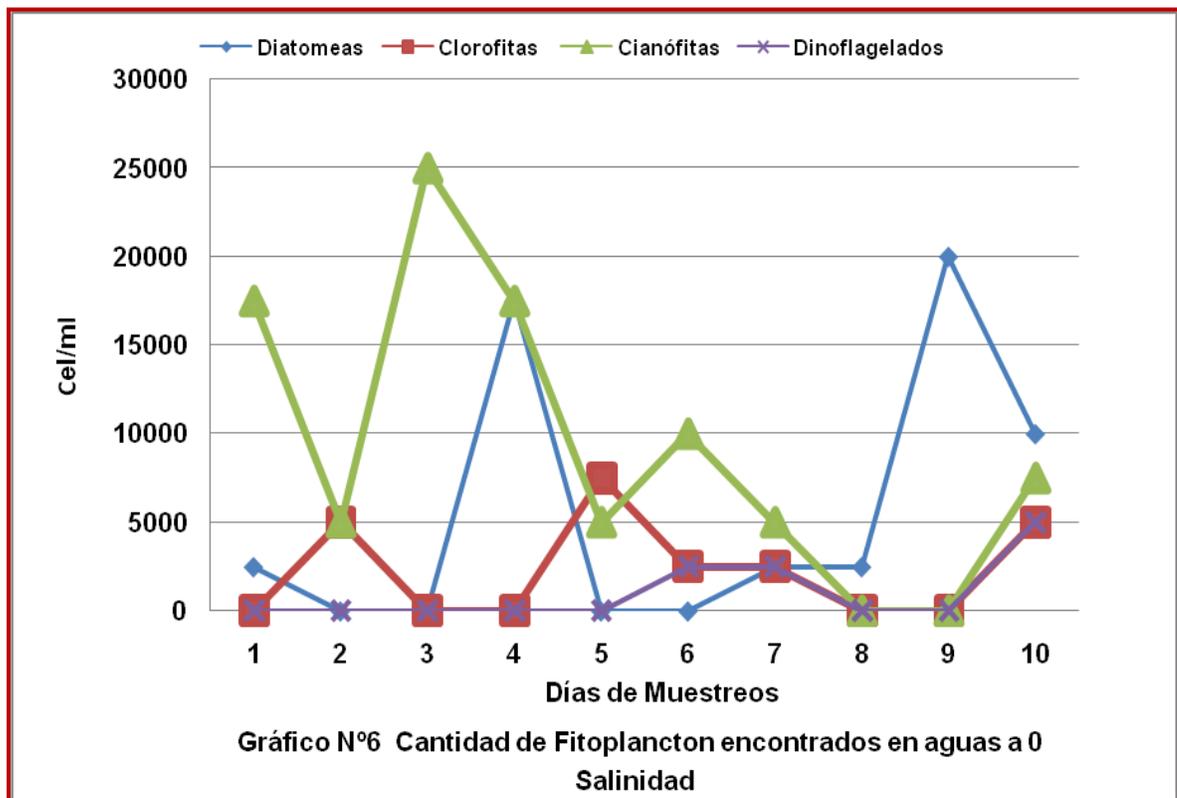




En el tratamiento 3 de la pila número 11 con, 0 S‰, el grupo de fitoplancton que más predominó durante el muestro fueron las Cianófitas con una cantidad de 25,000 cel/ml en segundo lugar fue el grupode las Diatomeas con 20,000 cel /ml luego se encontraron las Clorofitas con 7,500 cel/ml y encontrandose en menor cantidad los Dinoflagelados con 2,500 cel/ml. Ver grafico N°6

Según Herrero, A. Flores, E, 2008. Las clorofitas o algas verdes y las cianófitas se pueden encontrar tanto en agua dulce como en ambiente marino pero tienen la condición de aumentar población en el invierno cuando las salinidades son bajas (hasta tener lectura de 0 S‰). Las diatomeas y dinoflagelados pueden vivir tanto en mares como en ambientes dulce acuícola pero en verano las poblaciones tienden a incrementar por las altas salinidades.

Estos resultados obtenidos son adecuados debido a que las Clorofitas y Dinoflagelados se encuentran en densidades poblacionales bajas y adecuadas para no afectar el crecimiento de los organismos acuáticos. Mientras que el grupo de las Cianófitas y Diatomeas se encuentran en una abundancia que está dentro de lo permisible para el buen crecimiento de los organismos acuáticos.



