

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

UNAN-León.

Facultad de Ciencias y Tecnología.

Departamento de Biología.

Carrera de Ingeniería Acuícola.



Tesis para optar al título de Ingeniero Acuícola.

Título:

“Evaluación de la efectividad del Probiótico “*Sanolife Pro*” en estanques de cultivo de camarones “*Litopenaeus vannamei*” en la Granja Acuicultura Torrecillas, Chinandega, Nicaragua, en el periodo comprendido de Junio a Septiembre, 2008.”

Presentado por:

Br. Carlos Roberto Altamirano Ruiz.

Tutor:

Lic. Claudia Herrera.

Asesor:

Msc. Alberto Obregón.

León, Mayo, 2009.

RESUMEN

La camaronicultura es una de las actividades productivas más rentables y generadora del importante recurso económico que ayuda principalmente a mejorar la economía y calidad de vida de los habitantes de las zonas donde se realiza esta actividad, se procura mejores y óptimas condiciones del medio para el buen desarrollo de los camarones. En este afán se han producido como insumos algunos productos que benefician la calidad del agua y ayudan a remover residuos de nitrógeno amoniacal que pueda ser tóxico en los camarones y evitar que flora bacteriana patógena pueda establecerse en los estanques. Este trabajo pretende probar uno de estos insumos ofertados en el mercado acuícola, para determinar su eficiencia en la producción de camarones. Para esto se sometieron a estudio dos pilas con camarones de las cuales a una: N8 con un área de 16 has se le aplicó el probiótico *Sanolife Pro* y a la otra: N9 con un área de 18 has no se le aplicó el Probiótico, ambas lagunas fueron sembradas a finales de Junio/2008 (N8 26/06/08 y N9 30/06/08) a una densidad de 14 pls/m². El probiótico se aplicó una vez iniciado el cultivo siguiendo el protocolo de aplicación recomendado por el proveedor. En dichas pilas se registraron datos de factores fisicoquímicos, fitoplancton, ataques de enfermedades, crecimiento del camarón, sobrevivencia, alimentación y rendimiento productivo. El cultivo varió en la laguna N8 (con aplicación de probiótico) ya que este fue de 72 días y en N9 (sin aplicación de probiótico) de 85 días. Como resultado de este estudio se determinó que para la laguna N8 el oxígeno disuelto varió entre 3.5 a 11.8 mg/l y en la laguna N9 de 1.5 a 13 mg/l, la temperatura en la laguna N8 varió entre 28 a 33 °C y en la laguna N9 de 27 a 34 °C, la salinidad en la laguna N8 osciló entre 19 a 21 ppm y en la laguna N9 de 12.6 a 20 ppm, en cuanto a los elementos químicos como N, P, NH₃-N, NO₃-N, CaCO₃ y Sólidos suspendidos en general hubo un mejor comportamiento de estos en N8 que en N9, por su parte el Fitoplancton en N8 se presentó de manera moderada y dentro del nivel permitido en las Cyanophytas siendo el nivel mas alto 31,095 cel/ml no asi N9 que presentó un nivel por encima del nivel permitido siendo este valor de 81,600 cel/ml. La laguna control N9 presentó mayor vulnerabilidad en cuanto a la presencia de enfermedades bacterianas tales como Vibriosis y NHP, virales como WSSV e infecciones por protozoos como son las Gregarinas y Zoothamniun sp, no asi N8 presentó poca vulnerabilidad a las enfermedades antes mencionadas. El peso obtenido fue en la laguna N8 de 15.7 gramos y en la laguna N9 de 11 gramos al mismo tiempo en que N8 fue cosechada, en cuanto a los Ritmos de crecimiento N8 en promedio semanal presentó un valor de 1.52gr y N9 1.24gr. la Sobrevivencia obtenida al final de ambos ciclos de cultivo fue para N8 58% y N9 27%. El F.C.A en N8 fue de 1.10 no asi para la laguna N9 que fue de 2.78. El rendimiento productivo fue de 2,810 lbs/ha en N8 y en N9 de 1,242 lbs/ha. Cabe recalcar que N9 tuvo un mayor consumo de alimento en comparación con N8 que consumió 49,616 lbs de alimento no asi N9 que consumió 50,500 lbs de alimento al mismo tiempo en que N8 fue cosechada. Debido a esto se concluye que la aplicación del **Probiótico Sanolife Pro** en estanques camaroneros es recomendable para obtener una excelente producción.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de Tesis:

- Primeramente a Dios Todopoderoso por ser el guía y guardián de mi vida y permitirme el haber alcanzado la meta deseada, regalándome la sabiduría, esperanza, fé, fortaleza y perseverancia, venciendo todos los obstáculos que se presentaron a lo largo de mi transcurso por la Universidad, sabiendo que todo me viene de El y que sin El no soy nada.
- A mi familia en especial a mi madre Nora Emigdia Ruiz Baca, mamita Mariana E. Baca, tía Elia M. Baca y Candida R. Baca por darme su amor y apoyo incondicional de madre en los momentos mas difíciles de mi vida aconsejándome siempre e inculcándome el buen camino a seguir en mi vida, a mis tíos y hermanos por apoyarme de una u otra manera en todos estos años de estudio.
- A mis hermanos de la 1ra Comunidad Neocatecumenal de la Parroquia San Agustín Chinandega por su apoyo espiritual y consejos, a mis compañeros de clases, amigos y amigas que de una u otra forma han sido participes de momentos especiales en mi vida y de manera muy especial a la Srta. Marielena Teresa Molina Alvarez por estar a mi lado en los momentos que más le necesitaba.

AGRADECIMIENTO

- A Dios por darme sabiduría, esperanza, fé y fortaleza para luchar día a día y lograr ser y estar en donde hoy estoy, por permitirme ser ejemplo para mis hermanos y orgullo para mi madre, abuelos y demás familiares teniendo siempre en mente que es así no por mis propias fuerzas sino porque El así lo ha querido.
- A mi familia por ayudarme moral y económicamente en todos estos años de estudio de manera especial a mi madre Nora E. Ruiz Baca, mamita Mariana E. Baca, tía Margarita Ruiz Baca, Elia M. y Candida R. Baca, papito Carlos E. Ruiz Baca y demás familiares por su valioso apoyo en todo momento.
- A la Empresa Acuicultura Torrecillas Chinandega Nicaragua por permitir realizase mi trabajo de tesis en sus instalaciones, de manera especial al Ing. Mario Álvarez Gte. de dicha empresa y al Msc. Alberto Obregón por su valioso apoyo en cuanto a la realización de este trabajo.
- A los docentes de la Carrera de Ingeniería Acuícola de la UNAN-León de manera especial a Lic. Claudia Herrera y Dr. Evenor Martínez por su apoyo científico y moral en cuanto a mi preparación profesional y realización de este trabajo.
- Al Sr. Juan Inocente Zepeda Acevedo y Lic. Martín O. Montoya por su valioso apoyo económico y equipo de trabajo para la realización de esta tesis.
- A mis hermanos de la 1ra Comunidad Neocatecumenal de la Parroquia San Agustín Chinandega, por su apoyo espiritual, tambien de manera muy especial a la Srta. Marielena Teresa Molina Alvarez por brindarme comprensión y apoyo en todo momento, a mis amigos y amigas que de una u otra manera me apoyaron en la realización de este trabajo.

INDICE

RESUMEN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
I INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
III LITERATURA REVISADA	4
3.1 Descripción del <i>Litopenaeus vannamei</i>	4
3.1.1 Ciclo Biológico	4
3.1.2 Morfología	4
3.1.3 Clasificación taxonómica de <i>litopenaus</i>	5
3.2 Probióticos	5
3.2.1 Características principales	5
3.2.2 Modo de acción	6
3.2.2.1 Producción de Compuestos inhibidores	6
3.2.2.2 Competencia por químicos o energía disponible	6
3.2.2.3 Competencia por sitios de fijación	6
3.2.2.4 Producción de compuestos beneficiosos para el huésped	6
3.2.2.5 Mejor respuesta inmune	7
3.2.3 Ventajas	7
3.2.4 Sanolife Pro	7
3.2.4.1 Preparación de Sanolife Pro	8
3.2.4.2 Dosis de Sanolife Pro.	8
3.2.4.3 Pruebas del uso de Sanolife Pro	8
3.3 Manejo de la calidad del agua	9
3.3.1 Normas de calidad de agua	10
3.3.1.1 Parámetros Físicos-Químicos	11
3.3.1.1.1 Oxígeno disuelto	11

3.3.1.1.1 Demanda Bioquímica de Oxígeno-----	12
3.3.1.1.2 Temperatura-----	12
3.3.1.1.3 Salinidad-----	13
3.3.1.1.4 pH-----	15
3.3.1.1.5 Nitrogeno y Fósforo-----	17
3.3.1.1.6 Nitrogeno Amoniacal-----	18
3.3.1.1.7 Nitratos-----	18
3.3.1.1.8 Alcalinidad-----	19
3.3.1.2 Fitoplancton-----	19
3.3.1.2.1 Turbidez-----	20
3.3.1.2.1.1 Sólidos y partículas disueltas en suspensión-----	21
3.3.1.2.2 Disco Secchi-----	21
3.3.1.2.2.1 Intervalos en las medidas del disco de Secchi-----	22
3.4 Enfermedades-----	23
3.4.1 Enfermedades Bacterianas-----	24
3.4.1.1 Vibriosis-----	24
3.4.1.1.1 Tipos de vibriosis-----	25
3.4.1.1.1.1 Vibriosis en la engorda-----	25
3.4.1.1.1.2 Vibriosis sistémica-----	26
3.4.1.1.1.3 Síndrome gaviota-----	26
3.4.1.1.1.4 Vibriosis luminiscente en estanques de engorda-----	27
3.4.1.1.2. Signos clínicos-----	27
3.4.1.2 Hepatopancreatitis necrotizante o NHP-----	28
3.4.1.2.1 Agente causal o etiológico-----	29
3.4.1.2.2 Tejidos u órganos afectados-----	29
3.4.1.2.3 Signos clínicos-----	29
3.4.2 Enfermedades virales-----	30
3.4.2.1 Síndrome del Virus de la Mancha Blanca-----	30
3.4.2.1.1 Agente causal-----	31
3.4.2.1.2 Resistencia de la acción Físico-Química-----	31
3.4.2.1.3 Fuentes del virus-----	31
3.4.2.1.4 Signos clínicos.-----	31
3.4.3 Enfermedades provocadas por Protozoos-----	32
3.4.3.1 Gregarinas (Nematopsis sp.)-----	32

3.4.3.1.1 Signos clínicos-----	33
3.4.3.2 Protozoos epicomensales (Zoothamnium) -----	33
3.4.3.2.1 Signos clínicos-----	34
3.4.3.2.2 Efectos-----	34
3.5 Estudios Biológicos-----	34
3.5.1 Crecimiento-----	34
3.5.1.1 Muestras de Crecimiento y Población-----	35
3.5.2 Sobrevivencia-----	35
3.5.3 Alimentación-----	36
3.5.3.1 Conversión Alimenticia-----	36
3.5.4 Producción Libras por Hectáreas (lb/Ha) -----	37.
IV MATERIALES Y METODOS-----	38
4.1 Área de estudio-----	38
4.2 Descripción del método de trabajo-----	38
4.2.1 Preparación y Aplicación de Probiótico-----	39
4.2.2 Parámetros Físico-Químicos-----	39
4.2.3 Análisis de elementos Químicos del Agua-----	40
4.2.4 Fitoplancton-----	40
4.2.5 Análisis de enfermedades-----	41
4.2.6 Estudios Biológicos-----	42
4.2.6.1 Muestreo de Crecimiento-----	42
4.2.6.2 Muestras Poblacional-----	42
4.2.6.3 Sobrevivencia-----	43
4.2.6.4 Alimentación-----	43
4.2.6.4.1 Factor de Conversión Alimenticia-----	43
4.2.6.5 Producción Libras por Hectáreas (lb/ha) -----	43
4.2.6.6 Toma de Datos-----	44
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN-----	45
5.1 Parámetros Físico-químicos-----	45
5.1.1 Oxígeno-----	45
5.1.1.1 Demanda bioquímica de oxígeno-----	47
5.1.2 Temperatura-----	48
5.1.3 Salinidad-----	49

5.1.4 pH-----	50
5.1.5 Nitrogeno y Fósforo-----	51
5.1.6 Nitrogeno Amoniacal Total-----	52
5.1.7 Nitrato-----	53
5.1.8 Alcalinidad o Dureza-----	54
5.2 Fitoplancton-----	55
5.2.1 Turbidez y Disco de Secchi-----	57
5.2.2 Sólidos Suspendidos-----	58
5.3 Presencia de Enfermedades-----	59
5.3.1 Diagnostico PCR-----	59
5.3.2 Análisis Histopatológico-----	60
5.3.2.1 Vibriosis-----	60
5.3.2.2 NHP-----	61
5.3.2.3 WSSV-----	62
5.3.2.4 Gregarinas-----	62
5.3.2.5 Zoothamnium-----	63
5.4 Estudios Biológicos-----	63
5.4.1 Crecimiento-----	63
5.4.2 Supervivencia-----	65
5.4.3 Alimentación-----	66
5.4.3.1 Factor de Conversión Alimenticia-----	66
5.4.4 Producción lb/ha-----	67
VI CONCLUSIONES-----	68
VII RECOMENDACIONES-----	72
VIII BIBLIOGRAFIA-----	73
IX ANEXOS	

I INTRODUCCIÓN.

La acuicultura es una ciencia que surgió a raíz de la sobre explotación de los recursos de la pesca extractiva, la cual ocasiona daños no solo a la especie a fin de captura sino por ende a otras especies de su entorno. (FAO 2004, Saborio 2001). La acuicultura se ha caracterizado por ser una de las actividades que genera gran capital a nuestro país, en el año 2008 con 14,600 has en producción se generaron mas de 30 millones de lbs. de camarón para la exportación (EE.UU. y Europa.) con un valor de 60 millones de dólares (Comunicación personal Dr. Evenor Martínez), se estima que anualmente esta actividad aumenta su producción en un 12%. Debido a la tendencia de crecimiento continuo de esta actividad el Gobierno de Nicaragua consideró la acuicultura como una de las prioridades de desarrollo para mitigar la pobreza y generar crecimiento económico, puesto a que en esta actividad se encuentran tanto empresas privadas como cooperativas formadas por pequeños y medianos productores, proporcionando así muchos empleos directos e indirectos a decenas de personas aledañas a la zona donde se encuentran las granjas. En el año 2000, el Centro de Investigación Pesqueras y Acuícolas de la Administración de Pesca y Acuicultura (CIPA/AdPesca), citó que 41,800 personas trabajaban en pesca y acuicultura, en acuicultura la generación de empleo se estima en 23,500 personas; 15,000 trabajan directamente en las granjas camaroneras, 8,000 personas se dedican a la captura de larva silvestre y 500 desarrollan actividades conexas (FAO, 2004).

Como en toda actividad productiva, también aquí se presentan problemas y el principal en el cultivo del camarón, son las enfermedades que puedan aparecer en todo el transcurso de su ciclo productivo, en muchos casos, esto ocasiona al final del ciclo una baja de aproximadamente el 50% en cuanto a la producción esperada (Herrera C. Martínez E. 2007). Otro punto muy importante a tomar en cuenta son los cambios constantes de la naturaleza los cuales afectan directa e indirectamente a nuestros estanques pudiendo ocasionar variaciones negativas en los parámetros físico-químicos, biología y ecofisiología de los camarones cultivados, entre otros. Ante esta situación debemos tomar medidas que nos sirvan para poder contrarrestar estos cambios o

variables de las cuales no tenemos un control absoluto, se deben de buscar soluciones mediante técnicas y acciones que ayuden a contrarrestar las enfermedades, una de esas acciones es la aplicación de productos para la inhibición, prevención o tratamiento de enfermedades. Los **probióticos**, antibióticos y fertilizantes por ejemplo son productos utilizados en el cultivo de camarón para prevenir y tratar enfermedades, así como también proporcionar un medio óptimo al camarón en cultivo. Los probióticos son mezclas de bacterias benéficas y microorganismos eficaces que ayudan a inhibir y detener crecimiento de bacterias patógenas causantes de muchas enfermedades en el medio de cultivo y a lo interno del camarón (CENAIN probióticos).

En nuestro país los probióticos hasta hoy no han sido muy utilizados en el cultivo de camarones, esto debido en algunos casos por poca información del producto, poca credibilidad o posible temor de su uso. Esta investigación se enfoca en la prueba de la calidad del probiótico **Sanolife Pro** aun no usado en nuestro país por las granjas camaroneras de Nicaragua, se espera de esta investigación el poder contribuir a un mayor y mejor conocimiento en cuanto al uso de probióticos en el cultivo del camarón para mejorar las producciones de esta actividad.

II OBJETIVOS.

2.1 Objetivo general

1. Evaluar la eficiencia del probiótico **Sanolife Pro** en la producción del cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei* en la Granja Torrecillas, Chinandega-Nicaragua.

2.2 Objetivos específicos

1. Analizar el efecto del probiótico **Sanolife Pro** sobre nutrientes (P, N, NH₃-N, NO₃-N, CaCO₃), parámetros físico-químicos y Fitoplancton que regulan la Calidad de Agua en los estanques de cultivo de camarón sometidos al estudio.
2. Determinar resistencia a enfermedades tales como Vibriosis, NHP, WSSV y Protozoos (Gregarinas y Zoothamnium) que puedan surgir en el ciclo productivo de los estanques con y sin aplicación de probiótico.
3. Valorar Factores Biológicos tales como ritmos de crecimiento, sobrevivencia, factor de conversión alimenticia y rendimiento productivo en cuanto a producción lb/ha en los estanques implicados en el estudio.

III LITERATURA REVISADA.

3.1 Descripción del *Litopenaeus vannamei*.

3.1.1 Ciclo Biológico

Los camarones *Litopenaeus* tienen un ciclo de vida muy complejo de unos 18 meses en el cual va desde huevo; estadios larvarios (Nauplio; Zoea; Mysís hasta Post Larva), Juvenil y Adulto. (Torrez; 1991). El ciclo vital de un peneido típico en este caso *L. vannamei* se da de la siguiente manera: La maduración y reproducción de estas especies se realiza en aguas profundas, entre 15 y 60m; las hembras fecundadas ponen huevos en cantidades variables de acuerdo con la especie (entre 10.000 y 1.000.000). Al cabo de un tiempo, éstos eclosionan en una serie de estadios denominados larvas, cada uno de los cuales tiene características morfológicas determinadas y diferentes requerimientos nutricionales, postlarvas y/o juveniles migran hacia la costa, a aguas menos profundas y de baja salinidad: por ejemplo: zonas de manglar, esteros, lagunas ricas en materia orgánica, donde crecen hasta alcanzar estadios de adulto o preadulto migrando luego a mar abierto para madurar y reproducirse. (Fenucci 1988).

3.1.2 Morfología.

Un camarón peneido tiene el cuerpo alargado, comprimido lateralmente; el que puede dividirse en cefalotórax (cefalopereion), pleon (abdomen) y telson. En el cefalopereion se encuentran un par de pedúnculos oculares, un rostro de longitud variable con espinas que permiten diferenciar distintas especies; además, en las partes laterales del caparazón, se encuentran surcos y carenas. Cefalotórax y abdomen llevan distintos tipos de apéndices articulados, formados por dos ramas: exopodito y endopodito. (Fenucci 1988).

De acuerdo con su función los apéndices pueden ser divididos en:

- Sensorial: Un par de anténulas, un par de antenas y un par de mandíbulas.
- Nutricional: Dos pares de maxilas y Tres pares de maxilípedos.
- Locomotriz: Cinco pares de periópodos.
- Natatorio: Un par de urópodos.

3.1.3 Clasificación taxonómica de *litopenaus*

Phylum	Artropoda
Clase	Crustácea
Subclase	Malacostraca
Serie	Eumalacostraca
Super Orden	Eucarida
Orden	Decapoda
Sub. Orden	Dendrobranchiata
Infra Orden	Litopenacidea
Super Familia	Litopaoidea
Familia	Litopenaeidae
Genero	Litopenaus
Especie	Vannamei

3.2 Probióticos.

Los probióticos son microorganismos vivos que al ser ingeridos en cantidades adecuadas ejercen una influencia positiva en la salud o en la fisiología del hospedero, por otro lado también se dice es un suplemento bacteriano vivo que afecta beneficiosamente al huésped mejorando su balance intestinal (Fuller 1989). También se define como células microbianas suministradas de forma tal que entran al tracto gastrointestinal y se mantienen vivas contribuyendo a mejorar la salud del huésped (Gatesoupe 1999). Moriarty (1998) define a los probióticos acuáticos como organismos vivos que tienen un efecto benéfico en el huésped mediante la modificación de la comunidad microbiana asociada con el huésped, a través de una mejora en el uso del alimento o el incremento de su valor nutricional, mediante el incremento de la respuesta del huésped a las enfermedades, o a través del mejoramiento de la calidad de su ambiente. Esto implica que un amplio rango de organismos pueden ser empleados como probióticos para los animales acuícolas, a diferencia de los animales terrestres.

3.2.1 Características principales.

- Antagonismo frente a patógenos.
- Incremento de la resistencia del huésped a los patógenos.
- Colonización del epitelio intestinal u otros tejidos.

3.2.2 Modo de acción.

3.2.2.1 Producción de Compuestos inhibidores:

Capacidad de liberar sustancias químicas con efecto bactericida o bacteriostático, constituyendo una barrera contra patógenos oportunistas.

- Compuestos tales como bacteriocinas, lisozimas, antibióticos, sideróforos, proteasas, peróxido de hidrógeno, ácidos orgánicos, entre otros.
- Bacterias lácticas por ejemplo producen bacteriocinas que inhiben el crecimiento de bacterias, especialmente gram positivas.
- Bacillus sp. Se caracterizan por ser productores de compuestos Antibióticos.

3.2.2.2 Competencia por químicos o energía disponible:

La capacidad bacteriana de competir por nutrientes influye sobre la composición de la flora bacteriana en el animal y el medio.

- Competencia por hierro gracias a la acción de los sideróforos, que no son más que compuestos quelantes específicos para iones ferricos.
- Estos sideróforos pueden disolver el hierro precipitado y hacerlo disponible para la bacteria.

3.2.2.3 Competencia por sitios de fijación:

- La cepa probiótica compite con los patógenos por los sitios de adhesión.
- No solo compite por el espacio para la fijación sino que puede producir sustancias inhibitorias una vez fijada en el tejido.

3.2.2.4 Producción de compuestos beneficiosos para el huésped:

- Enzimas digestivas
- Vitaminas y algunos ácidos grasos esenciales.

3.2.2.5 Mejor respuesta inmune:

- Lipopolisacáridos (LPS) y peptidoglicanos son constituyentes de las paredes bacterianas, y pueden actuar como inmunoestimulantes en el huésped (Newman, 2000).

3.2.3 Ventajas.

- Compiten con los patógenos por sitios de fijación evitando infecciones.
- Protegen y estimulan a los animales.
- Aportan enzimas que pueden incrementar o mejorar la asimilación de nutrientes del alimento.
- Compiten por nutrientes con cepas patógenas.
- No provocan la aparición de resistencia bacteriana.
- Aplicación económica y relativamente sencilla.
- Amigable con el ambiente.

Por otra parte los beneficios pueden diferir: Los principales beneficios esperados de estos probióticos difieren con las especies (peces o crustáceos de agua dulce, salobre o marina), el estado del cultivo (larva, juvenil, reproductores) y el sistema de crianza (flujo continuo o recirculación, tanques, estanques o jaulas). La forma de aplicación y la gestión de las instalaciones (apropiadas medidas de bioseguridad, renovación del agua, químicos, etc.) podrían afectar la supervivencia o permanencia de los microorganismos en el ambiente de crianza y/o el huésped.

3.2.4 Sanolife Pro.

Sanolife Pro es un probiótico a base de la cepa bacteriana Bacillus, este probiótico ayuda a mejorar el Factor de Conversión Alimenticia F.C.A, mayor sobrevivencia, adecuado afloramiento de Fitoplancton, buena calidad de agua y un mejor rendimiento productivo. Tiene 3 presentaciones: Sanolife Pro W, el cual es para mejorar la calidad de agua y afloramiento de fitoplancton, Sanolife Pro 1 (concentración de 1×10^7 ufc) y Sanolife Pro 2 (1.5×10^8 cfu) los cuales son para la engorda del camarón, estos 2 últimos son aplicados vía oral mezclado con el alimento, el Pro W es aplicado al agua del estanque.

