

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA



T.U.A. ALEXEI GUTIÉRREZ RIVAS

Para otorgarle el título de
Licenciado en Acuicultura

Guatemala, mayo de 2007

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE	M. Sc. Pedro Julio García Chacón
SECRETARIO	M. V. Salomón Medina Paz
COORDINADOR ACADÉMICO	Ing. Carlos Salvador Gordillo
REPRESENTANTE DOCENTE	M. Sc. Erick Villagrán Colón
REPRESENTANTE DEL COLEGIO DE MÉDICOS VETERINARIOS Y ZOOTECNISTAS	Licda. Estrella Marroquín Guerra
REPRESENTANTE ESTUDIANTIL	T.U.A. Julián Américo Sikahall Prado
REPRESENTANTE ESTUDIANTIL	T.U.A. Manoel Cifuentes Marckwordt



El Ing. Agr. Pedro Julio García Chacón, Director del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA- después de conocer el dictamen favorable del Ing. Carlos Gordillo, Coordinador Académico, sobre el trabajo de graduación del estudiante universitario **Alexei Gutiérrez Rivas** titulado ***“Efectos de Plancton en Relación al Crecimiento del Camarón Litopenaeus, en dos Fincas Camaroneras del País”***, da por este medio su aprobación a dicho trabajo. **IMPRIMASE.**

Guatemala, Noviembre del 2,006

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Agr. Pedro Julio García Chacón
DIRECTOR





El Coordinador Académico del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, después de conocer el dictamen de los Revisores Ing. Agr. Pedro Julio García Chacón, M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colón, Licda. Norma Edith Gil de Castillo y la Sra. Adela Pérez Cruz, al trabajo de graduación del estudiante universitario **Alexei Gutiérrez Rivas**, titulado *“Efectos de Plancton en Relación al Crecimiento del Camarón Litopenaeus, en dos Fincas Camaroneras del País”*, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Carlos Salvador Gordillo García



Guatemala, Octubre de 2006.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

A MIS PADRES: Por su esfuerzo en mi formación personal y profesional.

A MI ESPOSA E HIJA: Por su comprensión, apoyo y colaboración incondicional en la ejecución del presente estudio, así como en la presentación del mismo.

AL LIC. PETER M. FAIRHURST: Por su colaboración y autorización en la obtención de datos, así como a todo el personal que de una u otra forma colaboró en el desarrollo experimental del presente trabajo.

AL LIC. WAGNER VARGAS: Por su colaboración y conocimientos brindados durante todo el desarrollo de la investigación.

AL CEMA por el conocimiento, experiencias y oportunidades que me ha brindado

A M. V. SALOMÓN MEDINA: Por su colaboración y comprensión en el desarrollo de la investigación e informe final.

AL LIC. JULIO LONGO: Por la colaboración prestada en la investigación.

A TODAS LAS PERSONAS: Que de una u otra forma colaboraron en el desarrollo de esta investigación.

DEDICATORIA

A Dios y a mi familia por haberme brindado la posibilidad de llegar tan lejos y alcanzar mis metas en la vida.

RESUMEN

La camaronicultura ha sido una industria prometedora en Guatemala desde su inicio en la década de los años 80. En el cultivo del camarón marino es necesario conocer el rol que desempeña el plancton como productor de oxígeno y fuente alimenticia, con la finalidad de mejorar los rendimientos, reducir costos de producción y establecer la base de programas de fertilización y alimentación suplementaria.

Gran parte del éxito del cultivo del camarón marino recae en el conocimiento del comportamiento físico químico y biológico de los sistemas de producción. Para generar dicha información se realizó este estudio en dos fincas de producción comercial ubicadas en la Costa Sur del país, con una duración de catorce meses, cubriendo tres ciclos de engorde y con un total de 36 estanques en sistema de producción semi intensiva.

Se realizaron muestreos semanales de crecimiento de camarón, recolecta y análisis de muestras de plancton y nutrientes durante cada uno de los ciclos de engorde y se comparó dicha información con el registro de parámetros físico químicos del agua.

Los resultados definen la relación directa existente entre el crecimiento del camarón marino y la concentración de diatomeas como fuente alimenticia primaria. Los rotíferos, representan una fuente de alimento muy favorable para el crecimiento del camarón, al igual que huevos y nauplios de otros organismos zooplanctónicos como copépodos.

Existe una diferencia significativa en el crecimiento del camarón marino en época de invierno y verano, siendo el invierno el periodo más favorable al estimular la predominancia de diatomeas y rotíferos en el medio de cultivo. Los rotíferos, sin una abundante dieta de diatomeas no constituyen organismos muy nutritivos, factores que inciden en el bajo crecimiento del

camarón en época de verano o al existir baja concentración de algas diatomeas.

Las condiciones particulares de cada finca suponen distinto comportamiento en los ciclos de engorde y en distintas épocas del año. En general, durante el verano las poblaciones de fitoplancton disminuyen y en especial las poblaciones de diatomeas que se ven altamente afectadas por el incremento de la salinidad. Este incremento favorece el desarrollo de copépodos, macro crustáceos de movimiento rápido y de bajo consumo por el camarón.

El porcentaje de uso de alimentadores y la calidad de larva también influyeron en el crecimiento y la sobrevivencia del camarón en el periodo de estudio.

El comportamiento mensual del fitoplancton no refleja las concentraciones de oxígeno disuelto obtenidas, demostrando que son necesarios grandes cambios en las poblaciones de fitoplancton para ser reflejados en el comportamiento de dicho parámetro, por lo cual debe de haber una predominancia casi exclusiva de algún tipo de alga para poder establecer en base a coloración del agua, el tipo de alga presente.

El manejo adecuado del plancton como alimento natural y en complementación con dietas artificiales, presenta un efecto positivo sobre el crecimiento del camarón marino en sistemas de producción semi intensiva.

ABSTRACT

Marine shrimp culture is a promising industry in Guatemala since the early 80's. As means of improving production yields, reduce costs and to establish the basis of fertilization and supplementary feeding programs it is necessary to identify the contribution and importance of plankton as an oxygen producer and food source in marine shrimp culture, which was the objective of this study.

An important part of the success of marine shrimp culture relays in the knowledge of physical, chemical and biological dynamics of production systems. In order to generate this information this study was carried out in two commercial farms located in the South Coast in Guatemala, in a lapse of 14 months, covering three different growth crops in each farm and with a total of 36 ponds in semi intensive production system.

On a weekly basis shrimp growth sampling was developed, plankton samples were collected and analyzed, as well as nutrients in each crop and compared to physical and chemical water quality parameters records.

The results of this study define the existent relationship between marine shrimp growth and diatoms concentration as a primary food source for shrimps. Rotifers represent a very favorable food source for shrimp growth as well as nauplii of other zooplankton organisms as copepods.

There also exists a significant difference of shrimp growth in rainy and dry season, being rainy season the most favorable to stimulate the predominance of diatoms and rotifers in culture units. Rotifers, without an abundant diet of

diatoms do not constitute nutritious organisms, factors that affect the low growth of shrimp in dry season or when there is a shortage in diatoms.

Particular conditions in each farm suppose a different behavior of each crop and season. In general during dry season phytoplankton population decreases especially diatoms that seem to be highly affected by a salinity increase. These increment favors copepod populations, a high mobility macro crustacean of low consumption by shrimp.

Monthly phytoplankton dynamics does not affect dissolved oxygen concentrations showing the need of extreme changes in phytoplankton populations as to be reflected in this parameter, therefore in order to establish a presence of some type of algae according to water coloration, there must be almost an exclusive dominance of it.

Proper management of plankton as natural feed in complement with artificial diets show a positive effect on marine shrimp growth in semi intensive production systems.

- MICROELEMENTOS	17
4.3.3. ZOOPLANCTON	17
4.3.3.1. Factores que Influyen en el Desarrollo del Zooplancton	19
5. MATERIALES Y MÉTODOS	17
5.1. MATERIALES Y EQUIPO	20
• Recurso Institucional	20
• Instrumentos de Recolección y Conteo de Muestras de Plancton	20
• Instrumentos de Determinación de Crecimiento de Camarón	21
• Recursos Humanos	21
5.2. METODOLOGÍA	21
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
6.1. FINCA “A”	28
6.2. FINCA “B”	30
7. CONCLUSIONES	34
8. RECOMENDACIONES	35
9. BIBLIOGRAFÍA	36
10. ANEXO	38

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Características de las fincas	23
CUADRO 2. Promedios mensuales de plancton durante 14 meses de muestreo, finca “A”	27
CUADRO 3. Promedios mensuales de plancton durante 14 meses de muestreo, finca “B”	28

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Parámetros físicos, periodo agosto 1995 a septiembre 1996 (finca B)	24
FIGURA 2. Comportamiento del oxígeno disuelto (AM/PM), periodo agosto 1995 a septiembre 1996 (finca B)	25
FIGURA 3. Comportamiento del oxígeno disuelto (AM/PM), periodo agosto 1995 a septiembre 1996 (finca A)	26
FIGURA 4. Crecimiento del camarón en diferentes épocas (finca A)	29
FIGURA 5. Crecimiento del camarón en diferentes épocas (finca B)	31

INDICE DE ANEXO

ANEXO 1. Características Comparativas de los Tres Grupos Principales de Zooplancton	
ANEXO 2. Utilidad Energética para el Crecimiento	

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de camarón marino se inició experimentalmente en Guatemala en la década de los setentas. En 1982, se crearon las primeras empresas comerciales, desarrollándose año con año y evolucionando al punto de superar la producción de camarón de extracción desde inicios de los noventa. Las principales especies de cultivo en su orden son: *Litopenaeus vannamei* y *Litopenaeus stylirostris*.

