

EFFECTO DE LA INTERACCIÓN DE UNA MEZCLA DE MICROORGANISMOS
EFFECTIVOS Y UN FERTILIZANTE INORGÁNICO EN LA SOBREVIVENCIA Y
CRECIMIENTO DEL CAMARÓN BLANCO
(*Penaeus vannamei*)

LORENA PAOLA ARTURO ESPAÑA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO- COLOMBIA
2009

EFFECTO DE LA INTERACCIÓN DE UNA MEZCLA DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS
Y UN FERTILIZANTE INORGÁNICO EN LA SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DEL
CAMARÓN BLANCO
(*Penaeus vannamei*)

LORENA PAOLA ARTURO ESPAÑA

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniera en Producción Acuícola

Presidente
ÁLVARO JAVIER BURGOS ARCOS
Zoot., MSc Biotecnología

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO- COLOMBIA
2009

“Las ideas y conclusiones aportadas en esta tesis de grado son responsabilidad exclusiva de su autora”.

Artículo 1º del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

ARIEL EMIRO GÓMEZ CERÓN
Jurado delegado

DOLLY MARGOT REVELO ROMO
Jurado

ÁLVARO JAVIER BURGOS ARCOS
Presidente

San Juan de Pasto. Agosto del 2009

AGRADECIMIENTOS

EXPRESO MIS MÁS SINCEROS AGRADECIMIENTOS A:

Álvaro Javier Burgos Arcos	Zootecnista esp. Decano de la Facultad de Ciencias Pecuarias de La Universidad de Nariño. Profesor titular.
Eddie José Encalada Gutiérrez	Ingeniero. Director de la camaronera KAPLANT S.A., Ecuador.
Ariel Emiro Gómez Cerón	Biólogo, Esp. Profesor del Programa de Ingeniería en Producción Acuícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño.
Dolly Margot Revelo Romo	Bióloga, MSc. Profesora de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Nariño.
Marco Antonio Imuéz Figueroa	Zootecnista. Profesor de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño.
Luís Alfonso Solarte Portilla	Zootecnista. Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño.
Piedad Mejía Santacruz	Secretaria del Departamento de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad de Nariño.
Oscar Mejía Santacruz	Auxiliar del Centro de Documentación Especializada del Departamento de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad de Nariño.

Al personal que labora en la camaronera KAPLANT S.A. y a todas las personas que de alguna u otra manera colaboraron en el desarrollo de esta investigación.

Dedico a:

Ese Principio Crístico que nos ha dado la vida, que fue, es y seguirá siendo el mismo, aquel que encierra esos grandes misterios y enigmas de la existencia de los elementos de la naturaleza donde los inefables y felices organismos acuáticos se mecen y juegan entre los inmensos lagos, ríos y océanos que se precipitan en sus lechos de roca, animando lo creado por ese grandioso ser desconocido y conocido a la vez.

Mis padres Mercedes España y Eduardo Arturo, por brindarme su amor y apoyo incondicional.

Mi hermana Andrea Arturo, por su ejemplo a seguir y amistad.

Mi novio Carlos Alberto Vargas, por creer en mí, por su compañía incondicional y por brindarme consejos sabios.

Mis abuelitos, por su constante apoyo y confianza.

Mi tía Mary, porque sus consejos me aportaron fuerza y sabiduría para alcanzar este logro.

“Tenemos que conocer una serie de aspectos que ahora los escribimos, pero que después de escribirlos y conocerlos, hay que vivirlos de lo contrario estaríamos en el mismo punto”

Tales de Mileto

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el efecto de la interacción de una mezcla de microorganismos efectivos (bacterias fotosintéticas, ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y hongos de fermentación) y un fertilizante inorgánico, adicionados al agua sobre la sobrevivencia y crecimiento del camarón blanco (*Penaeus vannamei*), en la etapa de levante y engorde cultivado en estanque. El estudio se realizó en Ecuador, en la camaronera Kaplant S.A, entre los meses de febrero y Abril del 2008.

Se sembraron 3`047.250 larvas en los cuatro estanques, a una densidad baja de 75.000 Postlarvas (PL)/Hectárea (Ha), con un peso de 0.08g. Se utilizó un diseño experimental completo al azar con arreglo factorial 2^2 , con 4 tratamientos, 2 factores que correspondieron a los microorganismos efectivos (11 y 15 L) y un fertilizante (10 y 15 kg/Ha). Se efectuaron muestreos semanales con el fin de evaluar las variables de sobrevivencia, crecimiento y conversión alimenticia aparente.

Los resultados de sobrevivencia según la prueba estadística de Brand Snedecor indican que existen diferencias significativas entre los cuatro tratamientos y el mejor valor lo obtuvo el T2 con un promedio de 76,50%, seguido del T1 y T3.

El análisis de varianza para la variable crecimiento reporta que el mejor tratamiento fue el T3 con un incremento de peso promedio semanal de 2,01 y un peso promedio final de 18,84 g, indicando que existen diferencias estadísticas significativas entre las dosis de fertilizante y ninguna diferencia entre las dosis de microorganismos efectivos evaluados.

Los datos de conversión alimenticia aparente según el análisis de varianza reportan la ausencia de diferencias estadísticas significativas y una buena eficiencia alimenticia en todos los tratamientos.

El análisis parcial de costos el T2 registró los mejores resultados en cuanto a la relación beneficio-costos indicando que por cada unidad monetaria invertida se obtiene 3,36 pesos de ganancia, lo cual se sustentó principalmente en la variable sobrevivencia.

Palabras Claves: Camarones – cultivo – Ecuador.
Guía de camarones – Ecuador.
Camarones – industria y comercio
Ecuador.

ABSTRACT

In this was evaluated the effect of the interaction of the effective microorganisms mixture (photosynthetic germs, acid lactic germs, yeasts, actinomicetes and fermentation mushrooms) and an inorganic fertilizer, added to the water to determine the white shrimp survival and growth (*Penaeus vannamei*) during the stage of increasing and getting it fat in the pond. The study took place between February and April of 2008, in Ecuador at Kaplant S.A, shrimp station.

It was planted 3`047.250 Postlarvae in the four ponds, to a low density of 75.000 Postlarvae (PL) / Hectare (Ha), it weighted 0,08 grams. It was used by random a complete experimental design with a 2² factorial arrange. With four treatments, two factors that corresponded to the effective microorganisms (11 and 15L) and fertilizer (10 and 15 kg/Ha). Weekly it was effectuated samples to evaluate the variables of survival, growth and an appearing feeding conversion.

The survival outcomes according to the Brand Snedecor proof shows that exit significant differences among the four treatments, the best value was gotten by the T2 with average of 76,50%, followed of T1 and T3.

The varianza analysis for the variable growth reports that the best treatments was the T3 with a weekly weight increase averaged in 2,01g and a final weight increase averaged in 18,84g, pointing out the existence of significant statistics between the fertilizer doses and any difference between the evaluated effective microorganisms.

The data of appearing feeding conversion according to the varianza analysis reports the absence of significant difference statistics and a good feeding efficient in all treatments.

In the partial analysis of cost the T2 resister the best results as regards as the relation "benefit-cost" pointing out that for each invested monetary unit, it gains 3,36 pesos of earnings which was supported mainly in the survival variable.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	1
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
3. OBJETIVOS	3
3.1 OBJETIVO GENERAL	3
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
4. MARCO TEORICO	4
4.1 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CAMARÓN	4
4.2 EL CULTIVO DE CAMARÓN EN LATINOAMERICA Y ECUADOR	4
4.3 ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS DEL CAMARÓN BLANCO (<i>P. vannamei</i>)	5
4.3.1 Clasificación taxonómica	5
4.3.2 Ecología	5
4.3.3 Descripción	6
4.3.4 Condiciones óptimas para el cultivo de camarón	7
4.4 AGENTES CAUSANTES DE ENFERMEDADES EN CAMARÓN	8
4.4.1 Control de enfermedades	9
4.5 CALIDAD DE AGUA EN EL CULTIVO DE CAMARÓN	10
4.5.1 Bioremediación de la calidad de agua	10
4.6 PROBIÓTICOS EN ACUACULTURA	11
4.6.1 Mecanismos de acción del probiótico	12
4.6.2 Efecto beneficioso del probiótico en el hospedero	13
4.6.3 Selección del probiótico	14
4.6.4 Consideraciones de regulación en probióticos	14
4.6.5 Estudios de probióticos en camarón	15
4.7 MICROORGANISMOS EFECTIVOS EM	18
4.7.1 Antecedentes	19
4.7.2 EM Research Organization (EMRO)	19
4.8 FERTILIZACIÓN	20
5. DISEÑO METODOLÓGICO	23
5.1 LOCALIZACIÓN	23
5.2 PERIODO DE ESTUDIO	23
5.3 MATERIAL BIOLÓGICO	23
5.4 INSTALACIÓN Y EQUIPOS	23
5.4.1 Equipos, materiales e insumos	24
5.5 PLAN DE MANEJO	25
5.5.1 Preparación de los estanque para la siembra	25
5.5.2 Siembra de larvas	25
5.5.3 Activación de los microorganismos efectivos (bacterias	25

fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y hongos de fermentación)	26
5.5.4 Muestreos	26
5.5.5 Alimentación	28
5.5.6 Bombeo de agua	28
5.5.7 Cosecha	28
5.6 TRATAMIENTOS	28
5.7 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	29
5.8 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	29
5.9 VARIABLES EVALUADAS	30
5.9.1 Crecimiento	30
5.9.2 Supervivencia	30
5.9.3 Conversión alimenticia aparente	30
5.9.4 Análisis parcial de costos	31
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	32
6.1 CRECIMIENTO	32
6.2 SUPERVIVENCIA	35
6.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE	39
6.4 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS	40
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
7.1 CONCLUSIONES	43
7.2 RECOMENDACIONES	44
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	50

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ventajas y desventajas de la utilización de fertilizantes inorgánicos o/y orgánicos	22
Tabla 2. Dimensiones de cada estanque	24
Tabla 3. Número de animales sembrados por estanque	26
Tabla 4. Peso (P) e Incremento de Peso (IP) semanal (g)	32
Tabla 5. Porcentaje de sobrevivencia de los tratamientos	36
Tabla 6. Resumen estadístico de conversión alimenticia aparente para cada tratamiento	39
Tabla 7. Costos e ingresos de producción durante el periodo experimental en pesos	41
Tabla 8. Costos e ingresos de producción por hectárea en pesos	42

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Camarón blanco	7
Figura 2. Mapa de localización de la camaronera	23
Figura 3. Vista aérea de la camaronera	24
Figura 4. Almacenamiento del probiótico	26
Figura 5. Captura de camarones con atarraya	27
Figura 6. Observación y examinación de la muestra	27
Figura 7. Peso promedio final de los camarones (g)	32
Figura 8. Incremento de peso de los camarones (g)	33
Figura 9. Peso (g)	34
Figura 10. Porcentaje de sobrevivencia de los tratamientos	36
Figura 11. Conversión alimenticia aparente para cada tratamiento	39
Figura 12. Relación beneficio-costo para los cuatro tratamientos	41
Figura 13. Costo de producción por Ha para cada tratamiento en pesos	42
Figura 14. Ingresos de producción por Ha para cada tratamiento en pesos	42

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Registro de sobrevivencia	52
Anexo B. Datos de incremento de peso	53
Anexo C. Datos de peso	63
Anexo D. Prueba de Brand Snedecor para la sobrevivencia	74
Anexo E. Análisis de varianza para el incremento de peso	75
Anexo F. Prueba de Tukey para los factores	76
Anexo G. Análisis de la Varianza para la conversión alimenticia	77
Anexo H. Promedio de los parámetros de calidad de agua	78

GLOSARIO

AIREACIÓN: forma de introducir aire al agua, para aumentar la cantidad de oxígeno disuelto.

BACTERIA: microorganismo unicelular en forma de filamentos, cocos y estructuras espirales.

BACTERIA GRAM NEGATIVA: microorganismo procariote que se tiñe de rosa o rojo con la tinción de Gram (violeta de metilo-safranina).

BACTERIA GRAM POSITIVA: microorganismo que se tiñe de color purpura o azul oscuro con el proceso de tinción de Gram.

BACTERIA PATÓGENA: bacteria que causa enfermedad en los animales y vegetales.

BIOREMEDIACIÓN EN ACUACULTURA: es la aplicación de microorganismos y enzimas a los estanques. Es el método comúnmente usado para mejorar la calidad del agua y para mantener la salud y la estabilidad de los sistemas de la acuicultura.

DENSIDAD DE SIEMBRA: número de camarones sembrados en una determinada área.

DESINFECTANTE: sustancia utilizada para eliminar gérmenes que producen enfermedades.

ECTOPARÁSITO: organismo que vive sobre la superficie de otro. Parásito externo.

ENZIMA: compuesto orgánico de naturaleza proteínica producida por la célula y que acelera los procesos biológicos.

ESTUARIO: cuerpo de agua costero, permanente o periódicamente abierto al mar y en el que se presentan variaciones de salinidad como resultado de la mezcla de agua marina con la proveniente de la cuenca.

FERMENTACIÓN: cambios químicos en las sustancias orgánicas ocasionados por la acción de las enzimas producidas por organismos como bacterias y levaduras.

FERTILIZACIÓN: proceso realizado para promover el crecimiento y desarrollo de zooplancton y fitoplancton en los estanque de producción de camarón.

FERTILIZANTE: sustancia utilizada para incrementar la productividad acuática, puede ser orgánico o inorgánico.

FITOPLANCTON: vegetales que hacen parte de la productividad primaria.

FOTOSÍNTESIS: proceso metabólico específico de ciertas células de organismos autótrofos, por el que se sintetizan sustancias orgánicas a partir de otras inorgánicas, utilizando la energía luminosa.

HONGO: organismo unicelular o pluricelular que se alimenta mediante la absorción directa de nutrientes, que obtiene mediante la degradación de moléculas de alimento del medio.

HOSPEDERO: organismo que representa la fuente de alimento, abrigo u otras ventajas para un organismo de otra especie.

MICROORGANISMO: organismo de tamaño microscópico.

OXÍGENO: elemento químico gaseoso esencial en la respiración.

pH: medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia líquida o sólida.

PARÁSITO: organismo que vive sobre o dentro de otro organismo vivo, del que obtiene nutrientes, sin dar ninguna compensación a cambio al hospedador.

PATÓGENO: cualquier organismo que vive sobre o dentro de otro que ocasiona una enfermedad.

POSTLARVA: estado que ocurre después de la fase larval.

PROBIÓTICO: suplemento microbiano formado por un cultivo simple o mixto de microorganismos seleccionados, que al adicionarlo agua o al alimento, disminuye la presencia de patógenos.

PROFILÁXIS: conjunto de medidas o cuidados destinados a prevenir enfermedades.

SEDIMENTO: materia que habiendo estado suspendida en un líquido, se posa en el fondo por su mayor gravedad.

TURBIDEZ: apariencia opaca del agua por presencia de partículas en suspensión (plancton, tierra).

VIBRIOSIS: enfermedad bacteriana que afecta a gran variedad de animales acuáticos.

VIRUS: microorganismo de estructura sencilla, compuesto de proteínas y ácidos nucleicos, capaz de reproducirse solo en células vivas específicas, utilizando su metabolismo.

ZOOPLANCTON: plancton marino o de aguas dulces, caracterizado por el predominio de organismos animales como los copépodos.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la industria de camarón en Ecuador es una de las más importantes en el sector agropecuario debido a la rentabilidad generada por su explotación. Las bajas en la producción suscitadas últimamente, se deben frecuentemente a diversos factores como el estrés, pérdida de apetito, crecimiento lento, enfermedades y mortalidad de los animales, ocasionados principalmente por el mal manejo de los estanques acuícolas, la calidad del agua y el suelo.

Dentro de los estanques acuícolas, el agua y el suelo están provistos de materia orgánica que contiene grandes concentraciones de bacterias patógenas conocidas como vibrios (carga bacteriana), las cuales son las mayores causantes de problemas sanitarios, para lo cual se ha desarrollado productos que regulan esta carga y la mantienen en niveles bajos que no causa mayores riesgos para la producción. Estos productos son conocidos como probióticos, que se aplican en el agua y cuyo fin es introducir intencionalmente microorganismos del tipo benéfico para desplazar bacterias o microorganismos perjudiciales al organismo del cultivo y/u otros que comparten el ambiente del estanque, conocido como exclusión competitiva¹; por otra parte, la disponibilidad de componentes inorgánicos aportada por los fertilizantes contribuye al crecimiento de algas como fuente nutritiva para las bacterias probióticas.

El uso de probióticos en acuacultura se ha constituido en una tecnología que ha brindado a la camaronicultura la posibilidad de recuperación en Ecuador y es el fruto de estudios a través de la biotecnología que han generado buenos resultados.

Por lo anteriormente expuesto, en la presente investigación se propuso evaluar el efecto de la interacción de una mezcla de microorganismos efectivos y un fertilizante inorgánico en la sobrevivencia y crecimiento de camarón blanco, considerando este trabajo como novedoso por cuanto aun no se ha evaluado estos dos factores en interacción.

¹ EQUIPO TECNICO NICOVITA. Los probióticos en la acuacultura. Ecuador: NICOVITA, 2002. p. 1.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La producción mundial de camarón, concretamente en países como Colombia y Ecuador, viene siendo afectada negativamente por patógenos y condiciones medio ambientales.

Por lo anterior se debe resaltar que el camarón blanco, como todo organismo, interactúa permanentemente con los microorganismos circundantes; un desequilibrio en esta relación puede llevar al desencadenamiento de patologías, con la afectación de índices como el crecimiento y la sobrevivencia, situación que ha conllevado al uso y abuso de antibióticos como medida para controlar las enfermedades y alcanzar niveles de producción que garanticen la viabilidad económica de la empresa. Una adecuada disponibilidad de algas marinas, principales componentes del alimento natural, contribuyen a mejorar el estado nutricional e inmunológico de los camarones de cultivo.

Por lo tanto, la problemática planteada, conlleva a la búsqueda y evaluación de tecnologías modernas, que contribuyan significativamente a la solución de los aspectos ya mencionados; en este sentido los microorganismos con características probióticas, emplean mecanismos que se relacionan con la actividad de exclusión competitiva mediante la cual, al proliferar microorganismos benéficos disminuye la probabilidad del crecimiento de bacterias patógenas, por otra parte la disponibilidad de componentes inorgánicos aportada por fertilizantes contribuye al crecimiento de algas como fuente nutritiva para las bacterias probióticas.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto de la interacción de una mezcla de microorganismos efectivos (bacterias fotosintéticas, ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y hongos de fermentación) y un fertilizante inorgánico, adicionados al agua en la sobrevivencia y crecimiento del camarón blanco, en la etapa de levante y engorde cultivado en estanque?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la interacción de una mezcla de microorganismos efectivos (bacterias fotosintéticas, ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y hongos de fermentación), y un fertilizante inorgánico, adicionados al agua en la sobrevivencia y crecimiento del camarón blanco, en la etapa de levante y engorde.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir el crecimiento de los animales a partir del incremento de peso.
- Determinar la sobrevivencia del camarón.
- Calcular la conversión alimenticia aparente.
- Realizar un análisis parcial de costos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CAMARÓN

Según la FAO² la situación es extremadamente difícil para el camarón, en Europa y Japón han registrado una notable caída de sus importaciones, mientras que el mercado de EEUU se expandió ligeramente. En la actualidad, se informa que la demanda es muy baja en los tres principales mercados para el camarón, se espera una reducción aguda en las compras, los precios empezaron a disminuir desde el segundo semestre del 2008, y los exportadores han tenido dificultades de comercializar, se espera que la situación no mejore en el corto plazo y la mejor solución para los países productores en el mundo en desarrollo parece ser la diversificación, incluida la exploración de los mercados doméstico y regional.

El mismo autor dice que la UE espera registrar una disminución adicional en las importaciones, especialmente en la parte sur del continente. Los primeros meses del año son generalmente un periodo de lento consumo, así que no se espera una recuperación del camarón en los próximos meses.

