

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
NICARAGUA
UNAN-LEÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**



**TEMA:
DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE TRES TIPOS DE
FERTILIZANTES EN EL CRECIMIENTO DE ALGAS COMO
ALIMENTO PARA EL CAMARÓN.**

Previo para optar al título de Licenciado en Biología.

PRESENTADO POR:

**Bra. Glenda Carelia Somarriba Castillo.
Bra. Yadira del Carmen Martínez Valverde.**

TUTOR: Dr. Evenor Martínez González.

León, Nicaragua, octubre 2003.

I. INTRODUCCIÓN.

Las algas forman un gran conjunto heterogéneo de plantas (con diferencias en estructuras y formas). La exuberante vida vegetal del océano, especialmente las diminutas algas que forman el plancton; comprenden todas las hierbas marinas y sus parientes de aguas dulces entre las que se encuentran formando las espumas de estanques, diatomeas y muchas otras algas verdes simples de aguas saladas y dulces, algas café y algas rojas.¹

Las algas tienen una larga historia de fósiles, algunas de ellas extendiéndose posiblemente hasta el origen de las plantas celulares fotosintéticas. Constituyen la fuente original en la productividad de los mares por ser el primer eslabón de la cadena alimenticia; son el alimento natural para el camarón, éstos al igual que otros crustáceos requieren del fitoplancton como alimento durante los primeros estadios larvarios. El crecimiento del camarón en el estanque depende directamente de la cantidad y la calidad del alimento natural producido en éste, del grado de suplementación con alimento manufacturado y tasa de recambio de agua.²

La fertilización del agua en los estanques se lleva a cabo si la calidad de ésta lo necesita. El uso de fertilizantes tiene como propósito principal, generar alimento natural y optimizar el consumo de alimento balanceado, con ellos se trata de hacer que en el estanque permanezca un estado de eutroficación permanente y controlado que permita a los organismos que viven en el fondo del estanque crecer y estar disponibles en la cadena trófica de los camarones, contando desde luego, con las cantidades adecuadas de nutrientes que las algas necesitan para llevar a cabo la fotosíntesis.

¹ (Larvinic 2001)

² (Martínez, E. 2002)

La fertilización se encarga de poner a disposición las concentraciones adecuadas de estos nutrientes como el fósforo y el nitrógeno, también consiste en facilitar el desarrollo de fitoplancton mediante un aporte de nutrientes: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Además se toma como factor dependiente de la estación del año, en invierno su uso y dosificación disminuye considerablemente por el efecto de las lluvias sobre los estanques; mientras que en verano el uso del fertilizante aumenta.³

Este estudio se realizó con el objetivo de determinar la eficiencia de tres tipos de fertilizantes que fueron aplicados a las algas; para establecer así diferencias y observar el desarrollo y crecimiento de éstas con el fertilizante aplicado.

³ (Martínez, 2002).

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Determinar el tipo de fertilizante más efectivo para el crecimiento de algas que tienen su hábitat en estanques camaroneros.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Identificar los géneros de algas que abundan en cada condición experimental.
2. Evaluar la dinámica de poblaciones de algas en cada uno de los tratamientos.
3. Valorar el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento poblacional de algas.

III. LITERATURA REVISADA.

El fitoplancton es uno de los grupos marinos más abundantes e importantes en la ecología de los estanques camaroneros. Las algas son consideradas como un valioso elemento alimenticio para sostener el crecimiento del zooplancton y demás eslabones de la cadena alimenticia incluyendo a los camarones en sistemas extensivos y semi-intensivos.⁴

Las algas tienen la capacidad de asimilar energía lumínica y absorber los nutrientes del agua y por medio de la fotosíntesis producir biomasa y oxígeno. Son cosmopolitas ya que son abundantes en agua dulce, salobre y salada. Su tamaño varía de 10 a 80 micras. Son plantas simples, clorofílicas, pertenecientes a la división de las talófitas; son los vegetales pluricelulares más sencillos ya que es una agrupación de células con cierta diferenciación similares a raíces, hojas o tallos.

Morfológicamente, (en forma y estructura); son plantas celulares que crecen como células individuales o agregaciones aunque éstas todavía son relativamente indiferenciables en órganos y solamente en los géneros más complejos se encuentran tejidos conductores. Sin embargo, la gama de formas es vasta, desde células diminutas de unos cuantos micrómetros en diámetro hasta las grandes algas marinas del Antártico.⁵

La estructura de las algas es muy variable, las hay unicelulares, pluricelulares, móviles, inmóviles, etc. Suelen ser de tamaño microscópico y de contorno distinto, viven agrupadas en colonias o cenobios, filamentosos, esféricos o planos. Las unicelulares y otras de mayor tamaño que flotan libremente, constituyen una parte importante del **plancton**. Las pluricelulares tienen células ordenadas de un extremo a otro formando filamentos continuos o ramificados como un tejido, parecido al parénquima de las plantas superiores. Su tamaño varía desde longitudes microscópicas a las que miden cientos de metros.

⁴ (Martínez, Herrera. 1999)

⁵ Larvinić 2001

Las algas presentan una diferencia relativamente pequeña en sus tejidos y carecen de tejido leñoso, de floema y de otros tejidos característicos de las plantas superiores, carecen de verdaderos tallos, raíces y hojas. Son los únicos organismos capaces de extraer el alimento del anhídrido carbónico y de los minerales que absorben del agua.⁶

Las algas marinas viven hasta la profundidad donde llega la luz solar. En las orillas se encuentran las algas verdes, que también viven en aguas continentales y estancadas. Las algas pardas viven a mas profundidad y las rojas pueden llegar hasta 100 metros en aguas tropicales.

Aunque generalmente restringidas a un tipo de hábitat óptimo algunas especies se adaptan fácilmente a condiciones ambientales extremas, algunas se encuentran en ojos de agua calientes, casi hirviendo (85 grados Celsius aproximadamente), otras en la nieve; aunque la mayoría habita en las capas superiores del agua dulce y marina.

3.1. REPRODUCCIÓN DE LAS ALGAS.

La reproducción de las algas puede ser asexual por división celular o por formación de esporas capaces de germinar para dar origen a otro individuo, o puede ser sexual mediante la unión de gametos (macho o hembra). Las algas unicelulares se reproducen asexualmente por fisión, que es la división del cuerpo progenitor en dos partes hijas más o menos iguales.⁷

Los ciclos reproductivos de las algas tanto sexuales como el asexual son muy diversos. Los filamentos y otras formas multicelulares se pueden reproducir por fragmentación o a través de la liberación de zoosporas a partir de células vegetativas comunes. Según las especies pueden presentarse uno, dos o todos los tipos de reproducción.

⁶ Internet.

⁷ (Salazar, L. 1997)

3.2. CICLO DE VIDA.

Los ciclos reproductivos sexuales de la mayoría de las algas se pueden agrupar en tres ciclos de vida, principalmente la meiosis cigótica, meiosis gamética y meiosis esporica. Estas meiosis difieren entre sí, en el punto en que ocurre la meiosis y en la etapa de la ploidía (haploide o diploide) del organismo maduro.⁸

3.2.1 MEIOSIS CIGOTICA.

El individuo maduro es haploide, la única célula diploide del ciclo es el cigoto y la meiosis ocurre después de la germinación del cigoto. En este tipo de ciclo el cigoto suele sufrir un período de latencia, un estado en el cual las algas tienen la capacidad de soportar condiciones ambientales adversas.

3.2.2 MEIOSIS GAMETICA.

El individuo maduro es diploide, la meiosis ocurre durante la formación de los gametos; siendo éstos las únicas células haploides. El cigoto germina por lo general sin pasar por un período de latencia.

3.2.3 MEIOSIS ESPORICA.

Los individuos de vida libre pueden ser haploide o diploides, apareciendo en una alternancia de generaciones. La fase haploide libera gametos que se fusionan para formar el cigoto que a su vez crece en la fase diploide. La meiosis ocurre durante la reproducción de las esporas haploide en el esporofito.

3.3 DINAMICA DEL FITOPLANCTON

⁸ Larvinic 2001.

El análisis del fitoplancton debe estar acompañado de la determinación de la concentración de los principales nutrientes en el agua, así como también del pH, oxígeno disuelto, transparencia. El conocer la cantidad y cuales especies se encuentran en los estanques da al acuicultor una información valiosa del alimento natural a disposición de la cadena trófica y de los camarones de los estanques. Cuando las densidades de algas en los estanques son bajas podríamos aducirlo a una disminución de las cantidades de nutrientes en el estanque: sin embargo, también podría ser debido a bajo pH que limitan la disposición del carbono inorgánico para la fotosíntesis⁹.

3.4 SALINIDAD:

Se refiere a la concentración total de todos los iones (sales) disueltos en el agua. Las sales disueltas en el agua, ejercen una presión osmótica sobre los organismos vivos, una presión osmótica elevada puede provocar fenómenos de difusión a través de las paredes celulares a nivel de las branquias, lo que puede ocasionar la muerte de esas células. Cuando la salinidad baja en los estanques se ha encontrado un aumento en la cantidad de Clorófitas; *Carteria*, *Coelastrum*, *Crucigenia* y *Dyctiospherium*, *Oocystis*, *Chlorella*, *Chlamydomonas*, entre otras; también pueden aparecer las *Euglenophytas* a salinidades por debajo de 15‰ y pueden verse capas verdes en suspensión¹⁰. Según Martínez, 1994; citado por Herrera, C.1999 la salinidad afecta la sobrevivencia y el crecimiento de los camarones en cultivos, combinando salinidad y temperaturas severas inhiben la alimentación de los camarones.