A nivel mundial, algunos de los niveles de producción récord se registraron en 1994. Sin embargo, a finales del año 1997, Guatemala se vio duramente afectada por el Síndrome de Taura (TSV) y las producciones decrecieron considerablemente; la implementación de un mayor control y nuevas técnicas de manejo fueron sido necesarias para combatir la problemática.

Debido a este problema y otros que se han presentado consecuentemente, el cultivo de camarón marino se ha dificultado cada vez más. Sin embargo, se han realizado grandes avances de manejo técnico, que mantienen aún viable su desarrollo. Los factores que mayormente han afectado a la camaronicultura son: la complejidad del comportamiento físico-químico y biológico del sistema acuático, los altos costos de producción y las diversas enfermedades que atacan al camarón, repercutiendo en la sobrevivencia y lentos crecimientos, obligando al camaronicultor a extender el ciclo de cultivo o a conformarse con tamaños muy pequeños, obteniendo bajos precios en el mercado. Por ello, es necesario crear y utilizar nuevas técnicas de manejo que mejoren el desarrollo de dicha actividad en el país.

El aprovechamiento y buen manejo de los recursos naturales puede ayudar a minimizar estos riesgos. Uno de los factores que no se ha manejado adecuadamente en el cultivo semi-intensivo de camarón marino es el comportamiento físico-químico, béntico y planctónico. Este último, enfocado

únicamente como productor de oxígeno y, consecuentemente como alimento natural.

El objetivo de este trabajo fue determinar la importancia del plancton, no sólo como productor de oxígeno, sino como alimento natural, lo cual ayudará a incrementar el crecimiento del camarón y/o reducir la dosificación de alimento suplementario, obteniendo así mayor crecimiento en menor tiempo de cultivo y como consecuencia, una disminución de los costos de alimentación.

2. OBJETIVOS

2.1. GENERAL:

- Evaluar y determinar la relación del plancton sobre el crecimiento del camarón marino *Litopenaeus* spp., en época de verano e invierno.

2.2. ESPECÍFICOS:

- Determinar la presencia y características del plancton en el engorde del camarón marino.
- Evaluar el crecimiento de camarón marino en sistema de producción semi intensivo.
- Analizar la importancia del plancton como alimento natural en el engorde de camarón marino.

3. HIPÓTESIS

Existe una relación positiva entre abundancia y diversidad de plancton y el crecimiento del camarón marino durante la etapa de engorde, tanto en época de verano como en invierno.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. ANTECEDENTES:

Según la investigación realizada por Arrivillaga, C. y Villagrán, E. (1998), en donde se evaluó el efecto de la tasa de alimentación sobre el crecimiento del camarón *Penaeus*, utilizando cuatro dietas diferentes (normal, 50% más, 50% menos y testigo o sin alimento balanceado), se reportó que no existe diferencia significativa entre los cuatro tratamientos utilizados. Sin embargo, reportan que existió un crecimiento homogéneo durante los primeros 40 días de cultivo, siendo los pesos finales (82 días) directamente proporcionales a la tasa alimenticia brindada, existiendo una diferencia de 7g. Entre el más bajo y el más alto.

La investigación realizada por Ramos (1991), evaluó el efecto del fitoplancton sobre la calidad de agua en engorde de camarón marino (época seca y lluviosa), llegando a las siguientes conclusiones:

- En la época de enero a mayo se observaron los florecimientos más bajos de diatomeas; en los meses de septiembre, octubre y noviembre se presentaron altos florecimientos de diatomeas, siendo los mejores meses. La menor salinidad se presentó en los meses de junio y noviembre, siendo las mayores salinidades en mayo.
- Las clorofitas se mantuvieron en poblaciones bajas durante todo el año, exceptuando septiembre y noviembre., donde las salinidades decrecieron. En febrero y marzo, se incrementó la salinidad, reportando los florecimientos más bajos.

- A las cianofitas les favorece las temperaturas altas, por lo que en el período de abril a agosto se encontraron en mayores cantidades. En los meses de septiembre a noviembre, su desarrollo se mostró afectado por las bajas temperaturas, mientras que la salinidad no fue un factor de influencia.
- En relación al fitoplancton total, se reportó que existe menores florecimientos durante la época seca y mayores durante la época lluviosa.

Varios investigadores han determinado que los primeros componentes de contenido estomacal del género *Litopenaeus* son microcrustáceos (anfípodos, copépodos y decápodos), ciliados, bivalvos, gasterópodos, detritus y fitoplancton, entre las más abundantes, diatomeas.

Leber (1988) encontró que el consumo directo de detritus contribuye a más del 50% del contenido estomacal del camarón.

El Instituto Oceanográfico de Hawai (1988), indica que el crecimiento del camarón incrementa si el fitoplancton está conformado predominantemente por diatomeas.

4.2. TAXONOMÍA Y BIOLOGÍA DEL GÉNERO *Litopenaeus*:

Como miembros de los crustáceos, los camarones son artrópodos mandíbulados con apéndices birrameados articulados, con dos pares de antenas, caparazón y branquias.

La taxonomía de este género, según Burkenroad (1963, 1981) y Shram (1979, 1981) es la siguiente:

Phylum	Crustácea
Clase	Malacostraca, Latreille, 1806
Subclase	Eumalacrostraca, Grobben, 1892
Cohorte	Eucarida, Claman, 1904
Orden	Decapoda, Latreille, 1803
Suborden	Dendrobranquiata, Bate, 1888
Superfamilia	Penaeidae, Rafinesque, 1805
Familia	Penaeidae
Subfamilia	Penaeinae
Género	<i>Litopenaeus</i>

Los miembros del Género *Litopenaeus*, han sido divididos por Pérez (1969) en cuatro subgéneros: *Penaeus*, *Litopenaeus*, *Fenneropenaeus* y *Melicertus*.

- Subgénero *Penaeus*: Téliico cerrado, petasma con costilla ventral larga y curvada fuertemente en su extremo, caparazón con la carena y surco adrostral cortos. Especie de importancia: *Penaeus monodon*.
- Subgénero *Litopenaeus*: Téliico abierto, sin receptáculo espermático. Especies de importancia: *Penaeus Vannamei*, *Penaeus stylirostris* y *Penaeus setiferus*.
- Subgénero *Fenneropenaeus*: Téliico cerrado, petasma con costilla ventral larga, con los lóbulos medios poco pronunciados. Especies de importancia: *Penaeus indicus*, *Penaeus orientalis*.

- Subgénero *Melicerus*: Télico cerrado, petasma con costilla ventral larga y curvada o casi recta, caparazón con la carena y surco adrostral largos. Especie de importancia: *Penaeus japonicus*.

Los camarones acanalados de América, han sido recientemente incluidos dentro de un nuevo subgénero llamado *Farfantepenaeus*. Especies de importancia: *Penaeus brevirostris*, *Penaeus californiensis*, *Penaeus aztecus*, *Penaeus brasiliensis*.

4.2.1. MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA:

El cuerpo del camarón se encuentra dividido en tres regiones: cefalotórax, abdomen y telson. Los apéndices del cefalotórax son: anténulas, antenas, mandíbulas, maxilas, maxilípedos y 5 pares de periópodos. El abdomen está formado por seis segmentos y seis pares de apéndices llamados pleópodos de función natatoria. En el telson se encuentran los urópodos y el telson propiamente.

El exoesqueleto en la región del cefalotórax presenta diferentes conformaciones como espinas, suturas y surcos, cuya forma, tamaño y distribución son característicos de cada especie.

El sistema digestivo está compuesto por la boca, estómago y hepatopáncreas situados en el cefalotórax; un intestino y glándula intestinal en el abdomen y el ano situado ventralmente donde comienza el telson.

4.2.2. ALIMENTACIÓN:

La alimentación de los camarones varía de acuerdo con las diferentes etapas del ciclo de vida: en sus primeros estadios (Nauplio) se alimenta de su reserva vitelina, en el estadio de Protozoa hasta los primeros estadios de

Mysis, se alimenta principalmente de fitoplancton. En las últimas fases de Mysis y en forma de Postlarva se alimenta de zooplancton. Al llegar a juvenil y adulto son organismos omnívoros, es decir que su dieta está constituida por alimentos de origen animal, vegetal y detritus orgánico que consume junto con los sedimentos.