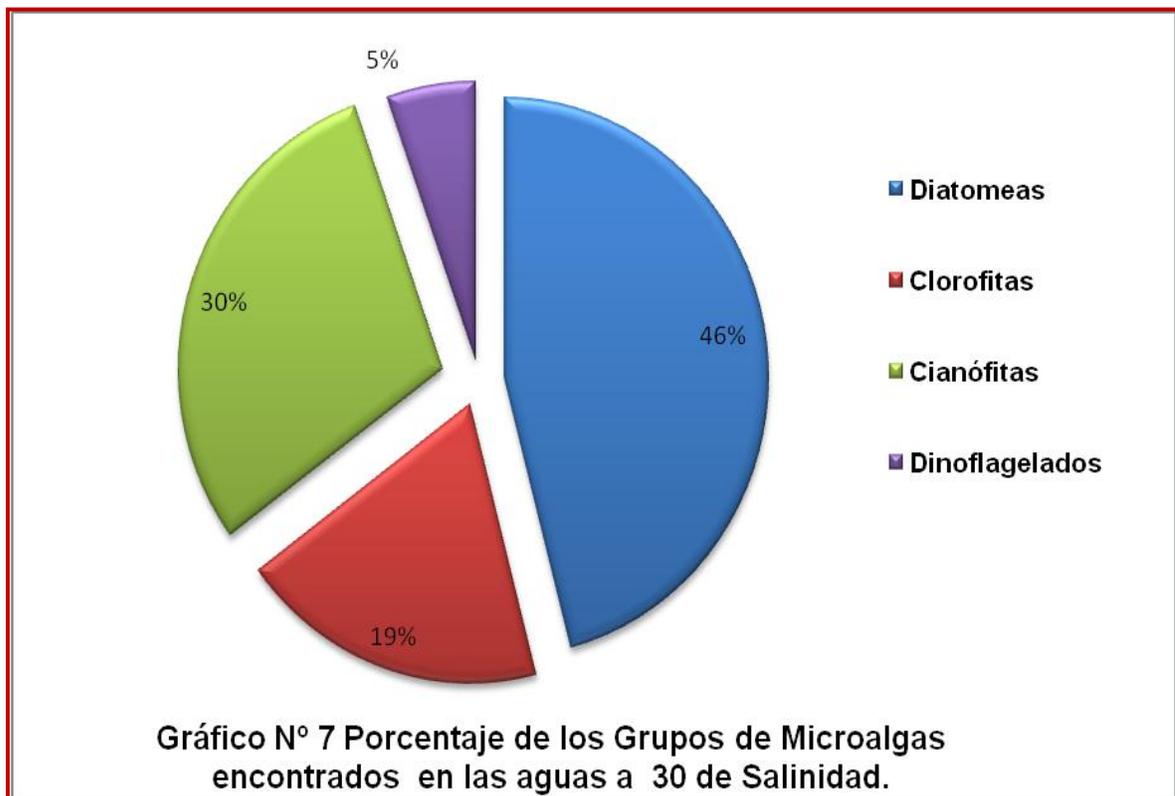


Porcentaje de Grupo de Fitoplancton encontrados en cada Tratamiento

En el gráfico N° 7 con 30S‰ podemos observar que hubo mayor presencia de Diatomeas durante los muestreos encontrándose con el 46% (6 especies encontradas) seguida las Cianófitas con el 30% (3 especies encontradas) seguido las Clorofitas aparecieron con el 19% (2 especies encontradas) y por último los Dinoflagelados con 5% (1 especie encontrada).

Según Alvarez Arellano H,1994 las diatomeas son las que más se usan en los laboratorios marinos comerciales, son los de mayor importancia acuícola por su alto contenido proteico.

Con estos resultados obtenidos podemos concluir que a salinidad 30 las Diatomeas con el 46%,Cianófitas con el 30% ,Clorofitas con el 19% y los Dinoflagelados con un 5% fueron las que predominaron, creciendo en cantidades moderadas para la nutrición de los organismos acuícolas.

