

**EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS EN LA DINÁMICA DEL BIOFLOC EN LA
CRÍA DE POST – LARVAS DE CAMARÓN BLANCO (*Litopenaeus vannamei*,
Boone 1931) EN TANQUES RACEWAYS**

ANA MARÍA ACUÑA PATIÑO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO, COLOMBIA
2015**

**EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS EN LA DINÁMICA DEL BIOFLOC EN LA CRÍA
DE POST – LARVAS DE CAMARÓN BLANCO (*Litopenaeus vannamei*, Boone
1931) EN TANQUES RACEWAYS**

ANA MARÍA ACUÑA PATIÑO

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero en Producción Acuícola**

**Directora
VILMA YOLANDA GÓMEZ NIEVES
Bióloga Marina**

**Codirector
UBEL RAFAEL TAMAYO ARÉVALO
Biólogo Marino**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO, COLOMBIA
2015**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado, son
responsabilidad exclusiva de sus autores”**

**Artículo primero del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del
Honorable Consejo Superior Directivo de la Universidad de Nariño.**

NOTA DE ACEPTACIÓN

VILMA YOLANDA GÓMEZ NIEVES
Bióloga Marina
Directora

MARCO ANTONIO IMUÉS FIGUEROA
Zootecnista, Esp., M.Sc.
Jurado Delegado

ARIEL EMIRO GÓMEZ CERÓN
Biólogo Marino, Esp.
Jurado

San Juan de Pasto, 2 de Diciembre de 2015.

DEDICATORIA

Gracias a Dios por darme la vida y la oportunidad de vivir esta experiencia.

A mi padre Javier Acuña y mi madre Margarita Patiño por su apoyo incondicional en cada uno de los momentos de mi vida, a mis hermanas Ángela y Margarita por estar incondicionalmente en todo momento, a mi hermosa sobrina Laurita, a mi esposo y al hermoso ser que Dios me regalo mi hijo Juan Pablo por ser ese bello angelito que ha llegado para hacer de mi vida la más bella.

A cada uno de mis profesores quienes compartieron sus conocimientos y experiencias.

Ana María Acuña

Confía en ti mismo para conseguir tus objetivos, la espera puede ser larga, pero todo esfuerzo tiene su recompensa.

AGRADECIMIENTOS

Ubel Rafael Tamayo Arévalo	Biólogo Marino – Biólogo puro Gerente de producción Camaronera Expormeksa
Juan Xavier Cordovez	Ingeniero químico Gerente general Camaronera Expormeksa
Vilma Yolanda Gómez Nieves	Bióloga Marina. Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias Universidad de Nariño.
Marco Antonio Imués Figueroa	Zootecnista, Esp., M.Sc. Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias Universidad de Nariño.
Ariel Emiro Gómez Cerón	Biólogo Marino, Esp. Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias Universidad de Nariño.
Luís Alfonso Solarte Portilla	Zootecnista, Esp. Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Pecuarias Universidad de Nariño.
Piedad Mejía Santacruz	Secretaria del departamento de Recursos Hidrobiológicos Universidad de Nariño.
Oscar Mejía Santacruz	Economista. Auxiliar del Centro de Documentación Especializada del Departamento de Recursos Hidrobiológicos Universidad de Nariño

Al personal de la Camaronera Expormeksa de Guayaquil Ecuador especialmente al equipo de trabajo de raceways y a todas las personas que de alguna u otra manera colaboraron en el desarrollo de mi tesis de grado.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	3
1.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
2. MARCO REFERENCIAL.....	4
2.1. GENERALIDADES DEL CAMARÓN BLANCO (<i>Litopenaeus vannamei</i> , <i>Boone 1931</i>)	4
2.1.1. Post-larva.....	5
2.2. HÁBITOS ALIMENTICIOS	5
2.3. CAMARONICULTURA EN SALINIDADES BAJAS	6
2.4. IMPORTANCIA ECONÓMICA.....	7
2.5. SISTEMAS DE RACEWAYS	8
2.6. TECNOLOGÍA BIOFLOC.....	9
2.6.1. Composiciones nutritivas y efecto de los flóculos	11
2.7. RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO.....	12
2.8. PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE FLOC	13
2.8.1. Oxígeno.....	13
2.8.2. Temperatura.....	14
2.8.3. pH.....	14
2.9. TASA DE CARGA ORGÁNICA.....	145
2.10. SUSTRATOS PARA BIOFLOC	15
2.10.1. Polvillo de arroz.....	15
2.10.2. Harina de trigo	15
2.11. INSUMOS PARA PREPARACIÓN DE BIOFLOC.....	16
2.11.1. Vitacob aqua.....	16
2.11.2. Complex B.....	16
2.11.3. Vitamina C 99%.....	17
2.11.4. Vitamina C 35%.....	17
2.11.5. Zeigler.....	17
2.12. LAS BACTERIAS COMO PARTE DEL BIOFLOC	17