4.2 EL CULTIVO DE CAMARÓN EN LATINOAMÉRICA Y ECUADOR

Según Lightner³ los países de Latino América, aunque contribuyentes relativamente menores a la producción total de la acuicultura mundial (1,9% del volumen de producción global, y 5.3% de su valor), han incrementado su rendimiento dramáticamente durante los últimos 30 años (FAO, 2003; Morales y Morales, 2006). Solo dos especies de camarones son producidos significativamente en América, el camarón blanco del Pacífico (*P. vannamei*), que representa mas del 90% de la producción total y el camarón azul del Pacífico (*L. stylirostris*), pero este último ha sido abandonado por gran parte de la industria debido a su elevada susceptibilidad a enfermedades infecciosas.

El mismo autor afirma que el cultivo de camarones marinos en Latino América tiene sus inicios en 1968 y se vio rápidamente incrementado en la década de 1979, para constituir uno de los mayores generadores de comercio internacional de la región, siendo practicado actualmente en 19 países (Belize, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, Jamaica,

² ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Informe del mercado del camarón. Roma: FAO, Departamento de pesca y acuicultura, 2009. p. 1.

³ LIGHTNER, DV. The Penaeid Shrimp Viral Pandemics due to IHNV, WSSV, TSV and YHV: History in the Americas and Current Status. USA: World Aquaculture Society. 2004.

México, Nicaragua, Panamá, Perú, Puerto Rico, Rep. Dominicana, Surinam, Venezuela).

Según la FAO⁴ la industria de camarón en América Latina ha sufrido los problemas asociados a severas enfermedades virales desde principios de la década de 1990, debiendo los productores enfrentar serias dificultades para continuar la producción. Según Morales y Morales⁵ las pérdidas económicas resultantes y sus impactos se hicieron significativos sobre las economías nacionales y los sustentos de los sectores más pobres. Esta baja fue particularmente notoria en Ecuador, donde la mayor parte de la acuicultura corresponde al cultivo de camarones marinos *Litopenaeus spp.*

Los mismos autores afirman que la acuicultura, y en especial la camaronicultura, han contribuido en mitigar la pobreza en Ecuador, estando directamente relacionadas a la generación de empleo para los estratos económicos más bajos, y de divisas para el país. Las exportaciones de camarón ecuatoriano llegaron a su punto más alto en el año 1998 cuando alcanzo la cifra de 114.000 toneladas métricas exportadas, por las cuales se recibieron 875 millones de dólares. En el año 2000 la industria camaronera toco fondo como resultado del impacto del Virus del Síndrome de la Mancha Blanca sobre la actividad camaronera, con una producción tan solo de 37.700 toneladas métricas. Actualmente los volúmenes de producción de camarón están aumentando, después de atravesar por muchas pruebas de sistemas que permitieran producir camarón en presencia del virus, pareciendo que es el camarón quien ha desarrollado mecanismos para ser más tolerante, lo que ha permitido tener producciones por hectárea similares a las obtenidas antes de la epidemia, sin embargo, los bajos precios internacionales impiden que esta actividad represente los ingresos de años anteriores.

4.3 ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS DEL CAMARÓN BLANCO (*P. vannamei*).

4.3.1 Clasificación taxonómica. La clasificación taxonómica de *P. vannamei* según Burkenroad (1963 -1981) y Shram (1979 – 1981):

Phylum: Crustácea
Clase: Malacostraca
Orden: Decápoda
Suborden: Dendobranquiata
Superfamilia: Penaeidae

⁴ FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Health management and biosecurity maintenance in white shrimp (*Penaeus vannamei*) hatcheries in Latin America. Rome:FAO, Fisheries Technical Paper. 2003.

⁵ MORALES, Q y MORALES, R. Síntesis regional del desarrollo de la acuicultura América Latina y el Caribe. Rome: FAO, Circular de Pesca No. 1017/1. 2006.

Familia: Penaeidae
Género: *Penaeus*
Especie: *Vannamei*

4.3.2 Ecología. Según Martínez⁶, el complejo ciclo de vida de muchos de los camarones peneidos, hace que ocupen una gran diversidad de hábitats durante su existencia. El hábitat de los peneidos puede ser dividido de acuerdo a su desarrollo y crecimiento en tres etapas diferentes:

Primera etapa: el hábitat corresponde a aguas oceánicas, la vida de los camarones es planctónica y su distribución horizontal está controlada principalmente por las corrientes marinas.

Segunda etapa: el hábitat es encontrado en las áreas de maternidad y crecimiento, que corresponde a bahías cerradas, lagunas costeras y sistemas estuarinos; en esta etapa los camarones juveniles adquieren hábitos bentónicos, distribuyéndose en una amplia gama de lugares de acuerdo a la especie.

Tercera etapa: el hábitat de los adultos es generalmente el mar abierto. La profundidad a la que viven depende de la especie. Su distribución, tanto vertical como horizontal, está determinada por la estación del año, principalmente debido a los cambios de temperatura y distribución de alimento (Imai, 1982).

4.3.3 Descripción. Según Bucheli⁷, el camarón es un crustáceo clasificado en el orden decápoda (diez patas). Estos son animales epibentónicos (que viven sobre la superficie del fondo), nadadores y filtradores en las primeras etapas de su vida. La natación la realizan con los apéndices natatorios (pereiópodos). Entre el 18 y el 25% de su peso está formado por tejido muscular ubicado principalmente en la parte del telson (cola). El color de los camarones se debe a células especializadas en producir pigmentos específicos (cromatóforos) incrustados en el caparazón o exoesqueleto que le dan una coloración determinada.

El mismo autor menciona algunas características físicas del camarón blanco a continuación, figura 1:

- Rostro moderadamente largo con 7–10 dientes dorsales y 2–4 dientes ventrales.
- En los machos maduros petasma simétrico y semiabierto
- Espermatóforos complejos, consistentes de masa espermática encapsulada por la vaina.

⁶ Ibid., p. 17.

⁷ BUCHELI, Patricio. Consideraciones gerenciales para proyectos de acuicultura. Ecuador: SICA, Universidad de Jeferson, (Citado el 3 de febrero del 2009). p. 13

- Las hembras maduras tienen el télico abierto.
- Seis nauplios, tres proto-zoeas, y tres etapas de mysis.
- Su coloración es normalmente blanca translúcida, pero puede cambiar dependiendo del sustrato, la alimentación y la turbidez del agua.
- Talla máxima 23 cm.
- Comúnmente las hembras crecen más rápidamente y adquieren mayor talla que los machos.

Figura 1. Camarón blanco



4.3.4 Condiciones óptimas para el cultivo de camarón. Existe un intervalo de factores fisicoquímicos y biológicos que son necesarios para tener las condiciones que garantizan que un cultivo de organismos se desarrolle óptimamente. En el caso particular del camarón, diferentes autores han señalado tales intervalos o bien, las condiciones óptimas. A continuación se presentan algunos de los valores propuestos por Villanueva⁸:

- **Salinidad:** la salinidad recomendada para camarones está entre 20 – 35 ppm. Los rangos de salinidad dependen de la especie a ser cultivada y los cambios en este parámetro producen desequilibrios osmóticos en los peces y camarones.
- **Oxígeno disuelto:** para un crecimiento adecuado en camarones las concentraciones de oxígeno están entre 5 mg/L a 15 mg/L. los muestreos se deben realizar en la mañana y en la tarde.

⁸ VILLANUEVA, Margy. Buenas prácticas en la producción acuícola. Colombia: Produmedios. 2007. p. 30-33.

- **pH:** El pH óptimo para los camarones oscila entre 7,8 y 8,3. Las aguas ácidas afectan el desarrollo y la supervivencia de los animales acuáticos, siendo el fondo y los sedimentos los responsables de la acidez; cuando el pH es bajo, se recomienda la aplicación de cal agrícola para elevarlo.
- **Temperatura:** para el camarón blanco la temperatura debe ser superior a 20°C, con crecimiento óptimo entre 26 y 32°C. La temperatura elevada aumenta el metabolismo de los animales acuáticos y permite obtener un crecimiento más rápido, pero esto crea condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades
- **Turbidez:** se considera que un estanque se encuentra en condiciones adecuadas si la visibilidad del disco está entre 30-45 cm de profundidad. La turbidez es un parámetro que se utiliza para medir la calidad del agua, cuanto más turbia, menor será su calidad.
- **Amonio:** según Hughes⁹ los estanques pocas veces tienen concentraciones de 2,0 a 3,0 mg/L de amonio total. La toxicidad de amonio será un problema mayor a alto pH. Las concentraciones de amonio son mas comunes en estanques con tasas altas de alimentación y la única manera factible para reducir la concentración de amonio es el recambio de agua.
- **Ácido sulfhídrico:** Hughes¹⁰ dice que las concentraciones de ácido sulfhídrico (H₂S) con valores de 0,01 a 0,05 mg/L pueden ser letales a organismos acuáticos. El porcentaje de H₂S disminuye cuando el pH aumenta. Un recambio de agua reduce su concentración, al igual que la aplicación de cal agrícola.

4.4 AGENTES CAUSANTES DE ENFERMEDADES EN CAMARÓN

Bucheli¹¹ a continuación explica algunas enfermedades relacionadas con el *P. vannamei*:

➤ **Virus:** no presentan tratamiento farmacológico y dentro de este grupo se encuentra el virus del síndrome de Taura (TSV) o enfermedad de cola roja, necrosis baculoviral de la glándula Intestinal (BMN), mancha blanca (WSD), necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa (IHHN). Según Kalagayan¹² los

⁹ HUGHES, David. Manejo de la calidad del agua en estanques, con énfasis en la camaronicultura. Mexico: Fomento y desarrollo de la acuicultura y maricultura. 1987. p. 26-28.

¹⁰ Ibid., p. 28-29.

¹¹ BUCHELI, Patricio. Op., cit. p. 16

¹² KALAGAYAN, H. IHHN virus as an etiological factors en Runt-Deformity Syndrome (RDS) of juvnilr (*P. vannamei*) cultured in Hawaii. Hawii: J. World Aquac. Soc.22. 1991. p. 235-243.

virus pueden ocasionar mortalidades superiores al 90% en juveniles y sub-adultos, crecimiento irregular y deformidades.

➤ **Ectoparásitos:** se caracterizan por el crecimiento de organismos en la superficie del camarón que dificultan el movimiento y la respiración de los animales, generando áreas de acceso a infecciones. Se conoce un gran número de organismos que pueden atacar al camarón, incluyendo:

- ~ Algas
- ~ Protozoarios como *zoothalmiun* y vorticela.
- ~ Bacterias quitinoclásticas (que se alimentan de quitina del exoesqueleto), causantes de hemocitis
- ~ Hongos y otros

➤ **Hongos:** son responsables de serios problemas para el camarón cuando las infecciones son altas, pueden observarse en forma de manchas en el exoesqueleto pudiendo erosionarlo hasta llegar al músculo, bajo estas condiciones se presenta necrosis de tejido y éstas áreas son propensas a ser invadidas por otros patógenos incluyendo los vibrios.

➤ **Microsporidios:** en Ecuador se reporta *Theloania sp.* como responsable del “camarón de leche”, estos infestan el músculo del abdomen, lo vuelven opaco, blanco y sus áreas terminan siendo reemplazadas por grandes masas de células microsporídeas. No existe tratamiento para esta enfermedad y se recomienda sacar los animales afectados.

➤ **Bacterias.** Según Ligtner¹³ las principales bacterias implicadas en las infecciones de camarones son los vibrios: *anguillarum*, *cholerae*, *parahaemolyticus*, *splendidus*, *harveyi*, *alginoliticus* y *vulnificus*.

Bucheli¹⁴ define la vibriosis como la infección causada por bacterias del grupo vibrio, esta bacteria es oportunista y toma ventaja de camarones enfermos o débiles y mal nutridos, prolifera en ambientes con acumulación de materia orgánica, siempre se encuentra en la naturaleza pero solo se convertirá en un problema para el camarón cuando el ambiente o la salud de este no sean los más adecuados. Por lo general los casos de enfermedades serias con vibrio se tratan con antibióticos adicionados al alimento.

Jaramillo también explica la patogenicidad de *V. parahaemolyticus* medida por el flagelo, afirmando que la movilidad proporciona a las bacterias múltiples beneficios frente a su huésped, el desplazamiento favorece la obtención de nutrientes, la

¹³ LIGTNER, D. V. Vibrio disease in penaeid shrimp in sinderman 2nd edn. Amsterdam: Elsevier. 1988. p. 42-47.

¹⁴ BUCHELI, Patricio. Op., cit. p. 16.

capacidad de escapar de sustancias tóxicas, o la habilidad de acceder a los lugares óptimos para la colonización, y su dispersión durante el proceso de transmisión.

4.4.1 Control de enfermedades. Según Boone¹⁵ la disponibilidad de cepas libres de patógenos y cepas resistentes a patógenos constituyen un mecanismo para evitar estas enfermedades, pero también son importantes los procedimientos de bioseguridad, incluyendo:

- Secado y escarificado total del fondo de los estanques entre ciclos productivos.
- Reducción del intercambio de agua y tamizado fino de todos los ductos de abasto de agua.
- Uso de mallas anti-pajareras o de espanta-pájaros.
- Colocación de barreras al rededor de los estanques.
- Bucheli¹⁶ sugiere el uso de probióticos.
- Procedimientos sanitarios.

Boone¹⁷ explica que no existen productos químicos o medicamentos para tratar las infecciones una vez que los estanques han sido invadidos por virus, pero un buen manejo del estanque, agua, alimentos y las condiciones de salud de la población, pueden reducir su virulencia.

4.5 CALIDAD DEL AGUA EN EL CULTIVO DE CAMARÓN

Según Páez¹⁸ existe un criterio para examinar la calidad del agua considerando la utilización práctica de los parámetros en la acuicultura y que algunos autores separan en dos grupos (Stickney 1979):

1. Variables o parámetros conservativos, que son independientes de la actividad biológica y que son afectados por los procesos físicos (temperatura, salinidad, alcalinidad).
2. Variables o parámetros no conservativos que se alteran por la actividad biológica (productividad primaria, oxígeno disuelto, nitrógeno total disuelto, amonio, fósforo).

Según este autor los problemas de la calidad del agua se hacen más complejos cuando se aplica en forma continúa alimento balanceado y cuando la densidad de

¹⁵ Boone. Op., cit. p.1

¹⁶ BUCHELI, Patricio. Op. cit., p. 16.

¹⁷ Boone. Op. cit., p.1.

¹⁸ PÁEZ, Federico. Camaronicultura y medio ambiente. México: Instituto de ciencias de mar y limnología. 2001. P. 146-149.

los organismos de cultivo es muy elevada. El desecho metabólico incluye entre otros CO_2 , amonio (NH_4^+ y NH_3), fósforo y otros componentes que estimulan el crecimiento del fitoplancton.

Páez afirma que la calidad del agua se ve influenciada por la descomposición de la materia orgánica que ocurre tanto en la columna de agua como en los sedimentarios. Los factores que afectan la velocidad de descomposición de la materia orgánica incluyen a la temperatura, el pH, y la naturaleza de esta; ya que la descomposición se incrementa con el aumento de la temperatura y con el pH. Las moléculas orgánicas, tales como proteínas, azúcares y grasas, tienden a descomponerse más rápidamente que las moléculas complejas como celulosa, lignina y quitina.

4.5.1 Bioremediación de la calidad de agua. Según Philip¹⁹ la bioremediación, es la aplicación de microbios/enzimas a los estanques, el método comúnmente usado para mejorar la calidad del agua y para mantener la salud y la estabilidad de los sistemas de la acuicultura. La bioremediación incluye la mineralización de la materia orgánica a dióxido de carbono, maximizando la productividad primaria que estimula la producción de camarón, la nitrificación y desnitrificación para eliminar el exceso de nitrógeno de los estanques, mantener la diversidad y la estabilidad de la comunidad, en donde los patógenos son excluidos del sistema y las especies deseadas se establecen. A parte de la bacteria heterotrófica degradadora de la materia orgánica (detritívoros), las bacterias nitrificantes, desnitrificantes y fotosintéticas son empleados generalmente en este proceso. A continuación este autor explica la bioremedicación para algunos compuestos:

- **Detritus orgánico:** la materia orgánica disuelta y en suspensión contiene principalmente cadenas de carbono y está disponible para microbios y algas. Un buen bioremediador debe contener microbios que son capaces de limpiar efectivamente los desechos carbonosos del agua. Miembros del género *Bacillus* como: *subtilis*, *licheniformis*, *ereus*, *coagulans*, y del género *Phenibacillus* como: *polymyxa*, son bacterias adecuadas para la bioremediación del detritus orgánico.

Este autor dice que *Bacillus* y *Lactobacillus* compiten con la flora bacteriana naturalmente presente, por la materia orgánica disponible, filtrando el exceso de alimento y las heces del camarón (Sharma 1999).

¹⁹ PHILIP, R. Bioremediación en los sistemas de cultivo de camarón. India: Cochin University of Science and Technology. Disponible en internet, URL: <http://www.industriaacuicola.com/PDFs/5.1-HeterotroficasBioremediadores.pdf>. 2007. p. 1.

- **Compuestos nitrogenados:** los compuestos nitrogenados como el amonio y el nitrito generan toxicidad para los peces y camarones. La principal fuente de amonio son las excreciones de los peces y el flujo de sedimento.

Este autor dice que la nitrificación bacteriana es el método más práctico para la remoción de amonio de los sistemas de acuicultura cerrados y es comúnmente alcanzado mediante el uso de un biofiltro de arena y grava, en el cual el agua circula. Los filtros desnitrificantes ayudan a convertir el nitrato en nitrógeno, esto crea una región anaeróbica donde las bacterias anaeróbicas pueden crecer y reducir el nitrato a gas nitrógeno (Rao 2002).

- **Sulfuro de hidrógeno:** en condiciones aeróbicas el azufre orgánico se descompone a sulfuro, el cual a su vez se oxida a sulfatos; el sulfato es altamente soluble en agua y así gradualmente se dispersa desde los sedimentos. La oxidación de los sulfuros es mediado por microorganismos en el sedimento, esto ocurre por procesos químicos (Boyd 1995). Bajo las condiciones anaeróbicas, el sulfato puede ser usado en lugar de oxígeno dentro del metabolismo microbiano, este proceso conduce a la producción del gas sulfuro de hidrógeno (Midlen et al. 1998).

4.6 PROBIÓTICOS EN ACUACULTURA

Balcazar²⁰ y Cedeño²¹ definen el probiótico como un suplemento de microorganismos vivos que son suministrados de forma que entran al tracto gastrointestinal y compiten con los patógenos presentes incrementando la resistencia del huésped, mejorando su salud.

Cedeño y Rodríguez mencionan que el uso de probióticos en acuicultura ha sido reportado por varios autores (Gatesoupe, 1999; Gómez-Gil et al. 2000), y actualmente se presenta como una alternativa frente al uso de productos quimioterapéuticos en el control de enfermedades microbianas. Los principales grupos de microorganismos utilizados como probióticos en acuicultura de camarones, cangrejos, ostras y peces han sido obtenidos a partir del aislamiento y selección de cepas de ambientes acuáticos, entre estos destacan los géneros *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Lactobacillus*, *Bacillus* sp. y levaduras (Moriarty, 1990; Gómez-Gil, et al., 2000). Estudios realizados en CENAIM (Gulliam 2001, Balcazar 2002) permitieron la selección y evaluación de dos aislados probióticos pertenecientes a los géneros *Bacillus* y *Vibrio* (P64-P62), varios ensayos

²⁰ BALCAZAR, Luis. Use of probiotics in aquaculture: general aspects. In: de Blass, I. (Ed.). Spain: Memorias del primer congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 2002. p. 877-881.

²¹ CEDEÑO, Ricardo. Probióticos y sus aplicaciones en el cultivo de camarón. Ecuador: CENAIM ESPOL. 2006. P. 2.

demonstraron que su uso tenía un efecto inmunoestimulante y protector contra enfermedades.