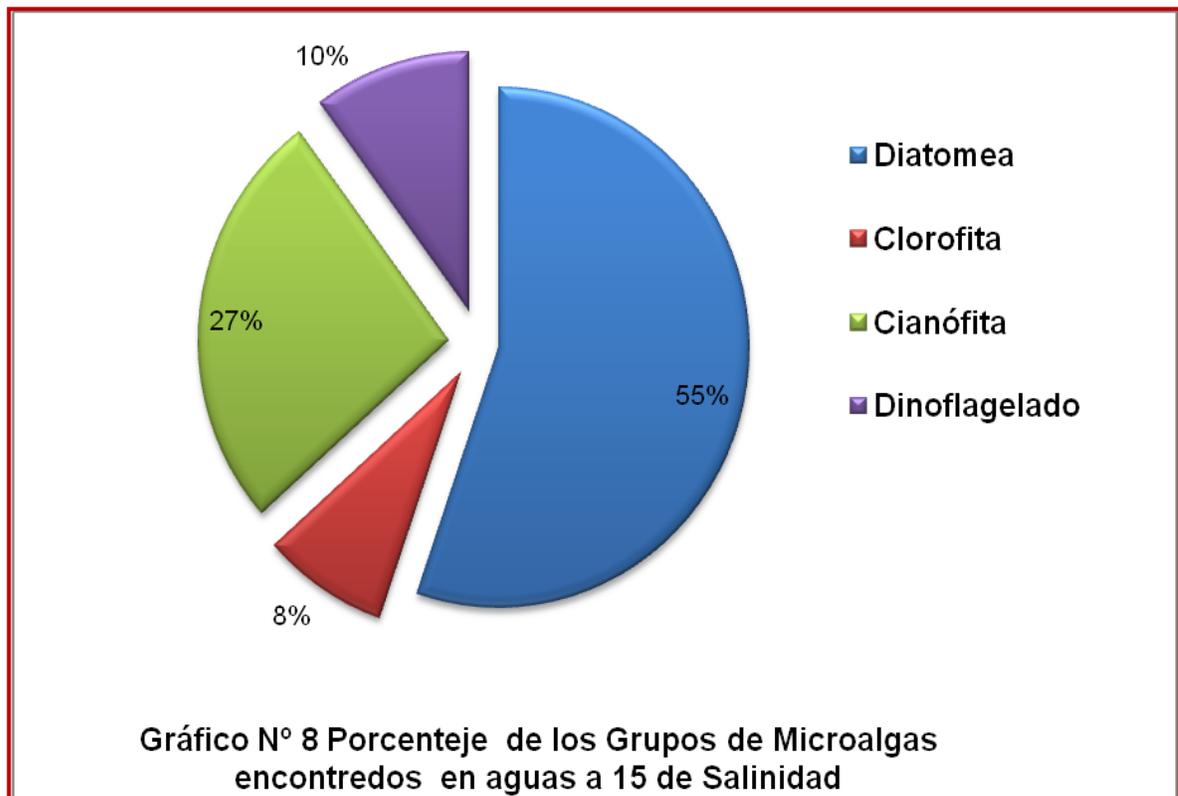




En el gráfico N° 8 con 15 S‰ podemos observar que hubo mayor presencia de Diatomeas durante los muestreos encontrándose con el 55% (8 especies encontradas) seguida las Cianófitas con el 27% (5 especies encontradas) seguido los Dinoflagelados aparecieron con el 10% (2 especies encontradas) y por ultimo las Clorofitas con 8% (1 especie encontrada).

Según Villalón 1994, las diatomeas y cianófitas proliferan en aguas con mayores nutrientes.

Con estos resultados obtenidos podemos concluir que a salinidad 15 las Diatomeas con el 55% y Cianófitas con el 27% fueron las que predominaron, logrando obtener una buena calidad de agua y por lo tanto buenas concentraciones de diatomeas para una buena nutrición de los organismos en cultivo.