2.13.	PROBIÓTICOS PARA LA PREPARACIÓN DEL FLOC.	19
2.13.1.	Biozym PONDPRO.	19
2.13.2.	Biozym AQUAPRO.	20
2.14.	FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON EN SISTEMA DE BIOFLOC.	20
2.15.	AIREACION.	21
2.16.	RELACIÓN BENEFICIO – COSTO	21
3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	23
3.1.	LOCALIZACIÓN.....	23
3.2.	PERIODO DE ESTUDIO.....	24
3.3.	MATERIAL BIOLÓGICO.....	24
3.4.	INSTALACIONES.....	24
3.5.	MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS.....	25
3.5.1.	Materiales:	25
3.5.2.	Equipos.....	25
3.5.3.	Insumos	25
3.6.	ADECUACIÓN DE LOS TANQUES RACEWAYS	255
3.7.	PLAN DE MANEJO.....	28
3.7.1.	Desinfección de líneas de aire.....	28
3.7.2.	Desinfección de línea de agua.....	28
3.7.3.	Desinfección de materiales, instrumentación y equipos	28
3.8.	PREPARACIÓN DE BIOFLOC	287
3.9.	PROCESO DE SIEMBRA DE POST- LARVAS	29
3.10.	ALIMENTACIÓN.....	31
3.10.1.	Cálculo de la cantidad diaria de melaza.	32
3.11.	CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL BIOFLOC	34
3.11.1.	Descripción del plancton.....	34
3.11.1.1.	Fitoplancton.....	33
3.11.1.2.	Zooplancton.....	34
3.12.	MUESTREO DE CRECIMIENTO	35
3.13.	MONITOREO DE PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS.....	35
3.14.	ANÁLISIS PATOLÓGICO.....	36
3.15.	DETERMINACIÓN DE COSTOS.....	36

3.16.	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	366
3.16.1.	Formulación de hipótesis	37
3.16.2.	Variables a evaluar	37
4.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	40
4.1.	COMPOSICIÓN BIOLÓGICA DE FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON ...	40
4.1.1.	Fitoplancton	40
4.1.1.1.	Diatomeas.....	40
4.1.1.2.	Cyanophytas.....	41
4.1.1.3.	Clorophytas.....	42
4.1.2.	Zooplancton:.....	47
4.1.2.1.	Ciliados.....	47
4.1.3.	Composición biológica del Sólido sedimentado (Floc).....	50
4.2.	INCREMENTO DE PESO (IP)	521
4.3.	TASA DE CRECIMIENTO SIMPLE (TCS).....	53
4.4.	SUPERVIVENCIA.....	54
4.5.	PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	56
4.5.1.	Temperatura	56
4.5.2.	pH	576
4.5.3.	Salinidad	58
4.5.4.	Alcalinidad.....	59
4.5.5.	Oxígeno Disuelto	60
4.5.6.	Amonio total	62
4.5.7.	Nitrito.....	63
4.5.8.	Nitrato	632
4.6.	ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS	643
	CONCLUSIONES	68
	RECOMENDACIONES	698
	BIBLIOGRAFÍA.....	69
	ANEXOS.....	765

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Rangos óptimos de parámetros para el cultivo de camarón blanco	13
Tabla 2. Composición química del polvillo de arroz en (%)	15
Tabla 3. Valor nutritivo de la harina de trigo (100 g del producto)	16
Tabla 4. Tiempo de aclimatación	29
Tabla 5. Dosificación del alimento	31
Tabla 6. Manejo de insumos para el medio	32
Tabla 7. Manejo de insumos para el alimento	33
Tabla 8. Promedio de Diatomeas y Cyanophytas en cada raceways durante el periodo de dos corridas	44
Tabla 9. Promedio de Clorophytas en cada raceways durante el periodo de dos corridas	46
Tabla 10. Promedios de Ciliados presentes en el agua con BFT	49
Tabla 11. Incremento de Peso de PL	52
Tabla 12. Tasa de crecimiento simple de PL	53
Tabla 13. Supervivencia de PL	54
Tabla 14. Tabla de costos modelo para los tratamientos	64
Tabla 15. Análisis de beneficio/costo (RBC) para los tratamientos polvillo de arroz y harina de trigo	65

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización geográfica camaronera Expormeksa	23
Figura 2. Área de raceways	24
Figura 3. Adecuación tanques de raceways	26
Figura 4. Concentración de Fitoplancton total durante 10 días de exposición de los raceways a arroz: polvillo de arroz o trigo: harina de trigo	39
Figura 5. Concentración de Diatomeas durante 10 días de exposición de los raceways a arroz: polvillo de arroz o trigo: harina de trigo	41
Figura 6. Concentración de Cyanophytas durante 10 días de exposición de los raceways a Arroz: polvillo de arroz o trigo: harina de trigo	42
Figura 7. Concentración de Clorophytas durante 10 días de exposición de los raceways a arroz: polvillo de arroz o trigo: harina de trigo	43
Figura 8. Concentración de Zooplancton durante 10 días de exposición de los raceways a arroz: polvillo de arroz o trigo: harina de trigo	47
Figura 9. Concentración de Ciliados durante 10 días de exposición de los raceways a Arroz: polvillo de arroz o trigo: harina de trigo	48
Figura 10. Composición biológica del biofloc del tratamiento con polvillo de arroz	50
Figura 11. Composición biológica del biofloc del tratamiento con harina de trigo	51
Figura 12. Tasa de crecimiento simple (TCS) promedio tomada durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo	53
Figura 13. Porcentaje de supervivencia para las distintas replicas (R1, R2 y R3) en los tratamientos con polvillo de arroz y harina de trigo.	55