El camarón, como cualquier organismo, necesita de energía para subsistir y llevar a cabo todos sus procesos metabólicos, energía que obtiene a través del alimento y que depende de la calidad nutricional del mismo. Para crecer es necesario que gran parte de esta energía inicialmente se dirija a satisfacer una serie de necesidades básicas para ser finalmente utilizada para el incremento de tamaño y peso (ANEXO 1). El alimento natural puede proveer porcentualmente de esta energía, necesitando de el suministro de alimento suplementario para obtener incrementos óptimos en el cultivo. Mantener una alta y adecuada disponibilidad de alimento natural para el camarón, puede favorecer el crecimiento de éste y/o reducir la necesidad de alimento suplementario (ANEXO 2).

4.2.3. CRECIMIENTO Y MUDA:

Las tasas de crecimiento en el camarón, depende de dos factores: frecuencia de muda (intervalo de tiempo entre mudas) e incremento de crecimiento (cuánto crece el camarón entre cada muda). Dado que el cuerpo del camarón se encuentra recubierto por una caparazón calcárea, debe de mudar la caparazón vieja y desarrollar una nueva un poco más grande, en orden para crecer. La nueva caparazón es suave al principio, pero endurece en una tasa proporcional al tamaño del camarón. La caparazón de camarones pequeños endurece en pocas horas, sin embargo, en camarones grandes puede tomar hasta un día o dos.

La frecuencia de la muda es también una función del tamaño del camarón, conforme el camarón crece, el tiempo entre mudas incrementa. En los estadíos larvarios, la muda ocurre cada 30 – 40 hrs. (20°C). Camarones juveniles de 1 – 5 g. Pueden mudar cada 4 – 6 días, sin embargo, juveniles de 15 g. pueden mudar en intervalos de dos semanas.

Existen otros elementos que pueden afectar las tasas de crecimiento tales como: la especie, sexo, edad, disponibilidad de alimento, estado fisiológico, densidad de siembra y factores físico-químicos en el estanque que pueden ser causantes del retraso o interrupción del crecimiento del camarón.

4.2.4. COMPORTAMIENTO:

Según Wyban y Sweeney (1991), *Litopenaeus vannamei* es un organismo de hábitos nocturnos por naturaleza. Sub-adultos de esta especie, permanecen enterrados en el sustrato durante el día, y no se alimentan ni buscan alimento. Sin embargo, se ha determinado que los hábitos alimenticios son estimulados mediante el suministro de alimento al estanque, por las características propias del mismo.

El enterramiento del camarón se da básicamente por la alta intensidad y penetración de luz en el agua. Sin embargo, también el oxígeno en altas concentraciones o la temperatura en altos rangos, pueden motivar al camarón a enterrarse.

4.3. PRODUCTIVIDAD PRIMARIA:

4.3.1. PLANCTON:

Es un conjunto de organismos vivos que flotan en el seno de un medio acuático cualquiera, representado por dos formas; algas (fitoplancton) y animales (zooplancton).

4.3.2. FITOPLANCTON:

Los productores primarios del plancton reciben el nombre de “fitoplancton”. En su gran mayoría son organismos microscópicos que flotan en el agua a merced de las corrientes. El fitoplancton se encuentra clasificado en el subreino Talofitas junto con hongos y bacterias. Las plantas incluidas en este subreino son estructuralmente las menos complejas del reino vegetal, sus cuerpos simples y talos constan de una sola célula, cadena o masa de células. Los tejidos vasculares, epidérmicos y otros tejidos especializados característicos de las plantas superiores, así como órganos típicos, entre ellos raíces, tallos y hojas están ausentes en las Talofitas. Las algas en general tienen clorofila y son fotosintéticas y autótrofas.

Según Fuller, et al. (1974) el fitoplancton está conformado principalmente por plantas acuáticas, muchas de las cuales viven suspendidas y flotan en la superficie o cerca de ella, otras especies habitan en zonas más profundas o son bénticas, sumergidas o fijadas en algún objeto en el fondo.

4.3.2.1. DIVISIONES DE FITOPLANCTON DE MAYOR IMPORTANCIA PARA LA CAMARONICULTURA:

- CIANOFITAS (ALGAS VERDE-AZULES):

Se designan así por la predominancia del pigmento azul ficocianina, que en combinación con la clorofila y otros pigmentos brinda en muchos de sus miembros una coloración verde-azul. En algunas especies de esta división la presencia de ficoeritrina, puede dar un color rojizo, negro o púrpura.

Existen géneros unicelulares, coloniales y filamentosos, que suelen estar rodeadas por una vaina gelatinosa o mucilaginosa. Su reproducción es asexual. Los géneros unicelulares se dividen por división celular, en donde cada hijo constituye un individuo diferente. En algas filamentosas suelen producirse nuevos individuos por fragmentación del filamento, en pedazos más cortos capaces de formar nuevos filamentos llamados hormogonios.

De acuerdo con Fuller, et al. (1974) más de tres cuartas partes de las algas verde-azules son marinas o de aguas salobres. Pueden habitar tanto en zonas de poca como de intensa luz, así como también en zonas congeladas o templadas. Algunas de estas algas producen toxinas que dan mal sabor y olor a algunos organismos acuáticos, pudiendo provocar hasta la muerte, al ser consumidas en grandes cantidades.

- CLOROFITAS (ALGAS VERDES):

Más de 400 géneros y 700 especies conforman esta división. Existe una gran diversidad de tamaños, formas y complejidad, pudiendo ser unicelulares, multicelulares, coloniales y filamentosas. Las células móviles son flageladas.

Predominan en aguas dulces, tan sólo un 13% de ellas son de origen marino. Su reproducción es asexual y sexual; la forma asexual es por división celular

o formación de esporas por fragmentación, no formando fragmentos homogonios como las algas verde-azules.

Según Fuller, et al. (1974), la reproducción sexual puede ser por isogamia, anisogamia u oogamia y fecundación por homotalismo (una sola planta) o heterotalismo (por diferentes plantas).

- PIRROFITAS:

Según Fuller, et al. (1974), son plantas móviles unicelulares, conocidas como dinoflagelados. La mayoría son marinas, cuya principal característica es la presencia de dos flagelos situados en sendas ranuras de la superficie, uno rodeando el cuerpo en una ranura transversal, extendiéndose más allá de la célula a manera de cola, y el otro, extendiéndose verticalmente a un lado de la célula, sobresaliendo más que el transversal. Las vibraciones del flagelo trasversal y las ondulaciones del vertical hacen posible el movimiento de la célula. Poseen clorofila y carotenos, el pigmento de las xantofilas auxiliares es la que confiere a muchos miembros el color pardo-dorado.

Las pirrofitas junto con las diatomeas constituyen el abastecimiento alimenticio del mar en la primera fase de la cadena trófica. Algunas especies poseen toxinas que en florecimientos grandes (marea roja) pueden causar la muerte en muchos organismos, incluyendo al hombre, por el consumo de los mismos.

- CRISOFITAS (ALGAS PARDO-DORADAS):

Siguiendo con la línea de Fuller, et al. (1974), es la división más grande que comprende cerca de 11,000 especies que son, en su mayoría, unicelulares; un pequeño porcentaje forma colonias y filamentos débiles. De pared celular

ciliada, compuesta por dos segmentos. Posee pigmentos fotosintéticos como la clorofila c y e, caroteno y xantofila.

Los miembros más abundantes son las diatomeas que comprenden entre 6,000 a 10,000 especies, cuyas paredes celulares son ciliadas, duras y quebradizas. Entre éstas se encuentran dos formas básicas, de tipo céntrico o triangular observada de frente y el tipo pennado en que la célula tiene simetría bilateral y es alargada, siendo capaces de moverse por deslizamiento.

Un 30 a 50% de las diatomeas son marinas. Las pennadas pueden ser tanto de aguas dulces como marinas, mientras que las de forma céntrica, son exclusivamente de agua marina.

La reproducción es asexual, por reproducción celular. Investigaciones han determinado que el protoplasma excede en masa total al de todas las demás plantas combinadas, pese a que las diatomeas sean minúsculas y unicelulares.

4.3.2.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESARROLLO DEL FITOPLANCTON:

El fitoplancton debe satisfacer sus requerimientos ecológicos para desarrollarse dentro de las aguas superficiales iluminadas (eufóticas), su hábitat en la columna del agua es relativamente estable y homogéneo, aunque en el tiempo y espacio existen gradientes de parámetros físico-químicos importantes.

La luz se debe de considerar en términos de fotoperiodo y calidad de intensidad (longitud de onda), ya que es de importancia fundamental como fuente de energía para la fotosíntesis. La absorción de energía solar durante

el día puede ser menor a la que se capta en tierra debido a la reflexión de la luz a partir de la superficie, especialmente cuando el sol está cerca del horizonte y la superficie del agua es irregular.

La tasa fotosintética aumenta linealmente con la intensidad, luminosa, hasta que se aproxima al punto máximo de saturación, la cual varía principalmente por la temperatura y los niveles de nutrimentos. Las intensidades de luz muy altas suelen ser inhibitorias e intensidades de luz bajas limitan la tasa fotosintética.