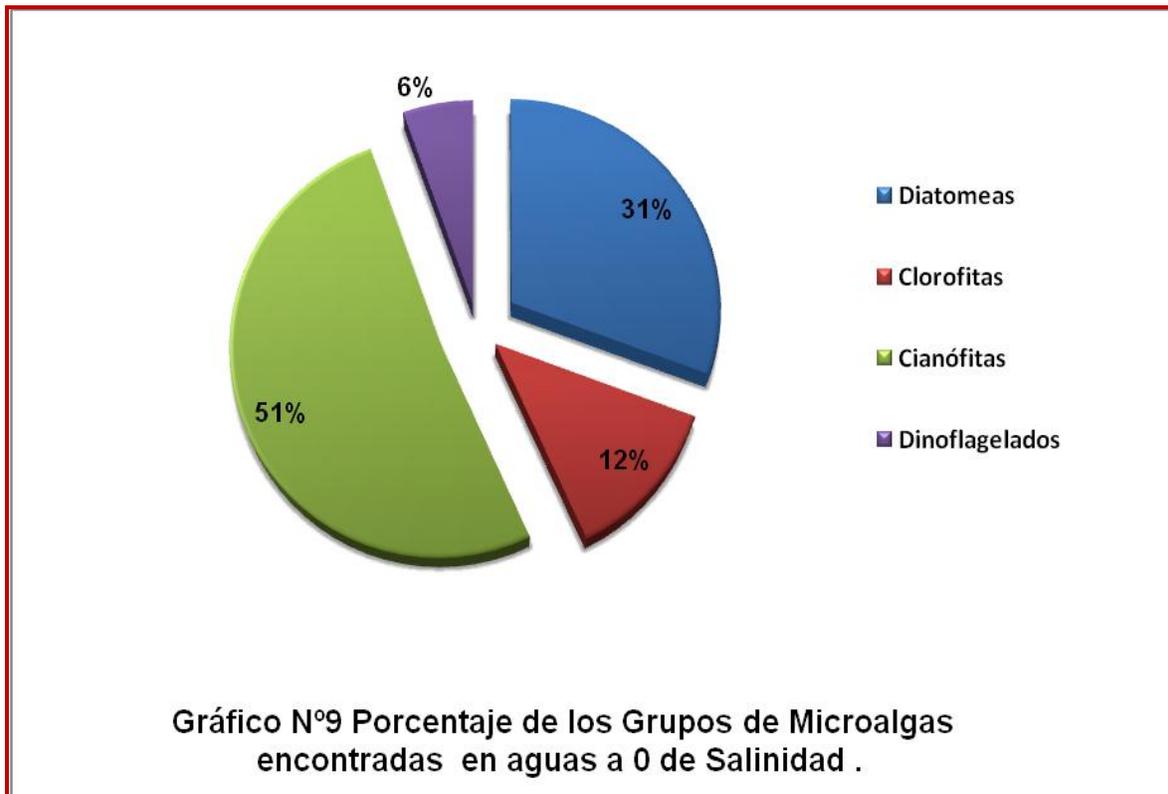




En el gráfico N° 9 con 0 S‰ podemos observar que hubo mayor presencia de cianófitas durante los muestreos encontrándose con el 51% (5 especies encontradas) seguida las diatomeas con el 31%(4 especies encontradas) seguido las clorofitas aparecieron con el 12%(2 especies encontradas) y por último los dinoflagelados con 6%(2 especie encontrada).

Según Chen Chieh Chun 1997, señala que las cianófitas y clorofitas presentan mayor presencia en periodo de invierno cuando las salinidades bajan a (0 salinidad) debido a la mayor concentración de agua dulce en los estanque.

Con los resultados obtenidos podemos concluir que a 0 salinidad las cianófitas con el 51% fueron el grupo que más predominó, sin embargo este grupo de algas son indeseadas para la acuicultura ya que compiten con dichos organismos por el oxígeno en su respiración.





Relación entre el color de las aguas y el grupo de fitoplancton presente.

En la fotografía del tratamiento 1 con 30 S‰ el grupo de fitoplancton que más predominó fueron las Diatomeas con 7,500 cel/ml y en segundo lugar las Cianófitas con 5,000 cel/ml encontrándose las Diatomeas con 6 especies y las Cianófitas con tres especies.

Según Herrera C.2012.El color verde claro este color se debe al crecimiento de algas verdes.

Con los resultados obtenidos se puede concluir que el color del agua evidencia un buen crecimiento de las microalgas, con bajas densidades poblacionales. La calidad del agua aquí es media debido a que el color deseado del agua en acuicultura es verde amarillento.



Coloración del agua de la pila 5: Verde Claro

Grupo de fitoplancton encontrado:

Diatomeas

Nitzchia
Pleurosigma
Diplonéis
Navícula
Spirulina
Biddulphia

Cianófitas

Oscillatoria
Anabaena
Spirulina

Dinoflagelados

Euglena

Clorofitas

Pediastrum
Carteria



En la imagen del tratamiento 2 con 15 S‰ el grupo de fitoplancton que más predominó fue el grupo de las diatomeas con 15,500 cel/ml obteniéndose 8 especies tales como Nitzchia, Pleurosigma, Navícula, Diplonéis, Skeletonema, Biddulphia, y en segundo lugar encontrándose el grupo de las cianófitas con 12,500 cel/ml y 5 especies tales como: Lyngbya, Anabaena, Anabaenopsis, oscillatoria, spirulina.

Según Herrera S.C. 2009, el color verde amarillento es dado por las diatomeas.

Por los resultados obtenidos se puede concluir que el color del agua es adecuado para el crecimiento de microalgas. La calidad del agua aquí fue buena debido a que se obtuvo el color deseado en las aguas utilizadas en acuicultura



Coloración del agua de la pila 7: Verde Amarillento

Grupo de fitoplancton presente.

Diatomeas

Navícula
Nitzchia
Amphora
Cyclotella
Pleurosigma
Diplonéis
Surirella
Coscinodiscus