Figura 14. Temperatura promedio tomada a las 18 h durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo.	56
Figura 15. pH promedio durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo	57
Figura 16. Salinidad promedio durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo	58
Figura 17. Alcalinidad promedio durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo	59
Figura 18. Oxígeno disuelto promedio durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo	60
Figura 19. Concentración de amonio promedio tomada durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo	61
Figura 20. Concentración de nitritos promedio tomada durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo	62
Figura 21. Concentración de nitrato promedio tomada durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo	63
Figura 22. Porcentaje de costos para los tratamientos con arroz y trigo	66

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Resultados ANOVA	76
Anexo B. Tablas de Control	81
Anexo C. Tablas de Conteo	84
Anexo D. Tablas de Costos por Corrida	88

GLOSARIO

ACLIMATACIÓN: proceso que tiene lugar cuando la temperatura del agua de transporte se ajusta gradualmente a la temperatura del agua en la cual se almacena el pescado que llega. Cuando la temperatura del agua de transporte es la misma que la del agua receptora se puede liberar el pescado sin una aclimatación más larga. El choque térmico puede resultar especialmente peligroso para los peces inmaduros. En caso de que la diferencia sea de varios grados, el proceso de ajuste puede durar entre 30 y 40 minutos.; Ajuste o acomodamiento de los organismos a condiciones de laboratorio.

ALCALINIDAD: la capacidad de una solución mineral para neutralizar iones hidrógeno; generalmente expresada como equivalentes de carbonato de calcio.

AMONIACO: es un compuesto nitrogenado compuesto por dos fracciones: no – ionizado (NH_3) e ionizado (NH_4), siendo esta última más tóxica a los organismos acuáticos. La toxicidad del amonio es directamente relacionado con el pH. Cuanto más alto el pH, más tóxica es el amonio.

BACTERIAS HETERÓTROFAS: son bacterias que usan compuestos del carbono orgánico como fuente de energía y el carbono para su crecimiento, en contraposición con las bacterias autotróficas que utilizan los compuestos inorgánicos como fuente de energía y el CO_2 , como fuente de carbono.

BIOFLOC: Es un agregado de algas, bacterias, protozoarios y de materia orgánica particulada como: heces y alimento no consumido, cada flóculo o agregado se mantiene unido a una matriz de mucosidad secretada por las bacterias junto a microorganismos filamentosos, además incluye a organismos como el zooplancton y nematodos.

CONVERSIÓN ALIMENTICIA: relación entre la cantidad de alimento que debe consumir un animal para alcanzar un gramo de peso y la biomasa ganada.

FLÓCULO: grumo de materia orgánica formado por agregación de sólidos en suspensión.

HEPATOPÁCREAS: glándula anexa al tubo digestivo que desempeña una función análoga a la del hígado y el páncreas de los vertebrados. Se encarga de la producción de las enzimas y absorción de alimentos.

LÍPIDOS: conjunto de moléculas orgánicas, la mayoría biomoléculas, compuestas principalmente por carbono e hidrogeno y en menor medida oxígeno, aunque también pueden contener fosforo, azufre y nitrógeno, que tienen como característica

principal el ser hidrofóbicas o insolubles en el agua y si en disolventes orgánicos como la bencina, el alcohol, el benceno y el cloroformo.

MELAZA: mezcla compleja que contiene sacarosa, azúcar invertido y otros compuestos solubles en álcali que normalmente están presentes en el jugo de la caña.

POST-LARVA (PL) DE CAMARÓN: es una etapa del ciclo biológico del camarón.

PROBIÓTICOS: son alimentos con microorganismos vivos adicionados que permanecen activos en el intestino y ejercen importantes efectos fisiológicos. Ingeridos en cantidades suficientes, pueden tener efectos beneficiosos, como contribuir al equilibrio de la microbiota intestinal del huésped y potenciar el sistema inmunitario.

RACEWAYS: los sistemas de raceways, también conocidos como sistemas de flujo continuo, fueron desarrollados para estimular la acuicultura en territorios tierra adentro. El raceway se fundamenta en el movimiento continuo de agua dentro de la estructura para mantener sus niveles de calidad. Los Sistemas de Acuicultura por Etapas, que implican el uso de una serie de raceways dentro de la infraestructura acuícola, representan lo último en tecnología de raceways. Generalmente, una aireación adecuada de los raceways puede ser muy costosa, debido a que se necesita bombear grandes volúmenes de agua a intervalos regulares para mantener una buena aireación.

SALINIDAD: Expresión de la concentración de minerales solubles (a menudo restringidos a sales de metales alcalinos o de magnesio) y cloruros en agua, normalmente expresada como partes por mil (ppm). Guarda con la clorinidad una relación expresada por la fórmula $S = 1,805 Cl + 0,030$ donde S y Cl se expresan en ppt.