También, influye en el metabolismo, crecimiento y reproducción, la falta de oxígeno también influye en el metabolismo de los camarones (la deficiencia en oxígeno en concentraciones menores a 3mg de oxígeno disuelto sobre litro tiene un efecto negativo sobre el crecimiento).

⁹ Martínez, 1997.

¹⁰ Méndez, M.2000

3.5. OXÍGENO DISUELTO:

Es el factor más importante en los ecosistemas acuáticos: es una variable dependiendo de la temperatura, salinidad y materia orgánica e inorgánica; así como el ritmo de producción y ritmo de consumo del mismo. Constituye el 35% del volumen total de gases disueltos en el agua, es indispensable para la respiración de los organismos y facilita la degradación de la materia orgánica detrítica y la realización de los ciclos Bioquímicos. La principal fuente de producción de oxígeno en los estanques es el fitoplancton¹¹.

3.6. PH:

Es la medida de la acidez o basicidad del agua. La varía de 1 a 14 pasando por 7 que es el punto neutro. Está relacionado con cambios en el ambiente físico y biológico del estanque. El pH o logaritmo de la concentración de iones de hidrógenos del mar es alcalino y generalmente próximo a 8.2 Un aumento considerable en el pH, puede provocar un desequilibrio en los niveles de amoníaco y sulfuro de hidrogeno. La baja acidez también afecta la fertilidad y producción natural de alimento¹².

3.7 CRECIMIENTO DINÁMICO DE ALGAS.

El crecimiento de algas puede ser explicado en términos de la *división de la célula*. Cuando hay nutrientes adecuados en el agua de los estanques, los asentamientos de algas demostrarán un crecimiento como el que es demostrado en la siguiente figura:

¹¹ Berry, G. 2000

¹² Herrera, 1999



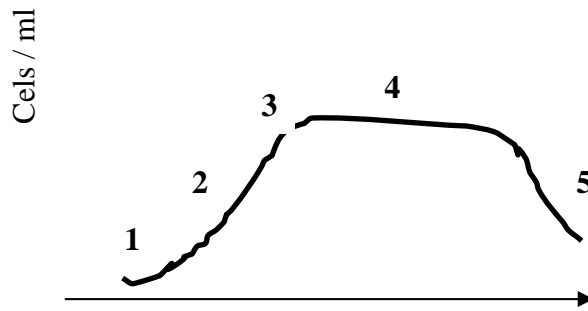


Fig.1. Dinámica de crecimiento de algas.
(Tomado de Villalón, J. 1994)

Una explicación sumaria de la dinámica de población algal es la siguiente según Fox, 1983 citado por Villalón, J. 1994:

La primera fase es conocida como la **fase retardada**. Ésta no está entendida completamente pero pudiera ser atribuida a un aumento en el tamaño de células sin la división de las mismas.

La segunda fase es referida como la **fase exponencial**, durante la cual las células están creciendo y dividiéndose rápidamente.

La tercera fase es llamada la **fase de decaimiento del crecimiento relativo** y ocurre cuando hay una reducción de un nutriente en particular.

La cuarta fase es conocida como la **fase estacionaria**, se caracteriza cuando la proporción de crecimiento de algas equilibra el nutriente limitante en el agua.

La última fase es conocida como la **fase muerta** y es usualmente acompañada con una disminución de los nutrientes en extremas proporciones. Aunque esta fase raramente ocurre en sistemas de estanques, el objetivo del proceso de fertilización es el de mantener el alga en la segunda etapa de desarrollo o cuando está creciendo exponencialmente.

Un programa de fertilización rutinario disminuirá las posibilidades de alcanzar la tercera fase de decaimiento del crecimiento relativo debido a la reducción de la presencia de nutrientes.

3.8 GRUPOS DE ALGAS MÁS REPRESENTATIVAS.

➤ **CYANOPHYTAS O ALGAS VERDE AZULES:** son algas unicelulares coloniales o formando ramas filamentosas; no hay cloroplastos, los pigmentos en apariencia se distribuyen en todo el protoplasma siendo más denso en la región periférica de la célula. Entre los pigmentos más importantes están la clorofila, 3 carotenos de 2 a 15 xantofilas (no necesariamente presente en todas las formas) ficoheritrina, ficocianina; en general la célula esta rodeada de una membrana gelatinosa conteniendo pseudovacúolas que refractan la luz y lo cual le da el color verde, verde-azul, violeta, color canela, marrón y morado, faltas de un núcleo definido.¹³

Géneros encontradas:

Oscillatoria, Anabaena, Spirulina, Anabaenopsis, Gregarinas, Chroococcus, Gloeocapsa, Eucapsis, Anacystis, Synechococcus, Miicrocystis, Merismopedia.

➤ **CLOROPHYTAS O ALGAS VERDES:** son algas unicelulares, coloniales o filamentosas, pueden flotar, nadar o ser estacionarias, estas células contienen cloroplastos en los cuales las clorofilas son predominantes y en la cual hay generalmente brillo, su cuerpo almacena almidón, en el pirinoide, los pigmentos son las dos clorofilas(a y b) de 2 a 6 carotenos; posiblemente 10 xantófilas y con carotenoides rojos algunas veces presentes.

Géneros encontradas:

¹³ (Martínez, Herrera. 1999)

Closteridium, Docystis, Volvox, Closterium, Rhizoclonium, Protococcus, Carteria, Actinastrum, Chlorella, Ulotrix, Sparocystis, Selanastrum, Pediastrum, Treubaria, Scenedesmus.

- **CRYSOPHYTAS (ALGAS AMARILLAS, CAFÉ-AMARILLAS, DIATOMEAS):** son plantas unicelulares o en colonias, raramente filamentosos, los pigmentos contenidos en los cloroplastos son amarillos, café, café-oro, el cual es predominante, los pigmentos son 3 clorofilas de 3-7 carotenos, xantófilas no presente en varias especies. Almacena alimentos en forma de aceite o leucosina que le da una apariencia lustrosa metálica a la célula; por ello las diatomeas son consideradas como las especies de fitoplancton con mayor valor alimenticio para la acuicultura.

Géneros encontradas:

Navícula, Nitzchia, Coscinodiscus, Asterionella, Chaetoceros, Pinnularia, Pleurosigma, Melosira, Amphora, Ciclotella, Cocconeis, Rhizosolenia, Surirella, Campylodiscus.

- **DINOFLAGELADOS:** los dinoflagelados son algas unicelulares casi todas rodeadas de un cascarón, formado por placas imbricadas. Son móviles pues cuentan con dos flagelos; uno en cada extremo y en el otro en un curso transversal. A veces se acumulan gran cantidad de estos organismos lo que le da al agua un color rojo o pardo, algunas especies son tóxicas para vertebrados de modo que en abundancia mueren gran parte de estos organismos.¹⁴

Géneros encontradas:

Gimnodinium, Protoperidinium, Prorocentrum, Oxitosum, Dinoficia, Exuviella, Scrippsiella.

3.9 FERTILIZACIÓN.

¹⁴ (Salazar, L.1997)

El objetivo de la fertilización es el de estimular el crecimiento de fitoplancton y posteriormente el de otros organismos de los cuales se alimenta el camarón. Igualmente importante, es el de la reducción del consumo del alimento sin causar una reducción en el crecimiento de los mismos.¹⁵

Aunque hay miles de especies de algas, las camaronerías en producción estarán especialmente estimulando el desarrollo de los grupos de diatomeas a través de los usos de fertilizantes.

3.10 USO DE LOS FERTILIZANTES.

El desarrollo de una concentración adecuada de algas, requiere de niveles de nutrientes más altos que los que tiene naturalmente el agua del mar, siendo necesario que estos se proporcionen mediante la fertilización.

La fertilización y el alimento suplementario no son alternativas excluyentes, en muchas aplicaciones ambos son usados simultáneamente para incrementar la cosecha. Existen sin embargo, una distinción muy importante entre fertilización y suplemento alimenticio, la fertilización es usada para evitar las limitaciones de nutrientes, mientras que los suplementos alimenticios son consumidos directamente por las especies¹⁶.

Generalmente para el acuicultor el desafío principal es el de aplicar correctamente el fertilizante, para esto se requiere de algunos análisis físico-químicos y biológicos de la fuente de agua, conocer la disponibilidad de nutrientes o composición química del fondo de los estanques, así como el clima de la región.

¹⁵ Quiroz, H. 1996

¹⁶ Salazar, L.1997

Los nutrientes requeridos en la fertilización del plancton son básicamente nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), silicio (Si), en forma de silicato o sílice (SiO_2), tercer elemento en importancia especialmente porque las algas del grupo de las diatomeas lo requieren para la formación de estructuras en la pared celular es decir para la constitución de la cubierta silíceo (frústula) de cuyo peso seco representa del 15 al 20%.¹⁷

Para el cultivo de camarones la fertilización presenta dos etapas bien definidas, la primera corresponde a la preparación del estanque; período previo a la siembra, y una segunda etapa relacionada con el período de la engorda.