La materia orgánica y los sólidos en suspensión, también influyen en el desarrollo y abundancia del fitoplancton. En aguas salobres existe un alta carga de sólidos en suspensión consistentes de partículas orgánicas e inorgánicas que se encuentran suspendidas por la turbulencia presente en el ecosistema acuático. El agua posee sólidos, principalmente orgánicos ionizados o disueltos, los cuales no se han precipitado y que son derivados del contacto de las corrientes con restos vegetativos de la producción fitoplanctónica existente en el agua y la polución.

Se sabe que el suministro de nutrientes influye en la tasa de crecimiento de las algas, decreciendo si la tasa de suministro de uno o varios de los nutrimentos queda por debajo de la tasa de absorción, pudiendo aprovechar los nutrimentos hasta el punto donde le permita el nutrimento limitante. El nitrógeno y el fósforo limitan el crecimiento del fitoplancton y constituyen los elementos que se encuentran en menor proporción y poseen por lo tanto mayor demanda por las necesidades del mismo. Entre otros, nitrato, ortofosfato, fósforos orgánicos y microelementos (Marshall, 1997).

4.3.2.3. NUTRIENTES DEL FITOPLANCTON

- MACROELEMENTOS

- NITRÓGENO:

La mayoría de las algas pueden utilizar el nitrato (NO_3), nitrito (NO_2) y amonio (NH_4), como fuente de nitrógeno.

El nitrito en cantidades abundantes puede ser tóxico para los organismos, sin embargo, no suele encontrarse en cantidades mayores en el agua. Las algas prefieren asimilar el amonio que el nitrato, pudiendo inhibir la absorción de nitrato cuando el amonio se encuentra en grandes cantidades.

El nitrato que es aprovechado por las algas debe ser reducido por las células a amonio antes de incorporarlos a los aminoácidos, creyéndose que si el alga utiliza el amonio, conserva más energía. La ventaja de uno de éstos no es evidente en forma de mayores tasas de crecimiento bajo luz continua (Marshall, 1997).

- FÓSFORO:

El ortofosfato (PO_4) es la única fuente de fósforo inorgánico para las algas, que también utilizan varios fosfatos orgánicos. La mayoría de las algas almacenan el exceso de ortofosfato como polofosfatos en fránulos citoplasmáticos, actuando como reserva de fósforo (Marshall, 1997).

- SÍLICE:

Este elemento les confiere casi exclusivamente a las diatomeas en forma de ácido ortosilícico $\text{Si}(\text{OH})_4$. Este les sirve además de la formación de la pared celular, para sintetizar el ADN (Marshall, 1997).

- MICROELEMENTOS:

Además del nitrógeno, fósforo y sílice, las algas necesitan de otros elementos para su crecimiento, los cuales se requieren en muy bajas cantidades, por ello, se denominan microelementos. Estos pueden llegar a ser limitantes, ya sea por deficiencia o por niveles tóxicos. En aguas eutrofizadas, los microelementos aparecen por lo general en niveles suficientes, no así en aguas oligotróficas. Entre los principales microelementos podemos mencionar al Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Molibdato (Mo), Cobalto (Co) y Zinc (Zn) (Marshall, 1997).

4.3.3. ZOOPLANCTON:

El zooplancton está conformado por todos aquéllos organismos microscópicos de origen animal que flotan libremente en el agua. Incluyen una gran diversidad de organismos, los cuales pueden ser de forma permanente o transitoria, como huevos y estadíos larvales (principalmente nauplios) de animales mayores. Entre los más abundantes se encuentran los microcrustáceos, (copépodos y cladoceros), rotíferos y protozoos. Otros grupos como cnidarios, moluscos, radiolarios, turnicados, amphípodos, también se encuentran en el zooplancton (Duxbury, 1977).

Los copépodos, cladóceros y rotíferos, pueden producir huevos durmientes o quistes que soportan severas condiciones ambientales, y eclosionan cuando se encuentran en condiciones óptimas. Además de poseer un alto grado de selectividad del alimento.

Los copépodos pueden presentarse en aguas dulces y salobres. Se reproducen por un proceso biparental, donde las hembras llevan consigo los huevos en sacos hasta su maduración. Pasan a través de varios estadios de desarrollo antes de llegar a adultos. Estos organismos son principalmente carnívoros, por lo que pueden presentar canibalismo. Presentan gran movilidad y son capaces de mostrar una migración vertical que responda a un mecanismo de defensa y penetración de luz en el agua.

Según Yufera (1984), los copépodos no compiten con los rotíferos al encontrarse presentes en un mismo medio, ya que los copépodos se alimentan y crecen de los restos orgánicos que se sedimentan en el fondo.

Los cladóceros se denominan comúnmente “pulgas de agua”, están representados principalmente por *Daphnia* y predominan en condiciones dulceacuícolas, presentándose pocas formas marinas. Se reproducen generalmente por partenogénesis, por lo que predominan las hembras. Los huevos son cargados por la madre hasta que los organismos son lo suficientemente maduros para buscar su propio alimento. Estos organismos no pasan por una serie de procesos de desarrollo, por lo que se asemejan a un adulto desde que nacen.

Los rotíferos son cosmopolitas, un 12% de las especies de las especies son de agua marina o salobre, siendo una gran proporción de aguas dulces. Estos organismos sirven de intermediarios en los procesos de conversión de microorganismos en partículas microscópicas capaces de transferir la carga nutritiva disponible a organismos mayores.

Los rotíferos son relativamente resistentes, capaces de tolerar altos rangos de salinidad y temperatura, así como altos niveles de amonio. En la mayoría de las especies el rango óptimo de temperatura es de 20°C a 30°C y

salinidades menores a 20 ppt (salinidades superiores a 35 ppt suprimen marcadamente la reproducción). Los rotíferos son filtradores no selectivos, sin embargo su selectividad está dada por el tamaño de la partícula (2-20 μm) (Cobo, 1993). Su capacidad migratoria es reducida, por lo que se considera que su distribución vertical es homogénea.

4.3.3.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESARROLLO DEL ZOOPLANCTON:

La productividad secundaria o zooplancton está básicamente limitada por la productividad primaria o fitoplancton, la cual es el alimento y energía que necesitan para reproducirse en gran número. Otros factores son los depredadores, así como las condiciones ambientales, éste último, básicamente limita el número y tipo de especies existentes en el cuerpo de agua.

Se ha determinado que existe un comportamiento cíclico en las poblaciones de fitoplancton y zooplancton, por presentarse inicialmente incrementos en las poblaciones de fitoplancton y posteriormente del zooplancton, lo que consecuentemente disminuyen las poblaciones de fitoplancton presentes. Esto se explica, debido a que al inicio del ciclo la productividad primaria puede desarrollarse al no existir suficientes depredadores secundarios, al haber gran cantidad de alimento disponible, la productividad secundaria comienza a crecer y a consumir el fitoplancton disponible, hasta que alcanza poblaciones tan altas que el suministro de alimento no es suficiente y la población se reduce hasta el punto que permite que el fitoplancton se recupere. Es conveniente mencionar que éste comportamiento no es una ley ni una regla, solamente una tendencia que se presenta frecuentemente entre el plancton.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. MATERIALES Y EQUIPO:

- **RECURSO INSTITUCIONAL:**

- El trabajo se desarrolló en dos fincas camaroneras ubicadas en la Costa Sur del país. En la finca A, se trabajó con 24 estanques de engorde de camarón. En la finca B, se trabajó con 12 estanques de engorde de camarón.
- Vehículo y/o combustible en la realización de visitas periódicas a las fincas.
- Microscopio
- Claves de identificación de plancton.
- Cámara New-Bauer.

- **INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y CONTEO DE MUESTRAS DE PLANCTON:**

- Botes plásticos de ½ litro.
- Cilindro de 500 ml.
- Red de plancton de 25 μ m.
- Cubeta de 5 galones.
- Lugol.
- Microscopio.
- Cámara de Palmer-Malone.
- Cámara de Sedgewick Rafter
- Agua destilada.
- Tablas de control.

- **INSTRUMENTOS DE DETERMINACIÓN DE CRECIMIENTO DE CAMARÓN:**

- Atarrayas con diferente luz de malla.
- Balanza.
- Recipientes plásticos.
- Balsa.
- Tablas de control.

- **RECURSOS HUMANOS:**

- Investigador.
- Personal encargado de realizar los muestreos de agua de los estanques, así como el envío de los mismos hacia el laboratorio.
- Muestreadores de crecimiento, los cuales estuvieron encargados de extraer, contar y pesar el camarón.
- Dos personas en cada finca encargados del manejo y control de las mismas.

5.2. METODOLOGÍA

Se realizaron muestreos de crecimiento semanales, en los cuales se observó, además, las condiciones del camarón y se detectó posibles causas que limitan su crecimiento. Para ello se utilizó atarrayas con diferentes luz de malla, dependiendo de la talla que éste presente.

Se recolectaron muestras de plancton durante todo el ciclo de engorde del camarón, las cuales fueron enviadas a laboratorio por medio de una empresa de transporte expreso, en donde se realizaron los conteos de fitoplancton y zooplancton, identificando algunos géneros importantes en la camaronicultura.