Cianófitas

Lyngbya
Anabaena
Anabaenopsis
Oscillatoria
Spirulina

Dinoflagelados

Euglena
Prorocentrum

Clorofitas

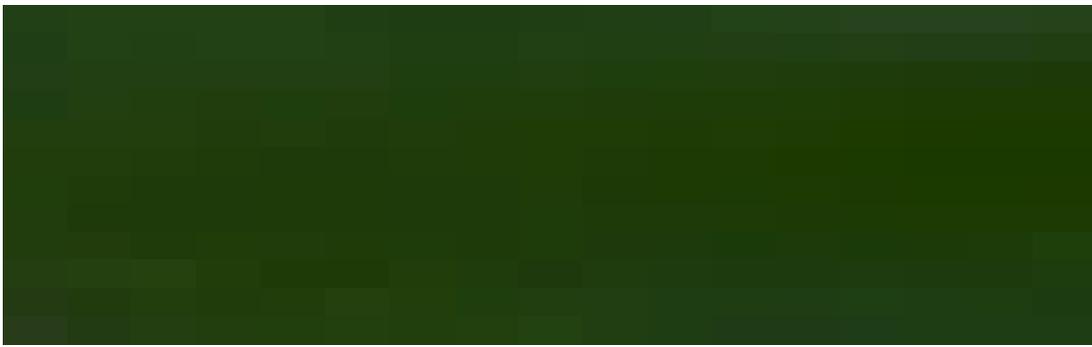
Synechococcus



En la composición fotográfica del agua del tratamiento 3 con 0 S‰, el grupo de fitoplancton que más predominó fueron las Cianófitas con 25,500 cel/ml con 5 especies y en segundo lugar las Diatomeas con 20,500 cel/ml con 4 especies.

Según Herrera C.2012. El Color verde oscuro se debe al rápido desarrollo de las algas azul-verdosas.

Con los resultados obtenidos se puede concluir que el color del agua evidencia el crecimiento de especies de microalgas no deseadas (Cianófitas) para el cultivo de organismos acuáticos, debido a que compiten con dichos organismos por oxígeno en su respiración. La calidad del agua aquí fue mala debido a que este grupo no es muy deseado para el cultivo de organismos acuícola.



Coloración del agua de la pila 11: Verde Oscuro

Especies encontrada:

Diatomeas	Cianófitas	Dinoflagelados	Clorofitas
Amphora	Oscillatoria	Euglena	Microspora
Pleurosigma	Spirulina	Gymnodinium	Carteria
Biddulphia	Anabaena		
Coscinodiscus	Lyngbya		
Peritrichos			



VI-CONCLUSIONES

1. En Factores físico – químicos se puede concluir que en las condiciones en las que fueron encontradas las microalgas presentaron un comportamiento similar en los tres tratamientos, la temperatura en las pilas oscilaron entre 28°C - 33°C, la salinidad del tratamiento 1 se mantuvo en 30 S‰, el tratamiento 2 se mantuvo en 15 S‰ y en el tratamiento 3 se mantuvo en 0 S‰ durante el muestreo y el pH en las pilas oscilaron entre (6.9-8.5).
2. Para lograr obtener la salinidad del tratamiento dos se realizó un recambio de agua del 50 %, las aguas a 15 S‰ de la pila N° 7 son las mejores para el crecimiento de las microalgas en los estanques acuícolas, ya que los grupos de microalgas que se encontraron durante los muestreos fueron las Diatomeas con 11 especies encontrándose con mayor frecuencia (Navícula, Nitzchia Pleurosigma, Biddulphia, Amphora, Skeletonema, Peritricho). Las Cianófitas se encontraron con 5 especies pero las más frecuente fueron (Lyngbya, Anabaena, oscillatoria, spirulina). Clorofitas se encontraron con 4 especies (Synechococcus, Pediastrum, Carteria, Microspora y Dinoflagelados el cual se encontraron 3 especies tales como Euglena, Prorocentrum, Gimnodium.
3. Las coloraciones de las aguas que se encontraron fueron verde claro en la pila N°5 con 30S‰, el cual predominaron las diatomeas y cianófitas obteniendo cantidades que no afectan el crecimiento de las especies en cultivo, verde amarillento en la pila N°7 con 15 S‰ ,el cual hubo mayor presencia de diatomeas, encontrándose las cantidades deseadas para el crecimiento y nutrición de las especies en cultivo, y verde oscuro en la pila N°11 con 0 S‰, el cual predominó el grupo de las cianófitas este grupo no es deseado en los estanques de cultivo debido a que compiten con las especies en cultivo por el oxígeno.
4. De acuerdo a los estudios realizados en este experimento se concluye que la hipótesis de este trabajo se acepta debido a que el fitoplancton si es importante para la crianza de camarones *Litopenaeus Vannamei* y rica en nutrientes para su crecimiento.



VII- RECOMENDACIONES.

- 1- Realizar monitoreos diario de los factores físico-químicos preferiblemente a la misma hora y por una persona que este capacitada para manejar los instrumentos y datos obtenidos para que así se lleve un control de cada monitoreo y evitar problemas ocasionados por los factores físico-químico.

- 2- Hacer análisis de fitoplancton semanalmente 2 veces por semana para determinar si los grupos de algas existentes en los estanques son deseados para la nutrición de los organismos en cultivo y así evitar proliferaciones de fitoplancton que pueda poner en riesgo a los organismos en cultivo y llevar un control de las densidades de fitoplancton en los estanque.