3.2.4.1 Preparación de Sanolife Pro.

Este probiótico al momento de aplicarlo está ya activado, es decir, no requiere de una preparación previa al día de su aplicación, por tanto debe prepararse en el mismo día que se aplicará. Sanolife Pro 1 y 2 se aplican en la engorda desde el inicio hasta el final del ciclo productivo, estos deben mezclarse con el alimento a dar a los camarones del

estanque con aplicación de Probiótico así como también con un tipo de aglutinante si es el caso. Sanolife Pro W debe aplicarse al agua del estanque en la primera semana de cultivo y luego 20 días más tarde.

3.2.4.2 Dosis de Sanolife Pro.

En el caso de Sanolife Pro 1, este debe aplicarse en los primeros 45 días de cultivo, Pro 2 a partir del día 46 hasta el final y Pro W el cual es para mejorar calidad del agua, debe aplicarse en la primera semana de cultivo. En el caso de Pro W debe suministrarse 200gr de probiótico/Ha, luego 20 días más tarde una cantidad de 100 gr. por Ha. Pro 1 y 2 se relacionan con la cantidad de alimento a dar y el tiempo que lleven los camarones en cultivo a razón de:

Del día 1 al 45 se aplica 4 gr./kg. de alimento

Del día 46 al 90 se aplica 1 gr/kg. de alimento

Del día 90 hasta el final 0.5 gr /kg. de alimento respectivamente

3.2.4.3 Pruebas del uso de Sanolife Pro.

La cepa Sanolife Bacillus, cuando se aplica a través del alimento (a nivel de granja o en la planta de alimentos), viene siendo evaluada en el engorde de camarón (*Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris* y *Penaeus monodon*) en Asia, la región Pacífico y Latinoamérica. La aplicación de estas bacterias (concentración de 1×10^7 a 1.5×10^8 cfu/g de alimento según las condiciones de crianza) en asociación con una adecuada gestión de estanques, ha conducido a beneficios marcados para los productores:

1. Crecimiento más rápido,: Científicos de IFREMER (Instituto Francés de Investigación para la Explotación del Mar), mostraron que, en experimentos controlados con replicas, hubo un significativo incremento en la tasa de crecimiento cuando la cepa Sanolife Bacillus fue mezclada con el alimento, antes de ser proporcionado al camarón (Moriarty et al., 2006). Similares mejoras en las tasas de crecimiento fueron registradas con *L. vannamei* bajo condiciones comercial en Ecuador y Brasil.
2. Alta supervivencia: La aplicación de Sanolife Bacillus conduce a un incremento en la tasa de supervivencia en todas las especies estudiadas. En una prueba realizada con *L. vannamei* en Ecuador (7 estanques con un área total de 96 ha), la tasa de supervivencia

se incrementó en 62%. En Vietnam (Vinh Hau Aquaculture Co., Ltd., Vinh Loi - Bac Lieu), la misma combinación de probióticos Sanolife PRO-1 y PRO-2 en el alimento y PRO-W en el agua, junto con una adecuada gestión de la calidad del agua esta fue un 100% mayor y a una tasa de supervivencia 10% mayor en comparación con los estanques control.

3. Mejor tasa de conversión del alimento: Para las tres especies evaluadas en las tres regiones, se registró una marcada disminución en el FCA.

4. Animales grandes en la cosecha: En una prueba realizada con *P. monodon* en India (Andrah Pradesh, tratamiento triplicado y estanques control), la aplicación de Sanolife Bacillus condujo a animales con una talla promedio mayor durante la cosecha (23 g). En los estanques tratados, el 25% de la biomasa fueron animales grandes (34 g) que obtienen un mayor precio, sin embargo, ninguno de los controles alcanzó esta talla. Una combinación de una mayor supervivencia con animales más grandes conduce a una mayor biomasa y, más importante, junto con un eficiente uso del alimento, a mayores ingresos para los productores. En todas estas pruebas, la ganancia neta fue mayor cuando se usaron los probióticos (Decamp O. y Moriarty D. 2006).

3.3 Manejo de la calidad del agua

La forma más importante de prevenir el deterioro de la calidad del agua en los estanques durante el crecimiento es teniendo un buen manejo del alimento desde que entra a la granja hasta que se aplique al estanque, es decir almacenándolo adecuadamente, aplicándolo en las raciones que correspondan, estar pendiente del consumo del mismo, etc. Si ocurren concentraciones de oxígeno disuelto bajas durante el ciclo en estanques de camarón semiintensivo, la alternativa de los granjeros es usualmente incrementar el recambio de agua (Boyd y Gautier 2000).

3.3.1 Normas de calidad de agua

No es fácil formular normas de calidad del agua para los efluentes de una actividad no regulada previamente como es el caso del cultivo de camarón. Las normas deben ser lo bastante estrictas como para proteger el ambiente, o quienes representan los intereses ambientales las objetaran. Por otro lado, no deben ser tan estrictas como para que los

granjeros no las cumplan. Un enfoque razonable a este problema es comparar las concentraciones de calidad de agua de los efluentes de las granjas camaroneras con los límites aplicados a otras actividades actualmente reguladas. Esta comparación debería mostrar si algunas variables de los efluentes camaroneros están por fuera de los rangos normalmente aceptados, y sugerir las medidas para lograr un efluente satisfactorio. La reglamentación podría luego ser establecida, basada en la concentración esperada de los efluentes, si los granjeros aplicaran buenas prácticas de manejo y métodos de tratamiento económicamente factibles en la industria.

Las granjas tienen opciones limitadas para el tratamiento del agua, La única forma económicamente factible de mejorar la calidad de agua parece ser la adopción de Buenas Prácticas de Manejo (BPM) y la instalación de estanques sedimentadores. La aplicación de BPM puede reducir las entradas de nutrientes, la resuspensión de sedimentos y la erosión; y mejorar las concentraciones de oxígeno disuelto. También modera el pH y las concentraciones totales de nitrógeno y amonio en el agua de los estanques dando como resultado una mejor calidad de agua. En muchas granjas, la sola aplicación de las BPM no será suficiente para disminuir las concentraciones totales de sólidos suspendidos y fósforo a los límites establecidos en las normas típicas. El fósforo total es asociado principalmente con partículas suspendidas, y la sedimentación disminuye ambas concentraciones (Boyd y Gautier 2000).

La Alianza para la Acuicultura Global (GAA) ha desarrollado normativas a las camaroneras (Boyd y Gautier 2000). De manera especial se recomienda a los granjeros que traten de cumplir con estas normativas. El cumplimiento de nuevas regulaciones de calidad de agua no se puede alcanzar de inmediato. La GAA iniciará con normas bastante flexibles. Esto requerirá que los participantes demuestren mejorías en la calidad de agua, para luego cumplir con regulaciones más estrictas. Las granjas semiintensivas presentan una mejor calidad de agua que las intensivas, pero los mismos reglamentos deberían aplicarse a ambos sistemas de cultivo (será mucho más fácil para las granjas semiintensivas cumplirlos). La reglamentación inicial debe ser lo suficientemente estricta como para prevenir concentraciones bajas de pH u oxígeno disuelto, y concentraciones extremadamente altas de otras variables.

El programa de la GAA usa los límites más flexibles observados en otras regulaciones como los límites en sus normas iniciales. Sin embargo, la recolección de datos para verificar esta generalización sería de utilidad, en este caso son los nutrientes y parámetros Físico-Químicos así como también el Fitoplancton quienes nos proporcionan la información necesaria para determinar la Calidad de Agua de los estanques de cultivo de camarón.

3.3.1.1 Parámetros Físicos-Químicos.

El buen manejo de los parámetros físico-químicos es importante para el éxito del cultivo de camarón. Estos son de mucha importancia pues es mediante la optimización del intervalo o niveles de los mismos que un cultivo de camarón pueda llegar a tener un gran éxito en su producción, todos ellos están relacionados entre si, por tanto no se puede ni se debe obviar a uno ni a otro pues dicha relación es de gran importancia en la producción.

Según Villalón 1994 señala que el factor más importante en el cultivo de camarón es la calidad del agua, expresa que toda actividad realizada por el camarón esta muy relacionado con los parámetros hidrológicos más que con cualquier otro factor. Los parámetros físicos químicos poseen intervalos óptimos que deben de mantenerse en un cultivo a los cuales el camarón tiene capacidad de soportar, dichos parámetros físicos y químicos importantes son:

3.3.1.1.1 Oxígeno disuelto.

Esta variable es sin duda la más crítica en la cría de camarón y especialmente en algunos sistemas donde la disponibilidad en el agua no es muy alta y donde no disponemos de aireación. Es necesario mantener un nivel adecuado de oxígeno disuelto, 3 mg/l de oxígeno disuelto como mínimo en horas de la madrugada de lo contrario puede ser letal para el camarón ocasionando estrés, hipoxia, brote de enfermedades principalmente entre otras (Torrez 1991 Villalón 1994 y Franco 1994.). La pérdida de oxígeno ocurre principalmente por la respiración de todos los organismos aeróbicos del estanque y también por la respiración de las algas en el proceso de fotosíntesis, la producción se hace por las algas en el momento de la fotosíntesis (Villalón 1994.). El otro origen del oxígeno es por el agua fresca administrada durante el intercambio de

agua. También podemos comparar el sistema de recambio de agua como un verdadero pulmón del sistema en algunos casos.

El oxígeno debe medirse mínimo dos veces por día, una vez por la mañana antes de la salida del sol y una por la tarde antes de la puesta del sol preferiblemente. Los problemas de oxígeno aparecen de manera más frecuente al final de la cría debido al aumento de la biomasa. Lo que significa que la necesidad de agua es más importante al final de la cría que al inicio (Boyd y Gautier 2000).

3.3.1.1.1 Demanda Bioquímica de Oxígeno.

Esta es la manera en que se mide el consumo de oxígeno por plancton y bacteria en una muestra de agua de un estanque. Una muestra de agua diluida es incubada en la oscuridad por 5 días a una temperatura de 20 °C. La pérdida de oxígeno disuelto en el agua durante el periodo de incubación es la demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Los estanques generalmente tienen valores de DBO de 5 a 10 mg/L. Mientras mayor sea la cantidad de materia orgánica en el agua más alta será la DBO. Cuando la DBO excede 20 mg/L, el agotamiento de oxígeno es un peligro en los estanques que no cuentan con aireación mecánica. La DBO no se utiliza mucho en el manejo de estanques de cultivo, pero es muy utilizada para medir la contaminación de los efluentes de la granja. Dado que los efectos de los efluentes de los estanques en los cuerpos de agua es un tema que ha incrementado su importancia, los acuicultores deben familiarizarse con la DBO (Boyd y Gautier 2000).

3.3.1.1.2 Temperatura.

Este parámetro influye mucho en el organismo, en su metabolismo principalmente, puede ser también un indicador de una posible enfermedad, los camarones son organismos poiquiloterms (Torrez 1991, Martinez_Lin 1994), por tanto la temperatura del medio acuático influye directamente sobre la temperatura corporal del cuerpo del organismo, esto en su metabolismo y en la velocidad de los procesos enzimáticos para la digestión de los alimentos principalmente. La temperatura promedio no debería bajar jamás a menos de 24°C sino al contrario estar por encima de ese grado lo que permite un crecimiento continuo del camarón en todo el año.

Sin embargo entre Julio y Noviembre las temperaturas pueden en algunas ocasiones llegar a 34°C y más. Tanto la temperatura superior como las temperaturas bajas podrían ser letales para los camarones. La temperatura afecta la solubilidad del oxígeno en el agua y su consumo por los organismos aumentando o disminuyendo su actividad biológica. Las crías afectadas en agua caliente son más delicadas de controlar y ocurre frecuentemente una disminución importante de oxígeno que puede llevar a una mortalidad masiva. Para evitar lo anterior falta realizar un recambio de agua mayor o sembrar a densidades más bajas. De la misma manera que para la salinidad los animales no pueden soportar un cambio brusco de temperatura y es muy importante aclimatar los animales antes de sembrarlos en un medio nuevo con temperaturas diferentes (Boyd y Gautier 2000).

La temperatura óptima de cultivo debe fluctuar entre 27 y 31° C. Por debajo de este intervalo el crecimiento es lento y arriba de 31° C el animal pierde peso por alto metabolismo necesitando consumir más alimento balanceado. Durante los meses de Noviembre a Enero normalmente se suspenden los cultivos porque la temperatura del agua baja a 20° C en promedio, algunas camaronerías cultivan durante este periodo debido a la buena calidad de la larva que obtienen buen crecimiento y supervivencia a pesar de las bajas temperaturas.

3.3.1.1.3 Salinidad.

La salinidad se refiere a la concentración de iones (sales) disueltas en el agua, se expresa en partes por mil (ppm) es decir 1 gramo de sal disuelto en 1 Kg. de agua, la salinidad se puede ver afectada por una alta evaporación provocando un aumento de la misma o bien altas precipitaciones lo cual ocasionaría en algunos casos una muy baja salinidad. La salinidad depende básicamente de siete iones, cuyo valor promedio de concentración en el agua de mar es: Sodio, 10,500 mg/L; Magnesio, 1,450 mg/L; Calcio, 400 mg/L; Potasio, 370 mg/L; Cloruro, 19,000 mg/L; Sulfato, 2,700 mg/L; Bicarbonato, 142 mg/L. La salinidad promedio del agua de mar es 34.5 partes por mil (ppm). En agua salobre, la salinidad varía de acuerdo a la salinidad de la fuente de agua. La salinidad en las aguas estuarinas puede ser similar a la del agua dulce durante la época de lluvia y aumentar durante la sequía. Los estuarios con acceso limitado al mar tienen mayor salinidad que éste durante la temporada de sequía ya que los iones se concentran a causa de la evaporación. La salinidad disminuye conforme se aleja de la

boca del estuario, y la salinidad puede estratificarse de acuerdo a la profundidad en el estuario.

En algunos casos es elevada (superior a 35‰) desde el mes de Enero hasta el mes de Junio y se mantiene baja entre 33 ‰ y 13‰ el resto del año. Las causas de la salinidad alta en la mitad del año son debido a una alta evaporación y a la falta de renovación del agua entre el mar y los esteros, esto en algunos casos en donde la toma de agua es de un estero (Boyd y Gautier 2000). Los rangos óptimos de salinidad para un buen desarrollo del camarón oscila entre 15 ppm (óptimo para su crecimiento) y no mayor de 35ppm (Franco 1994). Según Tórrez 1991 los camarones son organismos eurialinos por tanto son capaces de soportar cambios en el intervalo de salinidad pero no de forma brusca, dicho intervalo según Tórrez es de 5 a 45ppm.

Martínez, Lin 1994 expresan que la salinidad afecta tanto la sobrevivencia como el crecimiento del camarón en un cultivo, por otro lado también la combinación de valores extremos de temperatura y salinidad ocasionan una inhibición en la alimentación del camarón, influyendo directamente en su metabolismo así como también en la disponibilidad del oxígeno disuelto en el agua, que a mayor salinidad y mayor temperatura el oxígeno disuelto disminuye. La salinidad alta tiene consecuencias nefastas sobre el ecosistema del estanque. Sabemos en efecto que para las salinidades altas (o bajas) los organismos marinos deben utilizar una gran parte de su energía para equilibrar su medio interior con el exterior esto se hace en contra del crecimiento y la supervivencia. Una salinidad alta puede afectar negativamente en cuanto a:

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

La salinidad tiene también un efecto indirecto sobre los camarones como se menciona antes bajando la solubilidad del oxígeno en el agua y su disponibilidad para los animales. En estas condiciones vemos que para asegurar una cría durante el período de salinidades altas haría falta efectuar recambios mayores de agua (Martínez-Lin 1994).

3.3.1.1.4 pH.

El pH se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno (H^+): $pH = -\text{Log} [H^+]$, indica cuán ácida o básica es el agua. De una manera más práctica, el agua con un pH de 7 no se considera ni ácida ni básica sino neutra. Cuando el pH es inferior a 7 el agua es ácida, y cuando el pH es superior a 7 el agua es básica. La escala de pH es de 0 a 14, mientras más lejano sea el pH de 7 el agua es más ácida o más básica. Los estanques de agua salobre generalmente tienen un pH de 7 u 8 por la mañana, pero en la tarde generalmente suben a 8 ó 9. La fluctuación diaria del pH en los estanques resulta de los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton y otras plantas acuáticas. El dióxido de carbono es ácido tal como se muestra en la siguiente ecuación: $CO_2 + H_2O = HCO_3^- + H^+$ (Boyd y Gautier 2000).

Si la concentración de dióxido de carbono crece, la de iones de hidrógeno aumenta y el pH disminuye y, al contrario, si disminuye la concentración de dióxido de carbono, la de iones de hidrógeno cae y el pH aumenta. Durante el día el fitoplancton consume dióxido de carbono y el pH del agua aumenta. Por la noche, el fitoplancton no utiliza el dióxido de carbono, pero todos los organismos del estanque sueltan dióxido de carbono durante la respiración y a medida que se acumula el dióxido de carbono el pH baja. La fluctuación diaria no siempre es tan grande, pero cuando el fitoplancton es abundante puede existir una gran fluctuación en el pH. A diferencia de los estanques con menor alcalinidad total, los estanques con alcalinidad total alta o moderada generalmente presentan un pH alto durante la mañana. Cuando abunda el fitoplancton, el pH aumenta durante el mediodía más en estanques con baja alcalinidad, que en los de mayor alcalinidad, por el efecto de amortiguación aportado por la alcalinidad alta.

Villalón 1994 menciona que el rango óptimo de pH para el cultivo de camarón es de 7.5 en la mañana y 8.5 en la tarde. Este parámetro está muy relacionado con la actividad fotosintética del fitoplancton. El porque de esta afirmación es explicada a continuación:

1. Los iones más temidos en el cultivo de camarón son el amonio no ionizado (NH_3) y el ácido sulfhídrico (H_2S).

2. Para mudar el camarón tiene que bajar el pH de su cuerpo para lograr disolver las sales pegadas a su caparazón y así puedan ser reabsorbidas por el nuevo caparazón. Si el pH es alto el camarón no puede mudar.

3. Los iones de Carbono a diferente pH tienen diferentes efectos en el camarón: por ejemplo bloquea proceso de muda,

4. Los iones de amonio se presentan de dos formas dependiendo del pH. Así tendremos NH_4 (amonio ionizado) a pH bajo sin causar toxicidad en el agua, mientras que a pH alto (más de 8.5) se presenta en su forma tóxica el NH_3 (amonio no ionizado).

5. Por último el H_2S en pH debajo de 7.2 se transforma en H_2SO_4 (ácido sulfúrico) por eso el pH debe mantenerse encima de 7.5 para evitar la toxicidad acídica durante la muda del camarón.

Cuando el pH del agua es muy bajo, se puede aplicar cal en el estanque para mejorarlo. Por fortuna un pH bajo es más común que uno alto, ya que no hay procedimientos confiables para reducirlo. Usualmente las bajas en el crecimiento, reproducción, o sobrevivencia que resultan de la baja acidez en los estanques no provienen de un pH bajo, sino de los efectos de la baja alcalinidad y de los lodos ácidos sobre la producción de plancton y organismos benthicos. En algunas áreas, el suelo contiene del 1 a 5% de sulfuros en forma de pirita de hierro, estos son suelos potencialmente ácidos por sulfatos. En estanques hechos con este material si la pirita entra en contacto con el aire en los bordes, la pirita se oxida y forma ácido sulfúrico, el cual puede causar un pH muy bajo en el estanque.

3.3.1.1.5 Nitrógeno y Fósforo.

Estos son los nutrientes más importantes en los estanques. De su concentración depende el crecimiento óptimo de fitoplancton. Si hay poco fósforo y nitrógeno, habrá muy poco fitoplancton, el agua estará clara y habrá escasez de comida para el camarón; si hay mucho fósforo y nitrógeno existirá exceso de fitoplancton, y durante la noche caerá el oxígeno disuelto (Boyd y Gautier 2000).

El amonio y nitratos son la principal fuente de nitrógeno para las plantas. El nitrógeno presente en la materia orgánica (nitrógeno orgánico) se convierte en amonio mientras las bacterias descomponen la materia orgánica. El amonio puede convertirse en nitrato al ser nitrificado por las bacterias. El agua que llega al estanque contiene amonio, nitrato y nitrógeno orgánico. El suelo del estanque es otra fuente de nitrógeno orgánico. Aunque algunas bacterias y alga azules pueden convertir el nitrógeno proveniente de la atmósfera en nitrógeno orgánico por medio de un proceso biológico conocido como fijación de nitrógeno, este proceso no tiene gran importancia en los estanques de camarón donde la principal fuente de nitrógeno es el alimento y los fertilizantes. Generalmente de un 20 a 40% del nitrógeno en el alimento se transforma a nitrógeno en el tejido del camarón, el resto es defecado al agua en forma de amonio. Las bacterias descomponen el alimento no consumido liberando amonio, por lo que un incremento en el alimento, producirá una mayor concentración de amonio en el agua, lo cual puede llegar a niveles tóxicos.

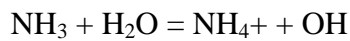
El nitrógeno consumido por las plantas tiende a ser reciclado cuando las plantas mueren. El nitrógeno puede liberarse de los estanques a través de la desnitrificación, un proceso en el que cierta bacteria convierte el nitrito en nitrógeno gaseoso, lo cual es usual en sedimentos anaeróbicos. El amonio puede dispersarse al aire, favorecido por un pH alto y por el viento que sopla sobre la superficie del estanque. El nitrógeno también se pierde en los flujos de recambio de agua y durante la cosecha (Boyd Gautier 2000).

El agua que entra a los estanques también tiene fósforo en forma de fosfato inorgánico disuelto y en materia orgánica. También el suelo puede liberar fosfato, pero la concentración natural de fósforo es baja y las principales fuentes de fósforo son los alimentos y fertilizantes. Así como con el nitrógeno, las plantas absorben formas inorgánicas de fósforo del agua y las bacterias convierten el fósforo orgánico en fósforo inorgánico. Los camarones también liberan entre el 60 y 80% del fósforo que consumen. La gran diferencia entre la dinámica del nitrógeno y del fósforo, es que el fósforo que entra en el estanque se acumula en el suelo en forma de fosfatos de hierro, de aluminio o de calcio. El fósforo del suelo no es muy soluble y está poco disponible para los organismos del estanque. El fósforo debe de ser aplicado continuamente al estanque para mantener los brotes de fitoplancton. No obstante una sobre fertilización o

un exceso de alimento puede generar una excesiva concentración de fósforo en el agua y un exceso de fitoplancton (Boyd y Gautier 2000).

3.3.1.1.6 Nitrogeno Amoniacal.

El amonio se presenta en el agua en dos formas, amonio no ionizado (NH_3) e ion amonio (NH_4^+), en un equilibrio que depende del pH y la temperatura:



Conforme aumenta el pH, el amonio no ionizado crece en comparación con el ion de amonio. La temperatura del agua también incrementa el amonio no ionizado, pero su efecto es menor que el del pH. La toxicidad del amonio en organismos acuáticos generalmente se relaciona con el amonio no ionizado. La concentración de amonio en los estanques pocas veces llega a ser letal, sin embargo es común que exista un estrés en los camarones a causa de altas concentraciones de amonio. El agua de un estanque generalmente tiene un pH de 8 y con este pH una concentración de nitrógeno de amonio de 10 mg/l probablemente no va a matar a los camarones, pero para evitar el estrés en el camarón es mejor no pasar de 2 mg/l (Boyd y Gautier 2000).

La alta concentración de amonio es común en estanques con tasas altas de alimentación. El uso excesivo de urea y otros fertilizantes a base de amonio, como sulfato de amonio, pueden causar una concentración tóxica de amonio. El cambio de agua es la única forma viable de reducir la concentración de amonio (Boyd y Gautier 2000).

3.3.1.1.7 Nitratos.

Este compuesto es de importancia puesto que su presencia junto con otros elementos esenciales aumentan la flora acuática es decir la productividad del estanque pero la vegetación en exceso es dañina para los sistemas acuícolas (Martines y Herrera 2007). El intervalo óptimo de este elemento en el agua es 0.2mg/l – 10mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ (Boyd y Gautier 2000).

3.3.1.1.8 Alcalinidad

La alcalinidad es la concentración total de bases en el agua, expresada en miligramos por litro de carbonato de calcio (CaCO_3). Las bases en el agua son: hidróxido, amonio,

borato, fosfato, silicato, bicarbonato y carbonato. En la mayoría de los estanques la concentración de bicarbonato y carbonato es superior por mucho a la de las otras bases. La alcalinidad debe ser superior a 75 mg/L en estanques de camarón. El agua de mar tiene un valor promedio de 120 mg/L. La alcalinidad generalmente desciende en estanques con suelos ácidos y baja en aguas con baja salinidad (Boyd y Gautier 2000).