Conjuntamente con las muestras de plancton se realizaron muestreos de los principales nutrientes, con la finalidad de evaluar y modificar las fertilizaciones. Se monitorearon parámetros físico-químicos diariamente para determinar el comportamiento de las piscinas.

Para el análisis y discusión, las muestras se separaron en tres ciclos de producción durante los 14 meses del trabajo, observando el crecimiento en cada uno y la relación entre ellos.

El primer ciclo, identificado como invierno 95 (INV95), comprendió los meses de agosto de 95 a diciembre 95. El segundo ciclo identificado como verano 96 (VER96), abarcó los meses de enero 96 a mayo 96. El tercer ciclo comprendido de mediados de mayo 96 hasta septiembre 96, identificado como invierno 96 (INV96). Se determinó la influencia del fitoplancton y zooplancton con los diferentes ciclos de crecimiento, detectando comportamientos particulares en cada uno, pudiendo inferir la influencia de plancton sobre el crecimiento del camarón.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como muestra el Cuadro No. 1, las condiciones y características que presenta cada finca son muy particulares. Los parámetros que se consideran de mayor importancia y asimiles en ambas, son: sólidos en suspensión, salinidad y productividad natural.

	FINCA "A"	FINCA "B"
Estero:	7.5 Km Alta influencia de agua dulce	3.0 Km Poca influencia de agua dulce
Canal Reservorio:		
Productividad	Alta	Baja
Nutrientes (N, P):	Menor	Mayor
Finca:		
Distancia del Mar:	3.0 Km	0.3 Km
Espejo de Agua:	340 Ha	126 Ha
Estanques:	24	12
Estanques:		
Cultivo:	Semi-intensivo	Semi-intensivo
Siembra:	Directa	Directa
Densidad:	12-20/m ²	12-20/m ²
Sólidos en Suspensión:	Baja/Ocasional	Moderada/Frecuente
Salinidad:	0-22 ppt	15-38 ppt
Productividad Primaria:	Alta (estable)	Baja (irregular)
Materia Orgánica:	Mayor	Menor
pH:	4-5	5-6

CUADRO No.1 Características de las fincas

Los sólidos en suspensión afectan en gran proporción la producción del plancton en la finca "B", mostrando rangos de Disco de Sechii bajos, sin existir altas poblaciones de fitoplancton (FIGURA 1), lo que disminuye considerablemente la abundancia del alimento natural disponible en los estanques.

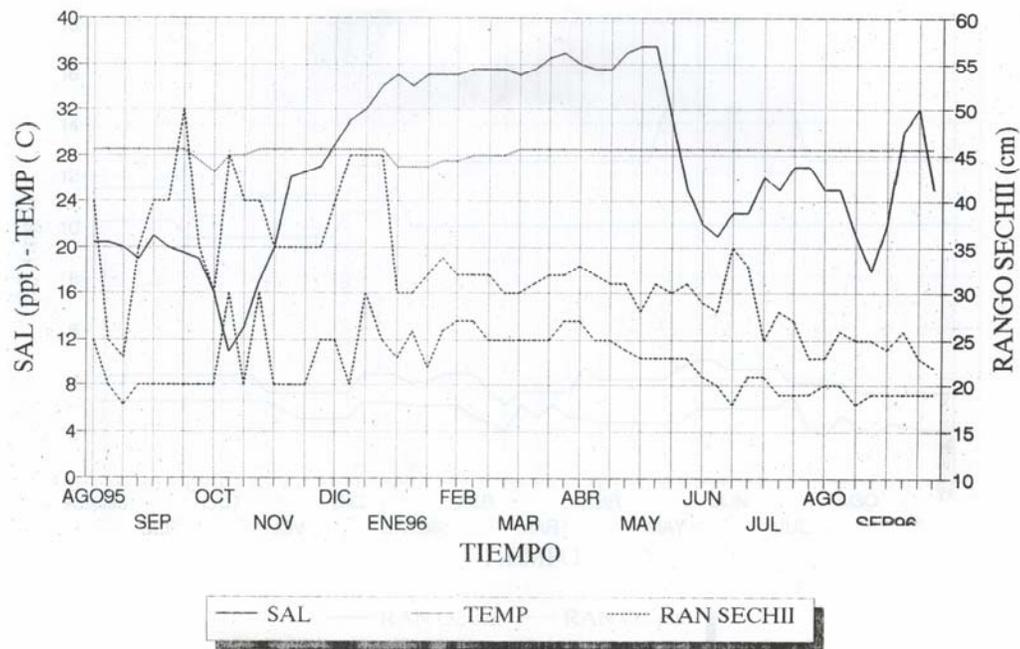


FIGURA 1. Parámetros físicos, periodo agosto 1995 a septiembre 1996 (finca B)

Los valores de oxígeno por las mañanas son un indicador de alta carga de materia orgánica presente en los sólidos en suspensión (FIGURA 2).

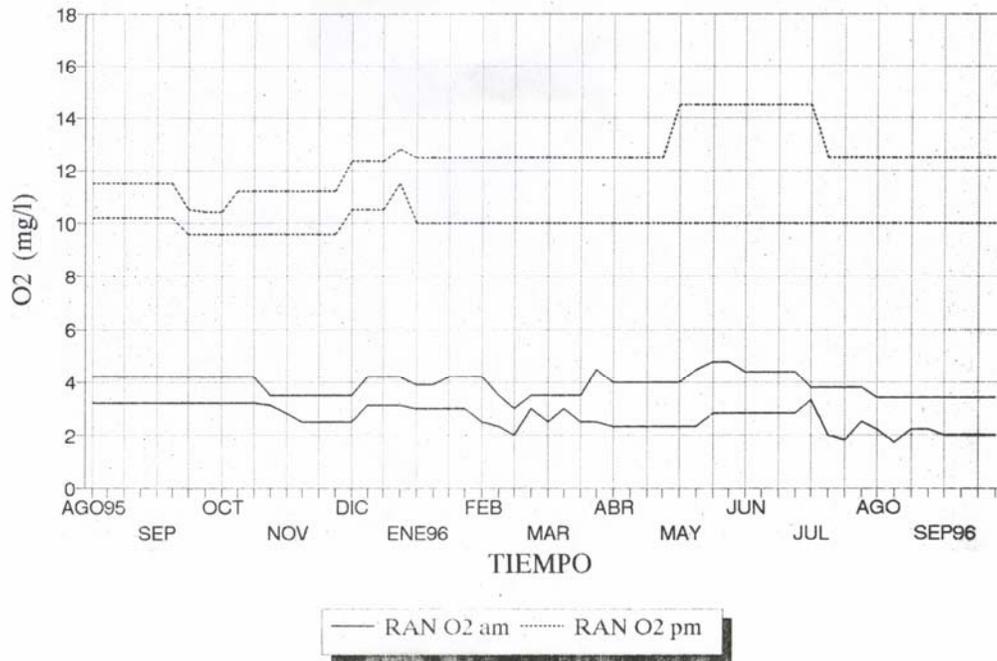


FIGURA 2. Comportamiento del Oxígeno Disuelto (AM/PM), Periodo Agosto 1995 a septiembre 1996 (finca B)

La finca “A”, por lo contrario, no presenta este problema, la cual favorece a las poblaciones de fitoplancton. Al finalizar el cultivo se presentan valores de materia orgánica relativamente altos en los fondos, resultado de la alta productividad que muestra en sus estanques, siendo necesario un mayor control en la preparación de fondos en dicha finca.

El oxígeno disuelto se expreso con mayor fluctuación en la finca “A” (FIGURA 3), sin embargo los rangos que prevalecieron (AM/PM) durante los distintos meses del año contribuyeron al mejor desempeño productivo del camarón marino en dicha finca (FIGURA 4).