- 3- Mantener una buena calidad de agua en los estanques donde están los organismos en cultivo para garantizar buena calidad y cantidad de fitoplancton deseado en los estanques.



VIII -BIBLIOGRAFÍAS.

- Álvarez Arellano, H.G. 1994. Folleto de algas, Aspectos biológico general. Capítulo 1 y 2 (En línea) Impreso en Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Documento en formato pdf. Disponible en: http://www.cenaim.espol.edu.ec/publicaciones/algas/capitulo_1.pdf. consulta: En junio 2012 pág. 3-8.
- Boyd, C, E. and D.gautier.2000.effluent composition and water quality standards Global aquaculture Advocate Department of Fisheries and Allied Aquaculture. Auburn University, Alabama 36849usa.
- Boyd, C.E. 1996. Chlorination and water quality in aquaculture ponds. World Aquaculture 27(3): 41-45.)
- Chen Chieh Chun. 1997. MEDE-PESCA. Monitoreo del control de la calidad del fitoplancton, Misión técnica agropecuaria de la república de China. Pág. 3-12.
- Chen, C.1995 Monitoreo de control de calidad de agua en cultivo de peneidos. II Encuentro nacional de productores de camarones de cultivo. Misión China en Nicaragua.
- Claude Boyd. 1996. Potencial del Nitrato de sodio para mejorar las condiciones ambientales de las piscinas de Acuicultura. pág. 19-22
- Clifford, Henry C.1992.Manejo de estanques camaroneros (a case study in marine shrimp.pond manegement), C&C .a acuiculture service po.box .160.cristalriver, florida 34423 usa.
- Daintith & Tootill. 1983 Diccionario de Biología.
- González Reyes, A. 2000. Alternativas de cultivo de microalgas. Ecuador
- Hernández Marine, M. 1979. Influencia del pH sobre las algas edáficas. Acta Botánica Malactiana ,5:15-20, Vol. V. Málaga. pág. 15-17.
- Herrera S, C. 2009. Guía para una Camaronicultura sostenible, bajo régimen de buenas prácticas Acuícolas. Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León. León, Nicaragua. Folleto impreso: 84 Pág.
- Herrera S, C.2012. CALIDAD DE AGUA. Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León. León, Nicaragua. FOLLETO DEL CURSO CALIDAD DE AGUA.



- Herrera, C.2012. Factores físicos-químicos del agua de los estanques camaroneros. Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León. León, Nicaragua. FOLLETO DEL CURSO CALIDAD DE AGUA.
- Herreras, S, C.2010. LARVICULTURA. Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León. León, Nicaragua. FOLLETO DE LARVICULTURA.
- Herrero A, Flores E. 2008. The Cyanobacteria: Molecular Biology, genomics and evolution (1st edición).CaisterAcademicPress.ISBN 978-1-904455-15-8
- Lin .F.1995.Monitoreo del fitoplancton en estanque de cultivo de camarones. Misión china en Nicaragua.
- Martínez E, Herrera C 2012 .FITOPLANCTON Y PRODUCTIVIDAD NATURAL. Facultad de ciencias y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León. León, Nicaragua. FOLLETO DEL CURSO FITOPLANCTON Y PRODUCTIVIDAD NATURAL.
- Martínez E. y Zapata B.1997. Aprovechamiento del alimento natural para el engorde del camarón e importancia del control y análisis de los parámetros. IV Encuentro Nacional de Productores Camaroneros de Cultivo. El viejo, Chinandega.
- Martinez, E. Herrera C, 2009. Guía para una Camaronicultura sostenible, bajo régimen de buenas prácticas Acuícolas. Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León. León, Nicaragua. Folleto impreso: 84 Pág.
- Martínez, E. Zapata.1997.Tercer encuentro camaronero. Nicaragua.
- Martínez, E.1999.Fitoplacnton. Universidad Centroamericana. Facultad de Ciencias y Tecnología. Centro de Investigaciones del Camarón.
- Odum, E.1982, Ecología, III, México DF.
- Prado, M.2007. Fitoplancton y Vegetación Acuática. Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León. León, Nicaragua. FOLLETO DEL CURSO FITOPLANCTON Y VEGETACION ACUATICA.
- Rivas. K, Carpio.M 2010. Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura del Estado Sucre (FIDAES), Cumaná, Venezuela. Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Núcleo de Sucre, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.



Saavedra, M. A. (2006).- Texto de Asignatura Producción Agropecuaria y Acuícola. Carrera Ingeniería Industrial. Departamento de Tecnología y Arquitectura. Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. Marzo, 2006.

Santamaría, L y García E. 1991. Parámetros importantes en la calidad de agua del cultivo de organismo acuático en estanque de agua salobre. Manual técnico dirección nacional de extensión agropecuaria. Panamá.