Según Balcazar²² la acuicultura se ha convertido en una importante actividad económica en muchos países. En producción a gran escala los animales acuáticos son expuestos a condiciones de estrés. Frecuentemente se presentan problemas relacionados a enfermedades y deterioro de las condiciones ambientales, generando pérdidas económicas. La prevención y el control de enfermedades han llevado en las recientes décadas al incremento substancial del uso de medicamentos veterinarios. Sin embargo, la utilización de agentes microbianos como medida de prevención ha sido cuestionada, entregando gran documentación sobre la evolución de la resistencia antimicrobial entre bacterias patógenas. Globalmente se han distribuido en la biosfera cantidades de antibióticos durante una época de 60 años de duración.

Según la SCAN²³ en los Estados Unidos, son producidos 18000 t de antibióticos cada año para medicina y fines agrícolas, 12600 t son usadas para tratamiento no terapéutico de ganado para promover su crecimiento. En la Unión Europea y Switzerland, 1600 t de antibióticos, donde el 30% es utilizado en las haciendas de animales para promover su crecimiento en 1997. Estos antibióticos generan una fuerte resistencia por parte de las bacterias, cuando han sido adaptadas a esta situación principalmente por un flujo promiscuo de genes resistentes. Weber²⁴ el uso de probióticos o bacterias benéficas para el control de patógenos es cada vez mas visto como una alternativa de tratamiento antibiótico.

4.6.1 Mecanismos de acción del probiótico. Balcazar²⁵ afirma que el aumento de la colonización y/o los efectos inhibidores directos contra patógenos son factores importantes donde los probióticos han reducido la incidencia y duración de enfermedades. Fuertes probióticos han sido probados para inhibir patógenos in vitro y en vivo a través de los siguientes mecanismos.

- **Exclusión competitiva:** Cedeño²⁶ afirma que existe una competencia por sitios de fijación, en la que la cepa probiótica compite con los patógenos por los sitios de adhesión donde no solo compite por el espacio para la fijación sino que puede producir sustancias inhibitorias una vez fijada en el tejido.

²² BALCAZAR, Luis. The role of probiotics in aquaculture. Wellesley, USA: Universidad de Zaragoza, 2006. p.174.

²³ SCAN. Opinión of the Scientific Committee on Animal Nutrition on the criteria for assesing the safety of microorganisms resistant to antibiotics of human clinical and veterinary importance. Europa: European Commision Health and Consumer Protection Directorate-General. 2003.

²⁴ WEBER, J.T, Mintz, E.D., Canizares, R., Semiglia, A. Epidemia cholera in Ecuador: multidrug resistance and transmissin by wáter and seafood. Ecuador: Epidemiol. 2000. P. 1-11.

²⁵ BALCAZAR, Luis, Op. cit., p. 175.

²⁶ CEDEÑO, Ricardo. Op. cit., p. 2.

▪ **Colonización:** Según Westerdahl²⁷ el proceso de colonización es caracterizado por la atracción de la bacteria a la superficie mucosa, seguido por la asociación con el gel mucoso adherido a las células epiteliales. La adhesión y colonización de la superficie mucosa son posibles mecanismos de protección contra patógenos a través de la competencia por sitios de fijación y nutrientes o modulación inmune.

4.6.2 Efecto beneficioso del probiótico en el hospedero. Los siguientes autores explican los efectos beneficiosos que causa el probiótico en el hospedero:

▪ **Fuente de nutrientes y contribución enzimática:** Sakata²⁸ afirma que algunas investigaciones dicen que los microorganismos tienen efectos beneficiosos en los procesos digestivos de animales acuáticos.

Según Dall y Moriarty²⁹ la microbiota puede servir como fuente suplementaria de alimentación y actividad microbial, en el tracto digestivo es una fuente de vitaminas y aminoácidos esenciales.

Calero³⁰ dice que las enzimas son altamente específicas de su sustrato, así que los microorganismos deben generar una gran variedad de estas moléculas para tener un efecto en agua y suelos.

▪ **Aumento de la respuesta inmune:** Sakai³¹, el sistema inmune no específico puede ser estimulado por probióticos. Rengpipat³² menciona que el uso de *Bacillus sp.* proporciono protección a enfermedades por la activación celular y defensas inmuno humorales en camarón tigre (*P. monodon*).

²⁷ WESTERDAHL. Isolation and characterization of turbot (*Scophthalmus maximus*) associated bacteria with inhibitoru effects against (*Vibrio anguillarum*). Appl. Environ. Microbiol. 1991. p. 2223-2228.

²⁸ SAKATA, T. Microflora in the digestive tract of fish and shellfish. In: Lese, R. (Ed.), Microbiology in Poecilotherms. Amsterdam: Elsevier, 1990. p. 171-176.

²⁹ DALL y MORIARTY. Functional aspects of nutrition and digestion. In: Mantel, L.H. (Ed.), Tehe biology of crustacea, vol.5, Internal Anatomy and Physiological Regulation. Academic Press. 1983.

³⁰ CALERO, Gonzalo. Seleccionando el probiótico adecuado para cultivo de camarón 10 puntos clave a considerar. México: INVE. (Citado el 27 de febrero de 2009). Disponible en internet: <http://www.industriaacuicola.com/PDFs/5.2%20-SeleccionandoProbiotico.pdf>inve. p. 2.

³¹ SAKAI. Enhancement of resistance to vibriosis in rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*) (Walbaum) by oral administration of (*Clostridium butyricum*) bacteria. J. Fish dis., 1995. p. 187-190.

³² RENGPIPAT. Immunity enhancement in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) by a probiont bacterium (*Bacillus S11*). Aquaculture, 2000. p. 271-288.

▪ **Efectos antivirales:** según Kamei³³ algunas bacterias usadas en los probióticos tienen efecto antiviral. Pruebas de laboratorio indican que la inactivación de virus puede ocurrir por sustancias químicas y biológicas, tal como extractos de algas marinas y agentes extracelulares de bacterias.

▪ **Producción de Compuestos inhibidores:** según Cedeño³⁴ los probióticos tienen la capacidad de liberar sustancias químicas con efecto bactericida o bacteriostático, constituyendo una barrera contra patógenos oportunistas.

4.6.3 Selección del probiótico. Según Vine³⁵ se hace por pruebas in vitro de antagonismo, donde los patógenos son expuestos a probióticos (Sotomayor y Balcázar 2003; Vine 2004). Sin embargo, Gram³⁶ sugirió que la actividad in vitro en análisis de gran difusión y los caldos de cultivos no pueden ser usados para predecir el efecto in vivo.

Este autor sugiere los siguientes métodos de selección de bacterias probióticas para el uso en acuicultura:

- Colección de información empírica
- Adquisición de probióticos potenciales
- Evaluación de las capacidades de los probióticos para competir con patógenos
- Capacidad de colonización del probiótico
- Aumento de nutrientes e incremento de la respuesta inmune en el hospedero
- Contribución de la patogenicidad del probiótico
- Evaluación del efecto del probiótico en el hospedero
- Probiótico viable bajo condiciones normales de almacenamiento
- Análisis económico beneficio-costo (Gomes-Gil 2000)

Griffith³⁷ reportó la introducción de probióticos en Ecuador en 1992; el tiempo de crianza disminuyó 7 días por mes, los volúmenes de producción se incrementaron 35% y el uso de antibióticos decreció 94%.

³³ KAMEI. Screening of bacteria with antiviral activity from fresh water salmonid hatcheries. Microbiol. Immunol. 1988. p. 67-73.

³⁴ CEDEÑO, Ricardo. Op. cit., p. 2.

³⁵ VINE. In vitro growth characteristics of five candidate aquaculture probiotics and two fish pathogens grow in fish intestinal mucus. FEMS Microbiol. 2004. p. 145-152.

³⁶ GRAM. Inhibition of (*Vibrio anguillarum*) by (*Pseudomonas fluorescens*) strain AH2, a possible probiotic treatment of fish. Appl. Environ. Microbiol. 1999. p. 969-973.

³⁷ GRIFFITH, D.R.W. Microbiology and the role of probiotics in Ecuadorian shrimp hatcheries. In: Javens, P., Jaspers, E., Roelands, I. (Eds), larvi '91 – fish and crustacean larviculture symposium. Europa: European Aquaculture Society, Gent., 1995. p. 478.

4.6.4 Consideración de regulación en probióticos. Según Balcazar³⁸ y INVENIA³⁹ en los últimos años los fundamentos sobre los cuales la utilización de aditivos alimenticios fue consolidada ha sido modificado por la Unión Europea. En términos de los aditivos usados en productos alimenticios, el esfuerzo ha sido hacia proveer altos niveles de seguridad, protección de la salud humana, salud y bienestar animal, intereses ambientales y de consumo. Después de la fase del uso de antibióticos como promotores de crecimiento, la carta sobre seguridad alimentaria y la regulación (EC) No. 178/2002 del parlamento europeo fue publicada, en orden a establecer una política de seguridad alimentaria por la unión europea y las autoridades de seguridad alimentaria (EFSA) fue creada (regulación EC No. 178/2002). EFSA trabajó sobre todas las tablas de producción de alimentos y suplementos, producción primaria como alimento animal, alimento suplementario para consumo. Las autoridades de mercadeo y el uso de alimentos adicionales son regularizados bajo el concilio directivo No. 70/524/EEC. Antes de ser usados los alimentos deben ser autorizados por la directiva. La autorización demuestra la eficiencia y seguridad de los productos animales consumidos.

4.6.5 Estudio de probióticos en camarón. Balcazar⁴⁰ dice que la mayoría de los probióticos para el control de agentes en el cultivo de camarón corresponde a bacterias ácido lácticas *Lactobacillus* y *Carnobacterium*, los del género *Vibrio*: *V. alginolyticus*, género *Bacillus* o género *Pseudomonas*, aunque otros géneros o especies también han sido mencionadas *Aeromonas* y *flavobacterium*.

Rengpipat⁴¹ explica que en estudios de camarón tigre, la inoculación de *Bacillus* sp, un saprofito, produjo como resultado una alta sobrevivencia de postlarvas de *P. monodon*, que fueron puestos a prueba por cultivos de bacterias luminiscentes patógenas. Según Phianphak⁴² una mezcla de *Lactobacillus* sp, aislada del tracto gastrointestinal de gallinas, mejoraron el crecimiento y la sobrevivencia de juveniles de *P. monodon* al ser alimentados por cien días.

Vaseeharan y Ramasamy⁴³ comentan que recientemente el crecimiento de patógenos *V. harveyi* fue controlado por el efecto probiótico de *B. subtilis* bajo condiciones in vitro y en vivo. El mejoramiento a la resistencia a enfermedades

³⁸ BALCAZAR, Luis, Op. cit., p. 179

³⁹ INVENIA. Los probióticos en la nueva normativa europea que regula los alimentos funcionales. Madrid: Single en Madrid. 2009. P. 1.

⁴⁰ Ibid., p. 179.

⁴¹ RENGPIPAT. Effects of a probiotic bacterium in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) survival and growth. Aquaculture. 1998. p. 301-313.

⁴² PHIANPHAK. Probiotic use of (*Lactobacillus* spp) for black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) J. Sci. Res. Chula Univ. 1999. p. 42-51.

⁴³ VASEEHARAN y RAMASAMY. Control of pathogenic (*Vibrio* spp) by (*Bacillus subtilis*) BT23, a possible probiotic treatment for black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Lett. Appl. Microbiol. 2003. p. 83-87.

fue observado después de exponer los juveniles de *P. monodon* a *B. subtilis*, aislados de cultivos de camarón.

Gullian⁴⁴ afirma que los efectos del probiótico en *P. vannamei* han sido reportados usando tres aislamientos de hepatopáncreas de camarón; estos fueron identificados como *Vibrio P62*, *Vibrio P63* y *Bacillus P64*, se logró inhibiciones contra *V. harveyi* bajo condiciones en vivo. Análisis histológicos después de los experimentos de colonización e interacción confirmaron que el probiótico no tiene efectos patógenos sobre el hospedero.

Según Alavandi⁴⁵ también, *Pseudomonas sp* y *V. fluvialis* fueron seleccionados como probióticos aislados del intestino del camarón tigre por la capacidad de secreción extracelular macromolecular de enzimas digestivas. Sin embargo, cuando el camarón fue tratado con cada probiótico, la estimación de los indicadores inmunológicos tal como hemocitos, fenol oxidasa y actividad antibacterial muestran una baja tendencia. Posiblemente esa bacteria no colonizó el intestino, por eso no ayudó a la improvisación del sistema inmunológico del camarón; esto muestra que la colonización con microbiota específica en el intestino puede jugar un rol en el balance del sistema inmune de la mucosa intestinal, el cual puede contribuir a la inducción y mantenimiento de la tolerancia inmunológica o a la inhibición de las respuestas irregulares causado por patógenos en el hospedero.

Según Beltrame⁴⁶ recientemente han aparecido en el mercado microorganismos vivos que actúan como degradadores biológicos de residuos orgánicos en acuicultura. Se probó el efecto de dos productos en la cría de larvas del camarón blanco, cultivado a nivel comercial en Brasil y en Cuba; se evaluaron dosis, así como la acción de los productos sobre la calidad del agua y sobre el posible control del síndrome de descamación del epitelio del tracto digestivo de los animales, conocido como "Bolitas"; se tomaron en cuenta la supervivencia, la velocidad de metamorfosis, la calidad de las larvas y el crecimiento alcanzado hasta postlarva1. Se concluyó que los productos pueden ser suministrados desde Protozoa I. Los mismos posibilitaron la reducción de la tasa diaria de renovación del agua de 100% para 30% en la larvicultura, además evitaron la aparición del síndrome de descamación del epitelio digestivo de las larvas. Estos productos presentan buenas perspectivas de éxito actuando en la optimización de la producción de postlarvas.

⁴⁴ GULLIAN. Selection of probiotic bacteria and study of their immunoestimulatory effect in (*Penaeus vannamei*). Aquaculture. 2004. p. 1-14.

⁴⁵ ALAVANDI. Evaluation of (*Pseudomonas sp*) PM11 and (*Vibrio fluvialis*) PM17 on immune indices of tigre shrimp (*Penaeus monodon*). Fish Shellfish Immunol. 2004. p. 115-120.

⁴⁶ BELTRAME, Elpido. Uso de bacterias beneficiosas en la larvicultura de camarón (*Penaeus schmitti*). Cuba: Centro de investigaciones marinas, Universidad de la Habana, (Citado el 1 de Abril de 2009). Disponible en internet: : <http://www.alken-murray.com/shrimp6s.htm>.

Beltrame afirma que hasta hace unos años, el único método comúnmente practicado para el manejo de las poblaciones de bacterias y la flora bacteriana indeseable era el uso de antibióticos y quimioterapéuticos. Una serie de dificultades que se derivan de su utilización, tales como, la resistencia que crean las bacterias a los antibióticos, los problemas ecológicos asociados con bacterias resistentes, los químicos tóxicos y el apareamiento posterior de drogas restringidas en los tejidos de los camarones, hicieron necesario buscar otras vías biológicas para el control de las enfermedades. La alternativa de poder manipular la flora bacteriana y la ecología de los sistemas de larvicultura a través de la inoculación de bacterias beneficiosas es muy viable para que la fuente de postlarvas de laboratorio pueda continuar con estabilidad en el futuro.

Rengipat⁴⁷ realizó un estudio sobre el aumento inmunitario de camarón tigre a través de la bacteria *Bacillus* S11, donde explica que la sobrevivencia y el crecimiento del camarón alimentado con esta bacteria probiótica en 2 tratamientos de 90 días se vieron incrementados, en comparación con los camarones no tratados.

El mismo autor menciona que después de 90 días de cultivo los camarones tratados con probiótico tuvieron una sobrevivencia significativa ($p < 0,05$) de 54,3% comparada con los camarones que no fueron tratados 35,5%. *Bacillus* S11 protegió de enfermedad al camarón por la activación de las defensas inmune celular y humoral, y su acción de exclusión competitiva.

Vargas⁴⁸, menciona que varios compuestos microbiales y probióticos, tales como betaglucanos, Lipopolisacáridos, peptidoglinos y bacterias probióticas, han sido reportados como estimulantes de la función celular del camarón. Según Itami⁴⁹, estos componentes y probióticos han sido investigados para evaluar su utilidad como suplemento contra *Vibrio sp*, el síndrome del virus de la mancha blanca (WSSV) y su efecto inmuno estimulatorio. Sin embargo, se ha estudiado muy poco los efectos de los probióticos sobre el crecimiento y la actividad enzimática en el camarón blanco. Por esto, estos estudios probaron e investigaron los efectos del probiótico, bacterias fotosintéticas y *Bacillus sp* sobre el crecimiento y la actividad de enzimas digestivas en *P. vannamei*, las cuales son mas cultivadas en china.

⁴⁷ RENGIPAT, Sirirat. Immunity enhancement in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) by a probiont bacterium (*Bacillus* S11). 2000. p. 272-288.

⁴⁸ VARGAS. Activation of shrimp cellular defece functions by microbial products. In: Flegel, T. W. (Ed)., Advances in shrimp Biotechnology. National Center for Genetic Engineering and biotechnology, Bangkok. 1998.

⁴⁹ ITAMI, T. Enhancement of disease resistance of Kuruma shrimp, (*Penaeus japonicas*) after oral administration of peptidoglycan derived from (*Bifidobactewrium thermophilum*). Aquaculture 164. 1998. p. 277-288.

Yan-Bo Wang⁵⁰, estudió el efecto del probiótico sobre el crecimiento y la actividad enzimática del camarón blanco, cuyos resultados de crecimiento indicaron que la temperatura se mantuvo a 26-28°C y el rango de salinidad del agua fue de 25-28 ppm. No hubo efectos evidentes sobre la calidad del agua en los tratamientos.

Según este autor el peso en cada tratamiento incremento con el aumento de la concentración del probiótico. El peso de cada tratamiento fue altamente significativo en comparación con el control (1,57 ($\pm 0,05$) g), al igual que los valores de ganancia diaria y la rata relativa de ganancia en todos los grupos tratados con probiótico, en todas las concentraciones. Esto resultados mostraron que los compuestos probióticos de igual peso de bacterias fotosintéticas y *Bacillus sp* incrementaron el crecimiento en camarón.

Gatesoupe⁵¹, desde el inicio del uso de probióticos en acuicultura, un número creciente de estudios han demostrado su capacidad de controlar patógenos e incrementar el crecimiento y bienestar de los animales acuáticos.

Wang⁵², es importante considera la posibilidad de usar diferentes especies, por lo cual realizo estudios sobre una mezcla probiótica (bacterias fotosintéticas y *Bacillus*) a diferentes concentraciones sobre el crecimiento de camarón. No hubo diferencias significativas entre los grupos de tratamientos con diferentes concentraciones; esto indica que la calidad del probiótico es uno de los factores promotores de crecimiento de camarón.

Ding⁵³, adicionalmente bacterias del genero *Bacillus* secretan un amplio rango de exoenzimas. No se podría distinguir entre la actividad debido a enzimas sintetizadas por el camarón y enzimas sintetizadas por los probióticos. Sin embargo, las enzimas exógenas producidas por probióticos representarían además una pequeña contribución a la actividad enzimática del intestino, y la presencia de probióticos estimulan la producción de enzimas endógenas por el camarón.

Según Lara⁵⁴, los mayores niveles de la actividad enzimática obtenidos con las dietas que contienen probióticos mejoran la digestión de proteínas, almidón, grasa

⁵⁰ WANG, Yan-Bo. Effect of probiotics on growth performance and digestive enzyme activity of the shrimp (*Penaeus vannamei*). In: China. 2007. p. 260-264.

⁵¹ GATESOUPÉ, FJ. The effects of three strains of lactic bacteria on the production rate of rotifers, (*Brachionus plicatilis*) and they dietary value for larval turbot, (*Scophthalmus masimus*). Aquaculture. 1991. p. 335-342.

⁵² WANG, Yan-Bo. Op. cit., p. 260-264.

⁵³ DING, X. Effects of probiotics on growth and activities of digestive enzymes of (*Penaeus vannamei*). 2004. p. 580-584.

⁵⁴ LARA – FLORES, M. Use of the bacteria (*Streptococcus faecium*) and (*Lactobacillus acidophilus*), and the yeast. (*Saccharomyces cereviceae*) as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture 216. 2003. p. 193-201.

y celulosa, lo cual vuelve a explicar los mejores crecimientos observados en las dietas con suplementos probióticos. Similares efectos han sido reportados en peces y camarones, en los cuales la digestión mostro un incremento considerable en la respuesta al probiótico en la dieta.