Ambas etapas requieren de un programa de fertilización con el fin de obtener una máxima productividad natural, lo cual se traduce en una buena inversión ya que se asegura la disponibilidad en grandes cantidades del alimento natural incrementando la sobrevivencia y el crecimiento del camarón optimizando el alimento balanceado.

Los distintos tipos de fertilizantes tienen diferentes cantidades de nutrientes. Estas diferencias pueden utilizarse de manera que podamos manipular en cierta medida la población de fitoplancton deseada. En condiciones ideales, la fertilización deberá llevarse a cabo basándose en las medidas de concentración de nutrientes. Sin embargo; en la práctica la fertilización se lleva a cabo basada en programas de frecuencia que tienen más que ver con el tipo de abono que se vaya a aplicar y de las condiciones de recambio de agua que con las necesidades de nutrientes en el agua.¹⁸

Existen fertilizantes de tipo orgánico, inorgánico y mineral, los cuales actúan de manera diferente en la formación de cadenas tróficas o alimentarias. Los fertilizantes utilizados en acuicultura se dividen en Orgánicos e Inorgánicos.

¹⁷ (Martínez, 2002)

¹⁸ (Martínez, 2002)

3.11. FERTILIZANTES ORGÁNICOS.

Los fertilizantes orgánicos consisten en estiércol de animales o residuos de plantas. Los materiales orgánicos pueden servir como fuente directa de alimento o descomposición y liberar nutrientes inorgánicos que originan florecimientos de plancton. Estos fertilizantes generalmente tienen bajos niveles de N, P₂O₅, y K₂O, por esta razón grandes volúmenes son necesarios para suministrar las cantidades requeridas.

Si utilizamos abonos orgánicos aparentemente tiene ciertas ventajas sobre los fertilizantes inorgánicos, si bien no está totalmente claro él porque. Estos factores que causan la diferencia podemos enumerar como: La velocidad a la cual los nutrientes entran en circulación y se hacen disponibles para el plancton.¹⁹

¹⁹ Martínez, E.2002

3.12. FERTILIZANTES QUÍMICOS.

Estos fertilizantes son simples compuestos inorgánicos que contienen Nitrógeno, Fósforo y Potasio solos o en combinación. También pueden incluirse nutrientes como calcio, magnesio y sulfuros, y elementos trazas como cobre, zinc, boro, manganeso, hierro y molibdeno.²⁰

Los fertilizantes son clasificados por el contenido de nutrientes N, pentóxido de fósforo y potasa. El nitrógeno, el fósforo y el potasio se denominan como nutrientes primarios en los fertilizantes.

Las algas necesitan los nutrientes para llevar a cabo la fotosíntesis, en general la proporción de los componentes principales del plancton son: C: N: P, 5:10:1, en base al peso. Estas condiciones son aproximadas y pueden variar considerablemente; pero puede servir como guía para la formulación de abonos.²¹

De los elementos que se utilizan normalmente para fertilizar son el fósforo, considerado clave ya que generalmente su disponibilidad regula la productividad primaria del agua y la mayoría de las aguas responden positivamente a su inclusión con una gran producción de fito-organismos y se sugiere que la aplicación de fertilizantes que contengan fosfatos incrementa marcadamente los rendimientos pesqueros.

3.12.1 FERTILIZANTE UREA.

Hasta el momento, la urea predomina en el mercado por razones de precio; aún cuando es acidificante y requiere oxígeno para la conversión del nitrógeno amoniacal a nitrato.

²⁰ Quiroz, 1996

²¹ Martínez, 2002

El nitrógeno se presenta en los fertilizantes como nitrato (NO_3), amonio (NH_4) o urea (NH_2CO). En los fertilizantes; como fuente de N se pueden utilizar fertilizantes nítricos, amoniacaes o con ambas formas de N. El nitrógeno mineral bajo las formas de amonio y nitrato (NO_3), es asimilable directamente por el fitoplancton. Por oxidación el NH_4 puede ser nitrificado es decir transformados en nitritos (NO_2), y después en nitratos.²²

Los **nitratos** estimulan la flora acuática en presencia de otros elementos indispensables, aumenta la productividad pero la vegetación en exceso es dañina para los sistemas acuícolas.

Los **Nitritos** son indispensables y tóxicos para algunos organismos acuáticos (50mg/lts), Nitrito sódico mata a los peces en catorce días. La toxicidad del **Nitrógeno Amoniacal** está ligada directamente con su forma no ionizada, que a su vez es función del pH del agua.

Ciertas formas de nitrógeno orgánico (urea, aminoácidos, etc.), también pueden ser asimilados directamente por algunas especies. Los organismos acuáticos constituyen una fuente de nitrógeno orgánico por sus excreciones, residuos metabólicos y descomposición de células y tejidos muertos.

Los fertilizantes nitrogenados con frecuencia tienen un efecto estimulante del crecimiento de fitoplancton; la presencia de fosfatos puede ayudar a la fijación de N (Hickling, 1962) y Edmonson and Edmonson (1974), indican que la fertilización con fosfatos solos o con nitratos incrementa la productividad del fitoplancton y el grado de producción de oxígeno y aumento de la fotosíntesis con un aproximado de 1.5-5. La principal desventaja de estos fertilizantes fosfatados es que los compuestos de fósforo no son fácilmente solubles en agua y son absorbidos por el suelo del fondo o por el fango. El súper fosfato triple es la fuente más usada de P_2O_5 aunque tiene el inconveniente de que su solubilidad en agua es muy

²² Martínez. 2002.

lenta; por lo que es de baja eficiencia durante el ciclo de producción en que se aplica.

Por otra parte, se ha encontrado que cuando los niveles de N y P son adecuados, el crecimiento de las diatomeas es proporcional al nivel del Silicio y que esta especie dominará mientras la concentración de Silicato se mantenga por sobre $2 \mu\text{M}$ de Si/L

. Una relación normal entre los nutrientes N y P es $\text{N: P} = 15:1$, lo que expresado en términos de P_2O_5 resulta $\text{N: P}_2\text{O}_5 = 6.5:1$. Sin embargo, otros autores indican que relaciones $\text{N: P}_2\text{O}_5$ más amplias, por ejemplo: $10:1$ favorecen el crecimiento de las diatomeas.

Los requerimientos de nutrientes cambiarán con relación a la temporada, condición climática y etapa de cultivo. Por ejemplo (Teichert 1997) menciona que el alimento balanceado utilizado en las granjas camaroneras contiene N, P, materia orgánica y otros nutrientes menores; la mayoría de la materia seca del alimento contiene del 0.8-14% que el contenido de N del alimento varía con el nivel de proteína. La proteína contiene aproximadamente el 16% de N, por lo que un alimento con el 25% de proteínas contiene 4% de N y 1% de P. De tales cantidades solo el 25% del N y P, es asimilado por el animal; por lo tanto el resto de los nutrientes se mezcla con el agua y con el tiempo el estanque se vuelve demasiado fértil particularmente hacia el final del ciclo.

Otros de los fertilizantes químicos mayormente utilizados en los estanques camaroneros son el **Nutrilake y Urea**.

3.12.2 FERTILIZANTE NUTRILAKE.²³

Según la empresa que fabrica este producto el Nutrilake es un fertilizante que tiene nitrógeno de asimilación inmediata. Contiene Silicato soluble que estimula el desarrollo de diatomeas. Tiene, además, microelementos esenciales para las algas y el camarón. Los requerimientos de silicato son menores que los del pentóxido de fósforo (P_2O_5), sin embargo; Las concentraciones naturales de silicio(Si), tanto en agua de mar como en agua dulce pueden ser lo suficientemente bajas como para limitar el crecimiento de diatomeas. Cuando nuestro interés es la producción de diatomeas hay que tener en cuenta la necesidad del silicio y la proporción es: C:N: P:Si, 50:10:1:12.

Este tipo de fertilizante disminuye las bacterias nitrificantes aumentando el nitrógeno disponible, renova la población algal haciendo más selectivo su desarrollo. Además de mejorar la calidad algal del estanque; responde a las 24 horas de su aplicación como alimento natural para el camarón.

El **Nutrilake** es un fertilizante ecológico, ya que mantiene estable el micro-hábitat para mejorar el cultivo del camarón y de otras especies, alarga la vida útil de los estanques al reducir la materia orgánica acumulada. También; disminuye el consumo de alimento balanceado, aumenta la sobrevivencia, disminuye los costos de mantenimiento de los estanques mejorando la rentabilidad de sus cosechas.

Entre otras características del Nutrilake están:

Reduce el tiempo de secado y de preparación de los estanques eliminando a su vez, las "esquinas muertas" en los mismos y el afloramiento de algas bentónicas, aplicando hasta 100 Kg. de Nutrilake por hectárea, dividido en dos dosificaciones de 50 Kg. cada una, con un intervalo de 72 horas, por dos o tres semanas consecutivas.

²³ Aragón, A. 1995.

En los estanques con oxígeno bajo, se puede aplicar 25 Kg/ha de Nutrilake; para recuperar el oxígeno a niveles de lectura normales.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL NUTRILAKE.

1. Nitrógeno Nítrico, 15%. (NO_3)
2. Silicato soluble, 3.5%. (SiO_2)
3. Contiene trazas de elementos menores.
4. Soluble y de aplicación directa.
5. Contiene 56% de oxígeno.
6. Alcaliniza el pH del agua y del suelo.