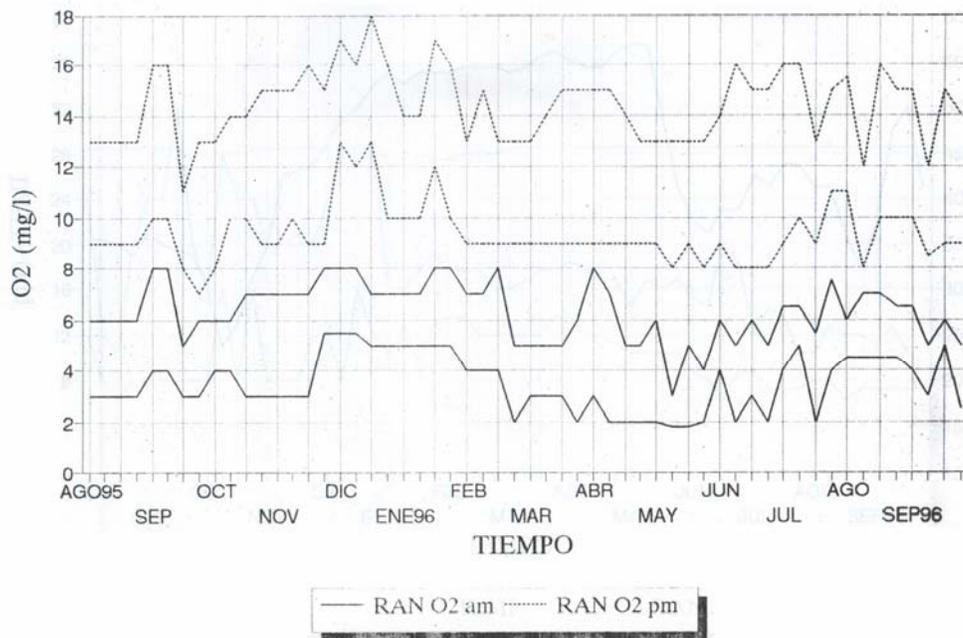


FIGURA 3. Comportamiento del Oxígeno Disuelto (AM/PM), Periodo Agosto 1995 a septiembre 1996 (finca A)

La salinidad influyó notoriamente en la composición del plancton. En salinidades menores de 5 ppt. se presentaron las mayores poblaciones de diatomeas (navículas), que disminuye considerablemente al incrementar la salinidad, factor que favoreció a la finca “A” en las épocas de invierno (CUADRO 2). La dominancia de rotíferos en el zooplancton se atribuye a los rangos bajos de salinidad, al incrementar este parámetro, las poblaciones de macro crustáceos, principalmente copépodos, se incrementó, a salinidades mayores de 32 ppt. su predominancia fue casi exclusiva.

	MES	FITO *000 Cel/ml			ZOOPLANCTON Org/ml						ZT	PORCENTAJE ZOO				
		FT	DIAT	%DIAT	M.C.	ROT	NAU	HUE	POL	OT		%M.C.	%ROT	%NAU	%HUE	%OT
I	AGO95	265.94	97.19	36.55	0.11	0.57	0.29	1.02	0.01	0.18	2.18	5.05	26.15	13.30	46.76	8.72
N	SEP	218.30	83.90	38.43	0.03	1.03	0.10	1.10	0.01	0.12	2.39	1.26	43.10	4.18	46.03	5.44
V	OCT	178.06	72.34	40.63	0.08	0.45	0.25	0.38	0.01	0.12	1.29	6.20	34.88	19.38	29.46	10.08
9	NOV	328.11	71.80	21.88	0.22	1.40	0.60	0.39	0.01	0.02	2.64	8.33	53.03	22.73	14.77	1.14
5	DIC	269.75	37.55	13.92	0.21	1.44	0.46	0.23	0.00	0.02	2.36	8.90	61.02	19.49	9.75	0.85
V	ENE96	177.09	31.32	17.69	0.81	2.27	0.67	0.23	0.06	0.09	4.13	19.61	54.96	16.22	5.57	3.63
E	FEB	76.63	21.58	28.16	1.15	1.07	0.09	0.17	0.02	0.00	2.50	46.00	42.80	3.60	6.80	0.80
R	MAR	128.57	26.35	20.49	0.50	1.14	0.06	0.21	0.01	0.06	1.98	25.25	57.58	3.03	10.61	3.54
9	ABR	163.40	45.15	27.63	0.31	0.59	0.03	0.20	0.00	0.05	1.18	26.27	50.00	2.54	16.95	4.24
6	MAY	113.35	25.36	22.37	0.37	0.92	0.02	0.33	0.00	0.02	1.66	22.29	55.42	1.20	19.88	1.20
I	JUN	300.32	155.67	51.83	0.45	0.56	0.05	0.19	0.00	0.03	1.28	35.16	43.75	3.91	14.84	2.34
N	JUL	364.19	163.15	44.80	0.22	0.31	0.01	0.09	0.00	0.02	0.65	33.85	47.69	1.54	13.85	3.08
V	AGO	297.19	131.04	44.09	0.13	0.35	0.04	0.11	0.00	0.05	0.68	19.12	51.47	5.88	16.18	7.35
96	SEP	231.73	75.27	32.48	0.03	0.42	0.12	0.09	0.00	0.02	0.68	4.41	61.76	17.65	13.24	2.94

FT: FITOPLANCTON TOTAL
 DIAT: DIATOMEAS
 %DIAT: % DIATOMEAS

M.C.: MICROCRUSTÁCEOS
 ROT (%): ROTÍFEROS
 NAU(%): NAUPLIOS

HUE(%): HUEVOS
 POL: POLIQUETOS
 OT: ZOO OTROS

%OT: %POL + OT
 ZT: ZOOPLANCTON TOTAL

CUADRO 2. Promedios mensuales de plancton durante 14 meses de muestreo, Finca "A"

En la finca "A" se presentaron las mayores poblaciones de fitoplancton, manteniéndose más estables, sin embargo, en la finca "B", las poblaciones de fitoplancton fueron menores y fluctuantes, presentándose únicamente de abril a julio de 1996 poblaciones altas y estables. La abundancia de diatomeas se presentó durante las épocas de invierno en la finca "A", manteniendo poblaciones bajas en verano; y en la finca "B" durante todo el año. El zooplancton se mantuvo similar en ambas fincas, presentándose poblaciones bajas en algunos meses. La presencia de poliquetos durante todo el año en la finca "B", puede ser un recurso a investigar para su aprovechamiento como alimento bentónico aprovechable por el camarón (CUADRO 3).

MES	FITO *000 Cel/ml			ZOOPLANCTON Org/ml						ZT	PORCENTAJE ZOO					
	FT	DIAT	%DIAT	M.C.	ROT	NAU	HUE	POL	OT		%M.C.	%ROT	%NAU	%HUE	%OT	
I N V 9 5	AGO95	182.88	1.71	0.94	0.18	1.85	0.64	0.89	0.04	0.04	3.64	4.95	50.82	17.58	24.45	2.20
	SEP	117.45	16.17	13.77	0.14	0.73	0.47	0.72	0.04	0.02	2.12	6.60	34.43	22.17	33.96	2.83
	OCT	83.91	4.65	5.54	0.07	0.61	0.43	0.68	0.05	0.05	1.89	3.70	32.28	22.75	35.98	5.29
	NOV	114.79	26.96	23.49	0.05	0.41	0.33	0.23	0.02	0.02	1.06	4.72	38.68	31.13	21.70	3.77
	DIC	59.04	7.11	12.04	0.26	0.53	0.80	0.07	0.09	0.07	1.82	14.29	29.12	43.96	3.85	8.79
V E R 9 6	ENE96	40.70	7.50	18.43	0.87	0.20	0.42	0.20	0.14	0.00	1.83	47.54	10.93	22.95	10.93	7.65
	FEB	25.72	7.09	27.57	0.85	0.01	0.04	0.20	0.16	0.02	1.28	66.41	0.78	3.13	15.63	14.06
	MAR	82.69	28.26	34.18	0.46	0.01	0.02	0.14	0.03	0.01	0.67	68.66	1.49	2.99	20.90	5.97
	ABR	244.61	48.37	19.77	0.30	0.08	0.02	0.23	0.06	0.00	0.69	43.48	11.59	2.90	33.33	8.70
	MAY	176.91	22.70	12.83	0.51	0.20	0.06	0.25	0.03	0.01	1.06	48.11	18.87	5.66	23.58	3.77
I N V 96	JUN	158.23	16.86	10.66	0.49	0.58	0.04	0.19	0.04	0.03	1.37	35.77	42.34	2.92	13.87	5.11
	JUL	206.91	23.47	11.34	0.76	0.34	0.02	0.27	0.02	0.09	1.50	50.67	22.67	1.33	18.00	7.33
	AGO	91.14	12.82	14.07	0.67	0.49	0.23	0.29	0.07	0.00	1.75	38.29	28.00	13.14	16.57	4.00
	SEP	61.55	20.66	33.57	0.15	0.18	0.34	0.24	0.02	0.05	0.98	15.31	18.37	34.69	24.49	7.14

FT: FITOPLANCTON TOTAL
DIAT: DIATOMEAS
%DIAT: % DIATOMEAS

M.C.: MICROCRUSTÁCEOS
ROT (%): ROTÍFEROS
NAU (%): NAUPLIOS

HUE (%): HUEVOS
POL: POLIQUETOS
OT: ZOO OTROS

%OT: %POL + OT
ZT: ZOOPLANCTON TOTAL

CUADRO 3. Promedios mensuales de plancton durante 14 meses de muestreo Finca "B"

Los crecimientos que se obtuvieron en los diferentes ciclos de cultivo para ambas fincas se muestran en la Figura 4 y Figura 5 (Finca A y Finca B, respectivamente). Debido a las condiciones particulares de cada finca, se determinó por separado el efecto del plancton sobre el crecimiento de camarón marino.

6.1. FINCA "A":

Durante el ciclo de invierno de 1995, comprendido de agosto a diciembre del mismo año (INV95), el crecimiento al inicio del ciclo fue el más alto, sin embargo, a partir de las 14 semanas se detuvo considerablemente, presentando al final del ciclo un incremento semanal de 0.79 g. y una desviación estándar de 1.67 g. siendo un rango relativamente amplio.