Uribe, E.1997.Tecnología del cultivo de microalgas .En: curso internacional en cultivo de moluscos. Universidad del norte, jica, Coquimbo, Chile.

Villalón, R, J .1994.Manual práctico para la producción comercial semi-intensiva de camarones marinos .Texas A & M. University Sea Grant Collage program. Impreso en los estados unidos de América. pag.110.

SITIOS WEB.

1. <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r37351.PDF>,
PLANCTON: IMPORTANCIA Y CLASIFICACIÓN.
Citado el 12 de junio del 2012 a las 9:38am

2. <http://www.ojocientifico.com/3718/el-plancton-y-su-importancia-para-los-sistemas-ecologicos>. citado el 12 junio del 2012 a las 9:51 am

3. http://es.scribd.com/ciprian_inurreta/d/51626063-El-fitoplancton-en-los-estanques-de-acuicultura. citado el 20 de junio 2012 a las 9:24 am

4. <http://es.scribd.com/doc/72876929/FITOPLANCTON>
Citado el 23 de junio de 2012 a las 9: 53am

IX- ANEXOS.

Instalaciones del laboratorio LIMA



Instrumento para medir factores físico-Químico.

PHmetro



Salinometro



Termómetro



Instrumentos para análisis de fitoplancton

Probeta 250ml



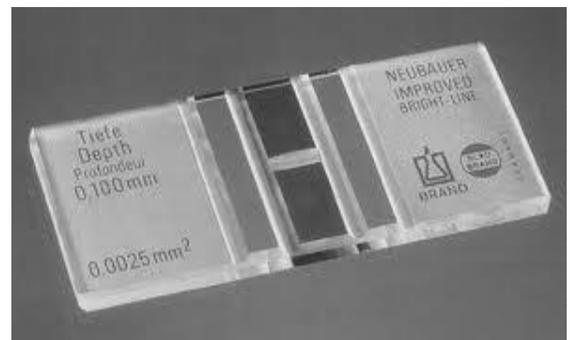
Gotero



Microscopio



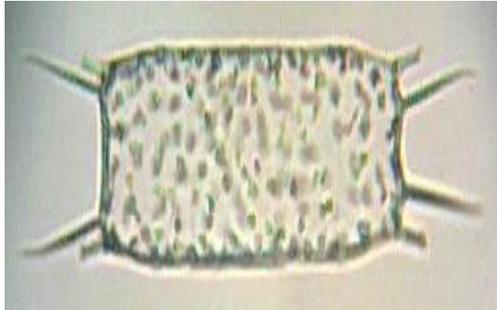
Cámara newbauer





Especies de algas encontradas