Tomado de Aragón 1995.

FUNCIONES DEL NUTRILAKE.

1. Como regulador ecológico de los sistemas de cultivo.
2. Como nutriente de algas en medios controlados.

FUNCIONES DEL NUTRILAKE COMO REGULADOR ECOLÓGICO.

1. No contiene ni produce amoníaco.
2. El sodio tiene un efecto alcalinizante del pH.
3. Evita la formación de sulfuros y de malos olores en los estanques.
4. Incorpora oxígeno al agua.
5. Reduce las algas bentónicas y las "esquinas muertas".
6. Aumenta la vida útil de sus estanques.
7. Regula el hábitat, dejándolo propicio para el cultivo del camarón.
8. Las bacterias heterotróficas para mantener su ciclo vital toman el **oxígeno** del agua (O_2). Cuando éste se agota, utilizarán el oxígeno

del ión **Nitrato(NO₃)** y continúan con el del ión **Sulfato (SO₄)**, hasta agotar cualquier vestigio de oxígeno disponible en los estanques.

9. El ión **Sulfato** es reducido a un ión **Sulfuro**, que es la forma de presentación del **gas Sulfhídrico**, tóxico para el camarón, la tilapia y otras especies acuícolas.
10. Cuando se agrega **Nutrilake** las bacterias toman el **oxígeno** que necesitan de esta fuente de ión **Nitrato** antes que el de **Sulfato**; evitando de esta manera que se forme el gas **Sulfhídrico**.
11. El ión **Nitrato** queda reducido como **Nitrógeno elemental**, que es inocuo para la acuicultura.

3.12.3 FERTILIZANTE FERTIMET.²⁴

Los fabricantes de Fertimet, señalan que es un fertilizante concentrado de nutrientes cuyo objetivo principal es aumentar rápidamente el crecimiento natural del plancton, dando como resultado un bajo consumo de alimento balanceado con mayor aumento de peso y tamaño del camarón en menor tiempo, debido al alto poder de disolución uniforme a través de toda la superficie acuática. Contiene Nitrógeno (N), Potasio (K), Fósforo (P) y algunos Oligoelementos.

Para lograr mejores resultados de fertilización con **Fertimet**, se deben realizar análisis de agua para definir los minerales que se encuentran en deficiencia, análisis de fitoplancton para obtener la cantidad y calidad de algas presentes; análisis de salinidad de agua, las medidas físicas que se obtienen de este análisis nos establecen el tipo de nutrientes requeridos, la temperatura, O.D, y turbidez de agua; parámetros importantes en el proceso de fertilización y otros procedimientos como recambio y tratamiento de agua de desecho, son recomendables para un ecosistema más adecuado. **FERTIMET** se aplica antes de la siembra, durante el llenado de los

²⁴ Codemet Nicaragua, SA

estanques de 20 a 30 Kg/ha; según la profundidad del estanque. Se deja actuar por 24 a 36 horas, para darle tiempo a la acción de producción de algas y pasado este lapso proceder a la siembra. En fertilizaciones posteriores, se debe considerar la turbidez de hasta 40 cm, para aplicar fertimet 15Kg/ha.

Se recomienda conservar la turbidez entre 30 y 35 cm, si llega a 40 cm fertilizar con **Fertimet**, mantener de acuerdo al análisis de fitoplancton como mínimo un bloom de algas de 40,000 cels/ml, en concentraciones menores fertilizar con Fertimet. No fertilizar cuando el parámetro de O.D sea menor a 2ml/L. en la mañana, ya que a este nivel los fertilizantes pueden absorber oxígeno.

IV. MATERIALES Y METODOS.

El presente estudio sobre el efecto que tienen los fertilizantes en el crecimiento de algas, se realizó durante el segundo ciclo productivo del año 2002 en la Cooperativa PI-MAM ubicada en la zona norte del Estero Real Municipio de Puerto Morazán, Departamento de Chinandega. Limitando al sur con las instalaciones de la UCA, al Este con la carretera a Tonalá y al oeste la rivera del Estero, cuenta con una extensión de 30 hectáreas y el clima característico es tropical.

Se desarrolló un diseño experimental que consistió en aplicar tres tipos de fertilizantes al agua donde se desarrollan las algas, utilizando para esto tinajas plásticas y tomando tres repeticiones de cada uno de los tratamientos utilizados, los materiales que se utilizaron son:

10-- probetas de 250 ml.

1-- pipeta de 0.5ml.

1 – beaker de 1000ml.

1-- gotero.

1 – baso de vidrio.

4.1 TRABAJO DE CAMPO.



Fig. 2. Toma de agua del estanque y lugar donde se realizó el estudio.

Se colocó un total de diez tinajas plásticas con capacidad de 50 litros de contención de líquidos, tres de cada una de ellas nos representan a cada tratamiento y una última que representó al testigo; todas estas se llenaron

de agua proveniente del estanque de la Cooperativa y se dejó reposar durante un período de tres días.

Cabe mencionar que el agua que se utilizó es extraída del estanque de la cooperativa PI-MAM en la cual ha transcurrido dos meses de su ciclo productivo.

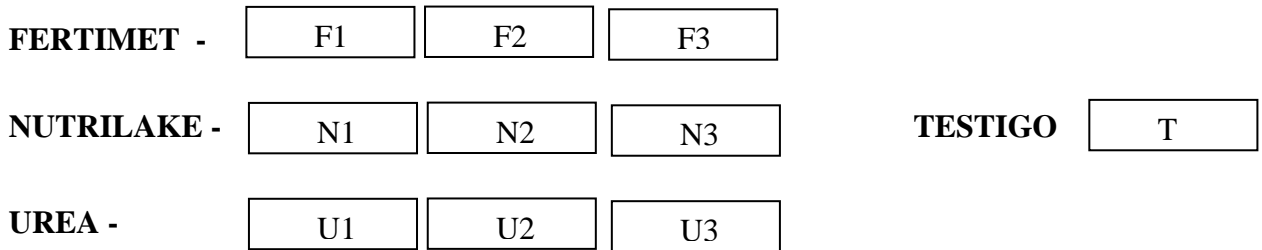


Fig. 3. posición de las tina

4.1.2 FERTILIZACION:

Pasado los tres días de reposo, se procedió a fertilizar cada tina. Se tomó un gramo de cada fertilizante, se dividió en cuatro porciones iguales equivalentes a 250 miligramos, lo diluimos y aplicamos a las tinas, excepto al testigo (el cual nos representó el cuarto tratamiento) que nos ayudó a comparar los resultados obtenidos.

Antes de aplicar los fertilizantes se tomó muestras de agua de cada una de las tinas y se fijó con la aplicación de 6 gotas de lugol; dejándose listas para su posterior lectura. Éstos datos se sumaron y se dividieron entre las diez muestra para obtener el día cero que es igual ha 52.000.00 cels/ml.

4.1.3 TOMA DE MUESTRAS PARA EL LABORATORIO:

Se procedió a tomar muestras de agua de las tinas un día después de fertilizarlas. Con ayuda de un beaker de 50 ml se homogenizó el agua contenida dentro de las

tinan y se tomo 250 ml de agua en un total de diez probetas, a cada una de estas probetas se les aplicó de 6 gotas de lugol para fijar el fitoplancton. Después de 15 a 18 horas en que se dejó fijar el fitoplancton, se sacó el agua de las probetas con una manguerita sin tocar el fondo donde la concentración del fitoplancton es mayor, hasta quedar un volumen de 50 ml de agua que seguidamente se homogenizó y se colocó en frascos individuales para realizar sus respectivas lecturas.

4.1 ESTUDIO EN EL LABORATORIO:

En el ámbito de laboratorio se identificaron las especies de algas más representativas presentes en cada muestra. Con una pipeta se homogenizó el agua de cada frasco y se colocó una gota de la muestra en la cámara de Neubauer o Hematocitómetro y se procedió a la identificación con la ayuda de un microscopio compuesto y catalogo de identificación de especies.

La cámara hematocitómetro consta de cuatro cuadrantes, cada uno con 16 cuadros de 250 micras y es utilizada para realizar el conteo de los organismos menores de 25 micras, utilizando el objetivo de 40x. Se tomó un solo cuadrante de la cámara y se contó todos los organismos situados dentro de los 16 cuadros que contiene, iniciando por el cuadro superior izquierdo del cuadrante y siguiendo una trayectoria en forma de **S**. Una vez realizado el conteo de los organismos encontrados, se sumaron por especies y se dividió la cantidad entre cinco; luego se multiplico dicho resultado por 10.000 obteniéndose de esta manera células por mililitro(cels/ml)¹

4.2 MANEJO DE DATOS:

¹ Martínez, Herrera.1999

Se tomó notas de cada uno de los tratamientos durante los doce días experimentales. A partir de los datos obtenidos se procedió a sacar el número de cels/ml de cada grupo de algas y determinar así el fertilizante más efectivo. El número de cels/ml se sacó por tratamiento, valorando en cada uno de ellos los diferentes grupos de algas. Los datos obtenidos por cada tratamiento son expresados en gráficas de las cuáles se realizó su respectivo análisis.