Wang⁵⁵ afirma que diferentes concentraciones de probióticos tuvieron diferentes efectos sobre la actividad enzimática, especialmente los de proteasas y amilasa. Sin embargo, la actividad de las enzimas digestivas no aumento con el incremento de la concentración de probióticos.

4.7 MICROORGANISMOS EFECTIVOS EM

Según EM Yucatán⁵⁶ los microorganismos efectivos o EM (sigla en Inglés de Effective Microorganisms) son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, que se han utilizado tradicionalmente en la alimentación. Contiene principalmente organismos beneficiosos de cinco grupos principales: Bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico, actinomicetos y hongos de fermentación, los cuales son explicados a continuación según el mismo autor:

(1) Bacteria Fotosintética (bacteria Fototrófica): son microorganismos autosuficientes e independientes, sintetizan las sustancias útiles producidas por la secreción de las raíces, materia orgánica y/o gases perjudiciales (como el sulfuro de hidrógeno) utilizando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias benéficas está compuestas por aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, todas las cuales ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas.

(2) Bacterias Acido Lácticas: las bacterias ácido lácticas producen ácidos a partir de azúcares y otros carbohidratos provenientes de las bacterias fotosintéticas y las levaduras. El ácido láctico es un potente esterilizador, que combate los microorganismos perjudiciales y acelera la descomposición de las materias orgánicas.

(3) Levaduras: las levaduras sintetizan y utilizan las sustancias antimicrobianas, a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas, así como las de la materia orgánica y de las raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, tales como hormonas y enzimas producidas por las levaduras incrementan la actividad celular y el número de raíces.

⁵⁵ WANG, Yan-Bo. Op. cit., p. 260-264.

⁵⁶ Distribuidores autorizados de los microorganismos efectivos Yucatan. Microorganismos efectivos EM. Mexico: EM Yucatan, (Citado el 2 de febrero del 2008). p. 1.

(4) Actinomicetes: tienen una estructura intermedia entre la de las bacterias y hongos, producen sustancias antimicrobianas a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas y por la materia orgánica, las cuales suprimen hongos dañinos y bacterias patógenas.

(5) Hongos de Fermentación: Los hongos de fermentación como *Aspergillus* y *Penicillium* actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, esteres y sustancias antimicrobianas, lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales y gusanos.

Este autor explica que el EM viene únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros; dura aproximadamente un año a partir de la fecha de envasado, se recomienda almacenarlo en un lugar fresco, oscuro y mantener el envase bien cerrado, no se debe aplicar directamente sobre la tierra o plantas.

EM Yucatán explica que el EM consiste en un 3% de EM, y un 5% de Melaza de caña de azúcar diluidos en un 92% de agua de buena calidad colocado en un recipiente herméticamente cerrado, esto se deja que fermente durante una o dos semanas, un olor agridulce y un PH bajo 3,9 indican que el proceso se ha completado.

4.7.1 Antecedentes. EM Yucatán⁵⁷ afirma que los microorganismos eficaces fueron desarrollados en forma de un cultivo líquido a lo largo de muchos años por el Profesor Dr. Teruo Higa, de la Universidad de Ryukyus, Okinawa, y el estudio se competa en 1982.

El mismo autor dice que en un principio el EM era considerado como una alternativa a los químicos de uso agrícola, pero ahora su uso se ha extendido a los campos ambiental, industrial y de la salud.

4.7.2 EM Research Organization (EMRO). EM Yucatán⁵⁸, Fundada en 1994, en Okinawa, Japón, EM Research Organization promueve y divulga la tecnología EM por todo el mundo a través de sus oficinas regionales, sucursales y anexas, compañías de alianzas estratégicas, ONG's, Fundaciones afiliadas y gobiernos locales. EM Research Organization tiene un equipo de 100 investigadores alrededor del mundo que conducen las investigaciones sobre el EM en diferentes campos para descubrir soluciones viables para los problemas ambientales y de salud existentes.

⁵⁷ Ibid. p. 1.

⁵⁸ Ibid. p. 1.

4.8 FERTILIZACIÓN

Bucheli⁵⁹ afirma que este proceso se realiza con el objetivo de garantizar el desarrollo del alimento natural en los estanques.

Según este autor los programas de fertilización deben orientarse sobre la base de análisis de agua que determinen las demandas de los nutrientes. Es importante la evaluación periódica de la calidad del agua, especialmente en temporadas de transición (invierno-verano) para caracterizar el impacto ambiental que estos cambios implican.

Bucheli explica que la fertilización inorgánica, tiene urea o nitrato de amonio como fuente de nitrógeno y superfosfato simple como fuente de fósforo, en una relación 10:1 (N:P). La aplicación es de 15–30 kg/ha. Después de realizada la fertilización, se adiciona agua 3 días, en láminas de 5–10 cm hasta alcanzar un nivel de 30–40 cm en precría ó 50–60 cm en engorde, para facilitar las reacciones de descomposición y liberación de nutrientes. El proceso de formación del alimento natural fluctúa entre 25– 30 días.

Según Talavera⁶⁰, el fitoplancton, que da origen a la productividad natural en el estanque, sirve como fuente alimenticia para el zooplancton y meiofauna. Las algas también proveen de lugares de fijación y sobre ellas puede crecer cierto tipo de bacteria benéfica.

Los tipos de fertilizantes que influyen en el crecimiento del fitoplancton, son: nitrógeno, fósforo y sílice. En granjas camaroneras con bajos niveles ambientales de sílice en el agua de entrada, usualmente se aplican a los estanques fertilizantes con este elemento para promover floraciones de diatomeas. Las diatomeas, tienen una cápsula gruesa basada en Si y por lo tanto tienen un mayor requerimiento de este compuesto que otras formas de fitoplancton; cuando el Si es deficiente, las diatomeas no se desarrollan bien (Talavera).

Este autor explica que la cantidad relativa de N a P disponible en el agua ejerce una influencia sobre el tipo de algas que domina en el estanque, cuando la tasa alcanza 15-20:1, es promovido el crecimiento de diatomeas. Para beneficiar la abundancia de diatomeas y clorofíceas sobre las azul-verdosas y dinoflagelados se debe seguir los siguientes lineamientos:

1. El nivel de fósforo reactivo deberá ser (P) > 0.1 ppm

⁵⁹ BUCHELI, Op. cit., p. 39.

⁶⁰ TALAVERA, Víctor. Fertilización de estanque de cultivo de camarón y tanques de precría. Ecuador: Nicovita, 1999. p. 1-2.

2. No agregar fertilizantes inorgánicos basados en N cuando ya existe suficiente N disponible.
3. Cuando el nivel de N es excesivo, aplicar adicionalmente P para obtener la tasa N:P apropiada.
4. Aplicar sílice cuando los niveles de este sean < 1.0 ppm, para proveer una ventaja competitiva para las diatomeas.

Martínez dice que el fitoplancton constituye el primer y más importante eslabón de la cadena trófica en la mayoría de los ecosistemas acuáticos y de su abundancia y composición depende una compleja comunidad de otros organismos incluyendo el zooplancton, el zoobentos y el necton. Se recomienda mantener un florecimiento vigoroso de fitoplancton desde unos días (5 a 10) antes de la siembra de las postlarvas o juveniles y durante el ciclo completo de cultivo. Esto contribuirá eficientemente a mantener una adecuada calidad del agua en los estanques, a través de diferentes mecanismos:

- El incremento en la producción de oxígeno a través de la fotosíntesis.
- Abatimiento de metabolitos y sustancias tóxicas como amonio, nitritos, ácido sulfhídrico, metales pesados y otras.
- Regulación del pH en la columna de agua y sedimento (un asunto muy importante en estanques con suelos ácido sulfatados).
- Prevención del desarrollo de algas filamentosas en el fondo que causan severos problemas de manejo en los estanques.
- Incremento de la turbidez de la columna del agua lo cual minimiza los problemas de predación por aves.
- Aumento del apetito y como consecuencia en el crecimiento y sobrevivencia (Wyban and Sweeney, 1991)

Según este autor no cualquier tipo de microalga es adecuada en un estanque de cultivo de camarón. Las diatomeas y algunos flagelados son considerados organismos deseables; sin embargo otras, como algunas especies de cianofitas, son consideradas especies indeseables por diversas causas, algunas son tóxicas para los organismos cultivados, otras dan olores y sabores indeseables a los tejidos de peces o camarones cultivados (Schrader and. Tucker, 2003; Shelby et al, 2004; Schrader et al, 2002.)

Según Fish and Lakes⁶¹ por el ingreso de los fertilizantes y otros nutrientes derivados de la acción del hombre, en los estanques se producen floraciones de algas que se pueden ver por su color. Este autor describe los siguientes tipos de algas según su coloración:

⁶¹ FISH AND LAKES. Algas tóxicas. Argentina: Lagos y lagunas. (Citado el 5 de Agosto del 2009). Disponible en Internet: <http://www.lagosylagunas.com/lagosverdes.html>. p. 1.

- Algas verde azuladas o azules (Cyanophytas): Su color varía desde verde azulado hasta rojo o púrpura dependiendo de la proporción de los pigmentos fotosintéticos especiales, la ficocianina (azul) y la ficoeritrina (rojo), que ocultan el color verde de la clorofila.
- Algas rojas (Rhodophytas): tienen pigmentos especiales rojos (ficoeritrina) y azules (ficocianina).
- Algas verdes (Chlorophytas): Las algas verdes se asemejan a las plantas superiores en que tienen clorofila A y B que les da la coloración verde.
- Algas pardas (Phaeophytas): También carecen de clorofila B, pero tienen otro tipo llamado clorofila C y pigmentos fotosintéticos especiales (fucoxantina, carotina y xantofila) cuya coloración oscila entre amarillo, rojo intenso y marrón que enmascara el color verde de la clorofila en las células vegetales.
- Algas diatomeas (Bacillariophytas): El citoplasma contiene el pigmento verde clorofila pero se mezcla con la xantofila (de color amarillento), la carotina y con la fucoxantina dándole a las diatomeas una apariencia castaño dorada con una pigmentación similar, aunque no idéntica, a la de las algas pardas.

Según Martínez⁶² la fertilización puede hacerse mediante fertilizantes orgánicos o inorgánicos y cada uno de ellos presenta ventajas y desventajas como se indica en la tabla 1.

Martínez comenta que no existe un régimen de fertilización que sea universalmente el mejor, puesto que la eficiencia de la fertilización depende de numerosos factores tales como, características del estanque (incluyendo el tipo de suelo), estacionalidad de temporadas de lluvia y sequía, características del agua de abasto, densidad de siembra, época del año, variables ambientales, entre otros. De acuerdo a esto, cada granja deberá determinar cual es el régimen de fertilización que mejor funciona para cada época y para cada situación, e inclusive en ocasiones para cada estanque.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de la utilización de fertilizantes inorgánicos o/y orgánicos.

Tipo fertilizante	Ventajas	Desventajas
Orgánicos	- Bajo costo - Varios macro y micro-nutrientes incluidos	- Disponibilidad variable - Composición variable - Posible contenido de contaminantes. - Eutroficación

⁶² MARTINEZ CORDOBA, Luis. Manejo de la productividad natural en el cultivo de camarón. México: Departamento de investigación científica de la Universidad de Sonora, 2004. p. 3-5.

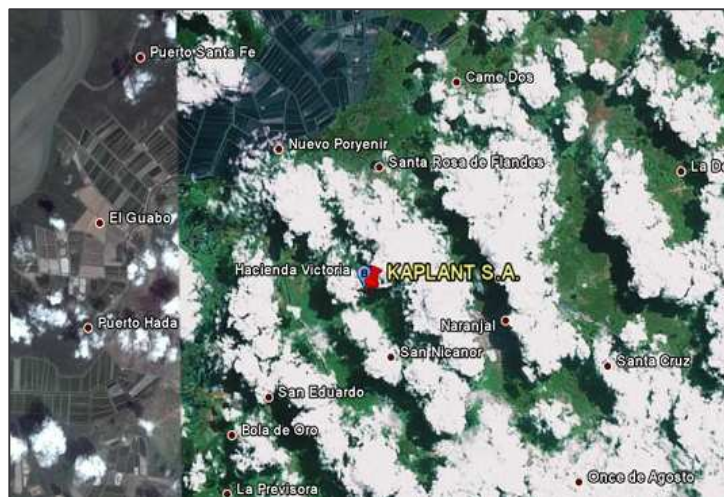
Inorgánicos	- Disponibilidad constante - Composición constante - Facilidad de ajustar los niveles de cada nutriente - No contaminantes	- Alto costo - Dificultad de distribución - homogénea en el estanque
--------------------	---	--

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se desarrollo en la camaronera KAPLANT S.A ubicada en la provincia de Guayas, cantón Balao, parroquia Balao a 76 km de la ciudad de Guayaquil con coordenadas latitud 2°48` Sur 59`` longitud 79°45` Oeste 38``, Figura 2.

Figura 2. Mapa de localización de la camaronera



5.2 PERIODO DE ESTUDIO

La investigación se realizó durante el periodo comprendido entre los meses de Febrero a Abril, en los cuales, se hizo la adecuación de los estanques, siembra y producción de los animales, se evaluó durante este tiempo el efecto de la interacción de una mezcla de microorganismos efectivos y el fertilizante inorgánico en la sobrevivencia y crecimiento del camarón blanco.

5.3 MATERIAL BIOLÓGICO

Para el desarrollo de la investigación se emplearon aproximadamente 3`047.250 Postlarvas (PL), distribuidas en todos los estanques, con un peso de 0.008g, las cuales se adquirieron en un laboratorio de maduración y posteriormente fueron transportadas a la camaronera para ser sembradas en los cuatro estanques.

5.4 INSTALACIONES Y EQUIPOS

La camaronera KAPLANT dispone de las siguientes instalaciones:

Estanques: para la investigación se utilizó cuatro estanques de los cinco que dispone la camaronera, como se indica en la Figura 3, y las áreas se las puede observar en la Tabla 2. Cada uno de los estanques dispone de dos compuertas de entrada y una de salida, y están conectados a un canal reservorio que les suministra agua a cada uno.

Figura 3. Vista aérea de la camaronera.



Tabla 2. Dimensiones de cada estanque

Estanques	Área (Ha)
1	10,74
2	11,07
3	9,75
4	9,07

- **Bodegas:** la camaronera tiene tres bodegas en las cuales se almacenan los diferentes insumos (alimento, probiótico, fertilizante, cal, entre otros).

5.4.1 Equipos, Materiales e Insumos. Para la realización del estudio se emplearon los siguientes elementos:

- **Termómetro** de precisión marca Taylor
- **Salinómetro**
- **pH meter** Horiba modelo D-21, MFG No. 306019
- **Balanza** Mettler Toledo BBA425-35M con capacidad de 1,5 kg a 3 kg y precisión de 0,5 a 1g.
- **Aireadores de paleta**
- **Bomba** de 7500 ft de altura máxima, 181 power, 135 HP, 2820 Hidle RPM bare energy, 2600 Kw full load RPM
- **Tanque de 500 L**
- **Pomas de 20 L**
- **Tanque de 1300 L**
- **Canoa:** Empleada para realizar las diferentes actividades de manejo, alimentación, aplicación del probiótico, muestreos.
- **Atarraya de 6,42m de diámetro:** Utilizada para la captura de los camarones.
- **Bolso:** Es la malla que se arma desde la compuerta de salida del estanque hasta la compuerta de entrada del reservorio con el fin de capturar los animales en el momento de su cosecha
- **Tinas contenedoras:** Son empleadas para almacenar los camarones que se capturan del bolso de cosecha.
- **Gavetas:** En estas se coloca el camarón con hielo para ser transportado en el camión a la empacadora.
- **Camiones de transporte para la cosecha**
- **Balde**
- **Fertilizante inorgánico N:P 20:1**
- **Alimento artificial**
- **Microorganismos efectivos** de acción probiótica
- **Melaza**

5.5 PLAN DE MANEJO

Las prácticas de manejo que se describen a continuación corresponden a las actividades que se realizan en la camaronera en su labor rutinaria de producción.

5.5.1 Preparación de los estanques para la siembra. La preparación se hizo de la siguiente manera, basándose en el protocolo del autor Solís⁶³:

- Limpieza de las compuertas de entrada y de salida, y su posterior sellamiento.
- Al siguiente día se dosificó cada estanque con 250 kg de carbonato de calcio por hectárea en las áreas de mayor descomposición y enseguida se aplicó 15 kg de fertilizante inorgánico 20:1 por hectárea, que hace parte de los tratamientos a evaluar. La coloración del agua permitió determinar el grupo de algas predominantes, según su pigmentación.
- Finalmente se procedió a llenar el estanque, para 10 días después sembrar.

5.5.2 Siembra de larvas. Se realizó el conteo de los animales mediante el método gravimétrico consistente en tomar tres muestras de un gramo, se cuenta el número de PL por gramo, se calcula el promedio y se cosecha los tanques necesarios hasta completar el pedido de animales.

En la Tabla 3 se observa el número de animales sembrados en cada uno de los estanques, así como la densidad utilizada; antes de ser depositados se realizó su aclimatación (27° C).

Tabla 3. Número de animales sembrados por estanque

No. Estanques	Área (Ha)	Densidad (PL/Ha)	No. Animales sembrados
1	10,74	75.000	805.500
2	11,07	75.000	830.250
3	9,75	75.000	731.250
4	9,07	75.000	680.250

5.5.3 Activación de los microorganismos efectivos (bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y hongos de fermentación). Para la realización de esta activación se utilizó un tanque de 500L, al cual se le adiciono 3% de probiótico, 5% de melaza y 92% de agua dulce; se dejó fermentar por dos semanas y se tomó el pH de la mezcla el cual debía estar en 3,9 como sugiere el fabricante, Figura 4.

⁶³ SOLIS, Franklin. Guía para manejo de camaronera. (Consultado el 15 de diciembre de 2007). Disponible en Internet, URL: http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/manejo_camaron.htm.

Figura 4. Almacenamiento del probiótico



Enseguida se procedió a realizar una segunda activación, para lo cual se tomó 1% del probiótico de la primera activación, 1% de melaza y 98% de agua salada, según la dosis para cada tratamiento; esta mezcla se dejó fermentar por 48 horas para posteriormente ser aplicado a cada estanque a 100 L/Ha.

5.5.4 Muestreos. Se realizó dos tipos de muestreos:

- **Muestreo de estado.** Se efectuó semanalmente desde que los animales alcanzaron un gramo de peso aproximadamente. El procedimiento consistió en sacar dos muestras al azar por estanque con una atarraya de 6,42 m de diámetro, a las cuales se les realizó una simple inspección visual de su estado (apariencia del telson, intestino, antenas, deformidad, muda), Figura 5 y 6.

Figura 5 . Captura de camarones con atarraya



Figura 6. Observación y Examinación de la muestra



Este muestreo permitió determinar el crecimiento de los camarones mediante el pesaje de las dos muestras, obteniendo finalmente el peso promedio de los animales.

▪ **Muestreo de población.** Se realizó semanalmente a partir de que los animales alcanzaron los 3,0 g de peso, con el fin de obtener un estimativo de la población existente hasta el momento y por tanto conocer el número de animales totales en cada estanque y la biomasa.

Esta actividad consistió en hacer 21 lances con una atarraya de 6,42 m de diámetro en cada estanque de forma que su distribución sea homogénea, posteriormente se contabilizó el número de animales por muestreo, finalmente se hizo un total de estos por todos los lances y se obtuvo el porcentaje aproximado de sobrevivencia, y con base a esos datos se calculó el suministro de alimento.

Con la siguiente fórmula se calculó el porcentaje de sobrevivencia:

$$\frac{Nat}{NI} = \frac{Nal}{D} = Nam * A = \frac{Nap}{Nas} = \%S$$

Donde:

- Nat: Número de animales totales obtenidos de todo el muestro
- NI: Número de lances totales
- Nal: Número de animales por lance
- Nap: Número de animales en el estanque
- Nas: Número de animales sembrados
- Nam: Número de animales por metro de diámetro de atarraya
- %S: Estimativo del porcentaje de sobrevivencia
- D: Diámetro de la atarraya
- A: Área del estanque en m²

5.5.5 Alimentación. Siguiendo el protocolo de la camaronera, la alimentación se efectuó con un balanceado del 35% de proteína hasta cuando los animales alcanzaron un gramo, y con el 28 al 25% de proteína de un gramo en adelante. La alimentación se efectuó dos veces al día y se distribuyó en los comederos.