SUPERVIVENCIA: en muchos textos de acuicultura especializados se hace relación a este término como sobrevivencia y se refiere a la capacidad que tienen las larvas de soportar condiciones extremas cuando son sometidas a pruebas de estrés.

RESUMEN

Esta investigación se realizó dentro de la estación camaronera Expormeksa, ubicada a 16 km del cantón Taura, Provincia del Guayas, Ecuador, con el objetivo de evaluar el efecto del polvillo de arroz y de la harina de trigo usados como sustrato en la preparación de biofloc, como una alternativa para mejorar las condiciones cualitativas y cuantitativas de las post-larvas que se sembraron en los estanques de engorde, de tal manera que se pueda garantizar la siembra de una post-larva de mayor tamaño, "pre-juveniles" de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

Para tal fin, los animales utilizados fueron sembrados con un peso promedio de 5,5 mg y una longitud de 6mm, a una densidad promedio de 26 PL/L, y se los cultivo durante 5 ± 1 días; posteriormente fueron transferidos a los estanques de engorde. Se determinó parámetros físico-químicos (temperatura, pH, salinidad, alcalinidad, oxígeno disuelto (OD), nitritos, nitratos y amonio) y parámetros de viabilidad tales como supervivencia, incremento de peso (IP) y tasa de crecimiento simple (TCS) y se evaluó la composición de fitoplancton y zooplancton de los biofloc.

Los rangos de temperatura fueron 28,55 - 30,40°C, pH 7,86 - 8,25, salinidad 3,79-4,23 ups, alcalinidad 295-346 mg/L, OD 4,41-5,7 mg/L, los nitritos, nitratos y amonios no mostraron diferencias entre los tratamientos. La tasa de supervivencia fue mayor para el tratamiento de arroz 99,13% y para trigo 96,57%. No hubo diferencia significativa en incremento de peso ni tasa de crecimiento simple. El arroz mejoró la abundancia de fitoplancton, en especial de las diatomeas (15-26%) y el trigo la abundancia de zooplancton (ciliados 11-17%). De manera general la estrategia del uso del polvillo de arroz es la mejor opción para el levante de biofloc en sistemas de raceways para el cultivo de post-larvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Se pudo observar que la razón costo beneficio del tratamiento con polvillo de arroz resulta más viable que la del tratamiento con harina de trigo con un costo beneficio de 1.40 \$ para arroz y 1.37 \$ para trigo.

Palabras claves: Biofloc, Raceways, Sustrato, Arroz, Trigo.

ABSTRACT

This research was conducted within the shrimp Expormeksa station, located 16 km from the canton Taura, Guayas Province, Ecuador, with the objective of evaluating the effect of rice powder and wheat flour used as a substrate in the preparation of biofloc as an alternative to improve the qualitative and quantitative conditions of the post-larvae that were planted in the ponds for fattening, so as to ensure the planting of a post-larva larger "pre-youth" shrimp white (*Litopenaeus vannamei*).

To that end the animals used were planted with an average weight of 5.5 mg and 6 mm in length at an average density of 26 PL / L, and the culture for 5 ± 1 days; They were subsequently transferred to the ponds. Physico-chemical parameters (temperature, pH, salinity, alkalinity, dissolved oxygen (DO), nitrite, nitrate and ammonium) and parameters such as viability survival, weight gain (IP) and simple growth rate (TCS) was determined and the composition of phytoplankton and zooplankton of biofloc evaluated.

Temperature ranges were from 28.55 to 30.40 ° C, pH 7.86 to 8.25, 3.79 to 4.23 ups salinity, alkalinity 295-346 mg / L, 4.41 to 5.7 OD mg / L, nitrites, nitrates and ammonium showed no differences between treatments. The survival rate was higher for the treatment of rice for wheat 99.13% and 96.57%. There was no significant difference in increase in or simple growth rate weight. Improved rice abundance of phytoplankton, especially diatoms (15-26%) and wheat zooplankton abundance (ciliates 11-17%). In general the strategy of using rice powder is the best choice for lift systems biofloc raceways for growing post-larvae white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). It was observed that the cost-benefit ratio of treatment with rice powder is more viable than treatment with wheat flour a cost benefit of \$ 1.40 to \$ 1.37 for rice and wheat.

Index Terms: Biofloc, Raceways, Substrate, Rice, Wheat.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a Roseberry¹, en América Latina, la producción de camarón de cultivo en los últimos años (2011-2013) se ha mantenido estable, especialmente en Ecuador, Honduras, Nicaragua y Perú. Asia es el mayor continente productor de camarón ya que representa el 59,9% (1,3 millones de toneladas) de la producción mundial, seguido por América con el 32,1% (682,3 mil toneladas), luego está Europa con 5,6% (119,6 mil toneladas), África con 1,8% (37,4 mil toneladas) y por último Oceanía con 0,6% (13 mil toneladas)²

Como resultado de enfermedades bacterianas como el síndrome de la mortalidad temprana (EMS), según Roseberry³, la industria de la camaronicultura en Ecuador atravesó una crisis, viéndose afectada su producción por una serie de enfermedades como la mancha blanca (virus White Spot), que provocaron grandes pérdidas económicas, durante el período 1998-2005 sus niveles de utilidad se redujeron del 100% al 30% anual. Según Marcelo⁴, esto ha obligado a los productores a ser más precavidos en el manejo de las post-larvas, optimizar el cultivo de semillas certificadas y a buscar alternativas para mejorar la calidad de las mismas.