La dureza del agua es la concentración total de todos los cationes divalentes, expresada como carbonato de calcio en miligramos por litro. La dureza del agua de mar es cerca de 6,000 mg/L. Una baja dureza en un estanque de camarón generalmente no es un factor importante

3.3.1.2 Fitoplancton.

Se le conoce así a la comunidad formada por microorganismos autotófos, constituyen el importante primer eslabón de la cadena trófica en ecosistemas acuáticos (Martínez y Herrera 2007). El buen afloramiento del fitoplancton en el estanque de cultivo de camarón contribuye a estabilizar y mantener una adecuada calidad de agua debido a los mecanismos o procesos que se realizan en el estanque de cultivo gracias al fitoplancton (Boyd y Tucker 1999, Tucker y Boyd 1992):

- Incremento de la producción de oxígeno a través de la fotosíntesis.
- Regulación de los niveles de varios metabolitos y sustancias tóxicas como amonio, nitritos, ácido sulfhídrico, metales pesados y otras sustancias.
- Regulación del pH
- Prevención del desarrollo de algas filamentosas en el fondo.

No todos los tipos de algas son adecuados en el cultivo de camarón, las Diatomeas por ejemplo son las algas más deseables debido a su alto valor nutricional para el camarón, otras como en el caso de las Cyanophytas son indeseables a causa de que algunas son tóxicas para los organismos cultivables, otras dan olores y sabores indeseables.

La acumulación de materia orgánica, y nutrientes en la temporada de lluvias, puede ocasionar un incremento significativo en las poblaciones de las antes mencionadas Cyanophytas, Bacterias y Hongos causantes del mal sabor en el camarón de cultivo. De estos sabores los más comunes son el sabor a tierra y a moho o choclo. Este mal sabor

es producido por desechos metabólicos de las Cyanophytas *Anabaena sp.* y *Oscillatoria sp.* que liberan toxinas orgánicas que caracterizan el sabor a tierra y moho (Ching Carlos A, 2006).

Las densidades óptimas de fitoplancton cel/ml según Clifford, 1994 esta dada de la siguiente manera:

- Diatomeas en un mínimo de 20,000 cel/ml
- Clorophytas en un mínimo de 50,000 cel/ml.
- Cyanophytas en un máximo de 40,000 cel/ml.
- Dinoflageelados en un máximo de 500 cl/ml.
- El total de fitoplancton en el estanque debe ser en intervalo de 80,000 y 300,000 cel/ml.

3.3.1.2.1 Turbidez.

La turbiedad es un parámetro que se puede controlar, la turbiedad que buscamos es la relacionada con la productividad natural, la ligada a la materia inorgánica en suspensión debe ser evitada. Esta variable del agua, se mide con el disco Secchi, es muy importante porque ella cuantifica la población de algas que constituye la fuente de oxígeno (fotosíntesis) y la fuente de alimento natural para el camarón. La turbiedad relacionada con la productividad primaria y secundaria se controla por el recambio de agua y la fertilización.

La transparencia alta del agua indica una productividad natural débil lo que conduce a un mayor consumo del alimento artificial y el desarrollo de las algas bénticas indeseables para la cría. Controlando diariamente la turbiedad es posible planificar la fertilización y el intercambio de agua para mantener el alimento natural en el estanque. Además es posible con ello identificar una alta mortalidad o una carga demasiado fuerte de algas planctónicas y prevenir así los problemas de oxígeno que pueden aparecer en estas condiciones (Boyd y Gautier 2000).

3.3.1.2.1.1 Sólidos y partículas disueltas en suspensión.

El agua contiene sólidos inorgánicos en suspensión que llegan a los estanques con el suministro de agua; han sido suspendidas en el agua por efecto de las olas o de las corrientes de agua generadas por el viento. Las partículas mayores se depositarán en el

fondo y las más pequeñas permanecerán suspendidas por largo tiempo, generando turbidez.

Las sustancias orgánicas en los estanques son muchas: azúcares, aminoácidos, taninos, almidones, polipéptidos, vitaminas, proteínas, ácidos grasos, ácidos húmicos, etc. El plancton y las bacterias contribuyen también a la carga orgánica en el agua y también abundan grandes partículas de detritus. No se conocen los rangos de concentraciones deseables de partículas orgánicas, pero los estanques usualmente tienen menos de 100 mg/l de materia orgánica (Boyd y gautier 2000).

Las sustancias orgánicas, particularmente el plancton, generan turbidez, pero ésta es una turbidez deseable a diferencia de la generada por las partículas de arcilla. Los estanques son más productivos cuando la turbidez por plancton limita la visibilidad a 25-40 cm. A este nivel de plancton usualmente existe suficiente alimento natural, el oxígeno disuelto es adecuado y la luz no penetra hasta el fondo del estanque para estimular el crecimiento de Fitoplancton.

3.3.1.2.2 Disco Secchi.

Este dispositivo es un disco blanco y negro de 20 cm. de diámetro, se introduce en el agua para estimar su visibilidad. Puede ser extremadamente valioso en el monitoreo del plancton si se tienen en cuenta las limitaciones de esta técnica.

La turbidez en el agua reduce su visibilidad, y a medida que la turbidez aumenta, las lecturas del disco secchi disminuyen. La turbidez en el agua es producida por plancton vivo, partículas materiales muertas, sustancias orgánicas disueltas y partículas suspendidas. En los casos en que el cambio en la turbidez van de la mano con la cantidad de plancton vivo, el disco puede revelar si el crecimiento de plancton está aumentando o no. En la mayoría de estanques camaroneros, la visibilidad del disco Secchi debe estar entre 25 y 40 cm. Cuando el valor es mayor a 40 cm., el bloom de plancton deber ser alentado agregando fertilizantes. Con lecturas menores a 25 cm., no se debe añadir fertilizantes pues se corre el riesgo de producir un bloom excesivo de algas bajando así las concentraciones de oxígeno disuelto.

3.3.1.2.2.1 Intervalos en las medidas del disco de Secchi:

Menor de 25 cm.: Estanque demasiado turbio. Si es turbio por fitoplancton, habrá problemas de concentración baja de oxígeno disuelto. Cuando la turbidez resulta por partículas suspendidas de suelos, la productividad será baja.

25-30 cm.: Turbidez llega a ser excesiva.

30-45 cm.: Si la turbidez es por fitoplancton, el estanque está en buenas condiciones.

45-60 cm.: Fitoplancton se vuelve escaso.

Mayor de 60 cm.: El agua es demasiado clara. La productividad es inadecuada y pueden crecer plantas acuáticas (Boyd y Gautier 2000).

Con frecuencia se realizan conteos directos a nivel de género y abundancia de fitoplancton en los estanques camaroneros. Las algas verdes y las diatomeas son más apropiadas para estos estanques que las verde-azules y los dinoflagelados. Así, el examen microscópico del agua es una herramienta para determinar si una comunidad fitoplanctónica deseable está presente. El conteo del fitoplancton es de menor valor por la variación en tamaño de individuos de diferentes taxones; unas pocas algas grandes pueden representar más biomasa que varias algas pequeñas. Por consiguiente, es difícil evaluar datos sobre la abundancia de células fitoplanctónicas, filamentos, o colonias, y la adquisición de tales datos consume bastante tiempo.

3.4 Enfermedades.

La idea del vínculo entre las enfermedades y la calidad de agua, aparece cada vez más claramente delineada. El estrés que las condiciones ambientales subóptimas ejercen en los organismos, extiende sus respuestas adaptativas más allá de sus posibilidades, provocando un desgaste excesivo del organismo, alcanzando un pobre desarrollo o llegando incluso a sufrir una enfermedad. La influencia de las condiciones ambientales desventajosas afecta igualmente al sistema inmunológico del camarón, limitando su eficiencia.

El estrés se hace sentir inicialmente a niveles bioquímicos y moleculares, induciendo una serie de respuestas funcionales y estructurales en la regulación hormonal, metabolismo, osmoregulación y regulación inmunológica, afectando la capacidad de sobrevivencia, crecimiento y reproducción de los organismos. Aunque los organismos

acuáticos parezcan sanos durante e inmediatamente después de un periodo de estrés, un brote de enfermedad, o mortalidad crónica pueden desarrollarse más tarde en la población. Muchos de estos organismos pueden ser portadores asintomáticos de un patógeno y en condiciones normales están protegidos por los mecanismos de defensa.

Cuando el sistema de defensa es debilitado o suprimido debido al estrés, el patógeno puede multiplicarse, rebasar los mecanismos de defensa y en ocasiones matar al hospedero. Un estanque de engorda de camarón es un sistema altamente dinámico en donde interactúan estrechamente, diversos factores como: salinidad, pH, temperatura, oxígeno disuelto, así como diversos nutrientes orgánicos e inorgánicos. Las comunidades microbianas presentes en los estanques, son susceptibles a las fluctuaciones e interacciones que se dan entre estos factores y pueden ver, debido a ello, modificada su composición y número. Por ejemplo, variables como pH, temperatura y salinidad tienen diversos valores óptimos para las distintas especies, por lo cual, sus cambios pueden favorecer a determinados grupos, rompiendo el equilibrio y permitiendo, en algunos casos, la predominancia de organismos patógenos, los cuales podrían crecer desproporcionadamente.

La correcta dosificación del alimento así como la generación y conservación apropiada de los afloramientos algales, son factores muy importantes en el mantenimiento de la calidad de agua y el equilibrio de las comunidades bacterianas, pues constituyen la principal fuente de materia orgánica, la cual debe conservar un balance con el resto del sistema. El alimento que no es consumido por los camarones, los decaimientos de las comunidades fitoplanctónicas o incluso los elementos nutritivos que no fueron absorbidos en el tracto digestivo del camarón y que se liberan con las excretas, pasan a formar parte del suministro de nutrientes, cuyo exceso, puede propiciar asimismo un acelerado incremento de las comunidades bacterianas del estanque. Además, la acumulación de desechos altamente demandantes de oxígeno para su descomposición y los productos de degradación en el fondo de los estanques constituyen un ambiente desfavorable para el camarón.

El rol de las bacterias en un estanque de camarón no sólo debe ser enfocado desde el punto de vista de las enfermedades, pues estos microorganismos también cumplen un papel importante en el reciclamiento de los nutrientes y la degradación del detritus en el

estanque y contribuyen, por lo tanto, a mantener determinada calidad de Agua. (Lightner 1993, Browdy y Bratvold 1997, Worme y García-Abad 1997 y Burford *et al.* 1998).

3.4.1 Enfermedades Bacterianas.

En el cultivo de camarón existen muchas enfermedades causadas por distintos tipos de bacterias, algunas enfermedades de este tipo son: Vibriosis, Septicemia bacteriana, Enfermedad de la Macula Oscura, NHP entre otras, las enfermedades bacterianas mas comunes en el cultivo de camarón en nuestro país son: la enfermedad de Vibriosis causada por bacterias del género *Vibrio* así como también NHP (Hepatopancreatitis Necrotizante) causada por una bacteria pequeña Gram-negativa, intracelular, tipo rickettsia y pleomórfica, es decir variable en forma y tamaño.

3.4.1.1 Vibriosis.

Tanto a nivel internacional como nacional en la producción camaronera las bacterias del genero *Vibrio* se han registrado a menudo como patógenas oportunistas para camarón tanto en la fase de larvicultura como en la engorda, algunos vibrios se han perfilado como más frecuentes, de esta manera se ha reconocido la presencia de *Vibrio parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. vulnificus* y *Photobacterium daunselae*, (anteriormente clasificada como *V. Damsela*) principalmente en estanques de engorda de camarón así como *V. harveyi* y *V. splendidus* que se han detectado mayormente en el cultivo larvario.

A pesar de esta aparente diferenciación de los vibrios para proliferar en los diferentes ambientes, se ha registrado que *V. harveyi*, especie conocida como principal problema en la larvicultura, también ha sido implicada en el lento crecimiento en estanques de engorda y mortalidades en camarones juveniles, especialmente en los primeros 45 días de cultivo. Los camarones juveniles afectados tienden a desplazarse cerca de los bordes del estanque con el cefalotórax en la superficie del agua, con la apariencia de nadar y flotar verticalmente.

3.4.1.1.1 Tipos de vibriosis.

Debido a los distintos tipos de sp de vibrios que se presentan en los estanques camaroneros es que existen también distintos tipos de la enfermedad Vibriosis en el cultivo de camarón: Vibriosis Sistémica. Vibriosis en la Engorda, Síndrome de la gaviota y Vibriosis Luminiscente, estos tipos de Vibriosis perjudican al camarón en determinada etapa de su ciclo de vida pudiendo ser en larvicultura, juveniles y engorda.

3.4.1.1.1.1 Vibriosis en la engorda.

Quizás el mayor impacto que ocasionan las bacterias es durante la fase de engorda, por la cantidad de producto involucrado, sin embargo, las bacteremias son una de las enfermedades menos comprendidas en la camaronicultura. La vibriosis puede ser definida como una infección causada por bacterias del género *Vibrio*. Prácticamente todas las especies de *Vibrio* han sido encontradas en camarones con problemas, pero esto no implica que sean las responsables primarias de la infección, sino que debido a su carácter oportunista, proliferan cuando el camarón se encuentra debilitado.

Históricamente *Vibrio parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. vulnificus* y *Photobacterium damsela* han causado problemas en estanques de engorda, mientras que *V. harveyi* y *V. splendidus* se reconocen como dominantes en el cultivo larvario. Sin embargo, muchas de estas especies también han sido encontradas en la hemolinfa y el hepatopáncreas de juveniles sanos de *L. vannamei* (Gómez-Gil *et al.*, 1998).

Se ha observado que *V. harveyi*, ha causado mortalidades y lento crecimiento también en estanques de engorda. Sin embargo, todas estas especies y cepas son patógenos oportunistas, esto es que sólo infectan al camarón cuando éste se encuentra debilitado por algún otro factor, como por otro patógeno. Hasta el momento, sólo *V. penaeicida* ha sido probado como verdadero patógeno primario para *P. japonicus* del Japón (Ishimaru *et al.*, 1995) y para *L. stylirostris* cultivado en Nueva Caledonia, en ambos casos con resultados desastrosos (Costa *et al.*, 1998).

3.4.1.1.1.2 Vibriosis sistémica.

Esta enfermedad se considera una infección generalizada que involucra varios sitios como: cutícula, hepatopáncreas, órgano linfóide, glándula antenal, corazón, hemolinfa y

músculo estriado (Brock y Main, 1994). Los camarones presentan señales de severo estrés que comprenden: opacidad de la musculatura abdominal y anorexia (no comen), expansión de los cromatóforos y flexión ocasional del abdomen cerca del tercer segmento abdominal; se les observa nadando erráticamente en la superficie y orillas de los estanques (Lightner 1988; Ruangpan y Kitao, 1992; Lightner y Lewis 1975). La coagulación de la hemolinfa es muy lenta y con apariencia turbia. La cantidad de hemocitos puede reducirse drásticamente (Lightner y Lewis 1975).

3.4.1.1.1.3 Síndrome gaviota.

Esta es una manifestación más de vibriosis, este síndrome ha sido asociado con la alta mortalidad de *L. vannamei* que ha alcanzado hasta un 90% en camarones cultivados. Su nombre proviene de la presencia de gaviotas que se alimentan de los camarones moribundos que nadan en la superficie o en las orillas de los estanques. La bacteria más frecuentemente aislada de estos camarones es un vibrio que produce colonias verdes en agar TCBS. Se ha observado que algunos factores ambientales como alta temperatura, cambios en la salinidad y elevadas concentraciones de nitrógeno han contribuido en los brotes de esta enfermedad. También se han visto involucrados factores como: conteos inusualmente altos de bacterias en las tomas de agua, delicado estado de salud en los camarones debido a la presencia de virus y gregarinas y altos niveles de nutrientes en la entrada de agua con baja recirculación.

3.4.1.1.1.4 Vibriosis luminiscente en estanques de engorda.

Vibrio harveyi es la bacteria causal de la vibriosis luminiscente y, como en la mayoría de las bacteremias, constituye parte de la flora normal de las aguas costeras y lagunares. Esta bacteria puede ser aislada durante todo el año (O'Brien y Sizemore, 1979), aunque se ha detectado mayormente en los meses de verano (Ruby y Nelson, 1977). Este microorganismo puede adherirse a las superficies de los crustáceos marinos o establecerse en el tracto digestivo de dichos organismos al ser ingerido.

Los camarones juveniles son los más afectados, como en otros casos, éstos organismos se desplazan cerca de los bordes del estanque, con el cefalotórax sobre la superficie del agua, con la apariencia de nadar y flotar verticalmente. El hepatopáncreas es, principalmente, el órgano afectado por la mayoría de los patógenos bacterianos del

camarón y es también el sitio más dañado por *V. harveyi*. Este patógeno invade masivamente el hepatopáncreas, provocando mortalidades como respuesta a una severa inflamación que abarca a todo el órgano, en donde puede observarse también melanización, fibrosis y necrosis.

En los juveniles de mayor edad (mayores de 45 días de cultivo), la infección se presenta de manera crónica, en donde sólo unos cuantos túbulos del hepatopáncreas se ven afectados, lo que provoca un crecimiento lento. Este cuadro causa severos problemas en el camarón debido a que el hepatopáncreas tiene un papel central en la realización de las funciones digestivas, pues ahí se absorben y almacenan nutrientes, por lo cual, esta disfunción altera severamente el desarrollo del camarón.

3.4.1.1.2. Signos clínicos.

Los camarones con vibriosis muestran un comportamiento que puede incluir periodos de nado errático o desorientado con periodos de letárgia. Los organismos dejan de comer (anorexia) por lo que el intestino se observa vacío, también el músculo abdominal puede notarse opaco y los cromatóforos del cuerpo en general expandidos. El hepatopáncreas puede observarse expandido, decolorado y, en casos extremos, licuado. En el intestino puede detectarse un fluido lechoso. Tanto el hepatopáncreas como la hemolinfa poseen una carga bacteriana regular, por lo que es necesario diferenciar los niveles bacterianos considerados normales, de los que reflejan una patología. En Asia se considera, en relación de bacterias luminiscentes presentes en hepatopáncreas, 104 UFC/ por hepatopáncreas (HP) como un valor umbral o de riesgo y, a 102 UFC/HP como un “nivel de seguridad” de bacterias de este tipo que pueden ser toleradas por el camarón (Leaño *et al.*, 1998). Otros autores han obtenido niveles de 4.3×10^4 UFC/g de hepatopáncreas en agar TCBS (potencialmente vibrios) de camarones *L. vannamei* sanos (Gómez-Gil 1998). Respecto a la hemolinfa, la presencia de bacterias en organismos sanos es menor a las encontradas en hepatopáncreas, sin embargo es común aislar bacterias, incluso en agar TCBS, donde se han encontrado valores de 103 UFC/ml, pero sólo en algunos de los organismos muestreados (Gómez-Gil, *et al.*, 1998). Por lo tanto, la presencia de bacterias en órganos internos de camarones no es indicativo de un proceso infeccioso. Para el diagnóstico es esencial determinar las cantidades y los

tipos de bacterias presentes en agar TCBS principalmente, tanto en hemolinfa como en hepatopáncreas.

Las evaluaciones histopatológicas de los camarones afectados han revelado daños en el hepatopáncreas como órgano blanco, mostrando una respuesta inflamatoria severa en los senos íntertubulares del mismo. Se puede observar una necrosis extensiva, formación de nódulos melanizados en el órgano linfoide; estos nódulos generalmente tiene bacterias en el centro que han sido encapsuladas por capas de hemocitos. También se pueden encontrar nódulos en el corazón, branquias, hepatopáncreas, gónadas y musculatura en general. Debido a que no existen unos signos clínicos exclusivos para la vibriosis, es necesario, para un correcto diagnóstico, tomar en cuenta todos los síntomas y signos mencionados anteriormente.

3.4.1.2 Hepatopancreatitis necrotizante o NHP.

La inflamación y necrosis del hepatopáncreas en camarones peneidos, también conocida como hepatopancreatitis necrotizante o NHP (por sus siglas en inglés), fue descrita por primera vez en 1985, como hepatopancreatitis granulomatosa, por Ken Johnson en camarones cultivados de Texas, en donde mermó considerablemente la producción de *Litopenaeus vannamei*. En 1993 se detectó una enfermedad con las mismas características en camarón cultivado en Perú. La hepatopancreatitis necrotizante también es conocida como: Texas necrotizing hepatopancreatitis (TNHP); Texas pond mortality syndrome (TPMS) y como Perú necrotizing hepatopancreatitis (PNH). A esta enfermedad se le ha asociado con pérdidas que van desde 20 a 95 % en las granjas del hemisferio occidental.

3.4.1.2.1 Agente causal o etiológico.

El agente causal de esta enfermedad es una bacteria pequeña, Gram-negativa, intracelular, tipo rickettsia y pleomórfica, es decir variable en forma y tamaño (Krol *et al.*, 1991). Las rickettsias son bacterias intracelulares parasíticas, la mayoría son Gram-negativas y sólo pueden reproducirse intracelularmente. A ello la obliga su carencia de un sistema enzimático que genere la energía suficiente para su reproducción. Estas bacterias se reproducen por fisión binaria en la célula huésped. Esta característica dificulta su diagnóstico, pues no puede cultivarse con los métodos microbiológicos

rutinarios. Cabe mencionar que esta enfermedad se asocia a condiciones de salinidad elevada y al parecer no ocurre en salinidades menores de 10 partes por mil.

3.4.1.2.2 Tejidos u órganos afectados.

Esta bacteria ataca las células del epitelio del hepatopáncreas, por lo cual este órgano toma una coloración pálida y se encoge debido a la inflamación crónica, las células hepatopancreáticas aparecen hipertrofiadas y con grandes masas bacterianas en el citoplasma. Las células del hepatopáncreas infectadas pierden funcionalidad y se vuelven necróticas, generan una intensa respuesta inflamatoria, que resulta en la formación de múltiples lesiones granulomatosas en el hepatopáncreas. También se presentan otras infecciones bacterianas en el hepatopáncreas necrótico. Este cuadro causa severos problemas en el camarón debido a que el hepatopáncreas tiene un papel central en la realización de las funciones digestivas, pues ahí se absorben y almacenan nutrientes, por lo cual, esta disfunción alterará severamente el desarrollo del camarón.

3.4.1.2.3 Signos clínicos.

Los signos gruesos mostrados por los camarones con NHP severa son: drástica reducción en el consumo de alimento y el crecimiento, cutículas blandas, branquias obscurecidas o negras, aspecto oscuro debido a la expansión de cromatóforos en los bordes de los urópodos o pleópodos, debilidad, letárgica y mortalidad. El tracto digestivo aparece vacío y el hepatopáncreas pálido y reducido de tamaño, debido a la inflamación crónica. NHP se presenta en camarones juveniles y subadultos y ha sido registrada en *Litopenaeus vannamei* principalmente, al parecer *Litopenaeus stylirostris* es una especie menos susceptible. (Brock y Main, 1994).

3.4.2 Enfermedades virales.

Se han registrado alrededor de 20 virus que afectan a los camarones en cultivo y en el medio natural a nivel mundial (Lightner y Redman 1998), sin embargo, es importante recalcar que la presencia o detección del virus, no implica que ya exista una enfermedad establecida, en la industria camaronera se han presentado muchos problemas causados por la presencia de enfermedades virales como: Síndrome de Taura, Báculo-virus Penaei (BP), Necrosis Hematopoyética Infecciosa (IHHN), Virus de la Necrosis Hipodérmica y

Hematopoyetica Infecciosa 8IHHNV), Parvovirus Hepatopancreatico (HPV) y Síndrome del Virus de la Mancha Blanca (WSSV).

3.4.2.1 Síndrome del Virus de la Mancha Blanca.

La principal amenaza para el desarrollo de la industria camaronera son las enfermedades infecciosas especialmente las de tipo viral (Lightner 1999). Aunque existen cerca de 20 virus reconocidos para camarones Litopenneidos, únicamente 4 tienen importancia económica para la industria acuícola, uno de ellos es la conocida Mancha Blanca WSSV, hasta el momento es la más devastadora enfermedad reportada para camarones Litopenneidos cultivados (Lightner 1996, Flegel 1999).

Después de los primeros reportes de la presencia de WSSV en América Central (Jory y Dixon 1999), la enfermedad se detecto en Ecuador en 1999 y fue asociada a mortalidades masivas en ciertas camaroneras (Herrera y Martínez 2007). La WSSV es una infección altamente virulenta, llegando a provocar mortalidades de hasta el 100% (Herrera y Martínez 2007), en Ecuador el virus se presenta entre la tercera y sexta semana del cultivo, aspectos a considerar en una infección con WSSV son el amplio numero de hospederos, las múltiples vías de infección, la gran velocidad de replicación del virus, su poder de propagación y el estado fisiológico del huésped el mismo que estaría estrechamente asociado a la temperatura., entre las 24 y 35 horas el virus se multiplica 140 veces en los tejidos (Herrera y Martínez 2007).