5.5.6 Bombeo de agua. El bombeo de agua se efectuó 4 veces por semana, durante cuatro horas por día a 1200 RPM (revoluciones por minuto) con un caudal de 0.7m³/s hacia un reservorio de 1,62 hectáreas y volumen de 14.577 m³, el cual abasteció los cuatro estanques destinados para el estudio.

5.5.7 Cosecha. La cosecha se realizó a los 76 días del cultivo. Se extrajo con gavetas el camarón acumulado en el bolso y se lo colocó en los contenedores grandes (2500 lb de capacidad); una vez se llenaron se procedió a desocuparlos pasando el camarón a las gavetas en cantidades de 25 a 35 lb dependiendo de las exigencias de la empacadora.

5.6. TRATAMIENTOS

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 2², con 4 tratamientos, 2 factores que correspondieron a los microorganismos efectivos y un fertilizante y dos niveles por factor que correspondieron a las dosis de los factores:

Tratamiento T1: fertilizante en dosis 10 kg/Ha + microorganismos efectivos en dosis 11 L. (F₀M₀)

Tratamiento T2: fertilizante en dosis 10 kg/Ha + microorganismos efectivos en dosis 15 L. (F₀M₁)

Tratamiento T3: fertilizante en dosis 15 kg/Ha + microorganismos efectivos en dosis 11 L. (F_1M_0)

Tratamiento T4: fertilizante en dosis 15 kg/Ha + microorganismos efectivos en dosis 15 L. (F_1M_1)

Factor 1 (M): Microorganismos efectivos

Niveles:

$M_0=11$ L

$M_1= 15$ L

Factor 2 (F): Fertilizante inorgánico

Niveles:

$F_0= 10$ kg/Ha

$F_1= 15$ kg/Ha

5.7 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Las hipótesis planteadas fueron:

- **Hipótesis nula H_0 :** $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ El efecto medio de los tratamientos es igual.
- **Hipótesis alterna H_1 :** $\mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$. Existe por lo menos un tratamiento que presenta un efecto medio diferente.

5.8 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El modelo que represento este experimento, considerando que se evaluó con submuestreo, es el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + M_i + F_j + (MF)_{ij} + \varepsilon_{k(ij)} + n_{s(ijk)}$$

con:

$i, j = 1, 2$

$k=1, \dots, r$.

Y_{ijk} = respuesta de la k-esima muestra, sometidas a los factores i,j.

M_i = Efecto del i-esimo nivel del factor microorganismos.

F_j = efecto del j-esimo nivel fertilizantes.

$\varepsilon_{k(ij)}$ = error experimental.

$n_{s(ijk)}$ = error de muestreo.

Cada unidad experimental correspondió a un tratamiento y estuvo conformada por uno de los cuatro estanques que se utilizó con el número de animales distribuidos según el área de cada estanque sembrado a una densidad de 7 animales por m².

En cuanto a las pruebas estadísticas se realizó un análisis de varianza para el incremento de peso y una prueba de Tukey para los tratamientos que mostraron diferencias significativas; para el caso de la sobrevivencia, la comparación se realizó utilizando la prueba de Brand-Snedecor⁶⁴ con 95% de confiabilidad, representada en la fórmula:

$$\chi^2_c = \frac{[\sum a_i \cdot p_i] - [p \cdot \sum a_i]}{pq}$$

Donde:

a_i = frecuencia absoluta en cada clase por la probabilidad de cada clase

p = probabilidad promedio del evento favorable = probabilidad éxito promedio

q = probabilidad promedio del encuentro no favorable = probabilidad encuentro no favorable

La regla de decisión es: si $\chi^2_c > \chi^2_t$ se rechaza la H_0 ; χ^2_t , con 3 grados de libertad y 95% de confiabilidad.

5.9 VARIABLES EVALUADAS

5.9.1 Crecimiento. se relaciona con el peso y la talla del animal, y para su determinación se hizo un muestreo semanal donde se tomó cierta cantidad de camarones y se promedió el peso, para poder evaluar su incremento con la siguiente fórmula, (Caicyt⁶⁵, 1987):

$$IP = Pf - Pi$$

Donde:

IP: Incremento de peso

PF: Peso final en gramos

PI: Peso inicial en gramos

⁶⁴ SNEDECOR, George y GOSSET, William. Diseños experimentales. Mexico Df, Mexico: Editorial. Continental, 1977. p. 300.

⁶⁵ CAICYT. Alimentación en acuicultura II. España: Industrias gráficas. 1987. p. 318.

5.9.2 Sobrevivencia. se define como el número de animales vivos durante el cultivo y se midió mediante el muestreo de población el cual dio un estimativo del número de animales existentes, la siguiente es la fórmula para su determinación (Caicyt⁶⁶, 1987):

$$\frac{Nat}{Nl} = \frac{Nal}{D} = Nam * A = \frac{Nap}{Nas} = \%S$$

5.9.3 Conversión alimenticia aparente. Es la relación entre unidades de alimento suministrado y unidades de peso incrementado durante un periodo de observación y se calcula con la siguiente fórmula, (Caicyt⁶⁷, 1987):

$$C.A.A = \frac{A.S}{I.P}$$

Donde:

C.A.A: Conversión alimenticia aparente

A.S: Alimento suministrado en gramos

I.P: Incremento de peso en gramos

5.9.4 Análisis parcial de costos. Se implementó teniendo en cuenta el valor de las larvas, consumo de alimento artificial, cantidad de probiótico, cantidad de fertilizante, mano de obra, bombeo de agua. Con base en estos se calculó la relación beneficio-costos y la rentabilidad aparente, para determinar el mejor tratamiento desde el punto de vista económico con la fórmula (Caicyt⁶⁸, 1987):

$$B-C = \frac{IT}{CT}$$

Donde:

B-C: Relación beneficio-costos

IT: Ingreso total (Libras de producción por precio de venta)

CT: Costo total (Costos fijos más costos variables)

⁶⁶ Ibid., p. 318.

⁶⁷ Ibid., p. 318.

⁶⁸ Ibid., p. 318.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 CRECIMIENTO

Tal como se indica en la Tabla 4, el promedio de peso final fue de $17,97 \pm 0,36$ g en el tratamiento T1, $13,59 \pm 0,23$ g en el tratamiento T2, $18,84 \pm 0,19$ g en el tratamiento T3 y $14,83 \pm 0,41$ g en el tratamiento T4 (Figura 7). En la misma, se muestran los resultados de incremento de peso semanal promedio, cuyos valores son de $1,90 \pm 0,89$ g en el tratamiento T1, $1,41 \pm 1,01$ g en el tratamiento T2, $2,01 \pm 1,28$ g en el tratamiento T3, $1,53 \pm 0,83$ g en el tratamiento T4 (Figura 8).

Tabla 4. Peso (P) e Incremento de peso (IP) semanal

Tratamiento	Peso (g)			IP(g)		
	Media	S	%CV	Media	S	%CV
T1	17,97	0,36	2,01	1,90	0,89	4,69
T2	13,59	0,23	1,68	1,41	1,01	7,18
T3	18,84	0,19	1,00	2,01	1,28	6,38
T4	14,83	0,41	2,78	1,53	0,83	5,43

S: Desviación estándar

CV: Coeficiente de variación

Figura 7. Peso promedio final de los camarones (g)

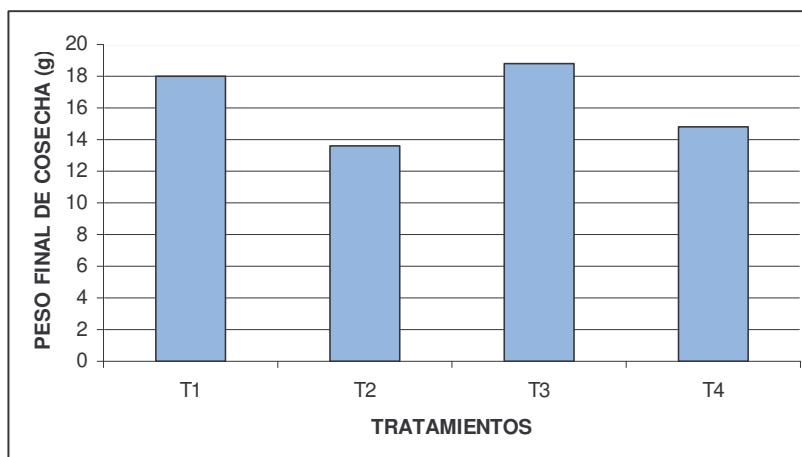
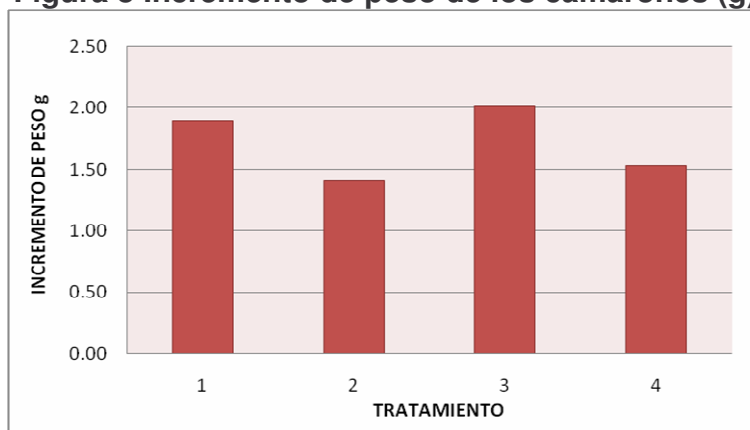


Figura 8 Incremento de peso de los camarones (g)

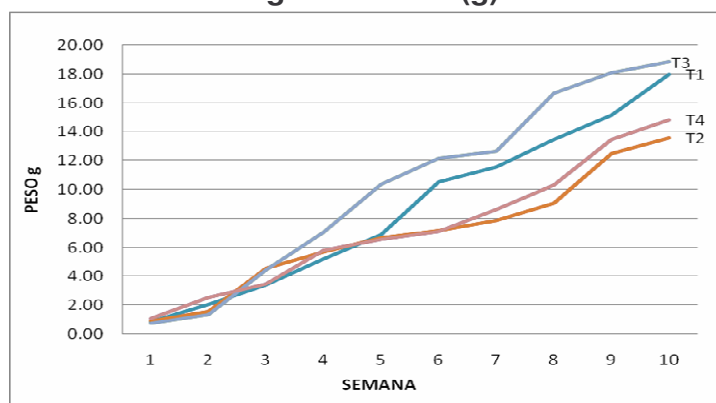


El análisis de varianza para el incremento de peso indica que no existen diferencias significativas entre los niveles del Factor 1, correspondientes a las dosis de microorganismos efectivos 11 y 15L, mientras que para los niveles del Factor 2, que corresponden a las dosis de fertilizante 10 y 15 kg/Ha, se encontraron diferencias estadísticas significativas con un nivel de confiabilidad del 95% (Anexo E), demostrando que la efectividad del probiótico es igual en cualquiera de las dos dosis, mientras que en el fertilizante inorgánico la dosis tienen un efecto diferente. Además no se evidenciaron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos, los cuales correspondieron a las interacciones entre los niveles de los dos factores, indicando de esta manera las bondades de utilizar probióticos a bajo nivel 11L y fertilizante en dosis mayor 15 kg.

Lo anterior se ratifica en la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha = 0,05$), la cual estableció diferencias significativas en el Factor 2 (fertilizante) y ninguna significancia en Factor 1(microorganismos efectivos) (Anexo F), por lo tanto se interpreta que el tratamiento T3, correspondiente a la adición simultanea de 15 kg/Ha de fertilizante y 11L microorganismos efectivos concentrados, presentó el mejor resultado tal como se describe en la Figura 9, e indica que el mayor crecimiento se dio a la menor concentración de microorganismos efectivos (bacterias fotosintéticas, ácido láctico, levaduras, actinomicetos y hongos de fermentación) contrario a lo que ocurrió en los estudios de Wang⁶⁹, donde se logró incrementar los pesos de *P. vannamei* aumentando la concentración de probiótico, bacterias fotosintéticas y *Bacillus sp*, sin embargo este autor deduce que la calidad del probiótico es uno de los factores más importantes para la respuesta zootécnica del camarón.

⁶⁹ WANG, Yan-Bo. Op. cit., p. 259-264.

Figura 9. Peso (g)



Es importante aclarar que el nivel alto de fertilizante puede ser combinado con cualquiera de los niveles de microorganismos, dado que en estos últimos no existen diferencias significativas, sin embargo el nivel bajo de microorganismos es menos costoso por lo cual se recomienda aplicar el T3 que combina el alto nivel de fertilizante 15 kg/Ha y el bajo nivel de microorganismos efectivos 11L.

En estudios realizados por Martínez⁷⁰ en camarón azul (*P. stylirostris*) la curva de crecimiento muestra que en la semana diez el camarón alcanza aproximadamente 10 gramos, mientras que en el presente estudio en la misma semana, el camarón blanco reporta un peso aproximado de 13,67 a 19,17 gramos, demostrando que su crecimiento es más eficiente que el del camarón azul, comparación que se realiza en el contexto de las evaluaciones presentadas en estas investigaciones.

Por otra parte se debe analizar que el buen crecimiento del camarón se puede deber al incremento de la actividad enzimática digestiva (Wang⁷¹), debido a la interacción del probiótico con las partículas de alimento en el agua antes de ser digeridas por los animales, de manera que al entrar al tracto digestivo parte de los microorganismos efectivos son retenidos como microflora residente, lo cual es

⁷⁰ MARTÍNEZ, Luis. Op. Bases claves y científicas para el cultivo de camarones peneidos. México: A.G.T. editor S.A. 1993. 2p.

⁷¹ Ibid., p.262-263.

analizado por Dopazo⁷², argumentaciones que son pertinentes con los hallazgos reportados en la presente investigación.

Por otra parte se puede comentar que el rápido incremento de peso de los camarones redujo el tiempo de producción de 90 días a 76 días, lo cual según Griffith⁷³ es uno de los efectos benéficos de la utilización de probióticos, introducido en Ecuador desde 1992 lográndose disminuir 7 días por mes, además los volúmenes de producción se incrementaron 35% y el uso antimicrobial decreció 94%, aspectos que en la presente investigación también son evidentes.

La adición de fertilizante inorgánico 20:1 sugerido por Talavera⁷⁴ para promover el crecimiento de diatomeas en dosis más alta 15 kg/Ha pudo favorecer según Maeda⁷⁵ el crecimiento de otros microorganismos como bacterias beneficiosas que aportan al funcionamiento de los animales, permitiéndoles un mejor crecimiento; Álvarez⁷⁶ complementa diciendo que estas algas bacillariophytas además de ser fuente de alimento para los mismos son de importancia nutricional cuando son empleadas directamente como alimento para postlarvas y larvas de camarón.

De acuerdo a Rodríguez⁷⁷ la ganancia de peso semanal se ve influenciada directamente por la densidad de siembra por hectárea en los estanques, de manera que en densidades de 20.000 a 25.000 animales por hectárea el incremento de peso semanal es de 1,8 a 2,0 g, mientras que a densidades más altas de 50.000 a 60.000 animales por hectárea el incremento es de 0,7 a 0,8 g. Tomando como referencia lo expuesto anteriormente y comparándolo con los datos de la presente investigación donde el incremento de peso promedio semanal a una densidad de siembra de 75.000 animales por hectárea fue de 1,41 a 2,01 g, se deduce que el crecimiento de los animales fue bueno, a pesar de que la densidad de siembra fue alta.

Martínez⁷⁸ complementa lo expuesto anteriormente por Rodríguez, diciendo que el *P. vannamei* puede alcanzar una talla comercial de 20 g en un tiempo de 4 a 6

⁷² DOPAZO, C. Inhibitory activity of antibiotic-producing marine bacteria against fish pathogens. J. Appl. Bacteriol. 65. 1988. p. 97-101.

⁷³ GRIFFITH, D.R.W. Microbiology and the role of probiotics in Ecuadorian shrimp hatcheries. In: Javens, P., Jaspers, E., Roelands, I. (Eds), larvi '91 – fish and crustacean larviculture symposium. Europa: European Aquaculture Society, Gent., 1995. p. 478.

⁷⁴ TALAVERA, Victor. Op. cit., p. 1-2.

⁷⁵ MAEDA, M. Effect of bacterial population on the growth of a prawn larva, (*Penaeus monodon*). Japan: Bull. Natl. Res. Inst. Aquacult. 21. 1992. p. 25-29.

⁷⁶ ALVARES, Henry. Componentes del agua importantes en fitología; Folleto de algas. Ecuador: Escuela Superior politécnica del Litoral, 1994. p. 3.

⁷⁷ RODRÍGUEZ, Horacio. Fundamentos de acuicultura marina. Colombia: INPA. 1995. p. 95.

⁷⁸ MARTÍNEZ, Luis. Op. cit., p. 28.

meses, a una densidad de 50.000 a 75.000 animales por hectárea, lo que demuestra que el crecimiento en la presente investigación fue rápido debido a que en un periodo de 76 días y a una densidad de siembra de 75.000 animales por hectárea se logró un peso de 13,59 a 18,84 g., lo cual se evidencio de manera directa en la interacción de los microorganismos efectivos y el fertilizante inorgánico.

6.2 SOBREVIVENCIA

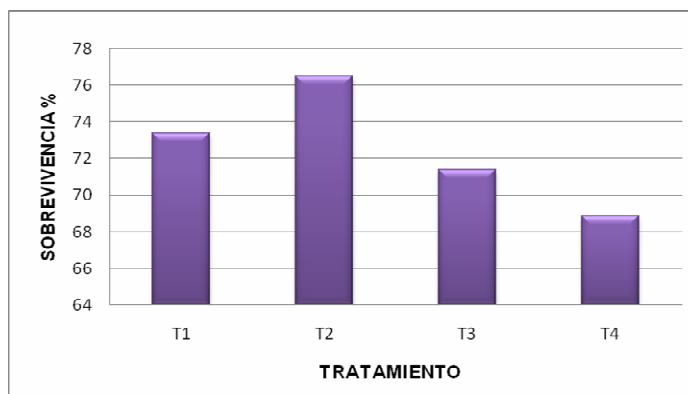
En la Tabla 5 se presentan los resultados correspondientes al parámetro de sobrevivencia; allí se observa que el promedio para esta variable fue de $73,38 \pm 20,10\%$ para el tratamiento T1; $76,50 \pm 8,37\%$ para el tratamiento T2; $71,38 \pm 19,46\%$ para el T3 y $68,85 \pm 17,02\%$ en el T4, los coeficientes de variación observados para cada una de las unidades experimentales, se encuentran dentro de rangos normales que indican un buen manejo de los tratamientos evaluados.

La prueba de Brand Snedecor (Anexo D) indica que entre los cuatro tratamientos existen diferencias significativas, con un 95% de confiabilidad, confirmando desde el punto de vista estadístico que el mejor tratamiento es el T2 (Figura 10).

Tabla 5. Porcentaje de sobrevivencia de los tratamientos

Tratamiento	Sobrevivencia %		
	Media	S	CV
T1	73,38	20,10	27,39
T2	76,50	8,37	10,94
T3	71,38	19,46	27,27
T4	68.85	17.02	24.72

Figura 10. Porcentaje de sobrevivencia de los tratamientos



De acuerdo con los informes y reportes productivos de la empresa camaronera Kaplant se considera que valores menores al 50% corresponden a una baja sobrevivencia, por lo tanto los resultados obtenidos en la presente investigación de 68,85 a 76,50% son altos al ser comparados con datos de anteriores cosechas.