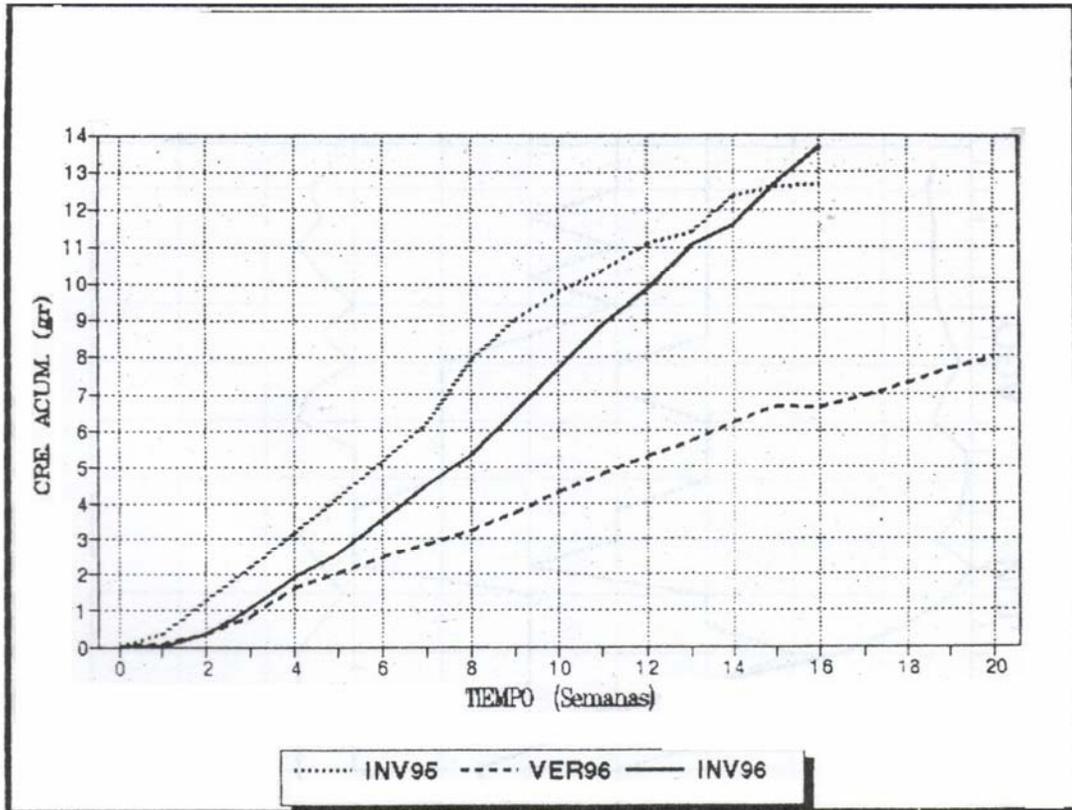


FIGURA 4. Crecimiento del Camarón en diferentes épocas (Finca A)

En lo que respecta al ciclo de verano, comprendido de enero a mayo del año 1996 (VER96), presentó un crecimiento bastante bajo; teniendo que extender su tiempo de cultivo a 20 semanas, sin embargo, presentó un incremento semanal bastante homogéneo, presentando al final del cultivo 0.40 g. de incremento semanal y una desviación estándar de 0.79 g., valor que se redujo por la talla alcanzada.

El invierno 1996 abarcó desde mediados de mayo hasta septiembre del año 1996 (INV96), presentó el mejor crecimiento final con 0.86 g. de incremento semanal; su inicio no fue tan bueno como el INV95 presentando una desviación estándar de 0.90 g., siendo un rango bastante homogéneo en los estanques.

En el INV95 la presencia de poblaciones altas de diatomeas y la diversidad del zooplancton favorecieron notablemente el crecimiento del camarón, en el último mes la población de diatomeas bajó considerablemente, así como la presencia de huevos, influyendo en el crecimiento de las últimas semanas de cultivo.

En INV96, las poblaciones de zooplancton se redujeron y predominaron los rotíferos. Sin embargo, la presencia de diatomeas fue mucho mayor que en cualquier ciclo, influyendo significativamente en el crecimiento del camarón. Los rotíferos fueron una fuente rica de alimento debido a la presencia abundante de diatomeas, funcionando como vehículo de éstas hacia el camarón, mismo comportamiento que en INV95.

En VER96 las poblaciones de fitoplancton bajaron relativamente, sin embargo, las diatomeas se vieron fuertemente afectadas por el efecto de la salinidad. El zooplancton se constituyó predominantemente de rotíferos y micro-crustáceos, principalmente copépodos, siendo éste último un organismo de vida muy prolongada y de movimiento rápido, factores que desfavorecen su consumo (CUADRO 2). Los rotíferos sin una dieta abundante de diatomeas no constituyen organismos muy nutritivos, factores que influyeron en el bajo crecimiento del camarón. Aunado a esto, no se debe descartar en ninguno de los ciclos, la influencia de la época sobre el comportamiento del camarón.

6.2. FINCA “B”:

En INV95, existió un crecimiento bastante irregular, siendo el más bajo de los cuatro ciclos de invierno, presentando un 0.65 g. de incremento semanal. La desviación estándar de éste ciclo fue bastante amplia (2.65 g. en la semana 16), presentándose tanto crecimientos muy buenos como crecimientos bastante bajos; expandiendo a 18 semanas promedio de

cultivo. En VER96, el crecimiento fue el más bajo de todos los ciclos, estancándose a partir de las 13 semanas, presentando un 0.31 g. de incremento semanal y una desviación estándar de 0.88 g. en 20 semanas de cultivo. En el INV96, el crecimiento del camarón fue bastante bueno, presentando una homogeneidad durante todo el ciclo, teniendo un 0.82 g. de incremento semanal y 1.17 de desviación estándar.

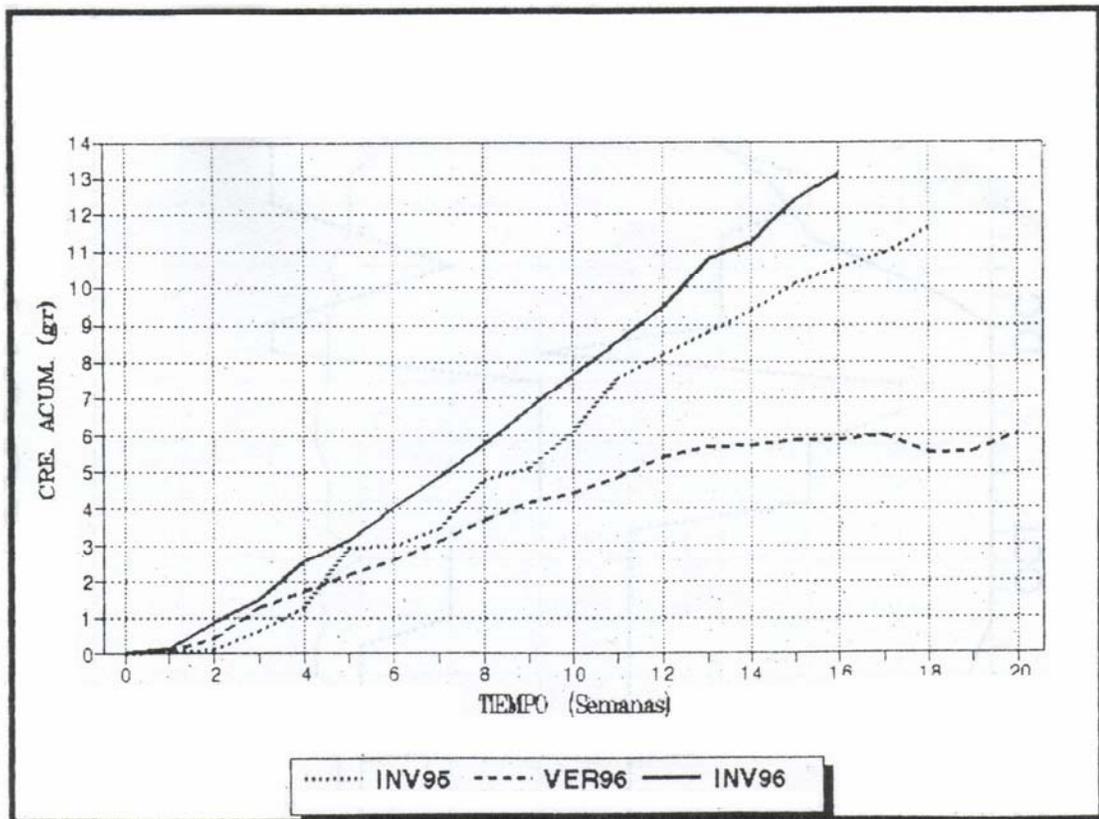


FIGURA 5. Crecimiento del camarón en diferentes épocas (Finca B)

En INV95, las bajas poblaciones de diatomeas y las bajas e irregulares poblaciones de fitoplancton influyeron en lo irregular del crecimiento y en el rango tan amplio de desviación. El zooplancton presentó una diversidad bastante favorable para el camarón, favoreciéndose principalmente por nauplios de copépodos y huevos de copépodos y rotíferos, siendo una fuente

de alto valor nutritivo. Los rotíferos, por no contar con una dieta alta en diatomeas, no constituyeron un alimento tan nutritivo.