3.4.2.1.1 Agente causal.

El WSSV es un virus de ADN bicatenario y circular, de forma baciliforme y elíptica, dotado de un apéndice filamentosos y aun sin clasificar. La localización celular es nuclear y el tamaño del genoma es de unos 290kbp aproximadamente (Herrera y Martínez 2007).

3.4.2.1.2 Resistencia de la acción Físico-Química.

-Temperatura: inactivado a una temperatura de 50⁰C durante 20 minutos y a 70⁰C durante 5 minutos, la inactivación por desecación ocurre a los 30⁰C.

-pH: inactivado a pH 1 durante 10 minutos, pH 3 durante 1 hora y a pH 12 durante 10 minutos a temperatura de 25⁰C (Herrera y Martínez 2007).

3.4.2.1.3 Fuentes del virus.

El modo de dispersión del virus, a partir de los camarones infectados aun no a sido establecido, pero se piensa que la cohabitación de los camarones sanos con los infectados puede provocar rápidamente la enfermedad en un plazo de 36 a 48 horas.

Agua de transporte infectada, suministro rutinario de agua de recambio, redes y otros implementos de cultivo (Herrera y Martínez 2007).

3.4.2.1.4 Signos clínicos.

- Disminución del consumo de alimento o cese completo de toda alimentación, aumento de la mortalidad en la población.
- Los camarones en estado letárgico o moribundo se acumulan en la superficie y en los bordes de los estanques o bien nadan de forma errática.
- El cuerpo del camarón adquiere una coloración rojiza generalizada.
- Las manchas blancas pueden variar del tamaño desde pequeñas a grandes (con un diámetro de varios mm), se trata de deposiciones anormales de sales de calcio embebidas en la cutícula, las cuales se pueden observar a simple vista o bien separando cuidadosamente la cutícula de los tejidos o bien sosteniéndola contra la luz.
- En las especies americanas de camarones Peneidos las manchas blancas no se presentan tan frecuentemente como las especies asiáticas.

3.4.3 Enfermedades provocadas por Protozoos.

3.4.3.1 Gregarinas (Nematopsis sp.).

Los agentes que ocasionan esta enfermedad también son protozoarios, pero del grupo de los Apicomplexa. Las gregarinas son parásitos de varios grupos de invertebrados, tanto intra como intercelularmente, se encuentran distribuidas ampliamente en la naturaleza. Se han descrito tres géneros con varias especies de gregarinas que infectan a los camarones peneidos: *Nematopsis*, *Cephalolobus* y *Paraophioidina*. Son parásitos cenozoicos que se encuentran infectando la mucosa del intestino medio o posterior, hepatopáncreas y ciego, en las cavidades de los invertebrados tales como: anélidos y artrópodos. Obtienen su alimentación por osmosis de la cavidad del órgano y extraen los nutrientes del huésped. La *Nematopsis* puede provocar daños a nivel del epitelio intestinal y afecta la absorción del alimento. Son habitantes del tracto digestivo, no son

significativamente patológicos pero se le tiene que medicar. Las gregarinas se encuentran frecuentemente en el tracto digestivo de los camarones y son observadas en la forma de trofozoito o de gametocitos.

El único ejemplo de una gregarina que es patógena es *Nematopsis peneidos*, la cual es capaz de provocar daños a nivel del epitelio intestinal. La infección cuando los organismos ingieren moluscos bivalvos o poliquetos del género *Polidora sp.* que contiene esporas del parásito, las cuales se encuentran en el fondo del estanque. La *Nematopsis* es la especie de Gregarinas mas reportada a nivel mundial causante de enfermedades y mortalidades en los estanques. *Nematopsis sp.* , *Cephalolobus sp.* y *Paraophioidina sp.* son las causas de los parásitos en los Litopenneidos silvestres o cultivados de todo el mundo (Herrera y Martínez 2007).

3.4.3.1.1 Signos clínicos.

Las poblaciones de camarones juveniles severamente afectadas reducen su crecimiento y se nota una elevación en el factor de conversión alimentaría. Los individuos severamente infectados, es decir, con más de 100 trofozoitos por centímetro de tracto intestinal medio, muestran signos visibles de una coloración amarillenta en el intestino que se puede observar a través de la cutícula del abdomen. Las lesiones de importancia se presentan solamente en las infecciones severas, en donde pueden producirse anomalías en el epitelio y la mucosa del intestino medio, llegando ésta última a sufrir perforaciones, ofreciendo así una ruta de entrada para bacterias oportunistas del tipo *Vibrio*. En larvas y postlarvas, los trofozoitos de gregarina se pueden apreciar en el intestino mediante un microscopio de disección. Histológicamente se puede apreciar al parásito en el lumen del intestino, en casos de infecciones graves, se puede observar una reducción de la altura de la mucosa del intestino e hiperplasia del epitelio del intestino (Herrera y Martínez 2007).

3.4.3.2 Protozoos epicomensales.

Enfermedad de la suciedad tenemos a: **Zoothamnium sp.**, *Epistilis*, *Acineta*, *Ascophry sp.* Los protozoarios epicomensales son organismos cosmopolitas que se encuentran de manera natural en los estanques de cultivos. Se trata de organismo que utilizan la superficie del crustáceo como sustrato de adhesión (Johnson, 1989), con frecuencia se

encuentran sobre branquias, apéndices y cutículas de diversas partes del cuerpo del camarón y en ciertos números de organismo sin que se encuentren enfermos, pudiendo bloquear por completo a las branquias y entorpecer el intercambio gaseoso. Sin embargo cuando los camarones se encuentran sometidos a condiciones estresantes reducen su actividad limpiadora y/o mudan y por lo tanto son altamente susceptible a una invasión masiva causada por numerosos epibiontes como *Leucotrix mucor*, *Leucotrix sp.*, *Thiothrix sp.*, *Flavobacterium*, *Epistylis sp.*, *Spirulina subsalsa*, *Schizothrix sp.* (Aguado y Bashirullah,1995)., pueden dar una coloración negra, verde o gris a la superficie del crustáceo, con una apariencia algodonosa. Se diagnostica fácilmente por observación directa, pero se pueden hacer improntas en fresco para confirmación.

3.4.3.2.1 Signos clínicos.

Normalmente, este tipo de organismos tienden a presentarse adheridos a los apéndices y las setas, pero en especial a las branquias y sus estructuras accesorias. Se alimenta de nutrientes disueltos en el agua, por lo que su presencia puede indicar altas concentraciones de nutrientes. En estos crecimientos filamentosos algunos otros microorganismos quedan atrapados o bien se desarrollan causando serios daños, estos pueden ser otras bacterias como *Thiothrix*, *Flexibacter* y *Cytophaga*; algas verde-azules y otras del tipo filamentosas, *Spirulina*, *Schizothrix* y protozoarios peritricos (Aguado y Bashirullah, 1995). Estos agregados pueden llegar incluso a obstaculizar el intercambio gaseoso por un cubrimiento total de las lámelas ocasionando muerte por asfixia. Las branquias, en estos casos, pueden presentar una coloración que va de amarillenta a verdosa o café, dependiendo del color de los epibiontes y de las partículas adheridas a estos; al impedirse el intercambio gaseoso el tejido empieza a morir presentando zona necróticas, de ahí el nombre común de enfermedad de branquias negras. Las branquias se notan delgadas o papiráceas. Cuando el organismo muda en condiciones no extremas, los epibiontes se desechan junto con la exuvia.

3.4.3.2.2 Efectos.

Esta bacteria es particularmente peligrosa en estadios larvales y postlarvales, puede llegar a causar grandes mortalidades rápidamente debido a que las larvas se enredan en los filamentos, dificultando así su movimiento. También, en los casos no tan graves,

entorpece el crecimiento del organismo. La aparición de esta enfermedad puede prevenir al acuacultor sobre el estado de salud de sus camarones; ya que camarones que adolecen de una enfermedad sistémica no se acicalan debidamente, permitiendo así la proliferación de estos epibiontes. Es difícil detectar las invasiones leves, sin embargo signos como coloración rojiza en la superficie del cuerpo y decoloración de las branquias pueden servir como ayuda para el diagnóstico preliminar.

3.5 Estudios Biológicos.

3.5.1 Crecimiento.

El crecimiento del camarón en cultivo es uno de los resultados muy esperados por los productores de camarón, El crecimiento de los crustáceos puede entenderse como el incremento de tamaño de una serie de elementos de mudas o como el incremento en peso resultante de la adición de masas de tejidos (Martínez, 1996), así mismo intervienen diversos factores tales como temperatura, oxígeno, especie, edad, disponibilidad de alimento y sexo (Martínez 1993), según Martínez-Lin (1994) el camarón en cultivo debe crecer 1.5gr/semana, para saber este dato se deben realizar muestreos de crecimiento semanalmente.

3.5.1.1 Muestreos de Crecimiento y Población.

El muestreo de crecimiento como su nombre lo dice se realiza semanalmente para determinar el crecimiento que el camarón cultivado obtiene en el transcurso del tiempo, este muestreo inicia a partir de la segunda semana de cultivo, se realiza de la siguiente manera: se hacen lances de atarraya distribuidos en todo el estanque de manera que en esos lances este representado cada parte del estanque, se debe obtener una muestra de 100 camarones los cuales se tienen que pesar en una balanza en gramos y medir longitudinalmente en cm desde la base del ojo hasta la punta del telson para obtener también una relación peso-longitud. Es necesario también realizar un muestreo poblacional, esto para conocer el número de organismos que se encuentran en el estanque y de esta manera determinar la sobrevivencia que tenemos a la fecha en que se realiza este muestreo así como también la biomasa del estanque.

Este muestreo se realiza de la siguiente manera: se realizan de 3 a 5 lances de atarraya por Ha, este resultado se promedia (número de camarones obtenidos entre la cantidad de

lances realizados) para saber así el número de individuos capturados por lance, se determina el área del atarraya (es necesario mencionar que a este cálculo matemático se le pone un factor de corrección de 0.60) para saber el número de camarones que existen por m² en el estanque (Martínez y Herrera 2007).

3.5.2 Sobrevivencia.

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

3.5.3 Alimentación.

La alimentación es un factor no menos importante que los anteriores pues de ella depende también un buen rendimiento productivo del estanque, es aproximadamente el 42% del costo de producción de una granja camaronera. Para obtener buen rendimiento productivo en el estanque debemos suministrar adecuadamente el alimento, es decir tener buen control del mismo, este control se refiere a un buen almacenamiento y distribución del alimento en el estanque (ración dada por día a los camarones del estanque). Robertson et al. (1993) encontró que el número de aplicación de alimento en el estanque afecta de forma significativa el crecimiento del *L. vannamei*, suministrar alimento 4 veces diarias ya sea de día o de noche produce mejor crecimiento que alimentar 1 o 2 veces al día. Es necesario tomar en cuenta también el horario de aplicación pues de no ser así probablemente se perdería el alimento proporcionado, según estudios el tiempo u horario más adecuado para suministrar alimento al *L. vannamei* es en horas del día según su conducta alimenticia que es diurna y nocturna (Robertson et al. 1993).

La distribución en el estanque es otro factor muy importante en cuanto al aprovechamiento del alimento, existen varios métodos de alimentación: alimentación manual por voleo o dispersión, alimentadores automáticos, por complementación y los comederos o charolas de alimentación.

3.5.3.1 Conversión Alimenticia.

La comparación de la cantidad de alimento abastecido y el crecimiento del camarón permite que sea calculado la tasa o factor de conversión alimenticia (FCA). El F.C.A es una medida del peso del camarón producido por kg de alimento abastecido. El F.C.A. varia dependiendo de la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado.

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

Asumiendo que al alimentar con comederos y empleando métodos de muestreo acertados, hallamos que el F.C.A. semanal es alto, esto nos indicaría crecimiento lento o subalimentación; mientras que un F.C.A. bajo, indica que el camarón está haciendo buen uso del alimento. El F.C.A. varia durante el ciclo de producción y entre las poblaciones, pero es una guía muy buena y debería ser entre 0.6-1.0 en camarones de hasta 10 gramos de peso y entre 1.0 y 1.3 para tallas mayores. Idealmente el F.C.A. no debe ser mayor de 1.5 (Boletín Nicovita 1997).

3.5.4 Producción Libras por Hectáreas (lbs/ha).

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

IV MATERIALES Y METODOS

4.1 Área de estudio.

La investigación fue realizada en la Granja Camaronera Acuicultura Torrecillas 2, Chinandega-Nicaragua, en el periodo comprendido de Julio-Septiembre 2008, ubicada al noroeste del departamento de Chinandega, 14 Km. al oeste de la comunidad de Palacios, municipio Puerto Morazán, Chinandega, en las coordenadas UTM 46939 E y 1431740N. Cuenta con una extensión de 400 has distribuidas en 13 estanques camaroneros, de los cuales se tomaron 2 estanques con cierta similitud en cuanto a posición, toma de agua y dimensión de los mismos principalmente, fueron nombrados de la siguiente manera: N8 con una dimensión de 16 has, a este se le aplicó Probiótico **Sanolife Pro** y N9 que no se le aplicó Probiótico con 18 has, ambos estanques están ubicados en la misma posición teniendo como división entre ellos el reservorio el cual les proporciona el agua, fueron sembrados con 3 días de diferencia, la semilla o larva fue de igual procedencia: Semillas Acuáticas S.A.(SASA, Comunidad Jiquilillo, Chinandega-Nicaragua), en ambas lagunas se sembró a una densidad de 14 pls/m² (N9 2,600,00 pls y N8 2,240,000 pls)

4.2 Descripción del método de trabajo.

La investigación se llevo a cabo como antes se mencionó en la granja Acuicultura Torrecillas del Grupo Seajoy Nicaragua, el estudio tuvo como objetivo la evaluación de la eficiencia del probiótico **Sanolife Pro** en 2 estanques camaroneros de la granja, un estanque testigo (sin aplicación de Probiótico) y un estanque aplicándole el probiótico **Sanolife Pro**. En esta investigación se evaluó la eficiencia del producto mediante los distintos registros diarios y constantes de las condiciones ambientales o parámetros físicos y químicos de los estanques así como también del fitoplancton, calidad de agua, sobrevivencia, F.C.A., inhibición, prevención y erradicación de enfermedades, los cuales al final se compararon los de la laguna con aplicación del probiótico y los de la laguna sin aplicación del probiótico.

Los estanques implicados en la investigación fueron sembrados por transferencia, esto consiste en que los individuos sembrados permanecieron en pre cría por un periodo de 30 días como máximo en estanques pequeños de aproximadamente 1 ha para luego ser

transferidos a los estanques antes mencionados previamente preparados y listos para la siembra. Según experiencia de la granja se esperaba tener una sobrevivencia por encima del 90% en la siembra por transferencia

4.2.1 Preparación y Aplicación de Probiótico.

La preparación se realizaba a las 5:30 a.m. mezclando el alimento con la porción calculada a dar de probiótico la cual fue Sanolife Pro 1 en los primeros 45 días de cultivo 4 gr./kg. de alimento, Pro 2 a partir del día 46 hasta el final se aplicó 1 gr/kg. de alimento y melaza tanto con Pro 1 como con Pro 2, a razón de 2.5 bidones (1 bidón equivale a 5 galones) de melaza diluidos en 5 bidones de agua del estero por cada 10 quintales de alimento. La mezcla se realizaba en una caja plástica grande de 3m de largo por 1.5 de ancho y 1m de alto, utilizando palas para remover el alimento y mezclarlo con el probiótico y la melaza, una vez preparado el alimento con probiótico y dispuestos en sacos eran trasladados a la laguna que se le aplicó el probiótico la cual se alimentaba 2 veces al día.

En el caso de Sanolife Pro W se disolvía en agua del estanque, la cantidad suministrada de probiótico fue de 200gr por ha en la primera semana de cultivo y luego 20 días mas tarde una cantidad de 100 gr. por ha, la disolución se realizo de la siguiente manera: cada 100gr de probiótico se disolvían en un bidón lleno de agua del estanque y luego se tiraba con una pana al boleó en todo el estanque de tal manera que quedara bien distribuido. El probiótico se mantuvo al igual que otros insumos almacenados en un lugar adecuado.

4.2.2 Parámetros Físico-Químicos.

En el registro de estos parámetros como son: Oxígeno, Temperatura, Salinidad y pH, se utilizaron instrumentos tales como pHmetro (pHmetro EsD 119 SANDY DR), Oxigenómetro (para medir oxígeno y temperatura, Oxigenómetro YSI 55), Salinómetro (refractómetro Manual RHS-109), etc. La medición de estos parámetros se hizo en el caso de Oxígeno y Temperatura diariamente 3 veces al día (6 p.m., 12 a.m. y 4 a.m.), esto en la compuerta de salida de cada estanque introduciendo el oxigenómetro hasta la mitad de la columna de agua es decir aproximadamente a 1m de profundidad, en el caso de pH y Salinidad se realizaron semanalmente de 7 a 8 de la mañana tomando muestras

de la columna de agua en la compuerta de salida a una profundidad de 70 cm utilizando el salinómetro y pHmetro respectivamente.

4.2.3 Análisis de elementos Químicos del Agua.

Este tipo de estudios de Nitrógeno, Fósforo, etc., se realizó a criterio de la empresa la cual los realiza en el laboratorio CIDEA-UCA, Managua, Nicaragua quienes utilizan procesos de análisis establecidos por Boyd y Gautier 2000, Norma Técnica Sanitaria para la Importación y Movilización de Organismos Acuáticos en el Territorio Nacional. Gaceta N^o 99 del 29-05-2002 Diario Oficial. MAGFOR., así como también procedimientos establecidos en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition, 1998, para llevar a cabo estos análisis se tomaron muestras de agua entre las 5 y 6 a.m. de la columna de agua de los estanques en la compuerta de salida a una profundidad de 70 cm, con botellas de plástico con tapón introduciéndolas y abriéndolas dentro del agua a la profundidad antes mencionada de manera que la muestra adquirida no fuese solamente de la superficie de la columna de agua, estas muestras eran almacenadas en termos con hielo para mantenerlas a baja temperaturas mientras eran trasladadas hasta el laboratorio.

4.2.4 Fitoplancton.

El análisis de Fitoplancton se hizo de la siguiente manera: se tomaron muestras entre las 8 y 10 a.m. de la columna de agua de cada estanque en la compuerta de salida a una profundidad de 70 cm. con una botella plástica con tapón la cual era abierta al llegar a la profundidad antes mencionada para así obtener una muestra confiable y representativa de la columna de agua del estanque, luego estas muestras se trasladaban al laboratorio Granja BIOMAR-Honduras en donde se hacía la identificación y conteo de algas contenidas en la muestra de cada estanque, este conteo e identificación se hizo con un hematocitómetro al microscopio. Por otro lado también se tomaba en cuenta la transparencia del estanque mediante la medición realizada con el Disco de Secchi, la cual se hacía 3 veces por semana y se sacaba un promedio semanal, esta medición se hizo en horas de medio día entre las 11:45am y 12:15pm en la compuerta de salida de cada estanque introduciendo el disco en la columna de agua.

4.2.5 Análisis de enfermedades.

Como en el caso de todas las infecciones bacterianas, el método de tratamiento más usado es el empleo de antibióticos. Su uso ha sido causa de mucha controversia en la industria camaronera. Se han publicado algunas reglas que deberían seguirse para el uso adecuado de antibióticos y probióticos principalmente. Un paso importante para iniciar un tratamiento antibacterial, es determinar primero si el problema observado realmente es debido a bacterias y si no es otro el agente causal. Una vez confirmada la etiología bacteriana del problema, mediante análisis de laboratorio y observaciones en granja se procede a tomar acciones correctivas, en este estudio se realizaron los análisis de enfermedades en laboratorio Deli Choloteca, Honduras y CIDEA-UCA, Managua, Nicaragua en cuanto a la detección de NHP y Vibriosis que son enfermedades de origen bacteriano.

En cuanto a enfermedades virales, en este caso WSSV existen varios métodos de diagnóstico, uno de ellos es mediante Histología con tinción de Hematoxilina Eosina (H&E), análisis en fresco (el cual es de mucho valor para el diagnóstico en el campo), que no es mas que la observación de cuerpos de inclusión al microscopio es indicativa de la presencia del virus de la mancha blanca y finalmente, la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés) estos análisis se realizaron el primero (H&E) en laboratorio Deli Choloteca-Honduras y el segundo (PCR) se hizo en laboratorio CIDEA-UCA, Managua, Nicaragua, este ultimo es en la actualidad la técnica más confiable para la detección de este patógeno, principalmente para la detección temprana del mismo.

En el caso de Gregarinas, se basa únicamente en análisis en fresco de todo el intestino del camarón, con exámenes microscópicos, con el propósito de constatar la presencia de gregarinas, de igual manera se practico el examen del estomago y del tracto digestivo medio y posterior incluyendo el recto. En el caso de Zoothamnium se realizaron montajes de branquias, cutículas y pleópodos para análisis en frescos. Se observaron al microscopio para ver las formas bien definidas de los protozoarios y epicomensales de Zoothamnium sp. Epistylis sp Acineta sp. Ascophry sp. Este tipo de análisis se hicieron en laboratorio Deli, Choloteca, Honduras.

Las muestras tomadas para los tipos de análisis antes mencionado se realizo de la siguiente manera: para los análisis en fresco se tomo una muestra dirigida, es decir se tiro el atarraya en la parte baja del estanque cerca de la compuerta de salida y de los organismo capturados se tomaron 10 aparentemente enfermos, estos se introducían en una bolsa debidamente identificada y luego almacenada en un termo con hielo para mantener la muestra fresca hasta ser trasladada al laboratorio.

Las muestras para los análisis Histológicos se realizaron tambien de manera dirigida a los organismos aparentemente enfermos, a diferencia de las muestras del análisis en fresco estas fueron fijadas en Solución Davison, se tiraba el atarraya en la parte baja del estanque cerca de la compuerta de salida, luego se escogían 10 organismo, a estos se les introducía Solución Davison con una jeringa de 5 cc (2 veces) en la parte del Hepatopáncreas, luego eran introducidos en una bolsa debidamente identificada para luego ser llevada al laboratorio.

4.2.6 Estudios Biológicos.

4.2.6.1 Muestreo de Crecimiento.

Los muestreos de crecimiento se hicieron semanalmente tomando 3 muestras al azar (10 camarones cada muestra) de los camarones capturados en 10 lances de atarraya que se realizaban en todo el estanque, estas muestras eran pesadas en una balanza electrónica Scout-Ohaus con capacidad de 200 gr, luego se dividía el total en peso de todos los camarones entre el número de la muestra (10), esto se hacia en las 3 muestra elegidas al azar, luego se sacaba un promedio que nos daba como resultado el peso promedio de los organismos cultivados el cual era comparado con el promedio de la semana anterior.

4.2.6.2 Muestreos Poblacional.

Los muestreos de población se hicieron tambien semanalmente, se realizaban 100 lances de atarraya distribuidos en toda la laguna, se contaba el número de animales capturados por lance, al final se totalizaba el número de animales capturados y se dividía entre los cien lances hechos, este resultado se dividía entre el área de la atarraya (7.065m) obteniendo así el número de animales por metro cuadrado. Se comparaba este resultado con el de los muestreos de las semanas anteriores.

4.2.6.3 Sobrevivencia.

Este factor se calculó una vez obtenido el resultado del muestreo poblacional semanal, se tomaba el resultado antes mencionado junto con el resultado de la primera semana y mediante una regla de 3 se sacaba el % de sobrevivencia.

4.2.6.4 Alimentación.

En el estudio la alimentación se realizó manualmente es decir al voleo teniendo también indicadores de alimentación (charolas donde se dejaba alimento y luego se revisaban para saber si el camarón estaba consumiendo todo el alimento), se proporcionaba alimento 2 veces al día, en la mañana y en la tarde, el alimento se disponía en un bote con motor en el cual también iban 2 operarios u alimentadores realizando el trabajo.

4.2.6.4.1 Factor de Conversión Alimenticia.

El factor de conversión Alimenticia se calculó dividiendo el total de alimento dado entre la cantidad de biomasa calculada del estanque.

4.2.6.5 Producción Libras por Hectáreas (lbs/ha).

El rendimiento productivo de cada estanque en cuanto a libras producidas se calculó de la siguiente manera: se dividió el total de biomasa actual entre el área del estanque obteniendo así datos de las libras por hectárea que posee cada uno de los estanques en observación.

Como actividad final del estudio en lo que refiere a la parte de campo se realizó la cosecha de las lagunas implicadas en la investigación, las cuales se prepararon por igual para cosecharlas en tiempo y forma como normalmente se hace.

Una vez terminado el estudio de campo y habiendo obtenido los datos en todo el transcurso del ciclo junto con los resultados de análisis Histológicos, PCR, análisis en fresco, registro de parámetros, etc., se procedió a analizar y procesar dichos datos comparando los del estanque con aplicación y sin aplicación de probiótico, haciendo una relación de las posibles y esperadas diferencias positivas o negativas que existían entre los 2 estanques bajo estudio para luego redactar el documento final de la investigación.