Con respecto a estos resultados obtenidos se puede destacar lo comentado por Villanueva⁷⁹, quien afirma que la sobrevivencia es uno de los factores relevantes en el cultivo del camarón *P. vannamei* y de otras especies acuícolas; por cuanto a mayor sobrevivencia, mayor biomasa de cosecha, aspecto que durante las temporadas de crisis del sector camaronero ecuatoriano y mundial, ha sido afectado negativamente por factores sanitarios, virosis y bacteriosis, causantes de mortalidades cercanas al 90%, como lo confirma Rodríguez⁸⁰, por otra parte es oportuno destacar que la calidad del agua es un aspecto directamente relacionado con las anteriores consideraciones, el cual en la presente investigación se maneja adecuadamente, tal como se observa en los reportes del anexo H.

Además Balcazar⁸¹ complementa la idea de Rodríguez al manifestar que diversas investigaciones han demostrado que la calidad del agua ha sido asociada especialmente con *Bacillus sp*; por cuanto las bacterias gram positivas son buenas convertidoras de materia orgánica. Durante el ciclo productivo del estanque los altos niveles de estas bacterias pueden minimizar las partículas de carbono orgánico. El mismo autor concretamente ha reportado que el uso de *Bacillus sp* mejora la calidad de agua, la sobrevivencia, y el estado de salud de los camarones juveniles *P. monodon*, y reduce los vibrios patógenos; los anteriores reportes ratifican los resultados obtenidos en esta investigación.

A este respecto, Dalmin⁸² afirma que la aplicación del probiótico a base de microorganismos efectivos reduce los vibrios patógenos, con lo cual se mejora las condiciones de cultivo y crecimiento del camarón, por lo tanto es valido resaltar que la interacción de la mezcla de microorganismos efectivos (Factor 1) en dosis de 15 L y el fertilizante inorgánico (Factor 2) en dosis de 10 kg, adicionados al agua de los diferentes estanques produjeron efectos positivos en cuanto a la sobrevivencia del camarón blanco en la etapa de levante y engorde, puesto que también aquí se inhibió la presencia de vibriosis.

Por otra parte Balcazar⁸³ menciona que el uso de *V. alginolyticus* como probiótico ha sido recomendado para incrementar la sobrevivencia de postlarvas de

⁷⁹ VILLANUEVA, Margy. Op. cit., p. 10-50.

⁸⁰ RODRIGUEZ, Horacio. Op., cit. p. 96.

⁸¹ BALCAZAR, Luis. Op. cit., p. 175-183.

⁸² DALMIN. Effect of probiotics on bacterial population and health status of shrimp in culture pond ecosystem. Indian J. Exp. Biol: 39. 2001. p. 939-942.

⁸³ BALCAZAR, Luis. Op. cit., p. 175-183.

camarón *P. vannamei* en Ecuador, ya que la exclusión competitiva de las bacterias potencialmente patógenas, reduce o elimina la necesidad de profilaxis antibiótica en sistemas intensivos de larvicultura. Se puede anotar, que los altos niveles de sobrevivencia obtenidos en este trabajo probablemente se relacionan con los efectos benéficos de la mezcla probiótica utilizada, ya que durante la fase de levante y engorde no hubo necesidad de utilizar antibióticos, práctica que desafortunadamente se haya generalizada en el cultivo de camarón (Wang⁸⁴).

Comparando los resultados de sobrevivencia obtenidos con la aplicación del probiótico a base de microorganismos efectivos, con los estudios de Rengpipat⁸⁵ sobre el incremento de la respuesta inmune del *P. monodon* a través de una bacteria probiótica *Bacillus S11*, el cual reporto que después de la exposición al *V. harveyi* los camarones tratados con el probiótico tuvieron una sobrevivencia significativa de 54,3% y los camarones que no fueron tratados 35,5%; por lo que es oportuno, nuevamente resaltar los buenos resultados de la presente investigación con sobrevivencia del 68,85 a 76,50%.

Una razón por la que la sobrevivencia obtenida al final del ciclo productivo fue alta en comparación con el estudio de Rengpipat puede ser el uso de diferentes especies de microorganismos, lo cual es sugerido por Noh⁸⁶ y Bogut⁸⁷, quienes afirman que esta mezcla probiótica genera mejores beneficios para los animales, por cuanto es posible que en el probiótico aquí evaluado cada microorganismo puede incrementar el efecto de los otros, fenómeno ausente en productos a base de un solo tipo de microorganismos.

Desde la perspectiva de la aplicación del fertilizante inorgánico en relación nitrógeno-fosforo de 20:1 sugerido por Talavera⁸⁸, se analiza que pudo favorecer el florecimiento de diatomeas en los estanques, las cuales se observaron durante el ciclo productivo mediante su coloración amarilla en el agua indicando su prevalencia entre otros tipos de algas, método sugerido por Fish and Lakes⁸⁹; por cuanto Talavera afirma que el fitoplancton que da origen a la productividad natural en el estanque es fuente alimenticia para el zooplancton, meiofauna y camarón, sirviendo también como lugar de fijación para cierto tipo de bacterias benéficas que aportan a la salud de los animales.

⁸⁴ WANG, Yan-Bo. Effect of probiotics on growth performance and digestive enzyme activity of the shrimp (*Penaeus vannamei*). 2007. p. 259-264.

⁸⁵ RENGPIPAT, Siriat. Op., cit., p. 301-313.

⁸⁶ NOH, S.H. Effect of antibiotics, enzyme, yeast cultura and probiotics on the growth performance of Israeli carp. Korea J. Anim. Sci. 36. 1994. p. 480-486.

⁸⁷ BOGUT, I. Influence of probiotic (*Streptococcus faecium*) M74 on growth and content of intestinal microflora in carp (*Cyprinus carpio*). Czech J. Anim. Sci 43. 1998. p. 231-235.

⁸⁸ TALAVERA, Op., cit. p. 1-2.

⁸⁹ FISH AND LAKES. Algas tóxicas. Argentina: Lagos y lagunas. (Citado el 5 de Agosto del 2009). Disponible en Internet: <http://www.lagosylagunas.com/lagosverdes.html>. p. 1.

En cuanto a la sobrevivencia Maeda⁹⁰ comenta que los porcentajes de este parámetro se mantienen altos con la adición de diatomeas durante la fase larval de peneidos *P. monodon* y *P. penicillatus*, debido a que estas permiten el crecimiento de otros microorganismos que pueden tener efecto benéfico sobre el funcionamiento de los animales. En la presente investigación se destaca la importancia de la aplicación del fertilizante para garantizar el buen crecimiento de algas, especialmente del grupo de las diatomeas, las cuales según Páez⁹¹ son consideradas mejores que las cianobacteria, ya que aportan nutrientes que benefician el estado de salud del camarón, y con esto permiten mantener la sobrevivencia en altos niveles.

En la relación sobrevivencia y crecimiento se puede analizar que este último se puede afectar cuando el número de animales vivos en el estanque se conserva alto durante todo el periodo de cultivo, lo anterior se ratifica en los resultados obtenidos en el T2 que tiene la mayor sobrevivencia entre los tratamientos 76,50% y el menor incremento de peso 1,41 g.

6.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE

En la Tabla 6 y Figura 11 se presentan los resultados correspondientes a la conversión alimenticia aparente; se observa que el promedio para esta variable fue de 0,35 para el T1, 0,73 para el T2, 0,57 para el T3, 0,94 para el T4 y el promedio total de todos los tratamientos fue de 0,65.

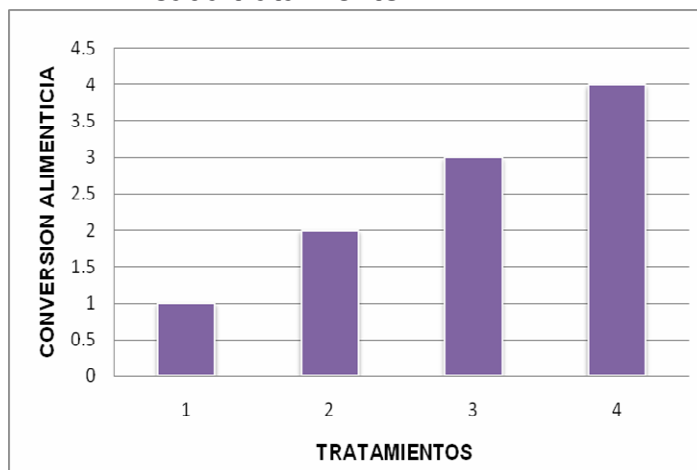
Tabla 6. Resumen estadístico de conversión alimenticia aparente para cada tratamiento

Tratamiento	Frecuencia	Media	Mediana	S	CV %
1	9	0,35	0,22	0,30	85,60
2	9	0,73	0,34	0,65	89,44
3	9	0,57	0,18	0,85	150,09
4	9	0,94	0,59	0,99	105,82

⁹⁰ MAEDA, M. Op. cit., p. 25-29.

⁹¹ PÁEZ, Federico. Camaronicultura y medio ambiente. México: Instituto de ciencias de mar y limnología. 2001. P. 146-149.

Figura 11. Conversión alimenticia aparente para cada tratamiento



En el Anexo G se presentan los resultados del análisis de varianza factorial para la variable conversión alimenticia aparente, en donde se observa la ausencia de diferencias significativas entre los diferentes niveles de los dos factores ($p>0,05$), lo cual indica que la conversión alimenticia no es afectada al incrementar la dosis de fertilizante (factor 2), ni la dosis de microorganismos efectivos (factor 1) y por lo tanto todos los animales aprovecharon el alimento con la misma eficiencia.

En relación a esta variable, Alicorp⁹², considera que una buena tasa de conversión alimenticia debería estar entre 0,6 y 1,0, para lograr un rápido y buen crecimiento de los camarones. Para este autor es importante la utilización de comederos y varias dosis de alimento para lograr los valores comentados, lo cual se tuvo presente en el desarrollo de esta investigación donde el promedio de conversión alimenticia aparente de los cuatro tratamientos fue de 0,65.

Este resultado de conversión alimenticia aparente y sobrevivencias que van de 68,85 a 76,50 se consideran aceptables al ser comparados con los resultados obtenidos por NSLE⁹³ en su investigación donde se obtuvo un igual porcentaje de sobrevivencia a una mayor conversión alimenticia 1,5, demostrando que hubo una menor asimilación de alimento y/o desperdicio de este en el estanque, lo que aumenta los costos de producción por balanceado y reduce los ingresos.

⁹² ALICORP. Tasa o conversión alimenticia en el cultivo de camarón. Ecuador: Boletín Nicovita, Edición Tumpis. 1997. 1-2. p.

⁹³ NSLE. Camarones. Nicaragua: Sugar Estates Limited. 2009. p. 1.

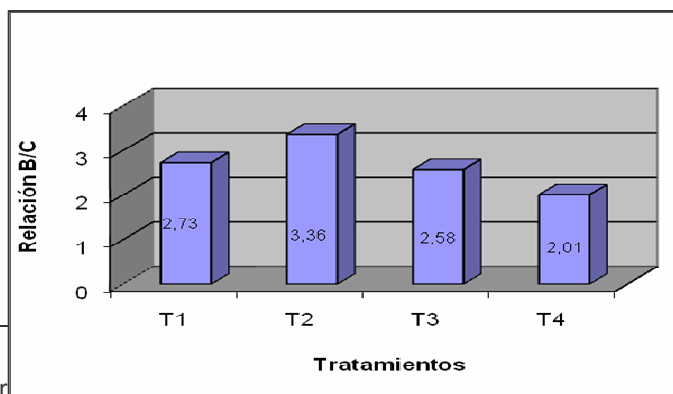
Los resultados obtenidos también se relacionan con lo afirmado por Viacava⁹⁴, para quien los comederos permiten reducir la conversión alimenticia de manera que en su investigación logró bajarla de 1,7 a 1,2, cosechando en ciclos de 120 días animales de 14 - 16g. Los valores de conversión alimenticia en cultivo de *P. schmitt* disminuyeron de 3,9 a 2,6 al implementar alimentación en comederos, sin afectar el rendimiento ni el peso final de los camarones, pero produciéndose un ahorro de más del 30% en alimento bajo este sistema (Artiles⁹⁵). Al igual que en las investigaciones realizadas por Viacava y Artiles, en la presente investigación se utilizaron comederos que beneficiaron el ciclo de producción al permitir obtener conversiones alimenticias aparentes apropiadas de 0,35 a 0,94, como sugiere Alicorp⁹⁶.

6.4 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS

En este análisis se consideró, los costos por alimento artificial, mano de obra, cantidad de fertilizante, cantidad de probiótico, bombeo de agua, compra de larvas, para los diferentes tratamientos y se determinó la relación beneficio costo (Tabla 7).

El tratamiento T2 (fertilizante en dosis 10kg/Ha y microorganismos efectivos en dosis 15L) registró los mejores resultados en cuanto a relación beneficio-costo (Figura 12 y Tabla 7), indicando que por unidad monetaria invertida se obtiene 3,36 pesos de ingresos.

Figura 12. Relación beneficio-costo para los cuatro tratamientos



⁹⁴VIACAVA, M. Feeder

lture. 1995. 11 – 17.

p.

⁹⁵ ARTILES, M.A. Manejo del alimento en el engorde semi - intensivo del camarón blanco (*Penaeus schmitti*) utilizando comederos. Cuba: Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras. 1996. 10 - 14. p.

⁹⁶ ALICORP. Op. cit., p.1-2

Tabla 7. Costos e ingresos de producción durante el periodo experimental en pesos

Tratamiento	Costo Total	Camarón (lb)	\$ Precio Camarón (lb)	Ingreso Bruto	Ingreso Neto	Beneficio costo
1	25.608.770	14422	4840	69.804.029	44.195.259	2,73
2	25.933.710	18029	4840	87.262.248	61.328.538	3,36
3	31.792.750	16917	4840	81.876.489	50.083.739	2,58
4	32.727.310	13576	4840	65.708.808	32.981.498	2,01

Lo anterior se explica debido a que el T2 presentó la mejor sobrevivencia y los mayores ingresos por la cantidad de camarones vivos cosechados, lo cual se ratifica en la Tabla 8.

Según los datos obtenidos en la Tabla 8 y la Figura 13 se aprecia que el T4 fue el tratamiento más costoso, debido a que utilizó la mayor dosis de fertilizante inorgánico 15 kg/Ha y la mayor dosis de microorganismos efectivos 15 L, caso contrario ocurrió con el T1 que fue el de menor costo debido a que empleó las dosis más bajas de fertilizante inorgánico 10 kg/Ha y microorganismo efectivos 11L, sin embargo la relación beneficio-costos es menor que la del T2 por cuanto los ingresos son mucho menores en razón a su baja sobrevivencia.

Con los datos reportados en la Tabla 8 y Figura 14 se analiza que el T2 generó la mayor ganancia a bajos costos de producción y la mejor sobrevivencia entre los cuatro tratamientos 76,50%, permitiendo ratificar que la sobrevivencia es la variable relevante para obtener la mejor rentabilidad, sin desprestigiar la importancia de las otras dos variables, crecimiento y conversión alimenticia, las cuales aportan en la obtención de una buena sobrevivencia.

Tabla 8. Costos e ingresos de producción por hectárea en pesos

Tratamiento	Estanque Ha	\$Costo por Ha	\$Ingreso Neto por Ha
1	10,74	2.384.429	4.115.015
2	9,75	2.659.868	6.290.107
3	11,07	2.871.974	4.524.276
4	9,07	3.608.303	3.636.328

Figura13. Costo de producción por Ha para cada tratamiento en pesos

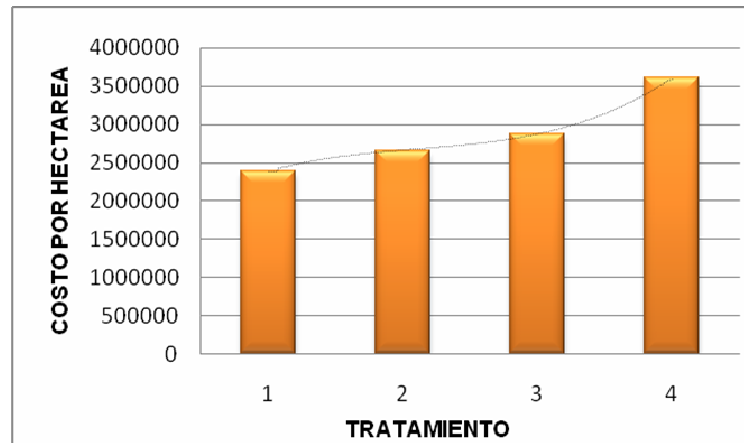
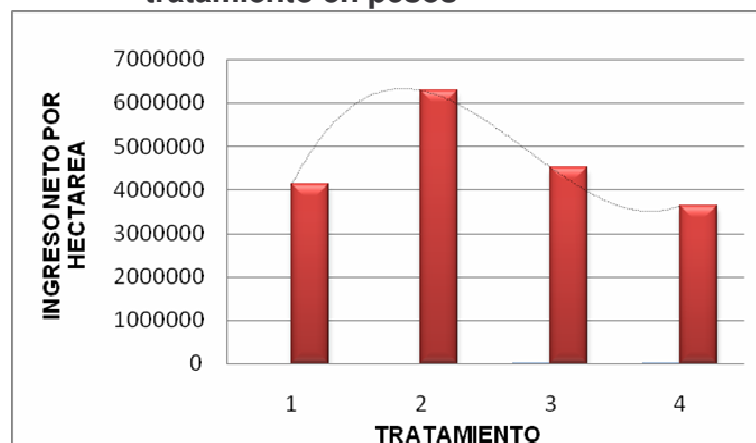


Figura 14. Ingreso de producción por Ha para cada tratamiento en pesos



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

6.1.1 La adición simultánea de la mezcla de microorganismos efectivos y el fertilizante inorgánico (T2) determinaron en términos absolutos y estadísticos la mejor sobrevivencia, del 68,85 al 76,50%.

6.1.2 Se encontró diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con respecto a la variable sobrevivencia, siendo mejor el T2 (76,50%).

6.1.3 La adición simultánea de la mezcla de microorganismos efectivos y el fertilizante inorgánico (T3) determinaron en términos absolutos y estadísticos el mejor crecimiento en los animales, con un peso final de 13,59 a 18,84 g.

6.1.4 En cuanto al incremento de peso no existen diferencias significativas entre los niveles del Factor 1, correspondientes a las dosis de microorganismos efectivos (11 y 15L), mientras que para los niveles del Factor 2, que corresponden a las dosis de fertilizante (10 y 15 kg/Ha), se encontraron diferencias estadísticas significativas, siendo mejor la dosis alta.

6.1.5 El efecto del probiótico no muestra diferencias significativas entre los dos niveles (11 y 15L), lo cual indica que es posible aplicar cualquiera de las dosis obteniendo el mismo resultado en el incremento de peso.

6.1.6 Con respecto a la conversión alimenticia aparente se encontró que estadísticamente todos los camarones de las unidades experimentales aprovecharon el alimento con igual eficiencia.

6.1.7 Según el índice costo-beneficio, T2 fue el mejor tratamiento, el cual indica que por cada unidad monetaria invertida se obtendría 3,36 unidades en recuperación de capital.

6.2 RECOMENDACIONES

- 6.2.1 En producción de camarón priorizar el uso de probióticos sobre el empleo de antibióticos.
- 6.2.2 Estudiar el efecto de la mezcla de microorganismos efectivos sin la interacción del fertilizante inorgánico.
- 6.2.3 Evaluar el efecto de los probióticos autóctonos frente a los utilizados en la presente investigación.
- 6.2.4 Realizar pruebas de desafío a nivel de laboratorio, para evaluar probióticos autóctonos frente a probióticos como los utilizados en esta investigación.

8. BIBLIOGRAFIA

ALAVANDI, S.V. Evaluation of (*Pseudomonas sp*) PM11 and (*Vibrio fluviales*) PM17 on immune indices of tiger shrimp (*Penaeus monodon*). India: Fish Shellfish Immunol. 2004. p. 115-120.

BALCAZAR, Luis. The role of probiotics in aquaculture. USA: Universidad de Zaragoza, 2006. p.174.

_____. Use of probiotics in aquaculture: general aspects. In: de Blass, I. (Ed.). Spain: Memorias del primer congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 2002. p. 877-881.

BELTRAME, Elpido. Uso de bacterias beneficiosas en la larvicultura de camarón (*Penaeus schmitti*). Cuba: Centro de investigaciones marinas, Universidad de la Habana, (Citado el 1 de Abril de 2009). Disponible en internet: : <http://www.alken-murray.com/shrimp6s.htm>.