Una de las alternativas de la acuicultura, en zonas con poca disponibilidad de agua es optimizar sus producciones usando el sistema “biofloc”, el cual se trata de una propuesta desarrollada en la década de los 70, basada en comunidades microbianas que ayudan a minimizar o evitar los recambios de agua y además producir como beneficio adicional, proteína microbiana que puede ser utilizada como alimento⁵.

Existe mucho interés en evaluar el comportamiento y composición del biofloc, que está siendo utilizado en granjas acuícolas como fuente de alimento adicional, ya que se requiere de mayor investigación de esta técnica para mejorar su manejo en la acuicultura y evitar problemas ambientales, que darían lugar a enfermedades causadas por bacterias patógenas, como los *Vibrios sp.*

¹ROSEMBERRY, B. shrimp news international. United State, 2014.

² MARCELO, V. Procesamiento de camarón para exportación, 2011. p. 1–39.

³ ROSEMBERRY, B. Op.Cit.

⁴Ibid., p.4.

⁵ AVNIMELECH, Y. Biofloc Technology. Louisiana, United states: World Aquaculture Society, 2009.

La aplicación de sustratos para tener un levante adecuado de biofloc ha sido una buena herramienta de su manejo, donde se viene utilizando distintas fuentes de carbohidratos con valores nutricionales que difieren entre uno y otro sustrato, los cuales pueden dar como resultado algunas variables productivas que puedan ir perfeccionando el uso adecuado de cada producto.

Por lo anterior, este estudio evaluó el desempeño de dos tipos de sustratos (arroz y trigo) que pueden afectar la composición del biofloc y su interacción con los principales parámetros físicos - químicos, permitiendo determinar su incidencia en la supervivencia y crecimiento, además de determinar la composición biológica del biofloc (fitoplancton y zooplancton).

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de dos sustratos (polvillo de arroz y harina de trigo) en la dinámica del biofloc en la cría de post-larvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931) en tanques raceways.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar la composición de fitoplancton y zooplancton del biofloc para cada uno de los sustratos.
- ✓ Calcular el aumento periódico de peso en las post-larvas.
- ✓ Determinar la supervivencia en cada uno de los sustratos.
- ✓ Analizar los parámetros físico - químicos del agua de cada sustrato.
- ✓ Determinar el costo de producción de post-larvas bajo un sistema de biofloc.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 GENERALIDADES DEL CAMARÓN BLANCO (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931)

El camarón blanco es una especie que se encuentra en hábitats marinos tropicales en temperaturas superiores a veinte grados centígrados (20 °C), durante todo el año. El ciclo de vida de *Penaeus vannamei* se encuentra dividido en seis fases: embrionaria, larval, juvenil, adolescente, pre adulta y adulta. En la fase adulta viven y se reproducen en mar abierto, mientras que las post-larvas migran a las costas a pasar la etapa juvenil, en la etapa adolescente y pre adulta los animales son estuarinos. Durante la fase reproductiva, los machos maduran desde 20 g y las hembras desde 28 g a la edad de 6 y 7 meses. Cuando *P. vannamei* pesa entre 30 y 45 g, desova entre 100.000 y 250.000 huevos con diámetro de 0,22 mm. El proceso de incubación termina 16 horas después de la fertilización. En la fase larval, los individuos presentan fototropismo positivo, principalmente en nauplios cuando inician sus procesos natatorios. Durante la etapa naupliar, no se requiere de alimentación porque se nutren de su reserva embrionaria, mientras que en las siguientes etapas larvianas se alimentan del fitoplancton y zooplancton, siendo planctófagas por algún tiempo. Las post-larvas (PL) después de cinco días migran hacia la costa para alimentarse de detritos bénticos, gusanos, bivalvos y crustáceos⁶.

Martínez⁷ describe la clasificación taxonómica del camarón blanco de la siguiente manera:

Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustacea
Clase: malacostraca
Sub-clase: Eumalacostraca
Orden: Decapoda
Sub-orden: Natantia

⁶FAO. Programa de información de especies acuáticas. *Penaeus vannamei*. Programa de información de especies acuáticas. En: Briggs, M. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [En línea]. Roma. Actualizado 7 Abril 2006. Disponible en internet: <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeus_vannamei/es#tcNA008C>

⁷Martínez C. L.R. Cultivo de camarones peneidos. Principios y prácticas. A. G. T. editores, México, D.F, 1999. p. 1-290.