En VER96, se presentó buenas poblaciones de fitoplancton durante los últimos meses del ciclo, sin embargo, las poblaciones de diatomeas se mantuvieron bajas, así mismo, el zooplancton estuvo conformado casi exclusivamente de copépodos, factores que desfavorecieron el crecimiento del camarón.

En INV96, las condiciones del plancton no fueron las deseadas para el camarón, presentándose poblaciones bajas de diatomeas y zooplancton con poca diversidad. El motivo al cual se puede atribuir el buen crecimiento que se dio en este ciclo fue al cambio que se realizó en el manejo del alimento, intensificando en el número de bandejas alimentadoras a un 100%, así mismo, la calidad de larva que se sembró no fue muy buena, presentando altas mortalidades a principios del cultivo, reduciendo la densidad de los organismos.

Está comprobado que el fitoplancton en estanques semi-intensivos de cultivo, es el principal productor de oxígeno en el agua, sin embargo, existe una serie de factores que le pueden alterar o modificar su concentración, entre algunos están: el zooplancton, el bentos como productor y consumidor, la materia orgánica en el fondo y en suspensión, penetración, intensidad y horas luz, así como los macro-organismos, entre otros.

El comportamiento mensual que presentó el fitoplancton en ambas fincas, no refleja las concentraciones de oxígeno obtenidas (FIGURA 3), presentando únicamente un mayor rango (9 – 15 ppm.) la finca “A”, con mayores poblaciones de fitoplancton (CUADRO 2), mientras que la finca “B” mostró un rango de oxígeno menor (10 – 12.5 ppm.) que incrementó (10 – 14.5 ppm.) durante los meses de mayor productividad (FIGURA 2).

Esto demuestra que son necesarios grandes cambios en las poblaciones de fitoplancton, para ser reflejados en el comportamiento del oxígeno.

Este comportamiento determina que los valores de oxígeno no pueden ser utilizados con exactitud y realidad para determinar la presencia y abundancia del fitoplancton, y en menor caso, del zooplancton. Así mismo, se necesita de una predominancia casi exclusiva de algún tipo de alga para poder establecer en base a coloración del agua el tipo de alga presente, además de poseer un alto conocimiento y experiencia de ello. Por todo ello, se hace evidente la necesidad de crear técnicas de manejo confiables para llevar un mejor control del plancton.

7. CONCLUSIONES

- 7.1. Una buena producción y distribución de plancton complementa la dieta y favorece el crecimiento del camarón marino en sistemas de producción semi intensivo.
- 7.2. Los rotíferos representan una fuente de alimento muy favorable para el crecimiento del camarón, existiendo un efecto sinérgico con las diatomeas.
- 7.3. De acuerdo a sus hábitos alimenticios, la presencia de huevos y nauplios de copépodos y cladóceros en el zooplancton favorece el crecimiento del camarón.
- 7.4. La salinidad por debajo de 15 ppt (partes por mil) favorece la presencia de diatomeas y rotíferos.
- 7.5. Las características y el manejo otorgado en cada finca definieron los distintos resultados obtenidos en el engorde de camarón marino.
- 7.6. El crecimiento del camarón marino en las épocas de invierno y verano difiere debido a las condiciones de calidad de agua que prevalecen y que fomentan condiciones de producción distintas.
- 7.7. El manejo adecuado del plancton como alimento natural, es una estrategia que influye positivamente sobre el crecimiento del camarón marino en sistemas de producción semi intensivo.

8. RECOMENDACIONES

- 8.1. Realizar estudios sobre la influencia del plancton en relación al crecimiento y dosificación de alimento suplementario en camarón marino, así como en otras especies de interés acuícola.
- 8.2. Desarrollar técnicas de producción y manejo de la productividad primaria para que represente una fuente permanente de alimento disponible para el camarón marino en la etapa de engorde; ejemplo de ello, la aplicación de fertilizantes que estimulen la predominancia de diatomeas durante los ciclos de cultivo.
- 8.3. Implementar un mejor control de los parámetros físico-químicos, biológicos y ambientales, necesarios para mejorar el manejo del cultivo de camarón marino.
- 8.4. Por ser el camarón un animal bentónico, el estudio del bentos y su entorno es de suma importancia para mejorar la eficiencia de la producción en la camaronicultura.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Cobo, M. 1993. Organismos zooplanctónicos como alimento de especies acuáticas. Ecuador, FAO. s.p.
2. Duxburry, A. 1977. The earth and its oceans. 2a ed. Estados Unidos, Addison-Wesley Publishing Company. P. 265 – 293.
3. Engorde y maduración de camarones peneidos. s.f. San José, CR. CYTED. 162 p.
4. Fuller, HJ. 1974. Botánica. México, Nueva Editorial Interamericana. P. 280 – 312.
5. Marshall, D. 1987. Biología de las algas: enfoque fisiológico. México, Limusa. P. 93-106.
6. Martínez, LR. 1993. Camaronicultura: bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones peneidos. México, AGT editor. 232 p.
7. Parsons, T. 1972. The fertilization of great central lake; effect of primary production fish bull. Estados Unidos. P. 13-23.
8. Roldán, G. 1992. Fundamentos de limnología neotropical. Colombia, Universidad de Antioquia. 529 p.
9. Simposio centroamericano sobre el camarón cultivado (2). 1993. Tegucigalpa, HN. 238 p.

10. Viacava, M. 1995. Feeder trays for comercial shrimp farming in Perú. Estados Unidos. World Aquaculture 26(2): 11 – 17.

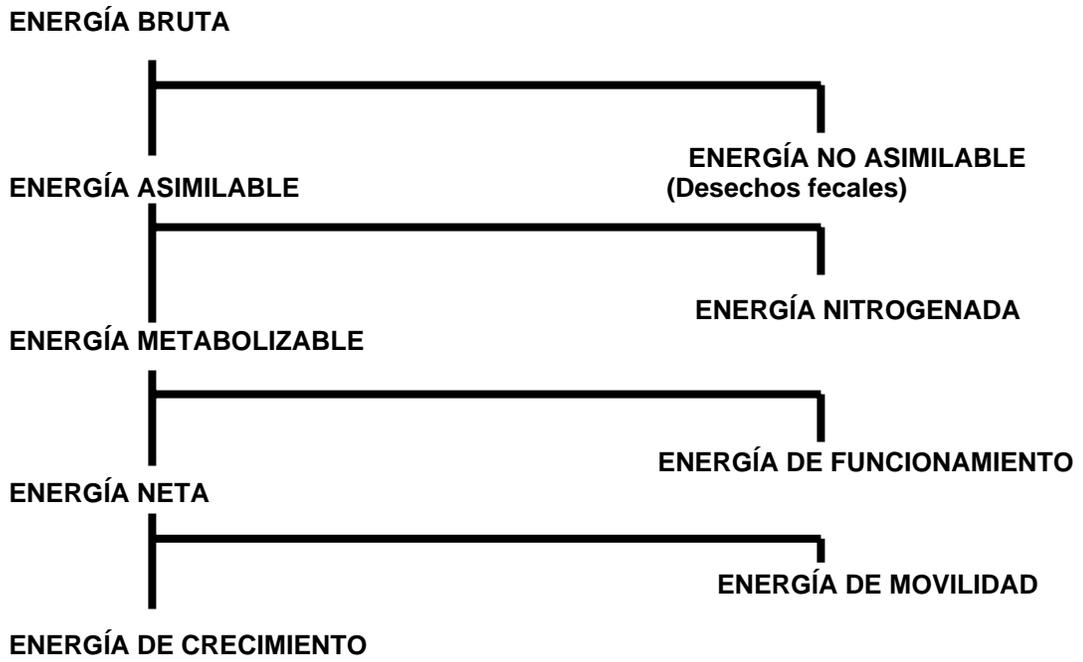
11. Water quality management and aeration in shrimp farming. 1989. Alabama, Auburn University. 83 p. (Fisheries and allied Aquaculture Departmental Series, No. 2)

12. Wyban, J; Sweeney, J. 1991. Intensive shrimp production technology. Honolulu, HW, The Oceanic Institute. P. 9 – 11

10. ANEXO

	Rotífera	Cladocera	Copepoda
Talla (mm)	0.1 – 0.6	0.3 - 3	0.5 - 5
Desarrollo	Directo	Directo	Larval
Ciclo de Vida (en días)	1.25 – 7	5.5 – 24	7 – 32
Movilidad	Baja	Baja	Alta
Alimento (um)	1 - 20	1 - 50	5 - 100
Depredación por Invertebrados	Alta	Moderada	Moderada (Ad) Alta (Juv)
Vertebrados	Muy Baja	Alta	Muy Baja

ANEXO 1. Características comparativas de los tres grupos Principales de zooplancton



ANEXO 2. Utilidad energética para el crecimiento