4.2.6.6 Toma de Datos.

En la toma de datos se hicieron los registros que normalmente se llevan en una producción de camarón como son parámetros fisicoquímicos, muestreos de crecimiento y población, fitoplancton, lectura del disco de secchi, F.C.A. etc., esto con el mismo formato que en la empresa se utiliza para así ver el avance o comportamiento del estanque en tratamiento comparado con el estanque control respectivamente.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1 Parámetros Físico-químicos.

Este aspecto es de gran importancia en el cultivo de camarón pues es un indicador de la Calidad de Agua que presentó cada estanque a lo largo de su ciclo productivo.

5.1.1 Oxígeno.

En este estudio, la laguna sin aplicación de probiótico N9 presentó un fuerte consumo de oxígeno desde el inicio del cultivo hasta el final (día 87) de 5 mg/lit, a partir del día 41 hasta el final presentó en horas de la madrugada valores por debajo del nivel establecido de oxígeno que es de 3 mg/lit según Torrez 1991, Villalón 1994 y Franco 1994, siendo el nivel mas bajo de 1.5mg/lit en el día 62 del cultivo, presentó tambien una sobresaturación de oxígeno disuelto en el agua siendo el nivel mas alto de 13mg/lit en el día 26.

Por otro lado surgieron disminuciones bruscas de oxígeno a partir del día 41 ocasionando mortalidad por hipoxia. Así mismo esta situación se agravó con el surgimiento de la enfermedad del Síndrome del Virus Mancha Blanca. El consumo de oxígeno fue mayor a medida que la biomasa del estanque aumentaba, no perdiendo de vista que en el estanque no hubo recambio de agua por brote de Mancha Blanca, por tanto es muy probable que este factor ambiental si influyo de manera negativa en este estanque.

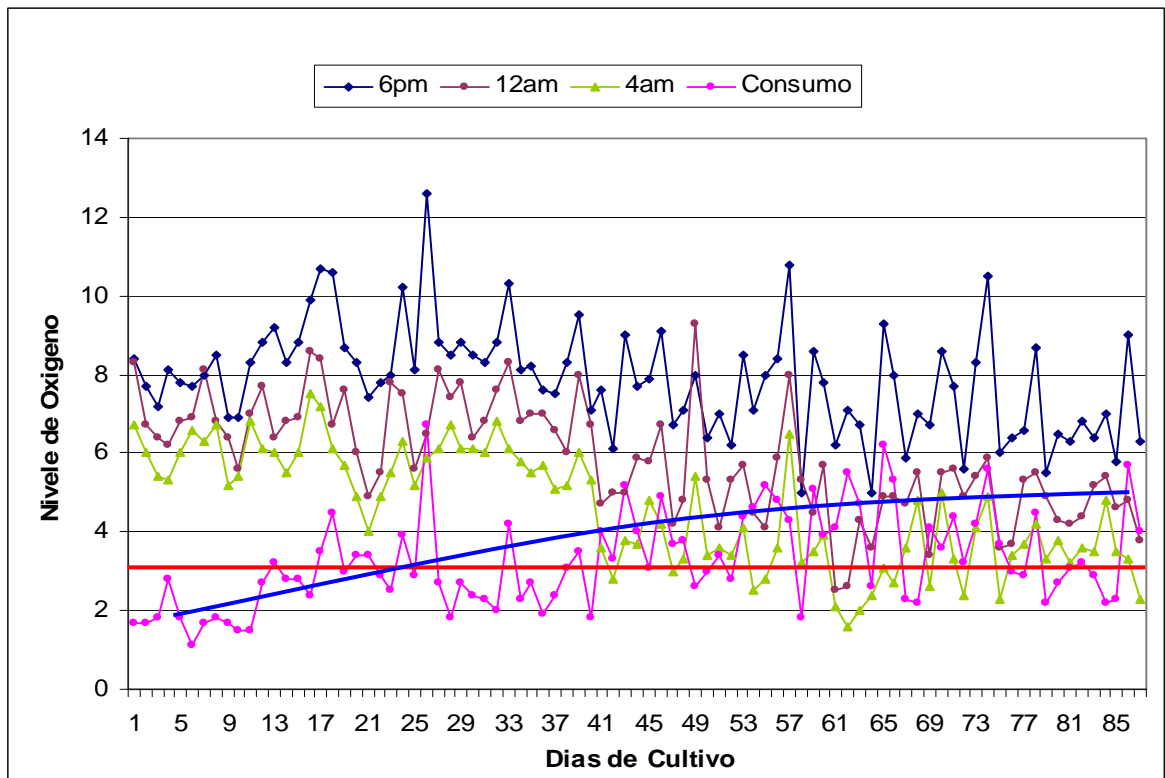


Figura 1. Dinámica de Oxígeno Disuelto en Laguna N9.

La laguna con aplicación de Probiótico N8 presentó buen comportamiento de oxígeno disuelto en el agua manteniendo en todo el ciclo niveles óptimos de oxígeno por encima de 3 mg/l (Torrez 1991, Villalón 1994 y Franco 1994) en horas de la madrugada a excepción del último día de cultivo que el nivel fue de 1.3 mg/l, se presentó una sobresaturación de oxígeno no muy brusca siendo los niveles más altos en el día 1 de 11.8 mg/l y en el día 72 de 10.2 mg/l, de igual manera el consumo presentó una ascendencia no muy inclinada siendo el nivel final de 3.5 mg/l.

A lo largo del estudio se presentaron niveles de oxígeno extremos (sobresaturación y en una ocasión un nivel por debajo de 3 mg/l principalmente) pero que no fueron de gran relevancia porque sucedió solamente en el primer y último día de cultivo, debido a ello podemos asegurar que en la laguna con tratamiento de probiótico el factor oxígeno no influyó de manera negativa sobre el cultivo.

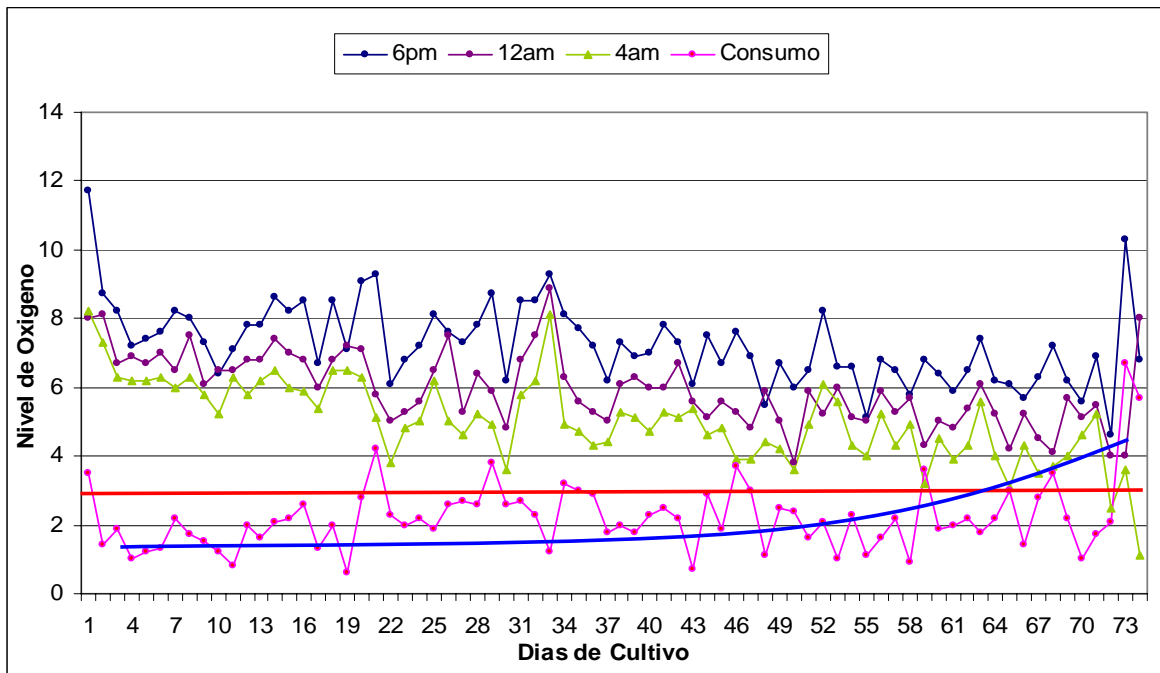


Figura 2. Dinámica de Oxígeno Disuelto en Laguna N8.

5.1.1.1 Demanda Bioquímica de Oxígeno.

En el estudio la DBO se presentó de la siguiente manera, N9 obtuvo niveles que al final sobrepasaron el intervalo establecido por Boyd y Gautier 2000 (5-10mg/l) siendo el mayor valor de 10.56,mg/l no así N8 que siempre se mantuvo dentro del intervalo establecido siendo el mayor valor de 3.9mg/l

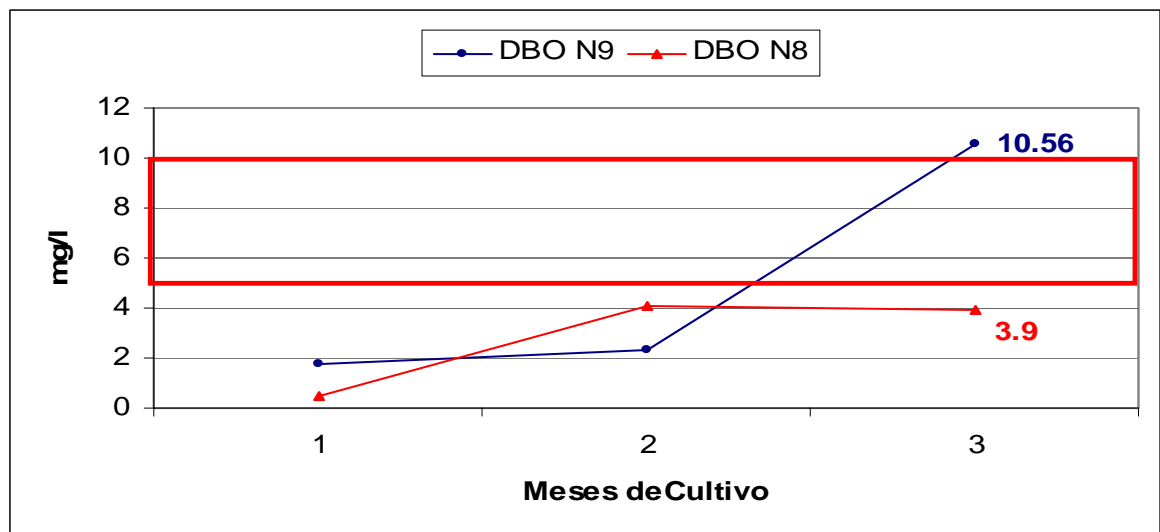


Figura 3. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en N9 y N8.

5.1.2 Temperatura.

En el estanque con “Sanolife Pro” N8 la temperatura del agua se mantuvo en intervalos óptimos entre 28°C a 33°C presentándose variaciones mínimas alrededor del día 70 del cultivo y provocado por las intensas lluvias, tanto en horas de la mañana como por las tardes. Por otro lado, la laguna sin aplicación de probiótico N9 se mantuvo también entre los intervalos establecidos según Torrez 1991 y Martínez-Lin 1994, pero a diferencia de la laguna tratamiento esta presentó mayor variación de temperatura con los valores extremos reportados 27°C y 34°C. Según los autores antes mencionados la temperatura óptima en el cultivo de camarón es entre 27⁰ C y 33⁰ C., pudiendo variar hasta 34⁰ C en los meses de Julio a Noviembre, por debajo de este rango el camarón en cultivo crece lentamente y por encima, pierde peso por el alto metabolismo en que se mantienen a temperaturas altas, hasta llegar a la muerte.

En este trabajo no se presentaron temperaturas extremas (mayores de 34°C con exposiciones largas) por lo que se puede asegurar que este factor ambiental no afectó el cultivo.

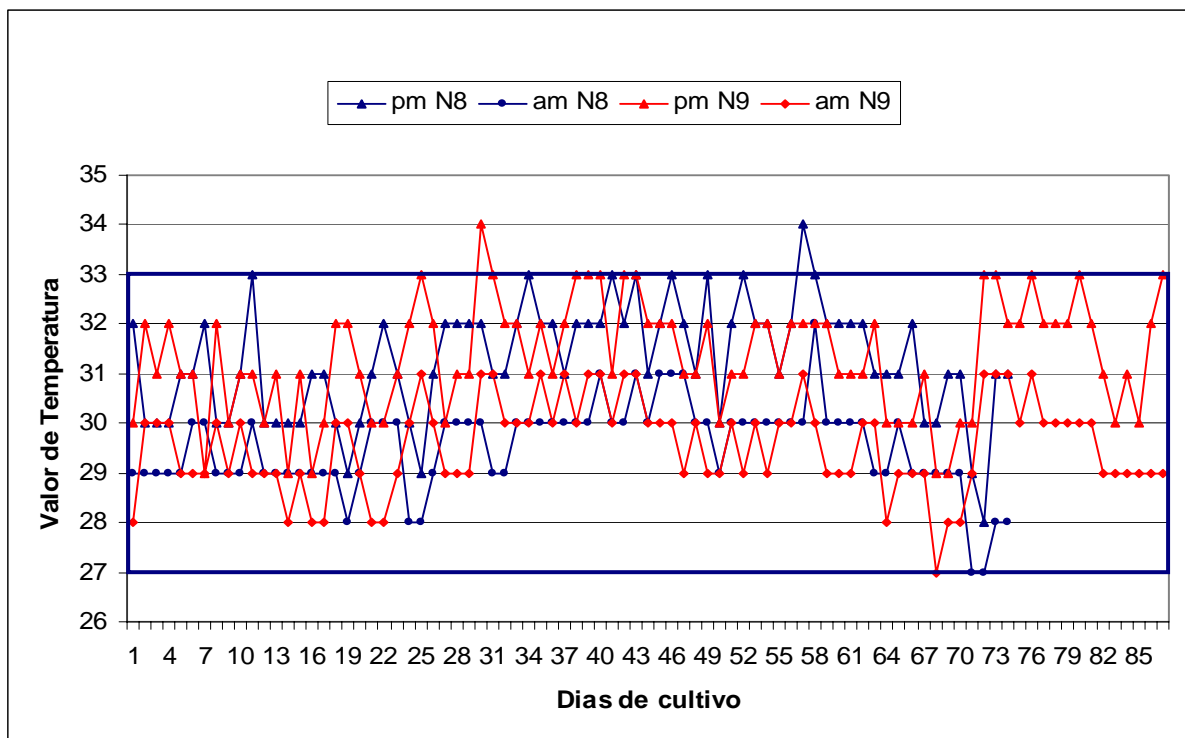


Figura 4. Comportamiento de la Temperatura en N9 y N8.

5.1.3 Salinidad.

La salinidad es un parámetro muy importante, pues de encontrarse este fuera de los niveles permitidos junto con temperaturas extremas ocasionará problemas tanto en la sobrevivencia como en el crecimiento del camarón en cultivo, inhibición en la alimentación, influyendo directamente en su metabolismo así como también en la disponibilidad del oxígeno disuelto en el agua, que a mayor salinidad y mayor temperatura disminuye (Martínez, Lin 1994). En el estudio los niveles de salinidad se presentaron de la siguiente manera: N8 se mantuvo entre los intervalos establecidos por Franco 1994 (15 ppm óptimo para su crecimiento y no mayor de 35ppm) con un promedio de 19 ppm y un nivel al final de 21ppm, la laguna N9 presentó en 11 semanas de cultivo valores dentro de los intervalos establecidos con promedio 20 ppm y un valor de 12.6 ppm en la última semana de cultivo

La salinidad alta tiene consecuencias negativas sobre el ecosistema del estanque. Sabemos en efecto que para las salinidades altas (o bajas) los organismos marinos deben utilizar una gran parte de su energía para equilibrar su medio interior con el exterior esto se hace en contra del crecimiento y la supervivencia, en el estudio este factor no influyó negativamente en las lagunas N8 y N9.

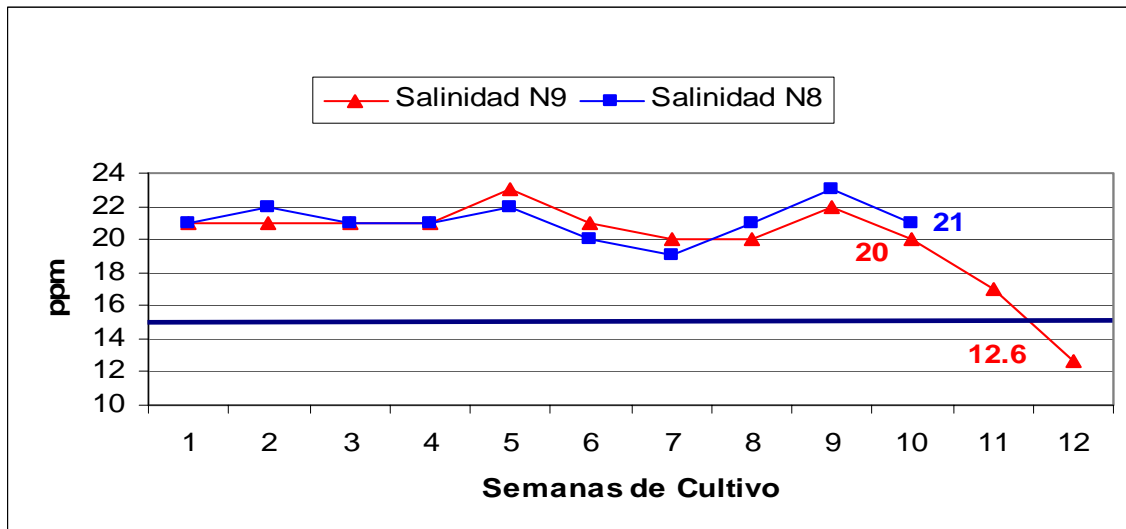


Figura 5. Comportamiento de Salinidad en N9 y N8.

5.1.4 pH.

En todo cultivo este factor según su comportamiento puede ocasionar o no una serie de problemas, se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno, indica cuán ácida o básica es el agua. De una manera más práctica, el agua con un pH de 7 no se considera ni ácida ni básica sino neutra. Cuando el pH es inferior a 7 el agua es ácida, y cuando el pH es superior a 7 el agua es básica. El estudio presentado en ambas lagunas niveles óptimos de pH, Villalón (1994) menciona que el intervalo óptimo de pH en el cultivo de camarón es de 7.5 por la mañana y 8.5 por la tarde, N8 presentó al inicio un valor de pH igual a 8.8 pero a partir de la semana 2 bajó y se mantuvo entre el intervalo establecido, N9 presentó pH fuera del intervalo establecido 8.8 y 8.6 pero a partir de la semana 5 de cultivo bajó y se mantuvo entre el intervalo establecido.

Este factor tiene sus consecuencias directas sobre el camarón si no se mantiene en el intervalo óptimo por ejemplo: Está muy relacionado con la actividad fotosintética del fitoplancton, los iones más temidos en el cultivo son el amonio no ionizado (NH_3) y el ácido sulfhídrico (H_2S), para mudar el camarón tiene que bajar el pH de su cuerpo para lograr disolver las sales pegadas a su caparazón y así puedan ser reabsorbidas por el nuevo caparazón. Si el pH es alto el camarón no puede mudar, los iones de Carbono a diferente pH tienen diferentes efectos en el camarón: por ejemplo bloquea proceso de muda, los iones de amonio se presentan de dos formas dependiendo del pH. Así tendremos NH_4 (amonio ionizado) a pH bajo sin causar toxicidad en el agua, mientras que a pH alto (más de 8.5) se presenta en su forma tóxica el NH_3 (amonio no ionizado), por último el H_2S en pH debajo de 7.2 se transforma en H_2SO_4 (ácido sulfúrico) por eso el pH debe mantenerse encima de 7.5 para evitar la toxicidad ácida durante la muda del camarón (Villalón 1994).

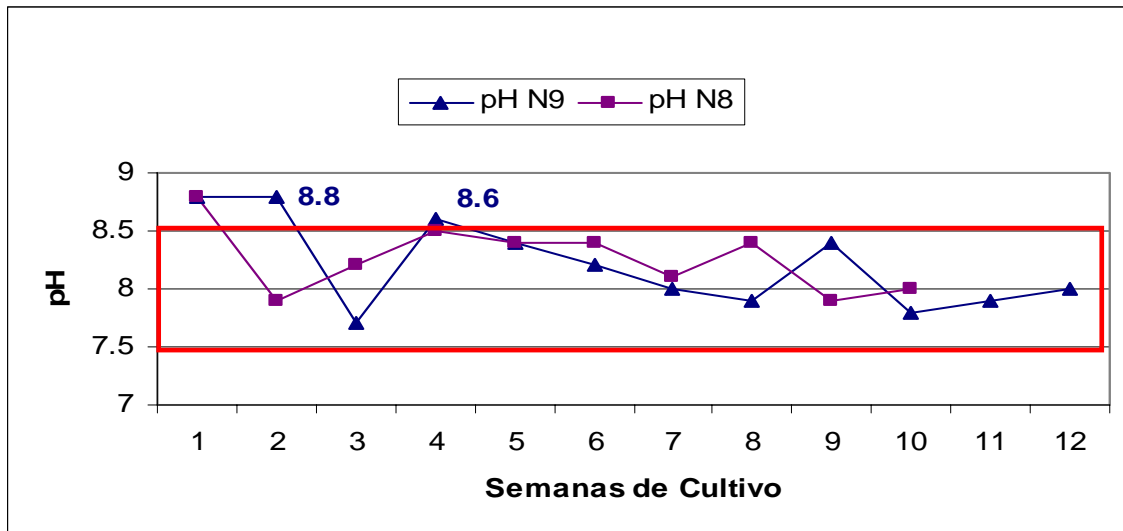


Figura 6. Comportamiento de pH en N9 y N8.

5.1.5 Nitrógeno y Fósforo.

Estos son los nutrientes más importantes en los estanques, de su concentración depende el crecimiento óptimo de fitoplancton. Si hay poco fósforo y nitrógeno, habrá muy poco fitoplancton, el agua estará clara y habrá escasez de comida para el camarón; si hay mucho fósforo y nitrógeno existirá exceso de fitoplancton, y durante la noche caerá el oxígeno disuelto. En el estudio, en el caso del Fósforo N9 presentó valores que excedieron el intervalo óptimo establecido por Boyd y Gautier 2000 (0.005-0.2 mg/l P-total), los valores fueron 0.23 0.22 y 0.14 mg/l P-total, N8 presentó valores dentro del intervalo establecido por los autores antes mencionados, estos valores fueron: 2 veces 0.14 y 0.12 de P-total.

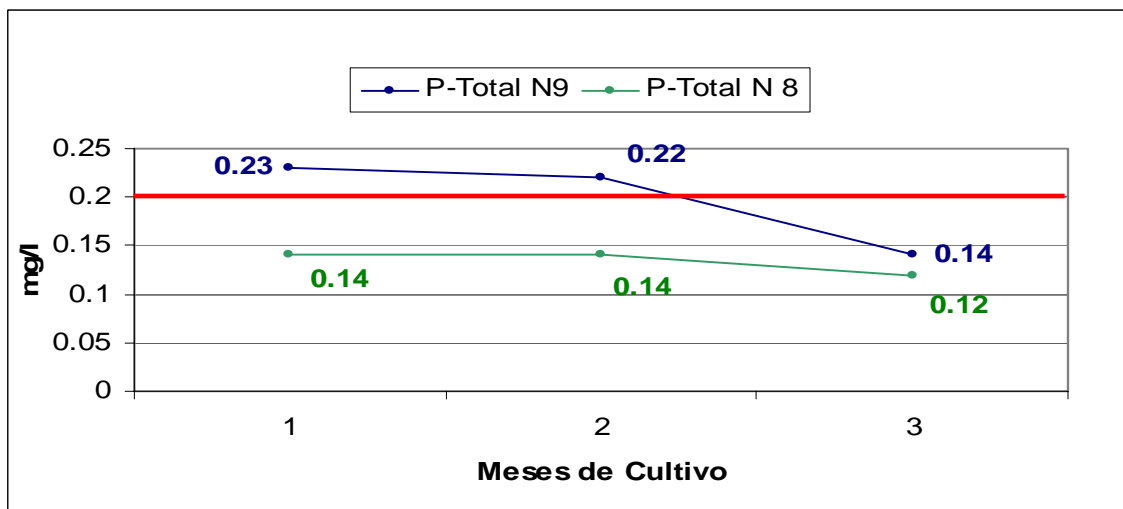


Figura 7. Fósforo Total (P-Total) en N9 y N8.