BONAMI, Jean. Purification and characterization of IHHN virus of penaeid shrimp. Great Britain: J. Gen. Virol. 71. 1990. 8p.

BUCHELI, Patricio. Consideraciones gerenciales para proyectos de acuicultura. Ecuador: SICA, Universidad de Jeferson. (Citado el 3 de febrero del 2009). 75p.

CALERO, Gonzalo. Seleccionando el probiótico adecuado para el cultivo de camaron 10 puntos clave a considerar. México: INVE. (Citado el 27 de febrero de 2009). Disponible en Internet: [http:// www. Industriaacuicola.com/PDFs/5.2%20-SeleccionandoProbiotico.pdf](http://www.Industriaacuicola.com/PDFs/5.2%20-SeleccionandoProbiotico.pdf)inve. 2p.

CEDEÑO, Ricardo. Probióticos y sus aplicaciones en el cultivo de camarón. Ecuador: CENAIM ESPOL. 2006. p. 2.

DALL y MORIARTY. Functional aspects of nutrition and digestion. In: Mantel, L.H. (Ed.), Tehe biology of crustacea, vol.5, Internal Anatomy and Physiological Regulation. Academic Press. 1983.

DALMIN, G. Effect of probiotics on bacterial population and health status of shrimp in culture pond ecosystem. Indian: J. Exp. Biol: 39. 2001. p. 939-942.

DING, X. Effects of probiotics on growth and activities of digestive enzymes of (*Penaeus vannamei*). China: Aquaculture. 2004. p. 580-584.

Distribuidores autorizados de los microorganismos efectivos Yucatan. Microorganismos efectivos EM. Mexico: EM Yucatan, (Citado el 2 de febrero del 2008). p. 1.

FISH AND LAKES. Algas tóxicas. Argentina: Lagos y lagunas. (Citado el 5 de Agosto del 2009). Disponible en internet: <http://www.lagosylagunas.com/lagosverdes.html>. p. 1.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Health management and biosecurity maintenance in white shrimp (*Penaeus vannamei*) hatcheries in Latin America. Rome:FAO, Fisheries Technical Paper. 2003. 66p.

GATESOUPÉ, F.J. The effects of three strains of lactic bacteria on the production rate of rotifers, (*Brachionus plicatilis*) and they dietary value for larval turbot, (*Scophthalmus maximus*). France: Aquaculture. 1991. p. 335-342.

GIBSON. L.F. Probiotic activity of (*Aeromonas media*) on the pacific oyster, (*Carassostrea gigas*), When challenged with (*Vibrio tubiashii*). Australia: Aquaculture. 1998. p. 111-120.

GRAM, Lone. Inhibition of (*Vibrio anguillarum*) by (*Pseudomonas fluorescens*) strain AH2, a possible probiotic treatment of fish. Denmark: Appl. Environ. Microbiol. 1999. p. 969-973.

GRIFFITH, D.R.W. Microbiology and the role of probiotics in Ecuadorian shrimp hatcheries. In: Iavens, P., Jaspers, E., Roelands, I. (Eds), larvi '91 – fish and crustacean larviculture symposium. Europa: European Aquaculture Society, Gent. 1995. 478p.

GULLIAN, Maiel. Selection of probiotic bacteria and study of their immunoestimulatory effect in (*Penaeus vannamei*). Ecuador: Aquaculture. 2004. p. 1-14.

HUGHES, David. Manejo de la calidad del agua en estanques, con énfasis en la camaronicultura. México: Fomento y desarrollo de la acuicultura y maricultura. 1987. 28p.

ITAMI, T. Enhancement of disease resistance of Kuruma shrimp, (*Penaeus japonicas*) after oral administration of peptidoglycan derived from (*Bifidobacterium thermophilum*). Japan: Aquaculture 164. 1998. p. 277-288.

KALAGAYAN, H. IHHN virus as an etiological factors en Runt-Deformity Syndrome (RDS) of juveniles (*P. vannamei*) cultured in Hawaii. Hawaii: J. World Aquac., Soc.22. 1991. p. 235-243.

KAMEI, Y. Screening of bacteria with antiviral activity from fresh water salmonid hatcheries. Hokkaido: Microbiol. Immunol. 1988. p. 67-73.

LIAO, S. isolation and characterization of a novel aerobic denitrifier from srhimp pond. China: English abstract. Acta Ecol. Sin. 26 (11). 2006. p. 3018-3724.

LIGHTNER, D.V. The Penaeid Shrimp Viral Pandemics due to IHHNV, WSSV, TSV and YHV: History in the Americas and Current Status. USA: World Aquaculture Society. 2004. 9p.

LIGHTNER, D. V. Vibrio disease in penaeid shrimp in sinderman 2nd edn. Amsterdam: Elsevier. 1988. p. 42-47.

MAEDA, M. Effect of bacterial population on the growth of a prawn larva, (*Penaeus monodon*). Japan: Bull. Natl. Res. Inst. Aquacult. 21. 1992. p. 25-29.

MARTINEZ, Luís. Bases claves y científicas para el cultivo de camarones peneidos. México: A.G.T. editor S.A. 1993. 2p.

MARTINEZ CORDOBA, Luís. Manejo de la productividad natural en el cultivo de camarón. México: Departamento de investigación científica de la Universidad de Sonora, 2004. 5p.

MORALES, Q y MORALES, R. Síntesis regional del desarrollo de la acuicultura en América Latina y el Caribe. Rome: FAO, Circular de Pesca No. 1017/1. 2006. 194p.

EQUIPO TECNICO NICOVITA. Los probióticos en la acuicultura. Ecuador: NICOVITA, 2002. 1p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Informe del mercado del camarón. Roma: FAO, Departamento de pesca y acuicultura, 2009. 1p.

PÁEZ, Federico. Camaronicultura y medio ambiente. México: Instituto de ciencias de mar y limnología. 2001. P. 146-149.

PHIANPHAK, W. Probiotic use of (*Lactobacillus spp*) for black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Thailand: J. Sci. Res. Chula Univ. 1999. p. 42-51.

PHILIP, R. Bioremediación en los sistemas de cultivo de camarón. India: Cochin University of Science and Technology. Disponible en internet, URL: <http://www.industriaacuicola.com/PDFs/5.1-HeterotroficasBioremediadores.pdf>. 2007. p. 1.

RENGPIPAT, S. Effects of a probiotic bacterium in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) survival and growth. Thailand: Aquaculture. 1998. p. 301-313.

_____. Immunity enhancement in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) by a probiont bacterium (*Bacillus* S11). Thailand: Aquaculture. 2000. p. 272-288.

RODRIGUEZ, Horacio. Fundamentos de acuicultura marina. Colombia: INPA. 1995. p. 96.

SAKAI, M. Enhancement of resistance to vibriosis in rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*) (Walbaum) by oral administration of (*Clostridium butyricum*) bacterin. Japan: Miyazaki University. 1995. p. 187-190.

SAKATA, T. Microflora in the digestive tract of fish and shellfish. In: Lese, R. (Ed.), Microbiology in Poecilotheims. Amsterdam: Elsevier, 1990. p. 171-176.

SCAN. Opinión of the Scientific Committee on Animal Nutrition on the criteria for assesing the safety of microorganisms resistant to antibiotics of human clinical and veterinary importance. Europa: European Commision Health and Consumer Protection Directorate-General. 2003. 20p.

SNEDECOR, George y GOSSET, William. Diseños experimentales. Mexico Df, Mexico: Editorial. Continental, 1977. p. 300.

SOLIS, Franklin. Guía para manejo de camaronera. (Consultado el 15 de diciembre de 2007). Disponible en Internet, URL: http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/manejo_camaron.htm.

SPERANZA, Gustavo. Implementación de la técnica LAMP en el diagnostico de dos virosis (WSS e IHHN) en (*Liitopenaeus vannamei*). Ecuador: Universidad de Guyayaquil. 2007. 69p.

TALAVERA, Víctor. Fertilización de estanque de cultivo de camarón y tanques de precría. Ecuador: Nicovita, 1999. p. 1-2.

VARGAS, F. Activation of shrimp cellular defece functions by microbial products. In: Flegel, T. W. (Ed), Advances in shrimp Biotechnology. Bankog: National Center for Genetic Engineering and biotechnology. 1998.

VASEEHARAN, B y RAMASAMY, P. Control of pathogenic (*Vibrio spp*) by (*Bacillus subtilis*) BT23, a possible probiotic treatment for black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) .India: Lett. Appl. Microbiol. 2003. p. 83-87.

VILLANUEVA, Margy. Buenas prácticas en la producción acuícola. Colombia: Produmedios. 2007. p. 30-33.

VINE, N.G. In vitro growth characteristics of five candidate aquaculture probiotics and two fish pathogens grow in fish intestinal mucus. South Africa: FEMS Microbiol. 2004. p. 145-152.

WANG, Yan-Bo. Effect of probiotics on growth performance and digestive enzyme activity of the shrimp (*Penaeus vannamei*). China: Aquaculture. 2007. p. 260-264.

WEBER, J.T, Mintz, E.D., Canizares, R., Semiglia, A., Gomes, L., Sempertegui, R., Davila, A., Greene, K.D, Puhr, N.D., Cameron, D.N., Tenover, F.C., Barret. Epidemia cholera in Ecuador, multidrug resistance and transmission by water and seafood. Ecuador: Epidemiol. 2000. p. 1-11.

WESTERDAHL, A. Isolation and characterization of turbot (*Scophthalmus maximus*) associated bacteria with inhibitoru effects against (*Vibrio anguillarum*). Sweden: Appl. Environ. Microbiol. 1991. p. 2223-2228.

ANEXOS

Anexo A. Registro de sobrevivencia

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTRA	%SOBREVIVENCIA
1	0	0	3	1	95.00
1	0	0	4	2	90.00
1	0	0	5	3	88.00
1	0	0	6	4	85.00
1	0	0	7	5	80.00
1	0	0	8	6	50.00
1	0	0	9	7	51.00
1	0	0	10	8	48.00
2	0	1	3	1	92.00
2	0	1	4	2	85.00
2	0	1	5	3	65.00
2	0	1	6	4	72.00
2	0	1	7	5	72.00
2	0	1	8	6	75.00
2	0	1	9	7	76.00
2	0	1	10	8	75.00
3	1	0	3	1	98.00
3	1	0	4	2	92.00
3	1	0	5	3	85.00
3	1	0	6	4	80.00
3	1	0	7	5	58.00
3	1	0	8	6	50.00
3	1	0	9	7	51.00
3	1	0	10	8	57.00
4	0	0	3	1	57.00
4	0	0	4	2	95.00
4	0	0	5	3	90.00
4	0	0	6	4	60.00
4	0	0	7	5	71.00
4	0	0	8	6	75.00
4	0	0	9	7	47.80
4	0	0	10	8	55.00

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

Anexo B. Datos de incremento de peso

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTRA	IP
1	0	0	2	1	0.87
1	0	0	2	2	0.84
1	0	0	2	3	1.00
1	0	0	2	4	1.89
1	0	0	2	5	1.17
1	0	0	2	6	1.50
1	0	0	2	7	1.30
1	0	0	2	8	0.93
1	0	0	2	9	1.31
1	0	0	2	10	1.06
1	0	0	3	1	1.60
1	0	0	3	2	1.30
1	0	0	3	3	1.68
1	0	0	3	4	0.70
1	0	0	3	5	1.43
1	0	0	3	6	1.12
1	0	0	3	7	1.45
1	0	0	3	8	1.80
1	0	0	3	9	1.04
1	0	0	3	10	1.41
1	0	0	4	1	1.80
1	0	0	4	2	1.90
1	0	0	4	3	1.52
1	0	0	4	4	1.52
1	0	0	4	5	1.86
1	0	0	4	6	1.87
1	0	0	4	7	1.69
1	0	0	4	8	1.70
1	0	0	4	9	2.09
1	0	0	4	10	2.00
1	0	0	5	1	0.79
1	0	0	5	2	0.89
1	0	0	5	3	1.79
1	0	0	5	4	2.61
1	0	0	5	5	2.30

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

IP: Incremento de peso

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTRA	IP
1	0	0	5	6	0.83
1	0	0	5	7	2.44
1	0	0	5	8	1.40
1	0	0	5	9	1.49
1	0	0	5	10	2.40
1	0	0	6	1	4.19
1	0	0	6	2	4.63
1	0	0	6	3	3.58
1	0	0	6	4	3.10
1	0	0	6	5	2.83
1	0	0	6	6	4.67
1	0	0	6	7	2.66
1	0	0	6	8	4.04
1	0	0	6	9	3.78
1	0	0	6	10	2.93
1	0	0	7	1	1.21
1	0	0	7	2	1.01
1	0	0	7	3	0.89
1	0	0	7	4	0.84
1	0	0	7	5	1.35
1	0	0	7	6	0.80
1	0	0	7	7	1.23
1	0	0	7	8	0.61
1	0	0	7	9	1.22
1	0	0	7	10	0.93
1	0	0	8	1	1.99
1	0	0	8	2	1.85
1	0	0	8	3	2.02
1	0	0	8	4	2.02
1	0	0	8	5	1.60
1	0	0	8	6	2.10
1	0	0	8	7	1.91
1	0	0	8	8	2.02
1	0	0	8	9	1.80
1	0	0	8	10	1.84
1	0	0	9	1	1.83

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

IP: Incremento de peso

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTRA	IP
1	0	0	9	2	1.63
1	0	0	9	3	1.62
1	0	0	9	4	1.41
1	0	0	9	5	2.23
1	0	0	9	6	1.74
1	0	0	9	7	1.70
1	0	0	9	8	1.85
1	0	0	9	9	1.22
1	0	0	9	10	1.59
1	0	0	10	1	2.69
1	0	0	10	2	2.78
1	0	0	10	3	2.91
1	0	0	10	4	3.89
1	0	0	10	5	2.21
1	0	0	10	6	2.60
1	0	0	10	7	2.50
1	0	0	10	8	2.88
1	0	0	10	9	3.09
1	0	0	10	10	2.58
2	0	1	2	1	0.81
2	0	1	2	2	0.79
2	0	1	2	3	0.77
2	0	1	2	4	0.60
2	0	1	2	5	0.64
2	0	1	2	6	0.32
2	0	1	2	7	0.57
2	0	1	2	8	0.51
2	0	1	2	9	0.62
2	0	1	2	10	0.69
2	0	1	3	1	2.50
2	0	1	3	2	2.82
2	0	1	3	3	2.97
2	0	1	3	4	2.91
2	0	1	3	5	3.13
2	0	1	3	6	3.39
2	0	1	3	7	2.97

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

IP: Incremento de peso

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTRA	IP
2	0	1	3	8	3.18
2	0	1	3	9	3.10
2	0	1	3	10	3.01
2	0	1	4	1	1.50
2	0	1	4	2	1.10
2	0	1	4	3	1.35
2	0	1	4	4	1.09
2	0	1	4	5	1.07
2	0	1	4	6	1.00
2	0	1	4	7	1.18
2	0	1	4	8	0.83
2	0	1	4	9	0.98
2	0	1	4	10	1.32
2	0	1	5	1	1.00
2	0	1	5	2	1.09
2	0	1	5	3	0.62
2	0	1	5	4	1.37
2	0	1	5	5	1.06
2	0	1	5	6	1.16
2	0	1	5	7	0.91
2	0	1	5	8	1.07
2	0	1	5	9	0.85
2	0	1	5	10	0.70
2	0	1	6	1	0.40
2	0	1	6	2	0.68
2	0	1	6	3	0.49
2	0	1	6	4	0.45
2	0	1	6	5	0.78
2	0	1	6	6	0.10
2	0	1	6	7	0.39
2	0	1	6	8	0.50
2	0	1	6	9	0.77
2	0	1	6	10	0.65
2	0	1	7	1	0.80
2	0	1	7	2	0.56
2	0	1	7	3	0.88

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

IP: Incremento de peso

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTRA	IP
2	0	1	7	4	0.44
2	0	1	7	5	0.50
2	0	1	7	6	1.12
2	0	1	7	7	0.68
2	0	1	7	8	0.63
2	0	1	7	9	0.58
2	0	1	7	10	0.76
2	0	1	8	1	1.39
2	0	1	8	2	1.16
2	0	1	8	3	1.12
2	0	1	8	4	1.24
2	0	1	8	5	0.93
2	0	1	8	6	1.28
2	0	1	8	7	1.30
2	0	1	8	8	1.61
2	0	1	8	9	1.04
2	0	1	8	10	1.16
2	0	1	9	1	3.20
2	0	1	9	2	3.51
2	0	1	9	3	3.51
2	0	1	9	4	3.50
2	0	1	9	5	3.50
2	0	1	9	6	3.13
2	0	1	9	7	3.61
2	0	1	9	8	3.29
2	0	1	9	9	3.48
2	0	1	9	10	3.30
2	0	1	10	1	1.10
2	0	1	10	2	0.88
2	0	1	10	3	1.10
2	0	1	10	4	1.31
2	0	1	10	5	1.29
2	0	1	10	6	1.30
2	0	1	10	7	1.21
2	0	1	10	8	0.99
2	0	1	10	9	1.00

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

IP: Incremento de peso

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTRA	IP
2	0	1	10	10	0.71
3	1	0	2	1	0.62
3	1	0	2	2	0.61
3	1	0	2	3	0.78
3	1	0	2	4	0.40
3	1	0	2	5	0.51
3	1	0	2	6	0.91
3	1	0	2	7	0.50
3	1	0	2	8	0.93
3	1	0	2	9	0.52
3	1	0	2	10	0.41
3	1	0	3	1	3.00
3	1	0	3	2	3.30
3	1	0	3	3	3.01
3	1	0	3	4	3.30
3	1	0	3	5	2.89
3	1	0	3	6	2.68
3	1	0	3	7	3.40
3	1	0	3	8	2.58
3	1	0	3	9	3.29
3	1	0	3	10	3.21
3	1	0	4	1	2.10
3	1	0	4	2	3.19
3	1	0	4	3	2.21
3	1	0	4	4	3.19
3	1	0	4	5	2.08
3	1	0	4	6	2.41
3	1	0	4	7	2.59
3	1	0	4	8	2.21
3	1	0	4	9	3.29
3	1	0	4	10	2.86
3	1	0	5	1	2.58
3	1	0	5	2	3.11
3	1	0	5	3	4.28
3	1	0	5	4	3.05
3	1	0	5	5	3.51

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

IP: Incremento de peso

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTRA	IP
3	1	0	5	6	4.02
3	1	0	5	7	3.13
3	1	0	5	8	3.78
3	1	0	5	9	2.82
3	1	0	5	10	2.94
3	1	0	6	1	3.32
3	1	0	6	2	1.48
3	1	0	6	3	1.27
3	1	0	6	4	1.28
3	1	0	6	5	2.01
3	1	0	6	6	1.77
3	1	0	6	7	1.85
3	1	0	6	8	1.53
3	1	0	6	9	1.36
3	1	0	6	10	2.06
3	1	0	7	1	0.01
3	1	0	7	2	0.29
3	1	0	7	3	0.52
3	1	0	7	4	0.45
3	1	0	7	5	0.86
3	1	0	7	6	0.28
3	1	0	7	7	0.31
3	1	0	7	8	0.77
3	1	0	7	9	0.70
3	1	0	7	10	0.55
3	1	0	8	1	4.20
3	1	0	8	2	4.20
3	1	0	8	3	4.30
3	1	0	8	4	3.98
3	1	0	8	5	3.75
3	1	0	8	6	4.00
3	1	0	8	7	3.99
3	1	0	8	8	4.01
3	1	0	8	9	4.02
3	1	0	8	10	3.99
3	1	0	9	1	1.51