4.4 TOMA DE PARÁMETRO :

Fertimet **O2**--- 4.52mg/l. t °c--- 28.2, **PH**---9, **Salinidad**----14.

Urea **O2**---4.18mg/l t °c---28.2, **PH**---9, **Salinidad**---14.

Nutrilake **O2**---9.40mg/l t °C---28.5 **PH**---9, **Salinidad**---14.

Testigo **O2**---4.50mg/l t °c---28.2 **PH**---9, **Salinidad**---14.

La Toma delos parámetro fue en el conteo # 4

Fertimet **O2**---11.22mg/l, t °c---32.8.

Urea **O2**---11.27mg/l, t °c---32.8.

Nutrilake **O2**---11.30mg/l, t °c---32.8.

Testigo **O2**---11.28mg/l, t °c---32.8.

La toma de los parámetro fue en el conteo # 8

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1. IDENTIFICACIÓN DE GENEROS.

Al realizar las observaciones al microscopio de cada una de las muestras tomadas durante los doce días experimentales, se identificó las géneros de algas más representativas en cada condición experimental:

Tratamiento N°1 FERTIMET: Diatomeas (Nitzchia, Navícula, Chaetoceros) Clorófitas (Carteria, Docystis), Cianófitas (Anabaena, Spirulina, Oscillatoria, Chroococcus) y Dinoflagelados (Gimnodinium, Prorocentrum, Exuviella).

Tratamiento N°2 NUTRILAKE: Diatomeas (Nitzchia, Navícula, Coscinodiscus, Chaetoceros) Clorófitas (Docystis, Carteria), Cianófitas (Oscillatoria, Anabaena, Chroococcus, Spirulina) y Dinoflagelados (Gimnodinium, Prorocentrum).

Tratamiento N°3 UREA: Diatomeas (Nitzchia, Navícula, Chaetoceros) Clorófitas (Docystis, Carteria) Cianófitas (Anabaena, Chroococcus, Spirulina, Oscillatoria) y Dinoflagelados (prorocentrum, Exuviella).

Tratamiento N°4 TESTIGO: Diatomeas (Nitzchia, Chaetoceros, Navícula) Clorófitas (Docystis, Carteria) Cianófitas (Oscillatoria, Anabaena, Anabaenopsis, Spirulina) y Dinoflagelados (Prorocentrum, gimnodinium, Exuviella).

Cabe mencionar que las especies del grupo de Dinoflagelados se observaron a partir del cuarto día experimental, excepto el tratamiento N°3 UREA donde se observó la presencia de dichas especies a partir de 1 quinto día. También se observa que el tratamiento nutrilake es el que prolifera mayor crecimiento de diatomea esto se debe a la composición química del

fertilizante igualmente fertimet es un fertilizante que tiene un alto poder de disolución después de nutrilke .

Además, los géneros *Nitzchia*, *Navícula*, *Chaetoceros* y *Coscinodiscus* abundaron a partir del cuarto día experimental, debido a la acción de los fertilizantes sobre el crecimiento de las algas causando una coloración marrón a verde-amarillo del agua en el experimento, cambiando su tonalidad durante los últimos días a verde-azul o verde-oscuro por el incremento de los géneros *Oscillatoria*, *Spirulina*, *Chroococcus*, *Anabaena* y *Diatomeas*.

(En Anexos se detallan las especies de algas encontradas por día).

5.2. DINAMICA POBLACIONAL DE LAS ALGAS ESTUDIADAS (POR TRATAMIENTO).

En cuanto a la valoración de la dinámica poblacional de cada uno de los diferentes grupos de algas en estudio, expuestas bajo las mismas condiciones pero bajo el efecto de distintos fertilizantes; se encontró el siguiente :

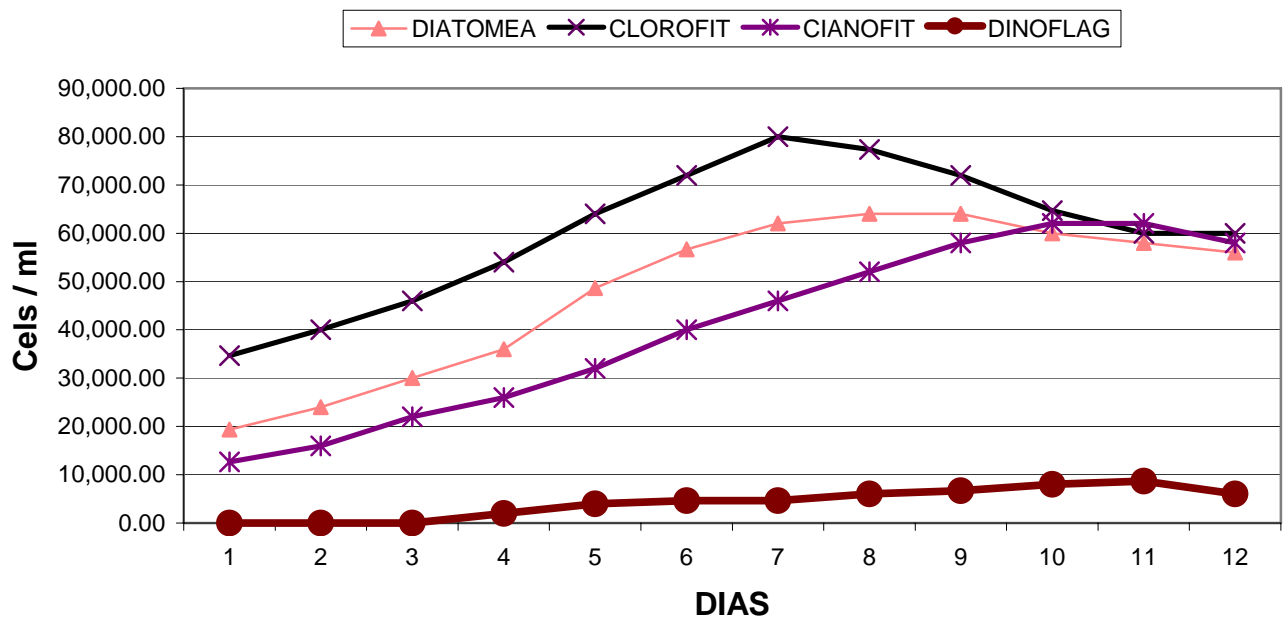


Fig. 4. Efecto del Fertilizante FERTIMET en el Crecimiento del Fitoplancton

TRATAMIENTO FERTIMET:

Los efectos provocados por este tratamientos se observan a partir del cuarto día donde la curva alcanza la fase exponencial con 54,000.00 cels/ml de clorófitas, 35,000.00 cels/ml de diatomea, 27,000.00 cels/ml de cianofitas, y 2,000.00 cels/ml de dinoflagelados, también se pueden ver claramente la diferencia que tiene cada grupo de algas en alcanzar la fase de decaimiento del crecimiento relativo ya que las clorofitas llegan a esta fase en el sexto día con mayor número de cels/ml pero en corto tiempo con 72,000.00 cels/ml llegando a la fase estacionaria al séptimo día con un máximo 80,000.00 cels/ml (ver anexo), las diatomea la alcanzan hasta el octavo día con 64,000.00 cels/ml con un máximo de 65,000.00 cels/ml (ver anexo), mientras las cianofitas y dinoflagelados alcanzan la fase en el décimo día con 62,000.00 y 2,000.00 cels/ml respectivamente. Estos logran equilibrarse con 65,000.00 y 8,000.00 cels/ml (según Fox 1983 citado Villalón 1994); mientras que el testigo llega a alcanzar un mínimo 38,000.00 cels/ml y un máximo de 48,000.00 cels/ml de clorofitas durante el estudio

Cabe recalcar que este tratamiento fue el que causó mayor número de cels/ml en Dinoflagelados, los que fueron observados a partir del cuarto día experimental hasta un máximo de 8,000 cels/ml en el onceavo día.