En el caso del nitrógeno N9 presentó 1 valor fuera del intervalo establecido por Boyd y Gautier 2000 (0.5-2.0 mg/l N-total), este fue de 2.71 mg/l N-total en el mes 2, para el mes 1 el valor fue 2.12 y para el mes 3: 1.35. N8 presentó valores dentro del intervalo establecido por los autores, estos valores fueron 0.84, 1.17 y 1.55 mg/l N-total.

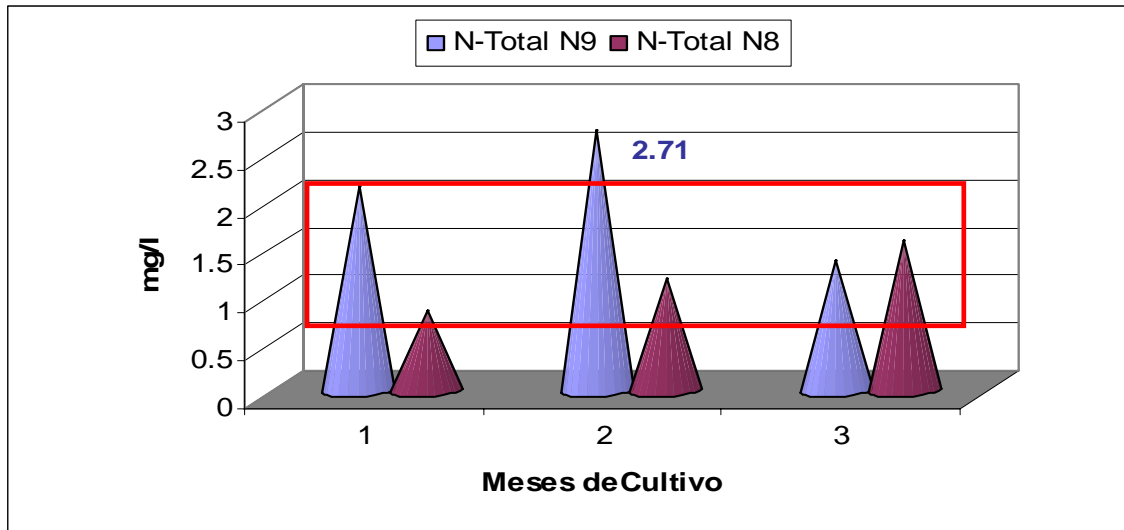


Figura 8. Nitrógeno Total (N-Total) en N9 y N8.

5.1.6 Nitrógeno Amoniacal Total.

El amonio se presenta en el agua en dos formas, amonio no ionizado (NH_3) e ión amonio (NH_4^+), el equilibrio de estos depende del pH y la temperatura:, conforme aumenta el pH, el amonio no ionizado crece en comparación con el ión de amonio, la temperatura del agua también incrementa el amonio no ionizado, pero su efecto es menor que el del pH.

La toxicidad del amonio en organismos acuáticos generalmente se relaciona con el amonio no ionizado. La concentración de amonio en los estanques pocas veces llega a ser letal, sin embargo es común que exista un estrés en los camarones a causa de altas concentraciones de amonio. El agua de un estanque generalmente tiene un pH de 8 y con este pH una concentración de nitrógeno de amonio de 10 mg/l probablemente no va a matar a los camarones, pero para evitar el estrés en el camarón es mejor no pasar de 2 mg/l de $\text{NH}_3\text{-N}$.

Boyd y Gautier 2000 proporcionan las concentraciones promedio de variables de la calidad del agua en estanques semi-intensivos: siendo que para el Nitrógeno Amoniacal total se deben tener niveles entre los intervalos de 0.01-0.5 mg/l. En el estudio ambas lagunas N9 y N8 obtuvieron niveles dentro de los intervalos establecidos anteriormente, en esta ultima los niveles no fueron muy altos siendo el mayor de 0.33 mg/l de $\text{NH}_3\text{-N}$ y el menor 0.027 mg/l de $\text{NH}_3\text{-N}$, N9 presentó al inicio un valor mayor de 0.15 mg/l de $\text{NO}_3\text{-N}$ pero luego bajó a 0.027 mg/l de $\text{NH}_3\text{-N}$.

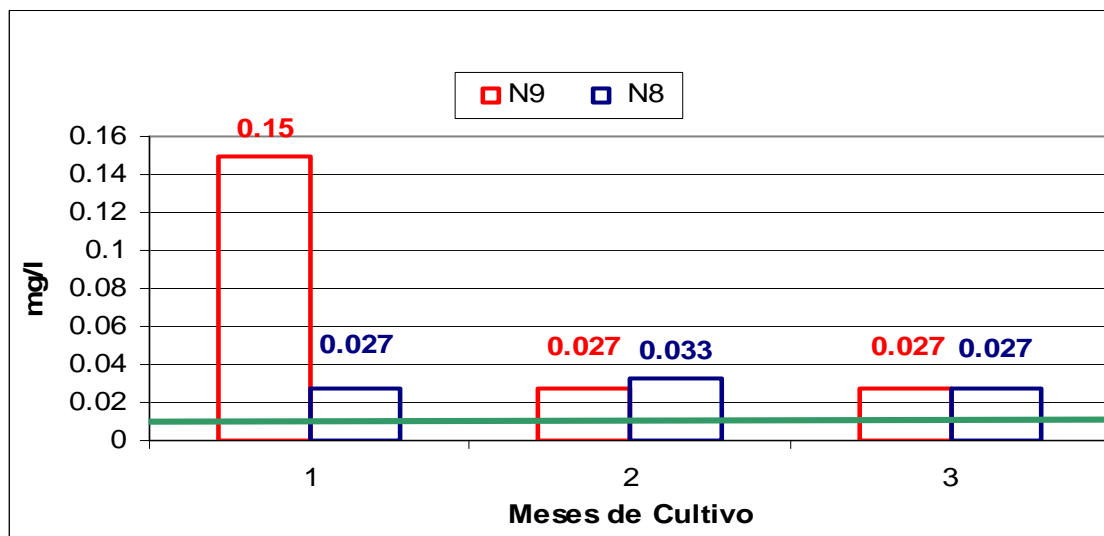


Figura 9. Nitrógeno Amoniacal Total ($\text{NH}_3\text{-N}$) en N9 y N8.

La alta concentración de amonio es común en estanques con tasas altas de alimentación. El uso excesivo de urea y otros fertilizantes a base de amonio, como sulfato de amonio, pueden causar una concentración tóxica de amonio. El recambio de agua es la única forma viable de reducir la concentración de amonio.

5.1.7 Nitrito.

Este elemento es muy importante debido a que ayuda al crecimiento del fitoplancton junto con la ayuda indispensable de otros elementos que también se presentan en esta investigación. Según Boyd y Gautier 2000 el intervalo establecido de $\text{NO}_3\text{-N}$ es de 0.2-10 mg/l

En la investigación ambas lagunas presentaron valores por debajo del nivel establecido por los autores antes mencionados, el valor que presentó en los 3 meses de cultivo N9

fue de 0.017 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ no así N8 que presentó en el mes 1 y 2 un valor de 0.017 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ y el más alto en el mes 3 de 0.03 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$.

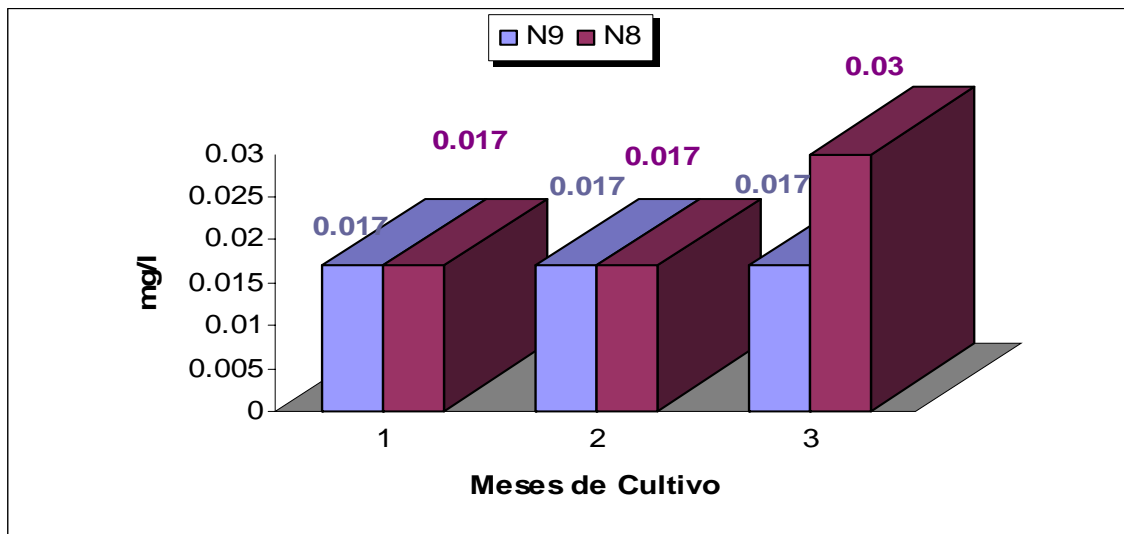


Figura 10. Nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$) en N9 y N8.

5.1.8 Alcalinidad o Dureza.

La alcalinidad es la concentración total de bases en el agua, expresada en miligramos por litro de carbonato de calcio (CaCO_3). Las bases en el agua son: hidróxido, amonio, borato, fosfato, silicato, bicarbonato y carbonato. La alcalinidad debe ser superior a 75 mg/l CaCO_3 en estanques de camarón. La dureza del agua es la concentración total de todos los cationes divalentes, expresada como carbonato de calcio en miligramos por litro. Una baja dureza en un estanque de camarón generalmente no es un factor importante (Boyd y Gautier 2000).

En el estudio ambas lagunas presentaron valores muy por encima del nivel óptimo establecido por Boyd y Gautier 2000 siendo para N9 el valor más cercano 2,235 mg/l CaCO_3 y en N8 3,545 mg/l CaCO_3 .

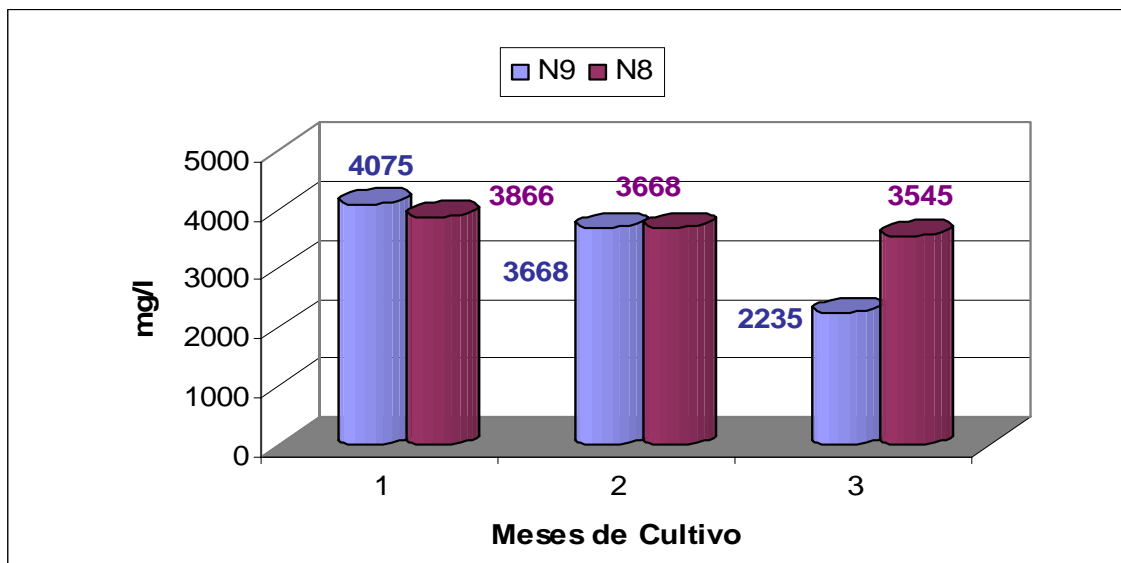


Figura 11. Dureza Total (CaCO₃) en N9 y N8.

El medio ambiente en un estanque de camarón es esencialmente suelo y agua, y los factores que más afectan al camarón son las variables de calidad de estos mismos, los camarones son criaturas delicadas, susceptibles de sufrir estrés ante un desequilibrio o mala calidad del agua, es por ello que debemos de procurar siempre mantener una buena Calidad de Agua y Suelo.

5.2 Fitoplancton.

Este factor es de gran importancia en el cultivo de camarón, de el depende mucho el comportamiento del oxígeno disuelto, además de ser en cierta manera un indicador en cuanto a la Calidad del Agua del estanque se refiere, pero no todos los tipos de algas son adecuados en el cultivo de camarón, por ejemplo en el caso de las Cyanophytas estas son inadecuadas en el cultivo de camarón ya que son tóxicas para los organismos cultivables, dan olores y sabores indeseables (Ching Carlos A, 2006), la densidad máxima de este tipo de fitoplancton (Cyanophytas) según Clifford (1994) es de 40,000 cel/ml.

En la investigación resultó que el estanque N9 presentó valores por encima del nivel máximo establecido por el autor antes mencionado, siendo el valor mas alto 81,600 cel/ml, en el caso de N8 esta presentó valores que no excedieron la densidad máxima establecida por Clifford (1994) siendo el valor mas alto 31,095 cel/ml. En el caso de

las Diatomeas ambas lagunas presentaron valores por encima del nivel mínimo (20,000 cel/ml Clifford 1994), N9 con un valor alto de 75,000 cel/ml y N8 32,100 cel/ml. Las Clorophytas en ambas lagunas se presentaron en cantidades por encima del nivel mínimo establecido por Clifford 1994 (50,000 cel/ml), en N9 un valor de 96,300 cel/ml y en N8 64,900 cel/ml.

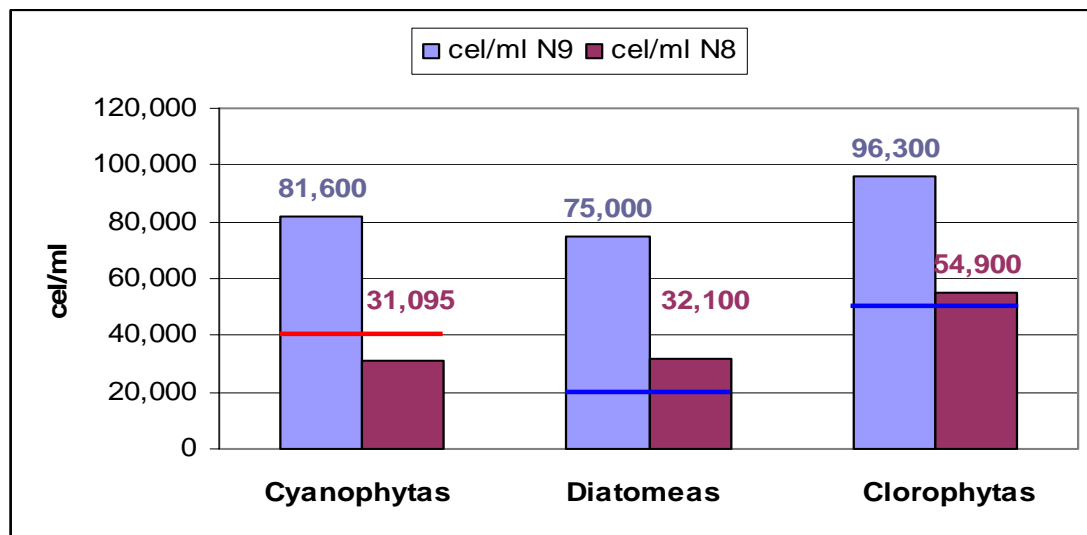


Figura 12. Producción de Cyanophytas, Diatomeas y Clorophytas en N9 y N8.

Mantener un afloramiento adecuado de Fitoplancton nos proporciona adecuados niveles de oxígeno y buena Calidad de agua pero un excesivo o poco afloramiento nos causa problemas, un adecuado afloramiento de fitoplancton incrementa la producción de oxígeno a través de la fotosíntesis, regula los niveles de varios metabolitos y sustancias tóxicas como amonio, nitritos, ácido sulfhídrico, metales pesados y otras sustancias, regula el pH, así como también prevención del desarrollo de algas filamentosas en el fondo (Boyd y Tucker 1999, Tucker y Boyd 2002), Clifford (1994) establece que la densidad total adecuada de fitoplancton debe ser entre 80,000 y 300,00 cel/ml. El estudio dio como resultado que en la laguna N9 la densidad total de fitoplancton estuvo dentro del intervalo establecido por el autor antes mencionado, pero en valores relativamente altos siendo el mayor 253,220 cel/ml y el menor 89,700 cel/ml, N8 presentó valores dentro del intervalo establecido por Clifford (1994) siendo el valor más alto 118,326 cel/ml y el más bajo 91,055 cel/ml.

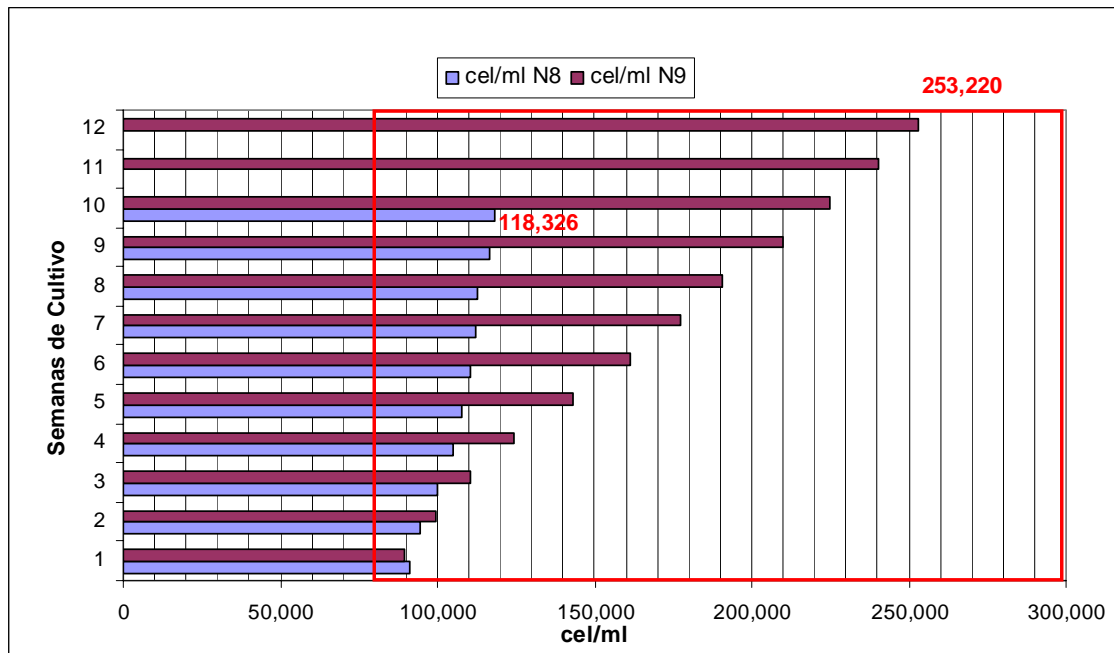


Figura 13. Producción Total de Fitoplancton en N9 y N8.

5.2.1 Turbidez y Disco de Secchi.

La turbiedad ligada a la materia inorgánica en suspensión debe ser evitada., esta variable del agua, se mide con el Disco Secchi, es muy importante porque ella cuantifica relativamente la población de algas que constituye la fuente de oxígeno (fotosíntesis) y la fuente de alimento natural para el camarón. La transparencia alta del agua indica una productividad natural débil lo que conduce a un mayor consumo del alimento artificial y el desarrollo de las algas bénticas indeseables para la cría.

En la mayoría de estanques camaroneros, la visibilidad del Disco Secchi no debe ser ni muy clara, ni muy turbia, si al medir el disco el nivel es menor de 25 cm el estanque es demasiado turbio. Si es turbio por fitoplancton, habrá problemas de concentración baja de oxígeno disuelto, cuando la turbidez resulta por partículas suspendidas de suelos, la productividad será baja, si es de 25-30 cm la turbidez llega a ser excesiva, de 30-45 cm si es por fitoplancton, el estanque está en buenas condiciones, de 45-60 cm el Fitoplancton se vuelve escaso y mayor de 60 cm el agua es demasiado clara, la productividad es inadecuada y pueden crecer plantas acuáticas (Boyd y Gautier 2000).en la investigación la laguna sin aplicación de Probiótico N9 presentó a partir de la semana 6 valores en las mediciones del disco de secchi fuera de los intervalos establecidos siendo el valor mas bajo de 24cm, en el caso de N8 laguna con aplicación

de Probiótico esta presentó valores dentro de los intervalos adecuados manteniéndose entre 38 y 36cm.

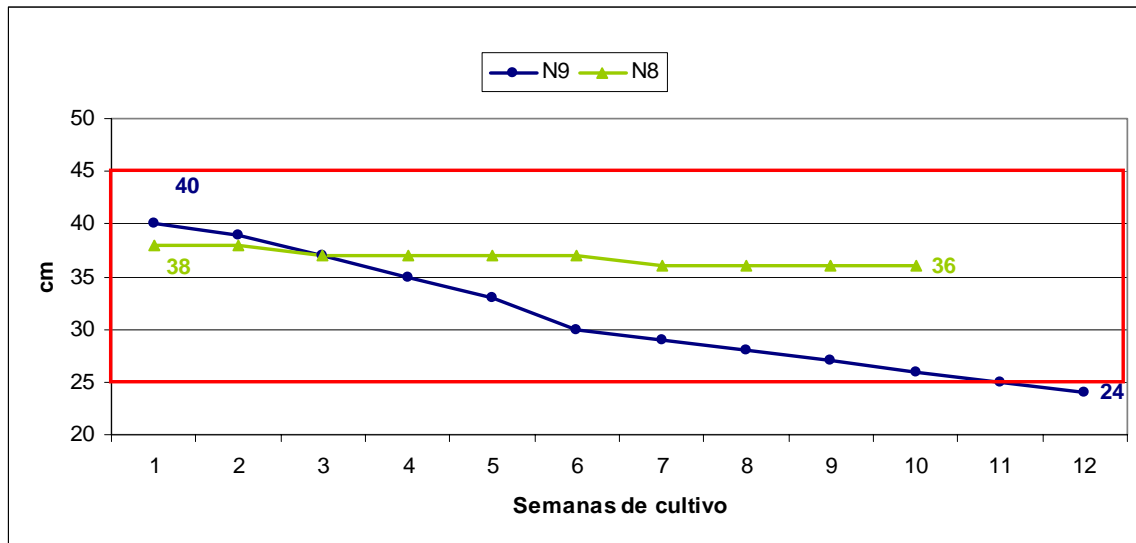


Figura 14. Medición en Disco de Secchi en N9 y N8.

5.2.2 Sólidos Suspendidos

Este es uno de los aspectos importante a evaluar en cuanto a la calidad del agua, esta relacionado con una gran cantidad de nutrientes, sustancias y otros elementos o compuestos tales como carbón, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, sulfuro, fósforo, cloro, bromo, molibdeno, calcio, magnesio, sodio, potasio, zinc, cobre, hierro y manganeso, azúcares, aminoácidos, taninos, almidones, polipéptidos, vitaminas, proteínas, ácidos grasos, ácidos húmicos, etc., el plancton y las bacterias contribuyen también a la carga orgánica en el agua y también abundan grandes partículas de detritus que se encuentran en la columna de agua los cuales pueden servir positivamente o bien ocasionar problemas en cuanto al nivel de oxígeno por efecto de la respiración principalmente, el intervalo adecuado para este factor es de 50-150 mg/l (Boyd y Gautier 2000).

En el estudio N9 presentó un valor dentro del intervalo adecuado (Boyd y Gautier 2000) siendo este de 51 mg/l y dos valores por debajo del intervalo establecido 48 y 45 mg/l, en N8 se presentaron valores dentro del intervalo establecido por los autores antes mencionados, estos fueron 56, 55 y 53 mg/l respectivamente.