Super Familia: Penaoidea
Familia: Penaeidae
Género: *Litopenaeus*
Especie: *vannamei*
Nombre Científico: *Litopenaeus vannamei*

2.1.1 Post-larva. Este ciclo de crecimiento del camarón va acompañado de cambios poco notorios, lo más importante es la desaparición de los exopoditos de los pereopodos y el desarrollo de setas en los pleópodos, que a su vez se convierten en los apéndices natatorios⁸, permitiéndole nadar hacia adelante. Este estadio de post-larva se caracteriza porque el organismo presenta características morfológicas similares a las de un adulto. Wyban & Sweeney⁹, afirman que una vez alcanzada esta etapa los organismos continúan creciendo cada 24 horas, el tiempo aproximado de desarrollo larval hasta post-larva I, descrito para cada estadio de *L. vannamei* es de aproximadamente 10 días. Según Granvil & Yates¹⁰, durante los primeros 4 o 5 días post larvales, los animales son planctónicos. En etapas posteriores, se les puede observar adheridos a los tanques o asumir una vida completamente demersal, en la sub-etapa PL7 (7-días post-larva), algunas especies de *penaeus* pueden permanecer enterradas en el bentos. La alimentación post-larval es lograda por medio de los periópodos quelados, los cuales son capaces de atrapar y sujetar el alimento. Dentro de las características de esta fase se destacan: longitud del cuerpo 4.79, 5.80 mm, los primeros tres pares de periópodos quelados y los pleópodos con presencia de setas.

2.2 HÁBITOS ALIMENTICIOS

De acuerdo con Seiffert & Andreatta¹¹, la sostenibilidad de la camaronicultura depende de la calidad nutricional de las dietas empleadas (ración) y de la eficiencia del sistema empleado en el manejo de la alimentación. El género *Penaeus* presenta diferentes hábitos alimenticios de acuerdo a sus etapas de desarrollo fisiológico y morfológico, así, en la etapa larval de zoea los organismos son planctónicos, filtrando

⁸CHAPA S.H. "la biología y el cultivo de camarón". (SEP 1989). Disponible en internet. URL: http://digeset.uco.mx/tesis_posgrado/Pdf/Maria%20Cruz%20Rivera%20Rodriguez.pdf

⁹WYBAN, J., & SWEENEY, J. Marine aquaculture: Opportunities of growth. United States: National Academy of Sciences, 1991. Disponible en internet <https://books.google.com.co/books>

¹⁰Granvil, T., & Yates, M. Manual de laboratorio para el cultivo de camarón Peneido. Estados Unidos: Texas & A.M University, 1993.

¹¹SEIFFERT, W., & ANDREATTA, E. El manejo de la alimentación y sostenibilidad del cultivo de camarones en el Brasil. Brasil, 2003. p. 707-720.

algas microscópicas y otros materiales suspendidos en el agua. En mysis los organismos son mayormente predadores consumiendo generalmente proteína animal como artemia. Una vez cumplida la metamorfosis o cambio a post-larva y juvenil, estos se vuelven carroñeros bentónicos, siendo omnívoros el resto del ciclo.

Según Brown¹², diferentes especies de algas han sido utilizadas para la alimentación larval. Las microalgas presentan una calidad proteica alta, una composición variable de azúcares, en general son ricas en ácidos grasos Poliinsaturados (AGPI) y en ácido ascórbico y riboflavina. Las protozoas muestran una baja respuesta en la actividad de las enzimas digestivas cuando se alimentan exclusivamente con dietas artificiales, pero la adición de algas eleva la actividad de la tripsina, mejorando el crecimiento y la supervivencia; se ha sugerido que las algas podrían contener algunas sustancias que dispararan la actividad enzimática o mejoraran la digestión del alimento. También podrían actuar proveyendo de una fuente proteica fácilmente digerible. Dado que los camarones peneidos son omnívoros bentónicos a partir de post-larvas, es razonable pensar que consuman microalgas, tanto directa como indirectamente (a través de consumidores primarios como rotíferos, nemátodos y ciliados, entre otros) cumpliendo un papel importante en la nutrición de post-larvas y juveniles de camarón¹³.

2.3 CAMARONICULTURA EN SALINIDADES BAJAS

Bray et. al.,¹⁴ realizaron un experimento para evaluar la adaptabilidad de juveniles de camarón blanco *p. vannamei* a salinidades de 5-49 g/L, los mejores resultados los obtuvieron a salinidades de 5 y 15 g/L, Villarreal¹⁵ menciona que existe un mayor consumo de oxígeno por parte del camarón cuando se encuentra en un medio con altas concentraciones de salinidad.

¹²Brown, M. Nutritional value and use of microalgae in aquaculture. United state: Csiro Marine, 1991. p.1-12.

¹³LE VAY, L., RODRIGUEZ, A., KAMARUDIN, M., & JONE, D. Influence of live and artificial diets on tissue composition and trypsin activity in *penaeus japonicus* larvae. Aquaculture. Vol.; 118. (December 1993); p. 287-297.

¹⁴BRAY W-A.; Lawrence A.L.; Leung Trujillo J. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of IHHN virus and salinity, Aquaculture, 1994.p.133-146.

¹⁵VILLARREAL.H y MARTINEZ CORDOBA. Culture of White shrimp *Penaeus vannamei* in reduced water change ponds in Sonora, Mexico. World Aquaculture (26), 1995.p. 3.