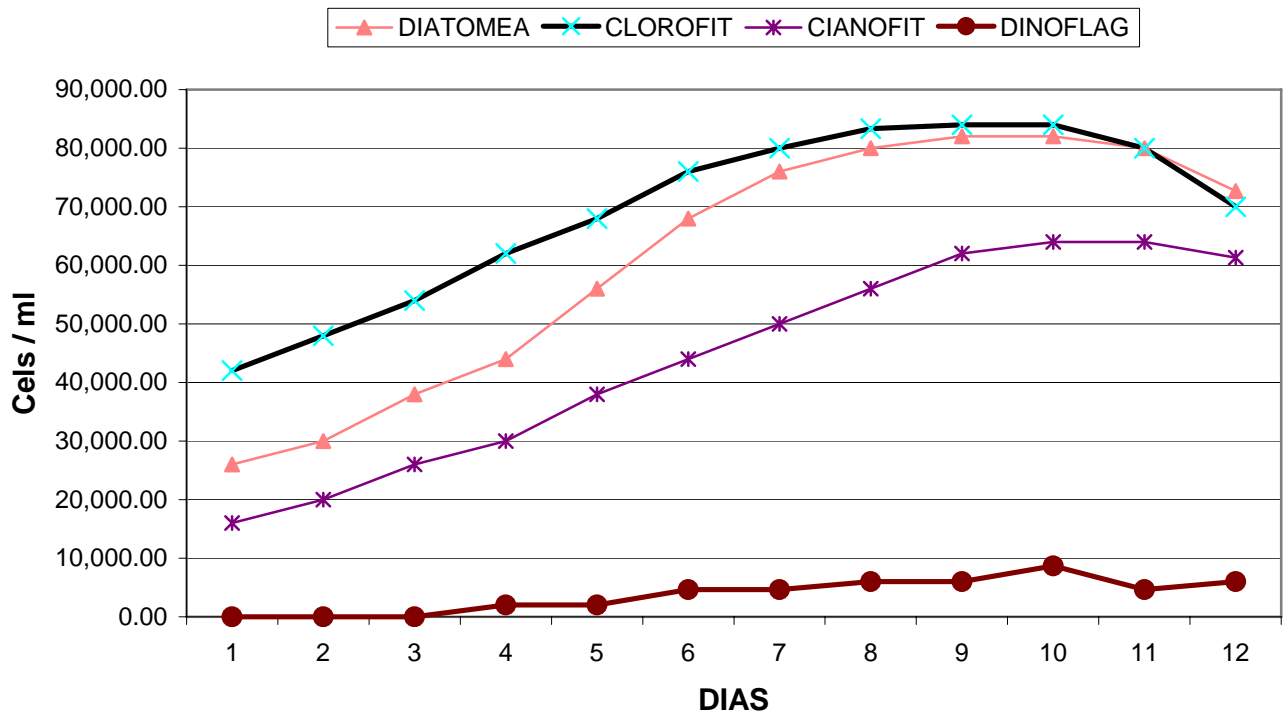


Fig. 5. Efecto del Fertilizante NUTRILAKE en el Crecimiento del Fitoplancton

TRATAMIENTO NUTRILAKE:

Las curvas que éste tratamiento presenta nos indican la eficacia de éste fertilizante, ya que podemos observar que es a partir del cuarto día donde la curva alcanza la fase exponencial con un valor de 62,000.00 cels/ml de clorófitas, 44,000.00 cels/ml de diátomea, 30,000.00 cels/ml de cianofitas, y 1,000.00 cels/ml, de dinoflagelados, en la fase de decaimiento del crecimiento relativo la curva alcanzada durante el experimento fue muy visible y exitoso ya que ocurrió en los últimos días del experimento y logra mantenerse durante tres días equilibrado obteniendo las clorófitas un crecimiento de 80,000.00 cels/ml en el día séptimo, llegando a la fase estacionaria en el octavo llegando a un máximo de 85,000.00 cels/ml, igualmente las diatomeas alcanzan ambas fases con 80,000.00 cels/ml hasta en el octavo día manteniéndose en la fase estacionaria con 82,000.00

cels/ml durante más días que las clorófitas mientras que las cianofitas llegan a su decaimiento del crecimiento relativo con 58,000.00cels/ml en el día número ocho y un máximo de 65,000.00cels/ml en su fase estacionaria. Se puede ver que los dinoflagelados logran concentrarse solo al final del estudio de 6 a 9,000.00 cels/ml (ver en anexo), mientras que en el testigo todos los grupos de algas no logran la fase estacionaria por varios días y con poco crecimiento de cels/ml, (según Villalón 1994).

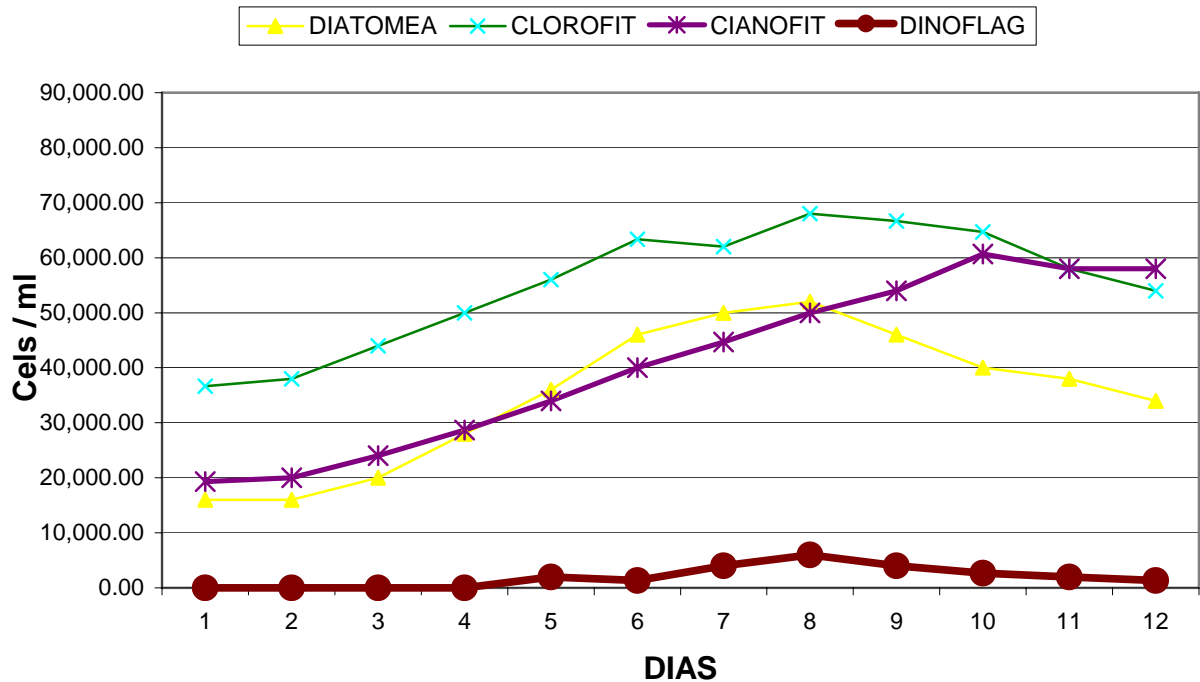


Fig. 6. Efecto del Fertilizante UREA en el Crecimiento del Fitoplancton

TRATAMIENTO UREA:

Esta gráfica muestra las diferentes fluctuaciones presentadas por los grupos de algas durante todo el experimento; siendo el grupo de cianofitas el único en presenta valores ascendentes en el número de cels/ml hasta alcanzar su fase exponencial con un valor de 55,000.00 cels/ml equilibrándose en el décimo día con 60,000.00 cels/ml, en cambio los demás grupos muestran variables durante la fase

exponencial y la fase de decaimiento de crecimiento relativo. Las diatomeas tienen una fase estacionaria con bajos crecimiento de algas obteniendo un máximo de 50,000.00 cels/ml manteniéndose por un día y descendiendo, mientras las clorofitas descienden rápidamente pero no con un crecimiento continuo manteniéndose en la fase exponencial durante un día con un valor de 62,000.00 llegando así la fase de decaimiento del crecimiento relativo con 68,000.00 cels/ml en el octavo y décimo día, dominando al final del estudio las cianofitas, en los dinoflagelados se ve el poco crecimiento de las algas observándose entre el quinto y sexto día con 1,000.00 hasta con un máximo en el octavo día de 5,000.00 cels/ml decayendo en el décimo día con 1,000.00cels/ml, (según Villalón 1994).

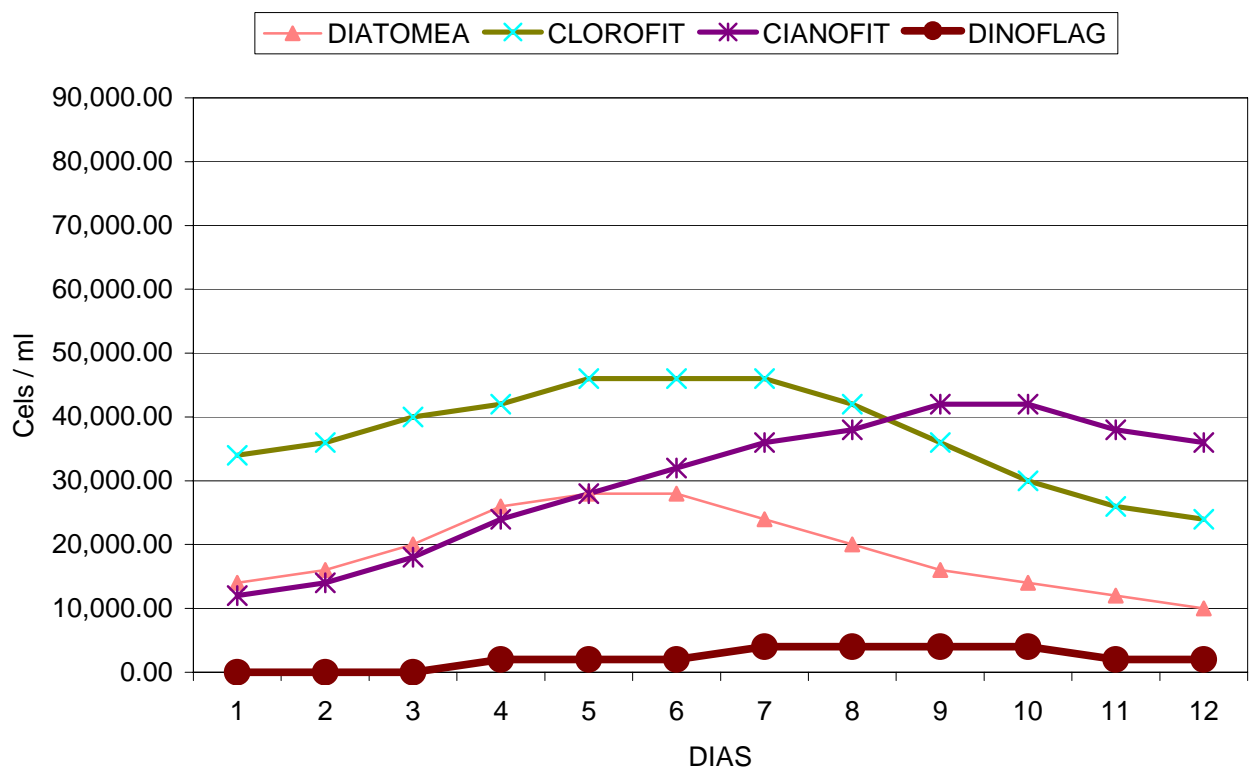


Fig. 7. Crecimiento del Fitoplancton sin Aplicación de Fertilizantes

TRATAMIENTO TESTIGO:

En ésta grafica se muestra la dinámica poblacional del fitoplancton de forma natural, debido a la concentración de nutrientes que contenía el estante se logró incrementar el crecimiento de las algas. Observándose principalmente las curvas de la cianofitas que ascienden rápidamente

durante los primeros días experimentales, logrando la fase exponencial a partir del sétimo y octavo día con un valor de 39,000.00 cels/ml obteniendo la fase estacionaria en el noveno hasta el onceavo día con un valor máximo de 42,000.00 en cambio las clorofitas superan a las cianofitas en el número de cels/ml pero en menor tiempo creciendo en el cuarto día con 42,000.00 hasta un máximo de 48,000.00 estacionándose durante los tres días y descendiendo al final del experimento, (según Villalón 1994), observándose el poco crecimiento de las diatomeas pero entre el cuarto y sexto día con máximo de 28,000.00 pero decauyendo igualmente se puede observar en esta grafica es donde existe menos desarrollo de los dinoflagelados que en los otros tratamientos (ver en anexo). Esta gráfica nos permite realizar comparaciones con los demás tratamientos y valorar así el efecto de cada uno de ellos sobre el crecimiento del fitoplancton.

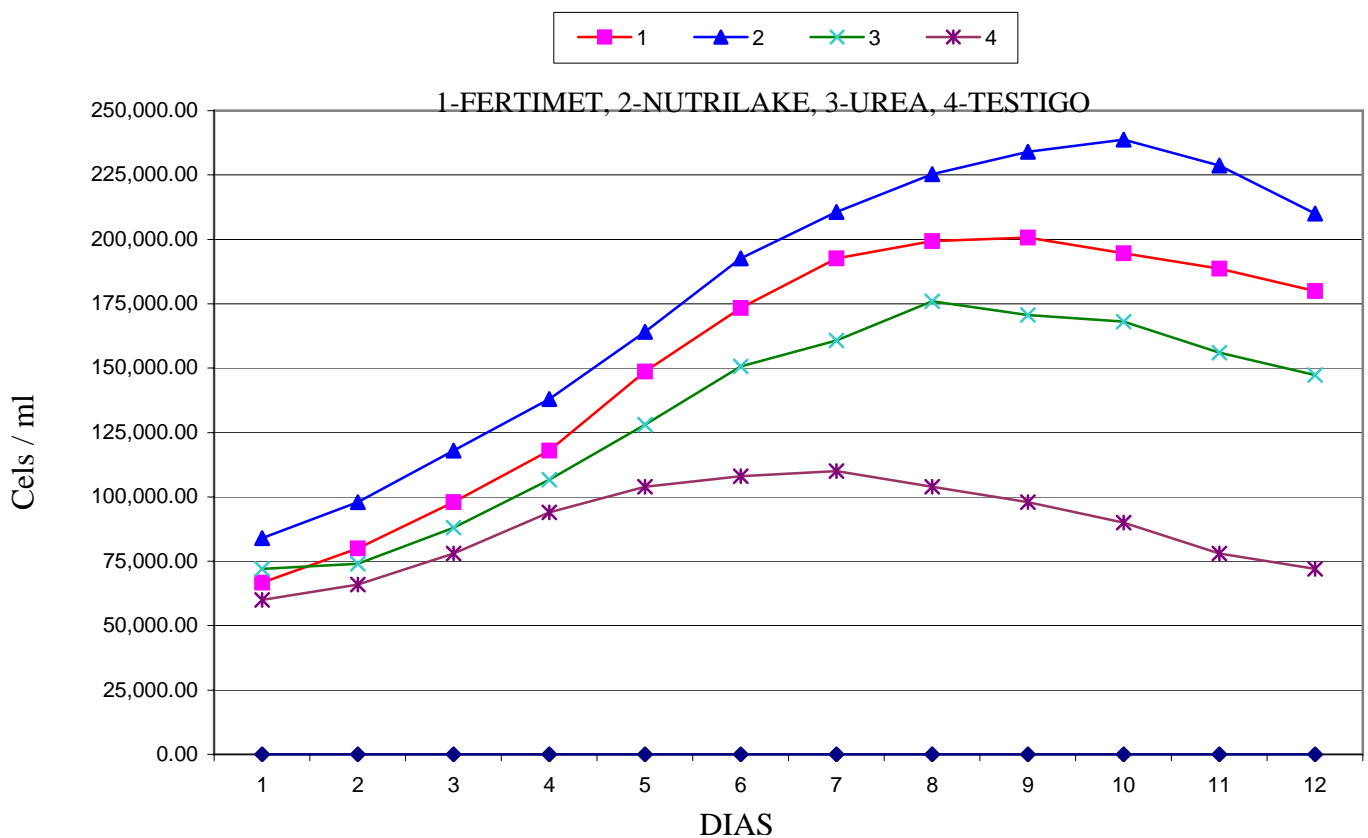


Fig. 8. Efecto de los Tratamientos Sobre el Crecimiento Poblacional de Algas.

El efecto de los fertilizantes sobre el crecimiento de algas, se observó desde el día número uno correspondiente al experimento con un valor de 32,000.00 cels/ml que corresponden al Nutrilake, 20,000.00 cels/ml en Urea, 14,000.00 cels/ml en el tratamiento Fertimet y 8,000.00 cels/ml en el Testigo, aumentos que se dan partiendo del crecimiento natural del fitoplancton en el día cero equivalente a 52,000.00 cels/ml (aun sin aplicar fertilizantes).

TRATAMIENTO N°1 FERTIMET:

Este tratamiento inició la fase exponencial (según Villalón 1994), con un mínimo de 67,000.00 cels/ml del fitoplancton correspondiente al día uno, finalizando el día séptimo con 193,000.00 cels/ml y alcanzando de esta manera la decaimiento del crecimiento relativo a partir de la cual inicia la estacionaria en el noveno día experimental con 201,000.00 cels/ml la que perdura hasta el final del estudio pero con un valor menor al inicial. El aumento total en número de cels/ml que provocó este tratamiento durante todo el experimento fue de 149,000.00 cels/ml.

TRATAMIENTO N°2 NUTRILAKE:

Sobre el crecimiento poblacional de algas, éste tratamiento es el que mayor efectividad presenta. Además de ser el fertilizante que valores más altos en números de cels/ml de fitoplancton provocó, es el que en menor tiempo lo obtuvo, alcanzando los grupos de algas la fase estacionaria (según estudios realizados por Fox, citado por Villalón 1994), iniciando la fase exponencial con 84,000.00 cels/ml del Fitoplancton finalizando el octavo día con 225,000.00 cels/ml y alcanzando de esta manera la fase de decaimiento del crecimiento relativo a partir del noveno día con 234,00.00 cels/ml iniciando la estacionaria en el décimo día con 239,000.00 cels/ml llegando al final del estudio dicha fase. Siendo obviamente este fertilizante que mayor Bloom de Diatomea y crecimiento de cels/ml produjo con un valor de 187,000.00 cels/ml durante el experimento.

TRATAMIENTO N°3 UREA:

Aunque los valores en el número de cels/ml del fitoplancton con los cuales dio inicio éste tratamiento fueron más altos con 72,000.00 cels/ml que los de Fertimet con 67,000.00 cels/ml durante los primeros días experimentales, no logró superarlo en eficacia en los días posteriores, observándose un crecimiento poblacional de algas menor que en los tratamientos anteriores. La curva logró iniciar su fase estacionaria con 72,000.00 cels/ml y finalizando el sexto día con 151,000.00 cels/ml, pasando así a la fase de decaimiento del crecimiento relativo durante el día séptimo con 161,000.00 cels/ml, logrando la fase estacionaria con un crecimiento del Fitoplancton de 176,000.00 cels/ml. Este tratamiento tuvo un aumento del Fitoplancton durante todo el experimento de 124,000.00 cels/ml, (según Villalón 1994), obteniendo el tercer lugar en el efecto que le dio al Bloom con respecto a los anteriores tratamientos.