DIATOMEAS



BIDULFIA



CHAETOCERO



NITZCHIA



SKELETONEMA



PLEUROSIGMA



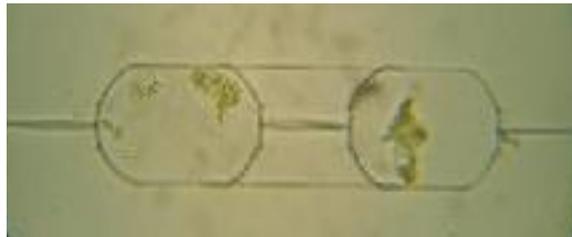
DIPLONEIS



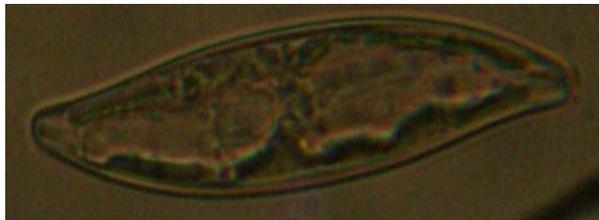
AMPHIPORA



CYCLOTELLA



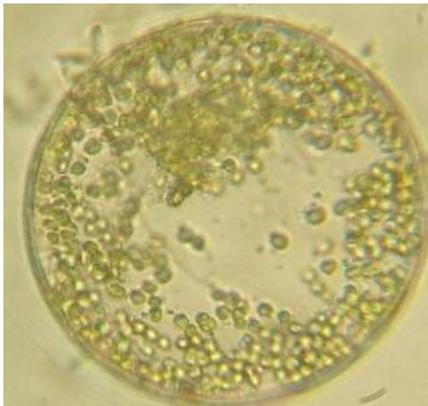
STEPHANOPYSIS



NAVICULA



AMPHORA



COSCINODISCUS



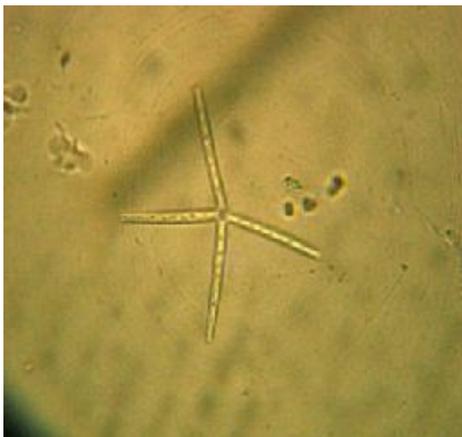
THALASSIONEMA



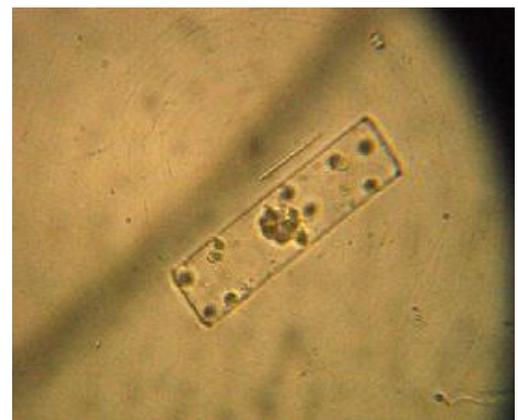
CLODATELLA



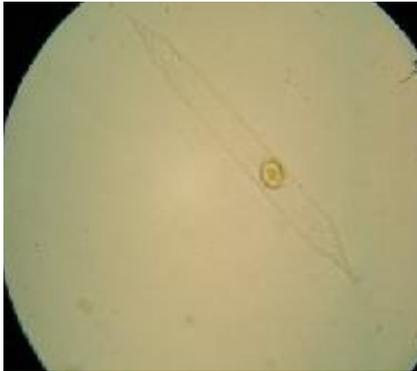
THALASSIOSIRA



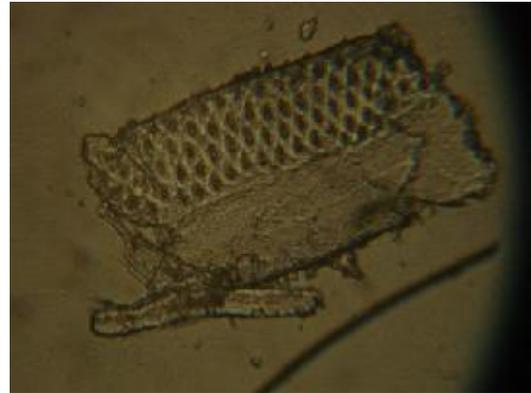
THALASIOTRIX



LECTOCYLINDRUS

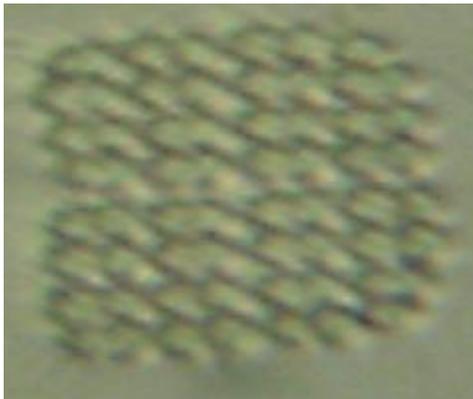


RHIZOLENIA



MELOSIRA

CIANÓFITAS



MERISMOPEDIA



ANABAENA



OSCILLATORIA



CLOROFITA



TETRAEDROM

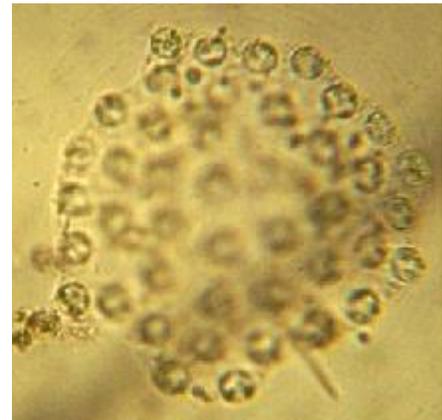


TETRASELMIS

DINOFLAGELADOS



PROROCENIRUM



GIMNODINIUM



INFORME DEL ESTUDIO FITOPLANCTONICO

COOPERATIVA: _____

Nº DE ESTANQUE: _____

FECHA: _____

GRUPO	DENSIDADES ENCONTRADAS	CANTIDAD ESTANDAR MINIMA	CANTIDAD ESTANDAR MAXIMA
DIATOMEAS		20,000
CLOROFITAS		50,000
CIANOFITAS		10,000	40,000
DINOFLAGELADOS		500
TOTAL DE FITOPLANCTON		80,000	300,000
PROTOZOOS		10	150
ZOOPLANCTON		2	50
ESPECIES MAS IMPORTANTES			
Disco de Secchi			
Profundidad de la Muestra			
Color del agua			
Salinidad			
Oxígeno disuelto			

OBSERVACIONES.