Por otro lado Ogle et al.,¹⁶ realizó un estudio con *P. vannamei* en donde la mejor adaptación se logró a bajas salinidades y en donde los camarones más jóvenes presentaron menor capacidad de adaptación que los adultos, los mismos investigadores en un segundo experimento con post-larvas PL-22 a una temperatura de 28°C y 30°C observando un mejor crecimiento en salinidades de 4 y 8 g/L.

Laramore & cols¹⁷, indican que los camarones juveniles sobreviven con éxito en una salinidad de 2‰. Sin embargo, Martínez & cols¹⁸, reportaron en post-larvas bajo estas condiciones de salinidad una mortalidad muy elevada. Salas¹⁹, al mantener experimentalmente post-larvas de camarón blanco hasta juveniles con una sobrevivencia del 100% a una salinidad de 2‰, además, este mismo autor utilizó salinidades de 1 y 3‰ obteniendo al final pesos en promedio entre 5,5 y 5,6 g en cada condición salina.

2.4 IMPORTANCIA ECONÓMICA.

Conforme a Villarreal, citado por Rivera²⁰, el cultivo de camarón a nivel mundial ha ido adquiriendo mayor importancia como complemento de la producción pesquera ya que esta última está llegando a su máximo de sustentabilidad. Más de las tres cuartas partes de la oferta mundial de camarón de cultivo provienen del continente asiático, destacándose Tailandia, China, e Indonesia, que proveen el 60% de la oferta mundial; otros proveedores importantes son India, Vietnam, Bangladesh y Ecuador.

En el Ecuador, cerca del 90% de la producción de camarón proviene del cultivo; el restante es capturado en las cálidas aguas del Pacífico, gracias a las condiciones climatológicas, su ubicación geográfica y la estructura de sus costas, la adaptación

¹⁶OGLE , J., BEAUGEZ, K. y MELLWAIN, T:D. Survival of *Penaeus vannamei* postlarvae with low-Salinity Water. J. Shellfish-res, 1987. p.172-173.

¹⁷LARAMORE, S., C.R. LARAMORE Y J. SCARPA.Effect of low salinity on growth and survival of postlarvae and juvenile *Litopenaeus vannamei*.Journal of the World Aquaculture Society, 2001. p. 385-392.

¹⁸MARTÍNEZ, C.L., C.L. VILLAREAL Y C.M. PONCHA. Culture of white shrimp *Penaeus vannamei* without food in a discharge lagoon of a shrimp faro.Journal of the World Aquaculture Society, 1996. p.1-2.

¹⁹Salas, H.G. Crecimiento y sobrevivencia del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) a diferentes salinidades. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar, UAS. México, 2003.

²⁰ Ibid. p. 5.

en Ecuador de la especie *Litopenaeus vannamei* en cautiverio ha sido un éxito, estos factores, sumados a los exigentes controles en la post-cosecha y empaque han dado como resultado un camarón de excelente sabor, color y textura, que le hacen meritorio su reconocimiento internacional como el mejor camarón blanco del mundo. Beneficiados por las condiciones climáticas, el país es uno de los pocos países en el mundo donde el número de sus cosechas oscila entre 2,8 y 3,2 por año. Socialmente, esta actividad es de gran impacto en la economía ecuatoriana puesto que cerca del 60% de los empleos generados se dan en zonas marginales del país; permitiéndoles tener a sus habitantes infraestructura básica y salarios estables²¹.

2.5 SISTEMAS DE RACEWAYS

Según Oca & Masaló²² los raceways son usados desde hace muchos años en instalaciones acuícolas, principalmente por la facilidad de construcción, la facilidad para la clasificación de los camarones y por la optimización en el uso del espacio disponible. Sin embargo, tienen asociados algunos problemas desde el punto de vista hidrodinámico, en ellos la velocidad del agua suele ser menor, favoreciendo la acumulación de heces y pienso no ingerido en el fondo del tanque y la aparición de zonas muertas, produciendo condiciones ambientales más heterogéneas, especialmente en las zonas más próximas a la entrada de agua.

Hargreaves²³, plantea otro tipo de cultivo para camarón en raceways con efecto invernadero, estos pueden estar situados en zonas de clima templado si se proporciona temperatura adicional obteniendo rendimientos de 3 a 7 kg/m². El movimiento del agua se suministra por bombas que inyectan agua a través de boquillas diseñadas para proporcionar aireación y mantener el biofloc en suspensión. El oxígeno puede ser inyectado por un corto tiempo después de la alimentación o de forma continua, según sea necesario logrando producciones de 10 kg/m².

²¹PÉREZ J. Y MENDERIS O. Superintendencia de Bancos y Seguros. Análisis de la industria camaronera y su comportamiento crediticio, 2006. p. 1–12. Recuperado el 5 de septiembre de http://www.sbs.gob.ec/medios/PORTALDOCS/downloads/articulos_financieros/Estudios%20Sectoriales/analisis_industria_camaronera.pdf

²² Oca, J., Masaló, I. Design criteria for rotating flow cells in rectangular aquaculture tanks. *Aquacultural Engineering* 36, 2007. p. 36-44.