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

IP: Incremento de peso

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTRA	IP
3	1	0	9	2	1.24
3	1	0	9	3	1.02
3	1	0	9	4	1.61
3	1	0	9	5	1.49
3	1	0	9	6	1.35
3	1	0	9	7	1.63
3	1	0	9	8	1.30
3	1	0	9	9	1.32
3	1	0	9	10	1.60
3	1	0	10	1	0.79
3	1	0	10	2	0.65
3	1	0	10	3	1.01
3	1	0	10	4	0.81
3	1	0	10	5	0.69
3	1	0	10	6	0.90
3	1	0	10	7	0.40
3	1	0	10	8	1.20
3	1	0	10	9	0.89
3	1	0	10	10	0.41
4	1	1	2	1	1.41
4	1	1	2	2	1.42
4	1	1	2	3	1.20
4	1	1	2	4	1.61
4	1	1	2	5	1.31
4	1	1	2	6	1.42
4	1	1	2	7	1.80
4	1	1	2	8	1.49
4	1	1	2	9	1.60
4	1	1	2	10	1.49
4	1	1	3	1	0.80
4	1	1	3	2	1.06
4	1	1	3	3	1.19
4	1	1	3	4	0.69
4	1	1	3	5	0.87
4	1	1	3	6	1.27
4	1	1	3	7	0.86

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

IP: Incremento de peso

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTRA	IP
4	1	1	3	8	0.62
4	1	1	3	9	0.93
4	1	1	3	10	0.77
4	1	1	4	1	2.59
4	1	1	4	2	1.93
4	1	1	4	3	2.50
4	1	1	4	4	2.42
4	1	1	4	5	2.40
4	1	1	4	6	1.76
4	1	1	4	7	2.33
4	1	1	4	8	2.69
4	1	1	4	9	2.37
4	1	1	4	10	2.54
4	1	1	5	1	0.11
4	1	1	5	2	1.32
4	1	1	5	3	0.53
4	1	1	5	4	1.22
4	1	1	5	5	0.73
4	1	1	5	6	0.95
4	1	1	5	7	0.63
4	1	1	5	8	0.51
4	1	1	5	9	0.75
4	1	1	5	10	0.88
4	1	1	6	1	1.17
4	1	1	6	2	0.36
4	1	1	6	3	0.43
4	1	1	6	4	0.04
4	1	1	6	5	0.57
4	1	1	6	6	0.67
4	1	1	6	7	0.74
4	1	1	6	8	0.46
4	1	1	6	9	0.62
4	1	1	6	10	0.21
4	1	1	7	1	1.72
4	1	1	7	2	1.24
4	1	1	7	3	1.66

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

IP: Incremento de peso

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTRA	IP
4	1	1	7	4	1.53
4	1	1	7	5	1.74
4	1	1	7	6	1.23
4	1	1	7	7	1.40
4	1	1	7	8	1.35
4	1	1	7	9	1.55
4	1	1	7	10	1.58
4	1	1	8	1	1.58
4	1	1	8	2	1.86
4	1	1	8	3	1.55
4	1	1	8	4	1.59
4	1	1	8	5	1.27
4	1	1	8	6	2.08
4	1	1	8	7	1.72
4	1	1	8	8	1.81
4	1	1	8	9	1.74
4	1	1	8	10	1.73
4	1	1	9	1	2.72
4	1	1	9	2	3.20
4	1	1	9	3	3.43
4	1	1	9	4	3.41
4	1	1	9	5	2.48
4	1	1	9	6	3.42
4	1	1	9	7	3.61
4	1	1	9	8	3.87
4	1	1	9	9	2.35
4	1	1	9	10	3.08
4	1	1	10	1	1.71
4	1	1	10	2	0.82
4	1	1	10	3	1.23
4	1	1	10	4	1.19
4	1	1	10	5	1.79
4	1	1	10	6	1.20
4	1	1	10	7	1.61
4	1	1	10	8	1.29
4	1	1	10	9	1.79
4	1	1	10	10	0.97

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

IP: Incremento de peso

Anexo C. Datos de peso

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTREO	PESO
1	0	0	1	1	0.94
1	0	0	1	2	1.07
1	0	0	1	3	1.03
1	0	0	1	4	0.92
1	0	0	1	5	0.84
1	0	0	1	6	0.69
1	0	0	1	7	0.82
1	0	0	1	8	0.88
1	0	0	1	9	0.87
1	0	0	1	10	0.84
1	0	0	2	1	1.81
1	0	0	2	2	1.91
1	0	0	2	3	2.02
1	0	0	2	4	2.81
1	0	0	2	5	2.01
1	0	0	2	6	2.19
1	0	0	2	7	2.11
1	0	0	2	8	1.81
1	0	0	2	9	2.18
1	0	0	2	10	1.90
1	0	0	3	1	3.41
1	0	0	3	2	3.21
1	0	0	3	3	3.70
1	0	0	3	4	3.51
1	0	0	3	5	3.45
1	0	0	3	6	3.31
1	0	0	3	7	3.57
1	0	0	3	8	3.61
1	0	0	3	9	3.21
1	0	0	3	10	3.31
1	0	0	4	1	5.21
1	0	0	4	2	5.11
1	0	0	4	3	5.21
1	0	0	4	4	5.03
1	0	0	4	5	5.30

F1: Microorganismos efectivos
F2: Fertilizante inorgánico

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTREO	PESO
1	0	0	4	6	5.18
1	0	0	4	7	5.26
1	0	0	4	8	5.31
1	0	0	4	9	5.30
1	0	0	4	10	5.31
1	0	0	5	1	6.00
1	0	0	5	2	6.00
1	0	0	5	3	7.00
1	0	0	5	4	7.64
1	0	0	5	5	7.60
1	0	0	5	6	6.01
1	0	0	5	7	7.70
1	0	0	5	8	6.71
1	0	0	5	9	6.79
1	0	0	5	10	7.71
1	0	0	6	1	10.19
1	0	0	6	2	10.62
1	0	0	6	3	10.57
1	0	0	6	4	10.75
1	0	0	6	5	10.43
1	0	0	6	6	10.67
1	0	0	6	7	10.36
1	0	0	6	8	10.75
1	0	0	6	9	10.57
1	0	0	6	10	10.64
1	0	0	7	1	11.40
1	0	0	7	2	11.63
1	0	0	7	3	11.46
1	0	0	7	4	11.59
1	0	0	7	5	11.78
1	0	0	7	6	11.47
1	0	0	7	7	11.59
1	0	0	7	8	11.36
1	0	0	7	9	11.78
1	0	0	7	10	11.57
1	0	0	8	1	13.39

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTREO	PESO
1	0	0	8	2	13.48
1	0	0	8	3	13.48
1	0	0	8	4	13.61
1	0	0	8	5	13.37
1	0	0	8	6	13.57
1	0	0	8	7	13.50
1	0	0	8	8	13.38
1	0	0	8	9	13.59
1	0	0	8	10	13.41
1	0	0	9	1	15.22
1	0	0	9	2	15.12
1	0	0	9	3	15.10
1	0	0	9	4	15.02
1	0	0	9	5	15.60
1	0	0	9	6	15.31
1	0	0	9	7	15.20
1	0	0	9	8	15.23
1	0	0	9	9	14.81
1	0	0	9	10	15.00
1	0	0	10	1	17.91
1	0	0	10	2	17.90
1	0	0	10	3	18.01
1	0	0	10	4	18.91
1	0	0	10	5	17.81
1	0	0	10	6	17.91
1	0	0	10	7	17.70
1	0	0	10	8	18.11
1	0	0	10	9	17.89
1	0	0	10	10	17.58
2	0	1	1	1	0.90
2	0	1	1	2	0.80
2	0	1	1	3	0.90
2	0	1	1	4	0.91
2	0	1	1	5	0.80
2	0	1	1	6	1.00
2	0	1	1	7	1.00

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTREO	PESO
2	0	1	1	8	1.00
2	0	1	1	9	1.00
2	0	1	1	10	0.81
2	0	1	2	1	1.71
2	0	1	2	2	1.59
2	0	1	2	3	1.67
2	0	1	2	4	1.51
2	0	1	2	5	1.43
2	0	1	2	6	1.32
2	0	1	2	7	1.57
2	0	1	2	8	1.51
2	0	1	2	9	1.61
2	0	1	2	10	1.50
2	0	1	3	1	4.21
2	0	1	3	2	4.41
2	0	1	3	3	4.63
2	0	1	3	4	4.41
2	0	1	3	5	4.57
2	0	1	3	6	4.71
2	0	1	3	7	4.53
2	0	1	3	8	4.69
2	0	1	3	9	4.71
2	0	1	3	10	4.51
2	0	1	4	1	5.71
2	0	1	4	2	5.51
2	0	1	4	3	5.99
2	0	1	4	4	5.51
2	0	1	4	5	5.63
2	0	1	4	6	5.71
2	0	1	4	7	5.71
2	0	1	4	8	5.51
2	0	1	4	9	5.69
2	0	1	4	10	5.83
2	0	1	5	1	6.71
2	0	1	5	2	6.59
2	0	1	5	3	6.61

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTREO	PESO
2	0	1	5	4	6.87
2	0	1	5	5	6.69
2	0	1	5	6	6.87
2	0	1	5	7	6.62
2	0	1	5	8	6.58
2	0	1	5	9	6.53
2	0	1	5	10	6.53
2	0	1	6	1	7.11
2	0	1	6	2	7.28
2	0	1	6	3	7.10
2	0	1	6	4	7.32
2	0	1	6	5	7.48
2	0	1	6	6	6.96
2	0	1	6	7	7.01
2	0	1	6	8	7.08
2	0	1	6	9	7.30
2	0	1	6	10	7.18
2	0	1	7	1	7.91
2	0	1	7	2	7.84
2	0	1	7	3	7.98
2	0	1	7	4	7.76
2	0	1	7	5	7.97
2	0	1	7	6	8.08
2	0	1	7	7	7.69
2	0	1	7	8	7.71
2	0	1	7	9	7.88
2	0	1	7	10	7.94
2	0	1	8	1	9.30
2	0	1	8	2	9.00
2	0	1	8	3	9.10
2	0	1	8	4	9.00
2	0	1	8	5	8.90
2	0	1	8	6	9.36
2	0	1	8	7	8.99
2	0	1	8	8	9.32
2	0	1	8	9	8.92

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTREO	PESO
2	0	1	8	10	9.10
2	0	1	9	1	12.49
2	0	1	9	2	12.51
2	0	1	9	3	12.61
2	0	1	9	4	12.50
2	0	1	9	5	12.40
2	0	1	9	6	12.50
2	0	1	9	7	12.60
2	0	1	9	8	12.61
2	0	1	9	9	12.40
2	0	1	9	10	12.40
2	0	1	10	1	13.59
2	0	1	10	2	13.39
2	0	1	10	3	13.71
2	0	1	10	4	13.81
2	0	1	10	5	13.69
2	0	1	10	6	13.80
2	0	1	10	7	13.81
2	0	1	10	8	13.60
2	0	1	10	9	13.40
2	0	1	10	10	13.11
3	1	0	1	1	0.79
3	1	0	1	2	0.60
3	1	0	1	3	0.61
3	1	0	1	4	0.81
3	1	0	1	5	0.90
3	1	0	1	6	0.70
3	1	0	1	7	0.70
3	1	0	1	8	0.80
3	1	0	1	9	0.70
3	1	0	1	10	0.70
3	1	0	2	1	1.41
3	1	0	2	2	1.21
3	1	0	2	3	1.39
3	1	0	2	4	1.21
3	1	0	2	5	1.42

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTREO	PESO
3	1	0	2	6	1.61
3	1	0	2	7	1.20
3	1	0	2	8	1.73
3	1	0	2	9	1.22
3	1	0	2	10	1.11
3	1	0	3	1	4.41
3	1	0	3	2	4.51
3	1	0	3	3	4.40
3	1	0	3	4	4.51
3	1	0	3	5	4.31
3	1	0	3	6	4.29
3	1	0	3	7	4.60
3	1	0	3	8	4.31
3	1	0	3	9	4.51
3	1	0	3	10	4.32
3	1	0	4	1	6.51
3	1	0	4	2	7.70
3	1	0	4	3	6.61
3	1	0	4	4	7.70
3	1	0	4	5	6.39
3	1	0	4	6	6.69
3	1	0	4	7	7.19
3	1	0	4	8	6.52
3	1	0	4	9	7.80
3	1	0	4	10	7.18
3	1	0	5	1	9.09
3	1	0	5	2	10.81
3	1	0	5	3	10.89
3	1	0	5	4	10.75
3	1	0	5	5	9.90
3	1	0	5	6	10.71
3	1	0	5	7	10.32
3	1	0	5	8	10.30
3	1	0	5	9	10.62
3	1	0	5	10	10.11
3	1	0	6	1	12.41

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTREO	PESO
3	1	0	6	2	12.29
3	1	0	6	3	12.16
3	1	0	6	4	12.03
3	1	0	6	5	11.91
3	1	0	6	6	12.48
3	1	0	6	7	12.17
3	1	0	6	8	11.83
3	1	0	6	9	11.98
3	1	0	6	10	12.17
3	1	0	7	1	12.40
3	1	0	7	2	12.58
3	1	0	7	3	12.67
3	1	0	7	4	12.48
3	1	0	7	5	12.76
3	1	0	7	6	12.76
3	1	0	7	7	12.49
3	1	0	7	8	12.60
3	1	0	7	9	12.68
3	1	0	7	10	12.72
3	1	0	8	1	16.60
3	1	0	8	2	16.77
3	1	0	8	3	16.97
3	1	0	8	4	16.46
3	1	0	8	5	16.51
3	1	0	8	6	16.76
3	1	0	8	7	16.47
3	1	0	8	8	16.61
3	1	0	8	9	16.70
3	1	0	8	10	16.71
3	1	0	9	1	18.11
3	1	0	9	2	18.01
3	1	0	9	3	17.99
3	1	0	9	4	18.07
3	1	0	9	5	18.00
3	1	0	9	6	18.11
3	1	0	9	7	18.10

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTREO	PESO
3	1	0	9	8	17.91
3	1	0	9	9	18.02
3	1	0	9	10	18.31
3	1	0	10	1	18.90
3	1	0	10	2	18.66
3	1	0	10	3	19.00
3	1	0	10	4	18.88
3	1	0	10	5	18.69
3	1	0	10	6	19.01
3	1	0	10	7	18.50
3	1	0	10	8	19.11
3	1	0	10	9	18.91
3	1	0	10	10	18.72
4	1	1	1	1	1.10
4	1	1	1	2	1.20
4	1	1	1	3	1.11
4	1	1	1	4	1.00
4	1	1	1	5	1.22
4	1	1	1	6	1.10
4	1	1	1	7	0.91
4	1	1	1	8	1.20
4	1	1	1	9	1.01
4	1	1	1	10	1.12
4	1	1	2	1	2.51
4	1	1	2	2	2.62
4	1	1	2	3	2.31
4	1	1	2	4	2.61
4	1	1	2	5	2.53
4	1	1	2	6	2.52
4	1	1	2	7	2.71
4	1	1	2	8	2.69
4	1	1	2	9	2.61
4	1	1	2	10	2.61
4	1	1	3	1	3.31
4	1	1	3	2	3.68
4	1	1	3	3	3.50

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTREO	PESO
4	1	1	3	4	3.30
4	1	1	3	5	3.40
4	1	1	3	6	3.79
4	1	1	3	7	3.58
4	1	1	3	8	3.31
4	1	1	3	9	3.53
4	1	1	3	10	3.38
4	1	1	4	1	5.90
4	1	1	4	2	5.61
4	1	1	4	3	6.00
4	1	1	4	4	5.72
4	1	1	4	5	5.80
4	1	1	4	6	5.55
4	1	1	4	7	5.91
4	1	1	4	8	6.00
4	1	1	4	9	5.90
4	1	1	4	10	5.92
4	1	1	5	1	6.01
4	1	1	5	2	6.93
4	1	1	5	3	6.53
4	1	1	5	4	6.93
4	1	1	5	5	6.53
4	1	1	5	6	6.50
4	1	1	5	7	6.53
4	1	1	5	8	6.51
4	1	1	5	9	6.65
4	1	1	5	10	6.80
4	1	1	6	1	7.18
4	1	1	6	2	7.29
4	1	1	6	3	6.96
4	1	1	6	4	6.97
4	1	1	6	5	7.10
4	1	1	6	6	7.17
4	1	1	6	7	7.27
4	1	1	6	8	6.97
4	1	1	6	9	7.27
4	1	1	7	4	8.50
4	1	1	7	5	8.84

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

TRATAMIENTO	F1	F2	SEMANA	MUESTREO	PESO
4	1	1	7	6	8.40
4	1	1	7	7	8.67
4	1	1	7	8	8.32
4	1	1	7	9	8.82
4	1	1	7	10	8.59
4	1	1	8	1	10.48
4	1	1	8	2	10.39
4	1	1	8	3	10.17
4	1	1	8	4	10.09
4	1	1	8	5	10.11
4	1	1	8	6	10.48
4	1	1	8	7	10.39
4	1	1	8	8	10.13
4	1	1	8	9	10.56
4	1	1	8	10	10.32
4	1	1	9	1	13.20
4	1	1	9	2	13.59
4	1	1	9	3	13.60
4	1	1	9	4	13.50
4	1	1	9	5	12.59
4	1	1	9	6	13.90
4	1	1	9	7	14.00
4	1	1	9	8	14.00
4	1	1	9	9	12.91
4	1	1	9	10	13.40
4	1	1	10	1	14.91
4	1	1	10	2	14.41
4	1	1	10	3	14.83
4	1	1	10	4	14.69
4	1	1	10	5	14.38
4	1	1	10	6	15.10
4	1	1	10	7	15.61
4	1	1	10	8	15.29
4	1	1	10	9	14.70
4	1	1	10	10	14.37

F1: Microorganismos efectivos
F2: Fertilizante inorgánico

Anexo D. Prueba de Brand Snedecor para la sobrevivencia

Respuesta	Tratamientos				Total
	T1	T2	T3	T4	
Vivos	360.000	562.500	427.500	412.500	1.762.500
Muertos	390.000	187.500	322.500	337.500	1.237.500
Total	750.000	750.000	750.000	750.000	3.000.000
p_i	0,48	0,75	0,57	0,55	0,59
$p_i * a_i$	172.800	421.875	243.675	226.875	1.035.469

$$n = 4$$

$$n - 1 = 3$$

$$\alpha = 0,05$$

$$1 - \alpha = 0,95$$

$$p = 0,588$$

$$q = 0,413$$

$$\chi^2_c = 122785,30$$

$$\chi^2_{1-\alpha} = 7,81$$

Decisión: existen diferencias estadísticas significativas.

Anexo E. Análisis de varianza para el incremento de peso

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Coefficiente-F	P-valor
Efectos Principales					
F1	119.878	1	119.878	1,16	0,2831
F2	2142,12	1	2142,12	20,65	0,0000
Interacciones					
F1F2	0,0246678	1	0,0246678	0,00	0,9877
Residuos	3629,4	356	103,73		
Total corregido	39191,4	359			

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico

Anexo F. Prueba de Tukey de peso para los factores

Prueba de Tukey de incremento de peso para el F1 (Microorganismos efectivos)

Método: Tukey HDS al 95%				
Factor 1 (M)	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
0	180	16,5342	0,759145	X
1	180	17,6883	0,759145	X
Contraste			Diferencias	+/- limites
0 -1			-1,15411	2,11139

Prueba de Tukey de incremento de peso para el F2 (Fertilizante inorgánico)

Método: Tukey HDS al 95%				
Factor 2 (F)	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
0	180	14,6719	0,759145	X
1	180	19,5506	0,759145	X
Contraste			Diferencias	+/- Limites
0-1			*4,87867	2,11139

Anexo G. Análisis de la Varianza para la conversión alimenticia.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Coeficiente F	P-valor
Efectos principales					
Microorganismos efectivos	0,0366683	1	0,0366683	0,06	0,8047
Fertilizante	0,0418103	1	0,0418103	0,07	0,7918
Residuos	19,4827	33	0,590386		
Total	19,6004	35			

Anexo H. Promedio de los parámetros de calidad de agua.

TRATAMIENTO	F1	F2	pH	T°C	O ₂ mg/L	S ^o / _o
1	0	0	5,97	26,6	4,07	21,3
2	0	1	6,00	26,6	4,04	21,5
3	1	0	6,18	26,6	4,02	19,9
4	1	1	6,24	26,6	3,96	21,5

F1: Microorganismos efectivos

F2: Fertilizante inorgánico