TRATAMIENTO N°4 TESTIGO:

La curva presentada por este tratamiento, muestra la dinámica poblacional del fitoplancton de forma natural a lo largo de nuestro experimento. Se observó en un inicio en la fase exponencial con 60,000.00 cels/ml, finalizando el quinto día con un crecimiento de algas de 104,000.00 cels/ml, pasando así a la fase de decaimiento relativo con 168,000.00 cels/ml, logrando estacionarse en la siguiente fase el día séptimo, con un valor de 110,000.00 cels/ml, (según Villalón 1994), decayendo más rápido que los otros tratamientos.

Este crecimiento poblacional se debió a la concentración de los nutrientes en el agua pero aun así se dio un aumento de 58,000.00 cels/ml, durante los 12 días de estudio.



VI. CONCLUSIONES.

1. Los géneros de microalgas más representativos en cada condición experimental fueron:

Tratamiento N°1 (Nitzchia, Navícula, Chaetoceros) (Carteria, Docystis), (Anabaena, Spirulina, Oscillatoria, Chroococcus)

Tratamiento N°2 Nitzchia, Navícula, Coscinodiscus, Chaetoceros) Docystis, Carteria, (Oscillatoria, Anabaena, Chroococcus, Spirulina

Tratamiento N°3 Nitzchia, Navícula, Docystis, Carteria Anabaena, Chroococcus, Spirulina, Oscillatoria.

Tratamiento Nitzchia, Chaetoceros, Navícula Docystis, Carteria) Oscillatoria, Anabaena, Anabaenopsis, Spirulina

2. Al realizar la valoración de la dinámica poblacional de algas en cada condición experimental se obtuvo:

Tratamiento N° 1 Fertimet: El número total de cels/ml en los grupos de algas varió con un promedio de 4,000 a 8,000 durante el experimento.

Tratamiento N° 2 Nutrilake: Provocó aumentos rápidos de los grupos de fitoplancton, variaciones que va con un promedio de 8,000 a 12,000 cels/ml de crecimiento durante el experimento.



Tratamiento N° 3 Urea: La dinámica de crecimiento que muestra estos grupos de el fitoplancton bajo los efectos de éste tratamiento varía con un promedio de 2,000 a 6,000 cels/ml durante el experimento.

Tratamiento N° 4 Testigo: los rangos de crecimiento en la dinámica del fitoplancton en este tratamiento varían con un promedio de 2,000 a 4,000 cels/ml variaciones que se dieron mas a menudo durante los primeros días, desminuyendo a partir del séptimo y octavo día experimental

3. En cuanto a la determinación del efecto que tiene cada uno de los tratamientos aplicados sobre el crecimiento poblacional del fitoplancton, se encontró que Nutrilake es el fertilizante que ejerce mayor influencia en todos los grupos de microalgas sobre dicho crecimiento; con un pico máximo de 239,000.00 cels/ml provocando incrementos en las Diatomeas de 8,000.00 a 12,000.00 cels/ml por día, hasta alcanzar un máximo equivalente a 82,000.00 cels/ml en los días noveno y décimo del experimento.

Este tratamiento causa un crecimiento rápido del fitoplancton, por el Nitrógeno de asimilación inmediata que tiene Nutrilake además contiene Silicato soluble y microelementos esenciales para las algas. Es el que obtuvo más altos valores en el número de cels/ml, superando en eficacia y rapidez a Fertimet, Urea y testigo.



VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un estudio comparativo para esta investigación, en época de invierno, con los mismos fertilizantes y la dosificación comparando el crecimiento poblacional de microalgas. También, verificar si el efecto de los fertilizantes es igual tanto en invierno como en verano.
2. Realizar comparaciones con diferentes influencias oceánicas para determinar las dosificaciones de los fertilizantes que mejoren el manejo de calidad de agua (cels/ml) que se necesite utilizar en un estanque camaronero.
3. Se recomienda la continuación de estudios relacionados al efecto que tienen éstos u otros fertilizantes en la dinámica poblacional del fitoplancton, durante períodos de tiempo más prolongados aplicando concentración para conocer el comportamiento que presentan las algas en un estanque durante el ciclo productivo completo, tomando en cuenta también los factores físico-químico para un análisis completo del estudio.



VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aragón, A. Enero 1995. Nutrilake, nueva línea de fertilizantes para piscinas camaroneras. Informe de situación. Sugerencia, estudio y desarrollo de mercados agrícolas.
- Anónimo. Enfoque acuícola. Revista de interés general para el sector agrícola. Órgano de divulgación y consulta. Agosto de 1998. Año 1. Número 1. Cd. Obregón, Sonora, México. Pág.18-19.
- Berry Ingram, G. 2000. Dinámica decreciente de los camarones *Litopenaeus vannamei* en el estanque numero dos de la cooperativa COOPROMAR. Tesis para optar al título de licenciado en biología. UNAN-León. Pág.20-22, 38-39.
- Herrera, M. 1999. crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei* (Pérez Farfantes, 1998) en estanques manejados con sistemas semi-intensivos, Estero Real Nicaragua, en el período transitorio seco-lluvioso. Tesis para optar al título de licenciado en biología. UNAN-León.
- Lacayo, G. 1999. Determinación cuantitativa de fitoplancton y zooplancton de tres estanques de camarones. Tesis, UNAN-León. Pág.10-11.
- Manual de procedimientos del laboratorio de larvas. Larvinic. 2001. camarones de Nicaragua. Camanica S.A.
- Martínez, E. 2002. Apuntes para una camaronicultura responsable y sostenible. UNAN-León.



- Martínez, E.1997. Dinámica de los estanques camaroneros. V Encuentro Nacional de Productores de Camarón. URCOOCAMP. El Viejo, Nicaragua.
- Quiroz, H. 1996. Dinámica ecológica y producción en sistema de policultivo piscícolas en estanques rústicos con fertilización Orgánica, Inorgánica y Combinada en el Estado de Morelos. UNAM, México, D.F.
- Rivera, G. Marzo. 1999. Manejo de estanques de camarones. Centro Regional de Investigación Pesquera de Mazatlán, México.
- Salazar, L. 1997. Efecto de la Dinámica fitoplanctónica sobre el crecimiento de camarones peneidos en estanques de cultivos. Tesis, UNAN-León. Pág.21-23.
- Villalón, J. Octubre1994. Manual practico para la producción comercial semi-intensiva de Camarón Marino. Acuacultura. Pág. 10-11.
- Ville, Claude. 1968. Biología. México D.F. página 150.
- Ville, Claude. 1988. Biología. 7ma edición.



IX. ANEXOS

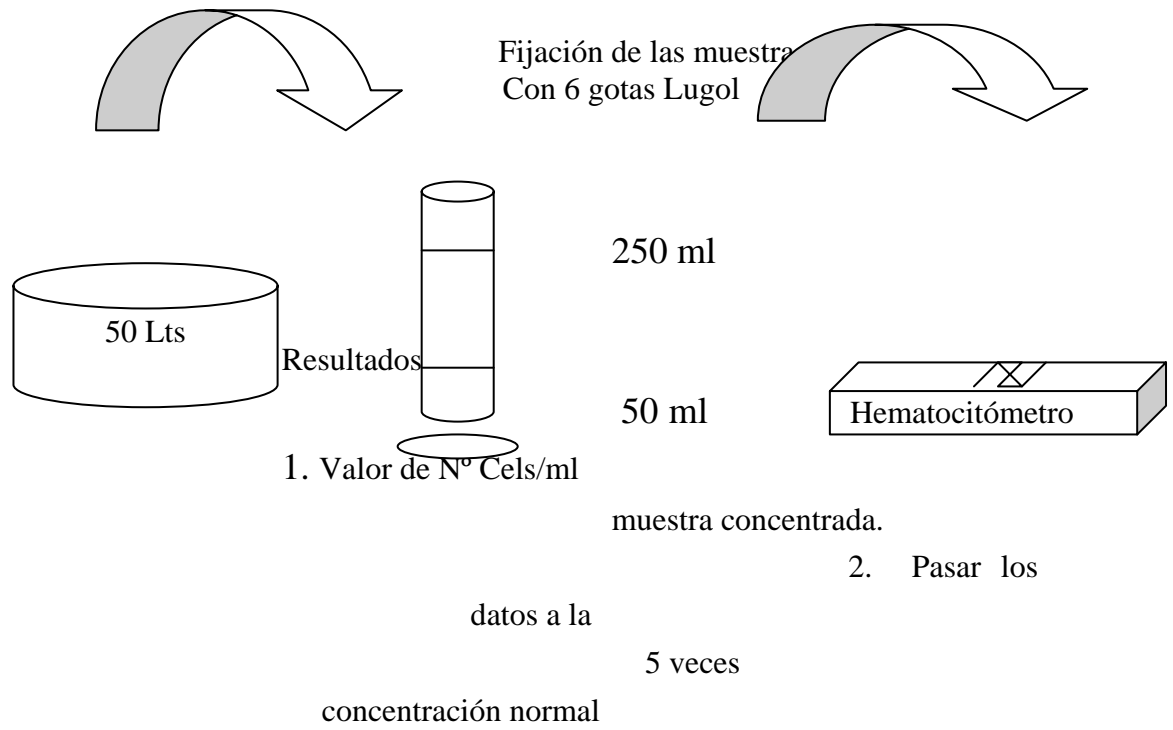


FIG.1. METODOLOGIA QUE SE UTILIZO PARA EL CONTEO DE ALGAS Y DETERMINAR EL EFECTO DE LOS FERTILIZANTES.