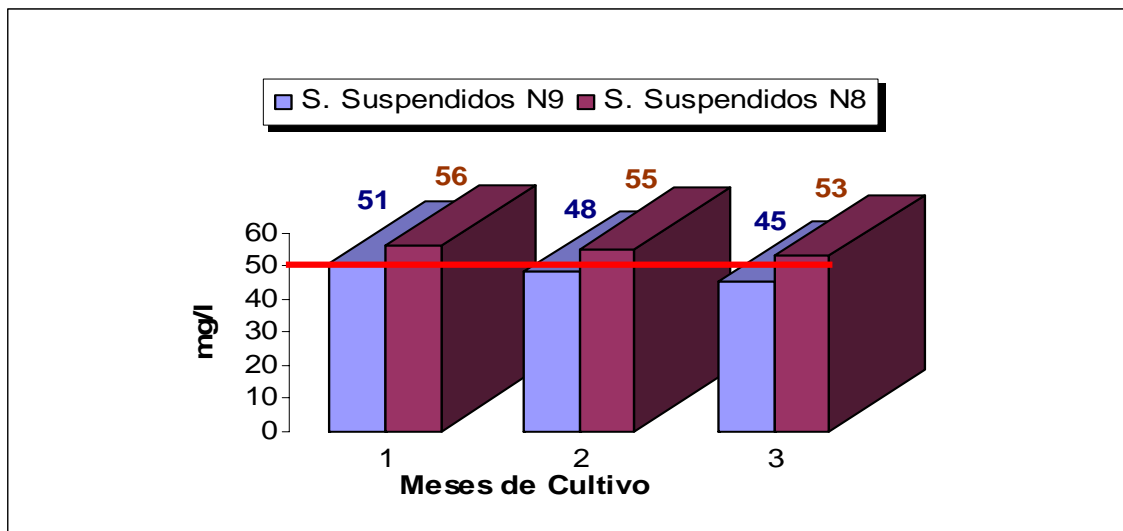


Figura 15. Sólidos Suspendidos en N9 y N8.

5.3 Presencia de Enfermedades.

En todo cultivo la presencia de enfermedades es un riesgo muy importante puesto que según cual sea el caso puede acabar completamente con una producción camaronera.

5.3.1 Diagnostico PCR

Al realizarse análisis a los camarones de los estanques N9 y N8 a nivel de laboratorio mediante Diagnóstico PCR para WSSV y NHP, resultó que en N9 afecto la conocida enfermedad WSSV a partir del mes 2 hasta el final. N8 no presentó ninguna de las dos enfermedades antes mencionadas.

Diagnostico Molecular (PCR) para WSSV y NHP en los camarones de Lagunas N9 y N8.					
Laboratorio CIDEA-UCA. Managua-Nicaragua.					
Laguna N9		Resultados			Rangos
Ensayos	Métodos	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Permisibles
WSSV	PCR	Negativo	Positivo	Positivo	Negativo
NHP	PCR	Negativo	Positivo	Positivo	Negativo
Laguna N8		Resultados			Rangos
Ensayos	Métodos	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Permisibles
WSSV	PCR	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
NHP	PCR	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Tabla 1. Resultados de Diagnóstico Molecular PCR en N9 y N8.

5.3.2 Análisis Histopatológicos.

En estos análisis se presentan datos expuestos en grados de severidad de la enfermedad, se expresan de la siguiente manera: 0 sin hallazgo, 1 leve, 2 moderado y 3 severo.

5.3.2.1 Vibriosis.

En N9 hubo un comportamiento de Vibriosis ascendente en cuanto a su grado de severidad, en el mes 1 la infección se presentó de manera leve, en el mes 2 moderada y en el mes 3 de manera severa. N8 por su parte presentó infección de Vibriosis de manera leve únicamente en el mes 1, en el mes 2 y 3 no hubo infección de esta enfermedad.

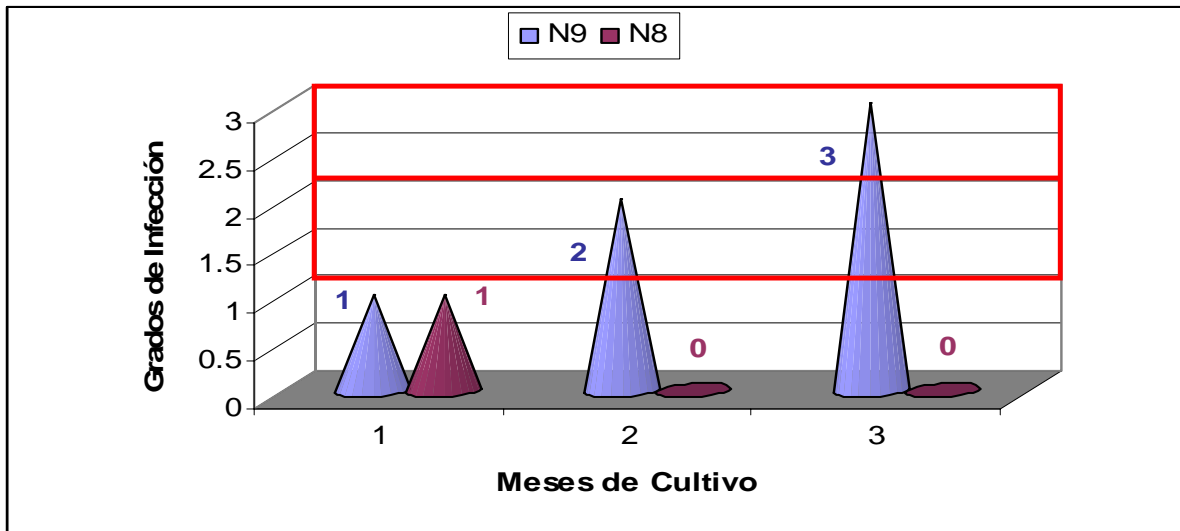


Figura 16. Infección de Vibriosis en N80 y N9.

5.3.2.2 NHP.

En cuanto a NHP, en N9 esta enfermedad no se presentó en el mes 1 pero si se presento de manera leve en los siguientes 2 meses de cultivo, en N8 por su parte no hubo presencia de NHP en ningún mes.

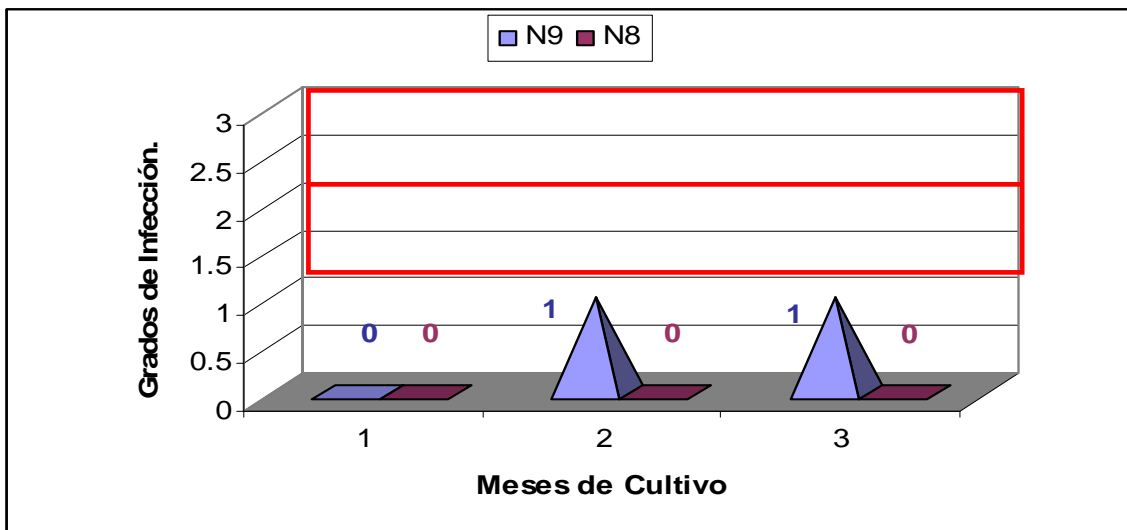


Figura 17. Hepatopancreatitis Necrotizante (NHP) en N9 y N8.

5.3.2.3 WSSV.

En el caso de N9 la infección de WSSV perduro durante los 3 meses de cultivo ocasionando mayor daño en el mes 2 donde se presente severamente, por el contrario N8 no presentó infección del virus en ningún mes.

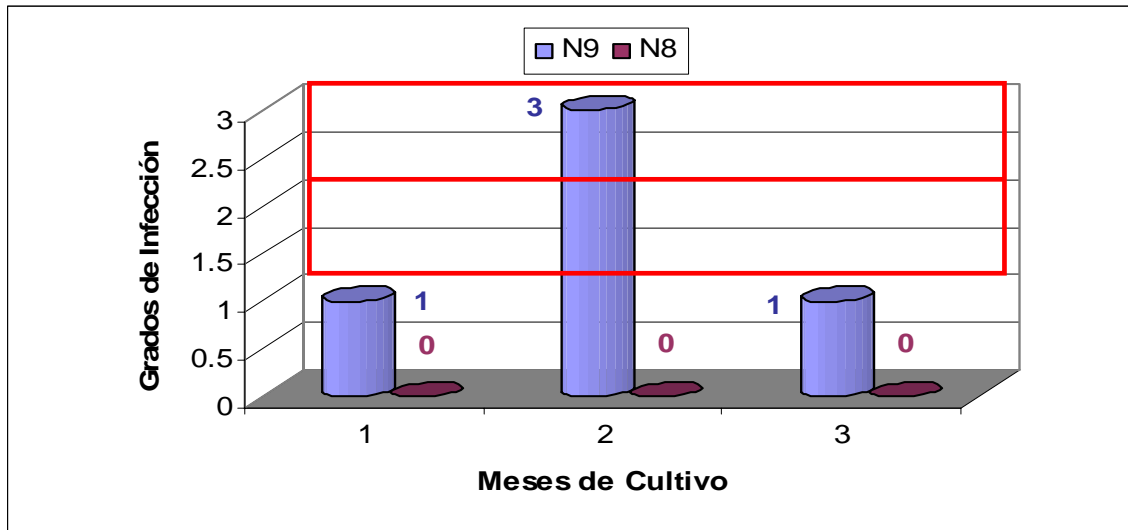


Figura 18. Infección de WSSV en N9 y N8.

5.3.2.4 Gregarinas.

En cuanto a Gregarinas, esta se presentó de manera leve en el mes 2 tanto en el estanque con aplicación de Probiótico N8 como en N9 al cual no se aplico Probiótico.

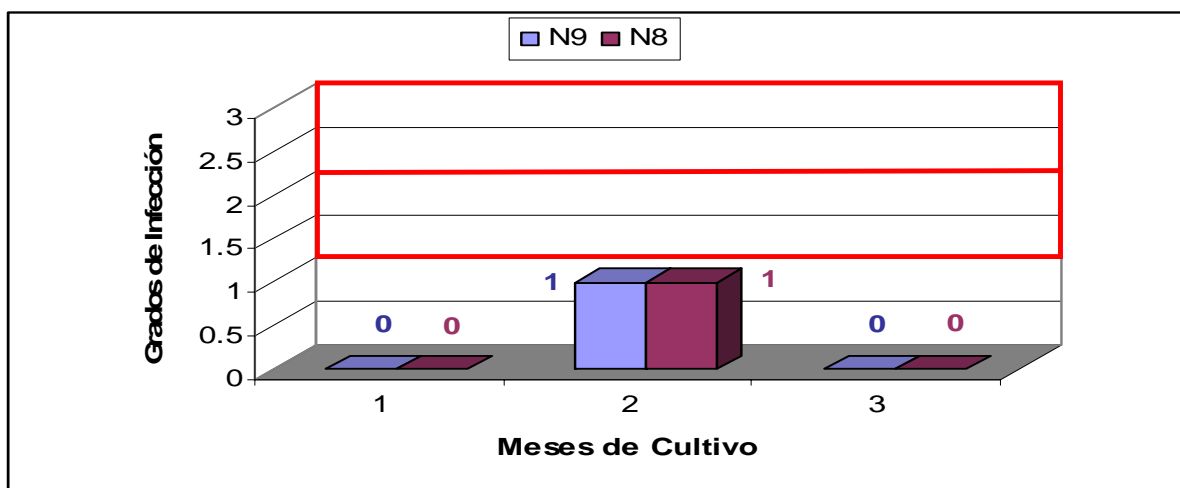


Figura 19. Presencia de Gregarinas en N9 y N8.

5.3.2.5 Zoothamnium.

La infección de Zoothamnium en N9 se presentó de manera severa en el mes 1 y 3 y moderada únicamente en el mes 2 de cultivo, N8 por su parte presentó infección leve en los primeros 2 meses de cultivo y en el último mes esta no presentó infección.

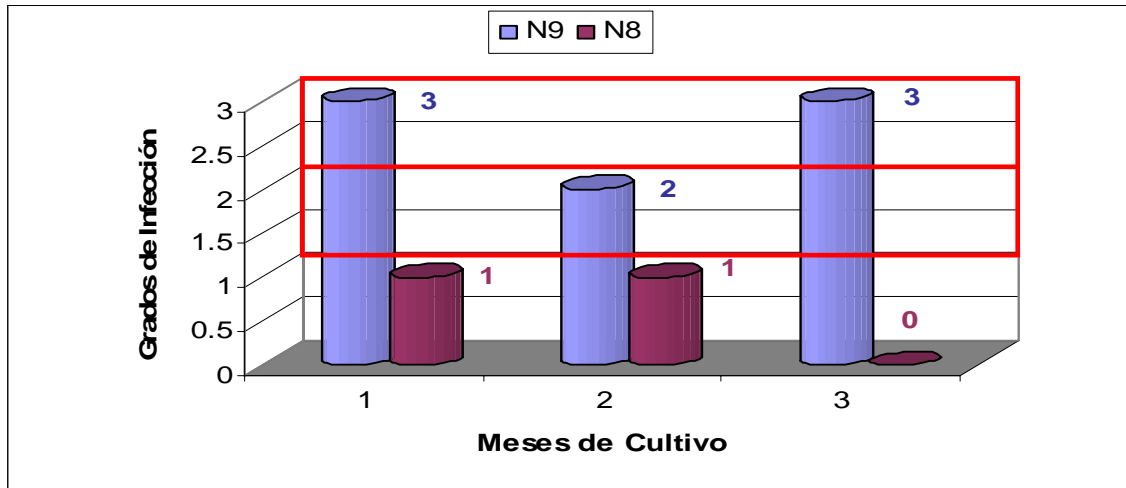


Figura 20. Presencia de Zoothamnium sp en N9 y N8.

5.4 Estudios Biológicos.

Estos estudios son de mucha importancia en el cultivo de camarón puesto que mediante ellos nos damos cuenta inmediatamente de cómo estuvo el ciclo productivo en la granja si fue bueno o no, si hubo una producción de calidad o no.

5.4.1 Crecimiento.

En el estudio ambas lagunas presentaron ritmos de crecimiento muy variables, en N8 en promedio fue de 1.52 gr/semana y en N9 1.24 gr/semana. Según Martínez-Lin (1994) el camarón en cultivo (larva de laboratorio) crece 1.5gr/semana, en el estudio solamente la laguna con aplicación de probiótico presentó en promedio semanal un valor por encima del nivel antes mencionado, es bueno resaltar que en N8 se obtuvo mayor crecimiento a partir de la semana 8 siendo el valor mas alto en la semana final de 2.9gr y N9 1.7gr.

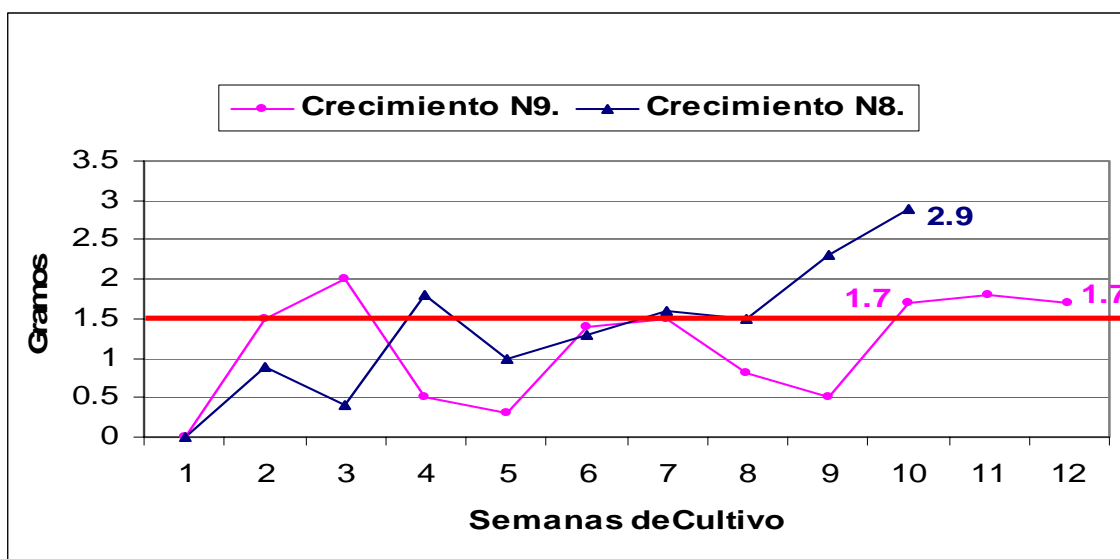


Figura 21. Ritmos de Crecimiento en N9 y N8.

En comparación ambas lagunas al inicio del ciclo presentaron un crecimiento semanal por debajo del esperado (1.5gr/semana Martínez-Lin 1994), a medida que avanzó el cultivo en la semana 9 la laguna con aplicación de probiótico N8 sobrepasó el nivel esperado (1.5gr por encima de diferencia), mientras que N9 laguna sin aplicación se mantuvo durante todo el ciclo por debajo del nivel esperado. Los pesos alcanzados de los camarones en estudio fueron de 15.7g. en los camarones de la pila N8, mientras que en la pila N9 apenas un peso de 11 gramos. El valor esperado en ese tiempo fue de 14.5g. Por lo tanto es significativamente diferente el peso obtenido en ambas lagunas de cultivo, siendo más alto el de N8.

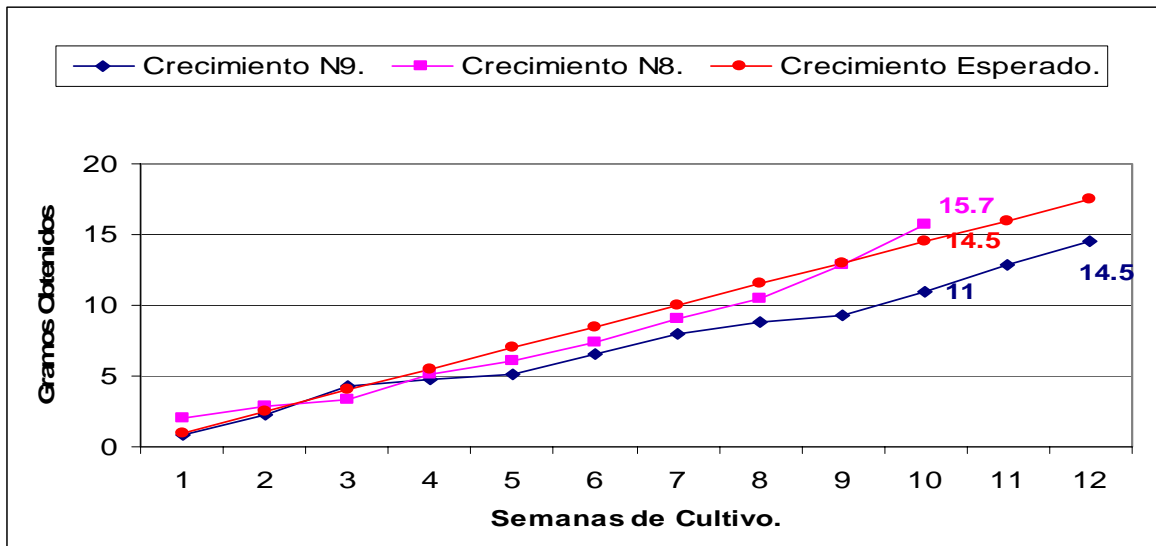


Figura 22. Crecimiento obtenido en N9 y N8 Vs. Crecimiento Esperado.

5.4.2 Sobrevivencia.

La sobrevivencia es un factor muy importante para determinar si el cultivo fue un éxito o no, dicho factor es resultado de la buena u optima relación entre los distintos parámetros y factores que intervienen en el cultivo de camarón. En el estudio se esperaba una sobrevivencia de 55%, la laguna sin aplicación de probiótico obtuvo una sobrevivencia de 26.92% (redondeado a 27%) teniendo un bajo rendimiento productivo, no así en la laguna N8 donde si se aplicó probiótico que obtuvo un 58% de sobrevivencia lo que indica que en ella a diferencia de la laguna control hubo mejores condiciones ambientales para la sobrevivencia de los camarones.

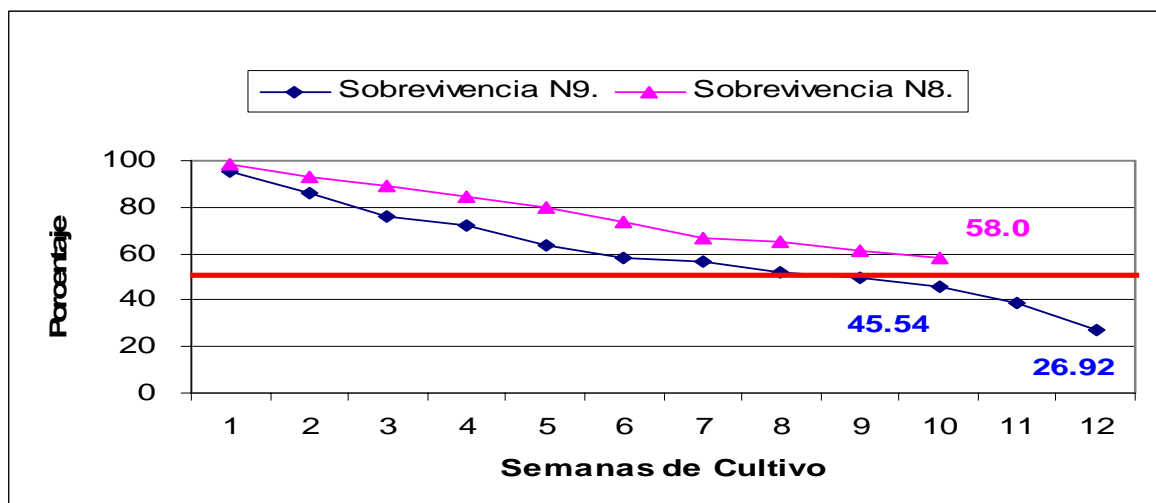


Figura 22. Sobrevivencia Alcanzada en N9 y N8.

5.4.3 Alimentación

En el estudio se consumió una gran cantidad de alimento del cual la laguna N9 fue la que mas se alimento consumiendo 62,130lbs en todo el ciclo y 50,500lbs al tiempo en que N8 fue cosechada, la laguna con aplicación de Probiótico N8 consumió 49,616 lbs en todo el ciclo de cultivo.

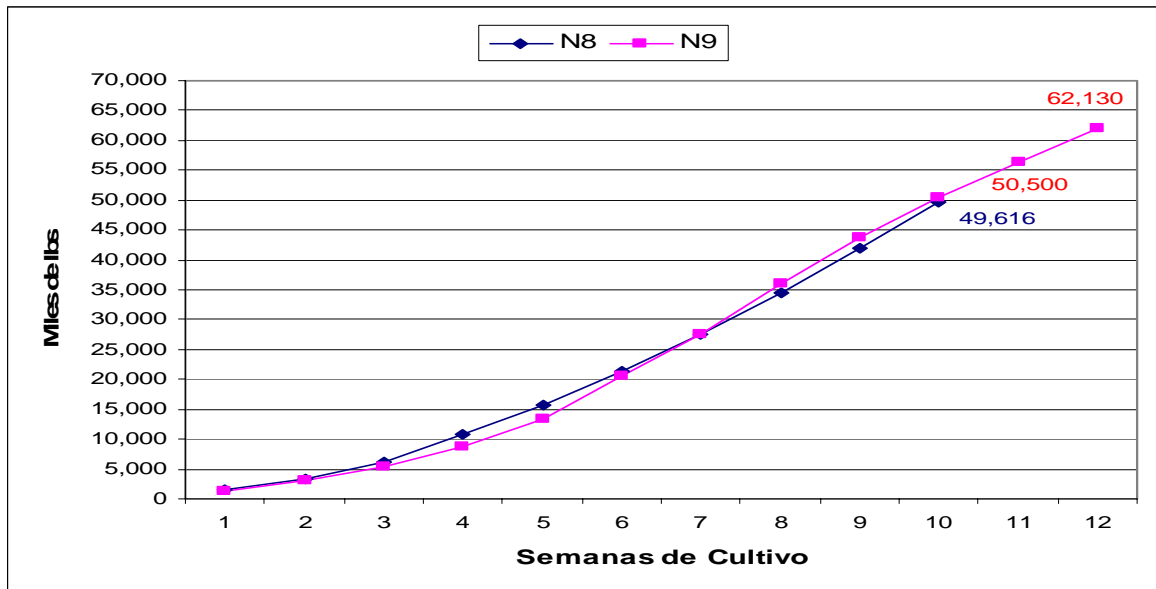


Figura 23. Alimento Consumido en N9 y N8.

5.4.3.1 Factor de Conversión Alimenticia.

En el estudio ambas lagunas presentaron al inicio un buen FCA pero esto no duro hasta el final ya que a partir de la semana 9 la laguna N9 sobrepaso el nivel aceptable llegando hasta un FCA de 2.78, no asi la laguna N8 que siempre mantuvo un FCA muy por debajo del nivel aceptable siendo el mas alto de 1.10 FCA.

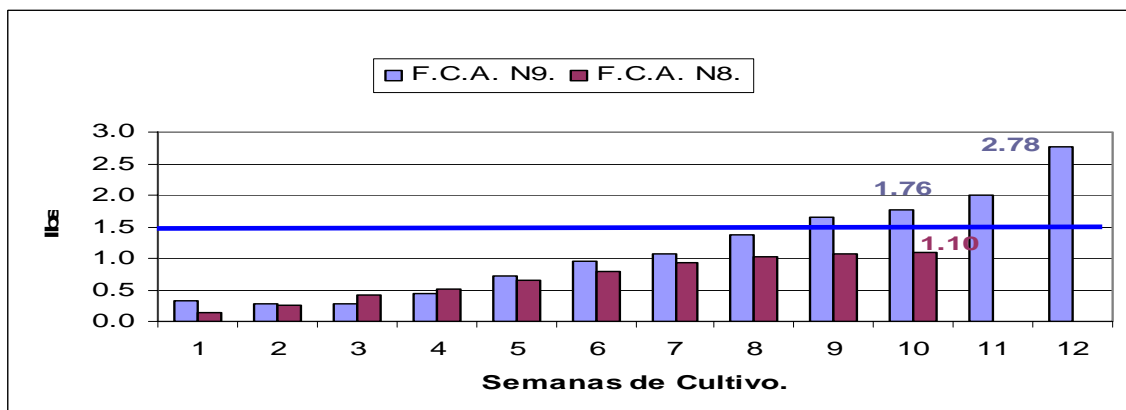


Figura 24. Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.) en N9 y N8.

5.4.4 Producción lbs/ha.

Al final del ciclo una vez cosechadas las lagunas vemos claramente que en N8 se obtuvo un rendimiento productivo mucho mayor que en N9, esto debido a la mayor sobrevivencia y mejor calidad del camarón cultivado en la laguna con la aplicación de probiótico, este mayor rendimiento productivo de N8 se comprueba a razón de que en esta laguna se obtuvo al final del ciclo 2,810 lbs/ha no así N9 que obtuvo solamente 1,242 lbs/ha, haciendo una notoria y marcada diferencia de 1,568 lbs/ha entre N8 y N9 al final del ciclo productivo.

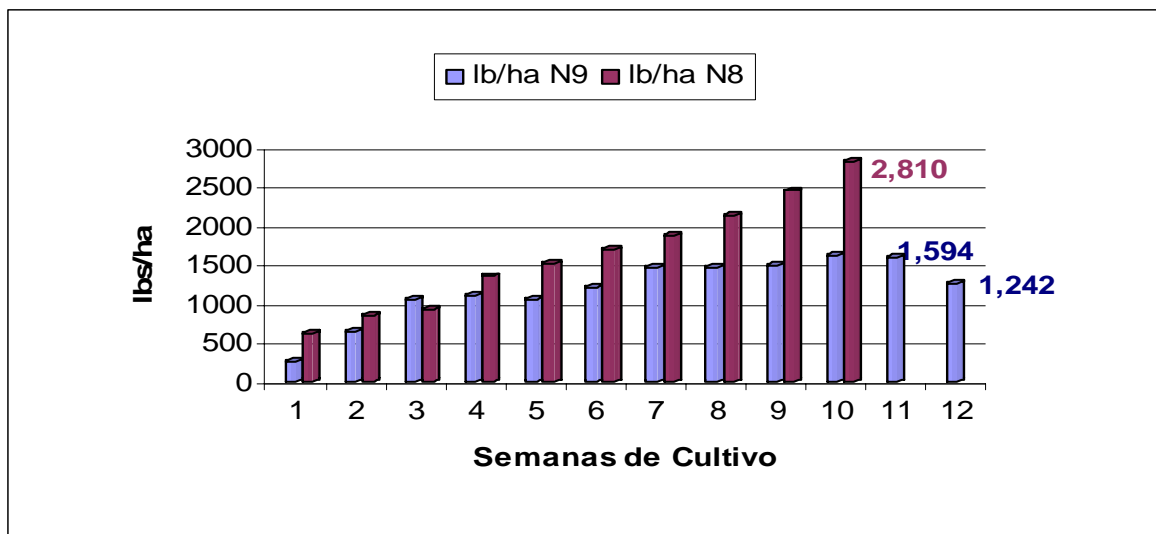


Figura 25. Producción lbs/ha en N9 y N8.

VI CONCLUSIONES.

1. Al analizar los resultados obtenidos en cuanto a los nutrientes químicos, fitoplancton y parámetros fisicoquímicos que regulan la Calidad de Agua del estanque se concluye lo siguiente:
 - Para el Oxígeno, N9 presentó un fuerte consumo llegando a consumir 5mg/l, a partir del día 41 presentó valores por debajo del nivel establecido siendo el valor más bajo 1.5 mg/l en el día 62, esto también se comprueba en la DBO que presentó un valor fuera del intervalo óptimo siendo este de 10.56 mg/l, debido a esto a partir del día 41 el estanque presentó problemas de Hipoxia y surgimiento de la enfermedad WSSV. Por su parte N8 presentó un buen comportamiento de oxígeno llegando a consumir 3.5 mg/l esto se relaciona con la DBO que fue de 3.9 mg/l, no presentó valores fuera del intervalo óptimo a excepción del último día de cultivo que fue de 1.3 mg/l pero que no es de relevancia debido a que en ese momento se estaba preparando la laguna para cosecharla.
 - En el caso de la Temperatura ambas lagunas presentaron valores dentro del intervalo óptimo, N9 presentó los valores extremos del intervalo teniendo variaciones de 27⁰ a 34⁰C. no así N8 que presentó variaciones de 28⁰ a 33⁰C.
 - La salinidad en N9 presentó un valor promedio de 20ppm a excepción de la última semana de cultivo que presentó un valor por debajo del intervalo establecido siendo este 12.6 ppm, en el caso de N8 esta presentó un valor promedio de 19ppm en todo el ciclo de cultivo.
 - El pH en N9 en la semana 1 y 5 presentó valores fuera del intervalo establecido siendo estos 8.8 y 8.6, por su parte N8 presentó únicamente en la semana 1 un valor fuera del intervalo establecido siendo este 8.8.
 - En el caso del nutriente fósforo P en la laguna N9 se presentaron en los primeros 2 meses valores fuera del intervalo establecido siendo para el mes 1: 0.23 mg/l P, para el mes 2: 0.22 mg/l P y en el mes 3: 0.14 mg/l P, en N8 por el contrario

mantuvo durante los 3 meses de cultivo valores dentro del intervalo establecido siendo para el mes 1 y 2 conjuntamente: 0.14mg/l P y para el mes 3: 0.12 mg/l P.

- En el caso del Nitrógeno N, N9 presentó en el mes 1 y 2 valores fuera del intervalo establecido siendo estos de 2.12 mg/l N en el mes 1, y 2.71 mg/l N en el mes 2, en el mes 3 presentó un valor dentro del intervalo establecido siendo este de 1.35 mg/l N, por su parte N8 presentó valores dentro del intervalo establecido, en el mes 1 fue de 0.84 mg/l N, en el mes 2: 1.17mg/l N y en el mes 3: 1.55 mg/l.
- En cuanto a Nitrógeno Amoniacal Total ambas lagunas presentaron valores dentro del intervalo establecido, N9 en el mes 1 presentó un valor de 0.15mg/l NH₃-N, en el mes 2 y 3 conjuntamente: 0.027 mg/l NH₃-N, N8 presentó en el mes 1 y 3 un valor de 0.027 mg/l NH₃-N y en el mes 2 un valor de 0.33 mg/l NH₃-N.
- La presencia de Nitrato en ambas lagunas fue con valores por debajo del intervalo establecido, N9 presentó un valor de 0.017 mg/NO₃-N en los 3 meses de cultivo, N8 por su parte también presentó en el mes 1 y 2 valores de 0.017 y en el mes 3 un valor de 0.03 mg/l NO₃-N.
- La dureza en ambas lagunas se mantuvo por encima del nivel mínimo establecido, en el caso de N9 presentó los siguientes valores: en el mes 1: 4,075 mg/l CaCO₃, en el mes 2: 3,668 mg/l CaCO₃ y en el mes 3: 2,235 mg/l CaCO₃, N8 presentó en el mes 1 un valor de 3,866 mg/l CaCO₃, en el mes 2: 3,668 mg/l CaCO₃ y en el mes 3: 3,545 mg/l CaCO₃.
- En lo que respecta a Fitoplancton, este presentó en N9 un comportamiento masivo presentando una carga total de fitoplancton de 253,220 cel/ml cercana al nivel máximo pero relativamente excesiva, también presentó en el caso de las Cyanophytas un valor muy por encima del nivel máximo establecido siendo este de 81,600 cel/ml.. Por su parte N8 presentó una carga de de fitoplancton moderada dentro del intervalo establecido siendo el valor 118,326 cel/ml, y en el

caso de las Cyanophytas presentó valores dentro del nivel máximo establecido siendo el valor más alto 31,095 cel/ml.

- En el caso de Sólidos suspendidos N9 presentó valores por debajo del intervalo establecido, en el mes 1 presentó un valor de 51 mg/l pero en el mes 2 bajó a 48 mg/l, de igual manera en el mes 3 que fue de 45 mg/l, por el contrario N8 presentó valores dentro del intervalo establecido, en el mes 1: 56mg/l, en el mes 2: 55mg/l y en el mes 3: 53 mg/l.

Con todo esto podemos afirmar que el estanque N8 con aplicación de Probiótico Sanolife Pro presentó una mejor Calidad de Agua en comparación con el estanque N9 al que no se le aplicó Probiótico.

2. Al analizar los resultados obtenidos de los estudios Histopatológicos, PCR y análisis en fresco de los camarones del estanque N8 y N9 se ve claramente que en N9 hubo una gran vulnerabilidad a las enfermedades puesto que los organismos de este estanque presentaron enfermedades tales como WSSV de manera severa en el mes 2 y leve en el mes 1 y 3, Vibriosis de manera ascendente en el mes 1 leve, en el mes 2 moderada y en el mes 3 severa, NHP leve en los meses 2 y 3, Gregarinas únicamente en el mes 2 de manera leve y Zoothamnium de manera severa en los meses 1 y 3 y moderado en el mes 2. y por su parte N8 sus organismos presentaron menor incidencia de enfermedades: Vibriosis en el mes 1 de manera leve, Gregarinas de manera leve en el mes 2 y Zoothamnium de manera leve en los 3 meses.

3. Una vez analizados y valorados los resultados en cuanto a Factores Biológicos y Rendimiento Productivo de ambas lagunas se refiere nos damos cuenta que N8 obtuvo un mejor rendimiento en los aspectos antes mencionados puesto que N9 presentó un crecimiento promedio semanal de 1.24 gr por su parte N8 presentó un promedio semanal de 1.52 gr, al final N9 no alcanzó el peso esperado quedando 3gr por debajo, al contrario N8 obtuvo un peso mayor 1.5 gr por encima de lo esperado. N9 obtuvo una sobrevivencia de 27% no así N8 obtuvo una mayor y mejor sobrevivencia de 58%. N9 presentó un mayor consumo de alimento siendo este de 50,500 lb (a la semana 10 de cultivo) no así N8 que consumió en todo su ciclo 49,616 lb. N9 a partir de la semana 9

presentó un F.C.A. mayor al valor aceptable siendo el valor mas alto 2.78, por el contrario N8 en todo su ciclo presento un F.C.A. por debajo del valor aceptable siendo el valor más alto 1.10 en la última semana de cultivo. En cuanto al Rendimiento lbs/ha se dio una marcada diferencia entre ambos estanques teniendo un mayor rendimiento el estanque N8 con 2,810 lbs/Ha no así N9 que solo rindió 1,242 lbs/ha.

VII RECOMENDACIONES.

El cultivo de camarón es una industria que ha venido creciendo a pasos agigantados tecnológicamente, de igual manera también surgen nuevas enfermedades las cuales no podemos contrarrestar por no tener un conocimiento de estas, pero si podemos hacer algo que seguramente nos ayudara a prevenir estas enfermedades esto es tener Buenas Practicas Acuícolas en nuestros estanques las cuales nos ayudaran a mantener un equilibrio de los factores fisicoquímicos en nuestro estanque así como también el uso correcto de insumos como alimento, cal, aglutinantes y hoy en día el uso de Probioticos:

- El uso de este insumo puede perjudicar si no se conoce el origen y función del mismo, Sanolife Pro es un producto natural que no contiene químicos que perjudiquen u alteren el equilibrio que se busca tener en los factores fisicoquímicos de un estanque de cultivo de camarón, por tanto su uso es adecuado para lograr este equilibrio.
- Deben realizarse estudios mas específicos a nivel interno del camarón para verificar el buen funcionar de Sanolife en el tracto digestivo del camarón.
- El almacenamiento, preparación y aplicación de este insumo es un aspecto muy importante para lograr cumpla su función correctamente, de lo contrario prácticamente se estaría perdiendo el dinero invertido en este insumo.
- Realizar pruebas que sean más manipulables donde se pueda manejar la infección de enfermedades en los organismos y luego la aplicación del probiótico y viceversa es decir otra prueba donde primero se aplique el probiótico y luego se introduzca la enfermedad.
- Tener un control cuantitativo más estricto en cuanto a la cantidad de alimento a dar a los camarones en los estanques de cultivo.

VIII BIBLIOGRAFIA

1. Aguado, N. y Bashirullah, A.K.M.1995. Epibiontes y parásitos protozoarios de camarones peneidos de la región oriental de Venezuela. Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela. Universidad de Oriente, 34: 49-58 pp.
2. Boy. C.E. and D. Gautier. 2000. Effluent Composition and water quality standards. Global Aquaculture Advocate. 61-66 pp.
3. Boyd, C. E. and C. S. Tucker. 1992. Water Quality and Pond Soil Analyses for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA. 183 pág.
4. Boyd, C. E. And Tucker, C.S. 1999. Pond aquaculture Water Quality Management. Springer. USA. 720 pág.
5. Brock, J.A. y Main, K.L.1994. A guide to the common problems and diseases of cultured *Penaeus vannamei*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, U.S.A. 241 pág.
6. Browdy, C.L. y Bratvold, D.1997. Pond microbial communities: significance, assesment, and management. IV Congreso Ecuatoriano de Acuicultura. 22-10-1997
7. Burford, M.A., Peterson, E.L., Baiano, J.C.F. y Preston, N.P.1998. Bacteria in shrimp pond sediments: their role in mineralizing nutrients and some suggested sampling strategies. Aquaculture Research, 29: 843-849 pp.
8. Clifford III, H. 1994 Semi-intensive Senation World Aquaculture, September, 604 pág.

9. Costa, R., Mermoud, I., Koblavi, S., Morlet, B., Haffner, P., Berthe, F., Le Groumellec, M. y Grimont, P. 1998. Isolation and characterization of bacteria associated with a *Penaeus stylirostris* disease (Syndrome 93) in New Caledonia. *Aquaculture*, 164: 297-309 pp.
10. Fenucci J. 1988. Manual para la cria de camarones Peneidos FAO ITALIA. 5 pág.
11. Flegel, T. 1999. White Spot Disease and Whit Spot Syndrome Virus. Departmente of Biotechnology Faculty of Science, Mahidol University. Bangkok, Thailand 22 pág.
12. Franco, A. 1994. Manejo Técnico de Granjas Camaroneras, MEDEPESCA Managua. 88 pág..
13. Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animal. *Journal of Applied Bacteriology* (66). 365-378pp.
14. Gatesoupe, F. 1999. The use of probiotics in Aquaculture. 180 pág.
15. Gomez-Gil, B., Tron-Mayen, L., Roque, A., Turnbull, J. F., Inglis, V., Guerra-Flores, A. L., 1998. Species of *Vibrio* isolated from hepatopancreas, haemolymph and digestive tract of a population of healthy juvenile *Penaeus vannamei*. *Aquaculture* 163, 1-9 pp.
16. Herrera S. C., Martínez, G. E. 2007. Patología Acuicola. Facultad de Ciencias. UNAN-León. 120 pág.
17. Ishimaru, K., Akagawa-Matsushita, M. y Muroga, K. 1995. *Vibrio penaeicida* sp. nov., a pathogen of kuruma prawns (*Penaeus japonicus*). *International Journal of Systematic Bacteriology*, 45: 134-138 pp.
18. Johnson, S.K. 1989. Handbook of shrimp diseases. Texas A & M University, 25 pág.

19. Jory, D., Dixon, H. 1999. Presencia del virus de la Mancha Blanca en Camarones de América Central. Panorama Acuícola. Vol. 4 No. 5 High Tech Editores. Mexico, D.F.
20. Krol, R.M., Hawkins, W.E. y Overstreet, R.M. 1991. Rickettsial and mollicute infections in hepatopancreatic cells of cultured Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*). Journal of Invertebrate Pathology, 57: 362-370 pp.
21. Leñaño, E.M., Lavilla-Pitogo, C.R. y Paner, M.G. 1998. Bacterial flora in the hepatopancreas of pond-reared *Penaeus monodon* juveniles with luminous vibriosis. Aquaculture, 164 (1-4): 367-374 pp.
22. Lightner, D.V. 1988. Disease diagnosis and control in north American marine aquaculture. Elsevier, Amsterdam. 169 pág..
23. Lightner, D.V. 1993. Diseases of penaeid shrimp. In: J.P. Mc Vey (ed.) CRC Handbook of Mariculture. Crustacean Aquaculture. Second Edition. CRC Press, Boca Raton, FL 393-483 pp.
24. Lightner D.V. 1996. A Handbook of Pathology and Diagnostic Procedures for Diseases of Cultured Penaeid Shrimp. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA. 305 pág.
25. Lightner D. V. 1999. The Penaeid Shrimp Viruses TSV, IHHNV, WSSV and YHV: current status in the Americas, available diagnostic methods and management strategies. Journal of Applied Aquaculture 9:27-52 pp.
26. Lightner, D.V. y Lewis, D.H. 1975. A septicemic bacterial disease syndrome of penaeid shrimp. Marine and Fisheries Review, 37: 25-33 pp.
27. Lightner, D.V. y Redman, R.M. (1998). Shrimp diseases and current diagnostic methods. Aquaculture, 164: 201-220 pp.

28. Martínez. C. L R. 1993. Camaronicultura, Bases Técnicas y científicas para el cultivo de camarones Peneidos. Centro de Investigaciones Científicas y tecnológicas de la Universidad de Sonora. México. 178 pp.
29. Martínez, E, Lin, F. 1994. Manual Para el Cultivo de Camarones Marinos del Genero *Peneus*..Autoridad Noriega para el desarrollo Internacional (NORAD). UNAN-LEON, Dpto. Biología, León-Nicaragua.- 54 pág.
30. Martínez G. E. 1996. Condiciones para el crecimiento del camarón blanco *Penaeus setiferos*: modelo para cultivo. Facultad de Ciencias, Tlatelolco, México D.F.65 pág.
31. Martínez G. E., Herrera S. C. 2007. Acuicultura de camarones marinos *L-vannamei* en Nicaragua, un enfoque sostenible. Facultad de Ciencias. UNAN-León. 98 pág.
32. Moriarty, D. 1998. Disease Control in Shrimp Aquaculture with Probiotic Bacteria. En: Proceedings of the 8 international Symposium on Microbial ecology. Bell, C., Brylinsky, M. and Jhonson, G., (Eds.), Atlantic Canada Society for Microbial Ecology, Halifax, Canada.
33. Newman, S., 2000. Inmunoestimulantes. Panorama Acuícola Vol. 5 N° 5.
34. O'Brien, C.H. y Sizemore, R.K. 1979. Distribution of the luminous bacteria *Beneckeia harveyi* in a semitropical estuarine environment. Applied and Environmental Microbiology, 38: 928- 933 pp.
35. Robertson, L., Lawrence, A., Castille, F. L., 1993. Effect of feeding frequency and feeding time in growth of the *penaeus vannamei* (Boone) Aquaculture and Fisheries Managment 24: 1-6 pp.
36. Ruangpan, L. y Kitao, T. 1992. Minimal inhibitory concentration of 19 chemotherapeutants against *Vibrio* bacteria of shrimp, *Penaeus monodon*. In: Proceedings of the First Symposium on Diseases in Asian Aquaculture. 26-29

November 1990, Bali, Indonesia. Fish Health Section. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines. 135-142 pp.

37. Ruby, E.G. y Nealson, K.H. 1977. Pyruvate production and excretion by the luminous marine bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 34 (2): 164-169 pp.
38. Saborío, A. 2001, 2002 Situación de la Camaronicultura en Nicaragua. Managua, Nicaragua, 22 pág.
39. Tórrez, A. 1991. Manual Practico de Cultivo de Camarón en Honduras, Federación de Productores y Exportadores Agropecuarios Agroindustriales de Honduras, Honduras.45 pág.
40. Villalón, J. 1994. Manual Practico Para la Producción Comercial Semi-intensivo de Camarón Marino Texas & M University Sea Grant Colleges Program. Impreso en EE.UU. 122 pág.
41. Worne, H. E. y García-Abad, F. (1997). Bioremediation and shrimp pathogen control in Oshrim ponds. IV Congreso Ecuatoriano de Acuicultura. 22-10-1997. 10 pp.

INTERNET

1. www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/2006/abril-junio2006.pdf - Ching C. A: 2006. Mal sabor en el camarón de cultivo. Boletín NICOVITA 3 pág.

2. <http://www.aquahoy.com/content/view/3410/217/lang,es/>

Decamp O., Moriarty D. 2008. Informe: Especies de la Acuicultura obtienen beneficios de los probioticos. *Aquahoy* 5 pág.

3. <http://www.cenaim.espol.edu.ec/descarga/probioticos.pdf>

Cenain Articulo Probiotico.

4. http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_nicaragua/es

Informe FAO 2004.

5. http://www.inve.com/binarydata.aspx?type=doc/Probiotics_as_alternative.pdf

Decamp O., Moriarty D. 2006. Artículo: Probióticos como una alternativa a los antimicrobianos: Limitaciones y Potencial. INVE 5 pág.

6. http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/boletines/bole_0210_01.pdf

Boletín Nicovita 1997, ed 03, 2 pág.

ANEXOS

Registro y Control de Parámetros Físicoquímicos diarios en granja. Laguna #...						
Días de Cultivo	Oxígeno				Temperatura	
	06:00 p.m.	12:00 a.m.	04:00 a.m.	Consumo	06:00 p.m.	04:00 a.m.
1						
2						
3						

Anexo 1. Formato de Campo: Parametros Fisicoquimicos.

Registro y Control Semanal de Fitoplancton. Laguna #...					
Semanas	Cyanophytas	Clorophytas	Dinoflagelados	Diatomeas	Disco de Secchi
1					
Promedio					

Anexo 2. Formato de Campo: Registro Semanal de Fitoplancton.

Laboratorio de Histología, Empacadora Deli S.A. Honduras.					
Informe de Resultados.					
Hallazgos Histopatológicos. Laguna #...					
Meses	WSSV	NHP	Vibrio	Gregarinas	Zoothamnium
1					
2					
3					
Claves					
+	Infección Leve	/	Ninguno		
++	Infección Moderada	1	Leve		
+++	Infección Severa	2	Moderado		
SH	Sin Hallazgo	3	Severo		
Observaciones:					

Anexo 3. Formato de Laboratorio: Resultados Histopatologicos.

Diagnostico Molecular (PCR) para WSSV y NHP en los camarones de Laguna #...					
Laboratorio CIDEA-UCA. Managua-Nicaragua.					
Laguna N9		Resultados			Rangos
Ensayos	Métodos	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Permisibles
WSSV	PCR				Negativo
NHP	PCR				Negativo

Anexo 4. Formato de Laboratorio: Resultados de Diagnostico Molecular.

Estatus Semanal de Laguna #... Ciclo Productivo #... Fecha de Siembra:... Ha:...													
Sem.	Anim.Semb.	A.Act.	Dens.	D.Act.	Sobrev.	Edad.	Peso.	P.Sem.	Biom.Lb.	Lb/ha.	A.Acum.Lb.	F.C.	Lb/ha/día
1													
2													
3													

Anexo 5. Formato de Campo de Estatus de Lagunas.