²³HARGREAVES, J. A. *Biofloc Production Systems for Aquaculture*, 2013. p. 1–12.

2.6 TECNOLOGÍA BIOFLOC

Lujan²⁴, afirma que la tecnología de los biofloc (BFT por sus siglas en inglés.) ofrece una solución a los problemas ambientales por la descarga de los productos de desechos en los cuerpos de agua, a la dependencia por la harina y aceites de pescado por parte de la acuicultura y una posibilidad de reducir las tasas de alimentación en estos sistemas.

Según Nootong & Pavasant²⁵, la tecnología del biofloc hoy en día es utilizada en los sistemas de recirculación de camarón, cuenta con alto rendimiento de producción, control de calidad del agua y alimentación con proteína reciclada simultáneamente en la misma unidad de cultivo; en estos sistemas el control del nitrógeno inorgánico se basa en una mejora del crecimiento de bacterias heterotróficas para asimilar el nitrógeno en nuevas proteínas celulares capaces de recuperar nutrientes.

Los denominados bioflocs están constituidos por agregados de bacterias heterótrofas, fitoplancton, zooplancton, protozoos, entre otros microorganismos, los cuales se desarrollan a partir de la materia orgánica disponible en el medio acuático. En términos generales, las bacterias heterótrofas son pioneras en la conformación del biofloc razón por la cual se ha enfatizado en su estudio a fin de lograr un mayor entendimiento del proceso de conformación y funcionamiento del mismo. Schneider citado por Ladino y pulido²⁶, encontró que los efluentes resultantes de sistemas productivos acuícolas ricos en materia orgánica pueden ser utilizados como medio para la producción de bacterias heterotróficas las cuales a su vez pueden ser consumidas por los peces como fuente de proteína.

²⁴LUJAN, M. El uso del biofloc en acuicultura. [en línea]. Madrid, España. Portal de información en acuicultura [citado 01 agosto, 2011] Disponible en internet. URL: http://www.aquahoy.com/index.php?option=con_content&view=article&id=12607%3Ael-uso-de-biofloc-en-acuicultura&catid=56&lang=es.

²⁵NOOTONG, K. and PAVASANT, P. Effects of Organic Carbon Addition in Controlling Inorganic Nitrogen Concentrations in a Biofloc System. En: Journal of the World Aquaculture society. vol. 42, no. 3.2011 p. 339-346.

²⁶LADINO ORJUELA, Guillermo; RODRÍGUEZ-PULIDO, José. Efecto de *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhodopseudomonas palustris* (microorganismos eficientes em) y melaza en la ganancia de peso de tilapias (*Oreochromis sp*) en condiciones de laboratorio. Grupo de investigación en alimentación y nutrición de organismos acuáticos GRANAC, 2009. p. 32.

En los sistemas de biofloc también conocidos como flóculos, se desarrolla sobre la base de co-cultivo de bacterias heterotróficas y otros organismos. Jorand *et al.*,²⁷ planteó que los floc microbianos son una mezcla heterogénea de microorganismos formadores de floc, bacterias filamentosas, partículas, coloides, polímeros orgánicos, cationes y células muertas. La técnica funciona bajo condiciones controladas de la relación carbono nitrógeno (C/N), sistemas de bajo recambio de agua, desarrollo de poblaciones microbianas eficientes y alta aireación, de modo que así se controla el nitrógeno inorgánico en el agua. Los microorganismos forman biofloc, asimilan al TAN, producen proteína microbiana altamente digerible de los residuos de alimento no utilizado.

Avnimelech²⁸, en Israel, propone el sistema básico de BFT, tal como se entiende en la actualidad y de la misma manera otros investigadores en diferentes partes del mundo como en Indonesia, México, Brasil y Perú han venido utilizando BFT para maternidades, pre-cría y completando los ciclos de cultivo. Este mismo autor indica que los factores a tener en cuenta en los procesos de biofloc son:

- a) Es importante la calidad del sustrato proveído, su tasa carbono nitrógeno (C/N) y la bio-disponibilidad. La producción de los biofloc dependen de la provisión del sustrato orgánico a la comunidad microbiana, proveniente de fuentes externas como harinas, alimentos, actividad algal o por la excreción de los componentes del alimento no utilizado durante el ciclo.
- b) La asimilación de los biofloc depende mayormente del tamaño del organismo en sí y del tamaño y la densidad del floc.
- c) La biodegradación del floc depende de la comunidad microbiana asociada con el biofloc, tipos y cantidad de bacterias, protozoos, algas, entre otros.
- d) Finalmente, todos estos procesos pueden ser afectados por el ambiente y las condiciones de manejo, como la temperatura, salinidad del agua, tasa de recambio del agua, intensidad de mezcla de agua con la Aireación, entre otros factores.

²⁷ Jorand, F; Zartarian, F; Thomas, F; Block, J.C; Bottero, J.Y; Villemin, G; Urbain, V; Manem, J. Chemical and structural (2d) linkage between bacteria within activated-sludge flocs. *Water Res.* 29 (7), 1995. p. 1639-1647.

²⁸ Avnimelech, Y. Tilapia production using Biofloc technology saving water, waste recycling improves economics. *Global aquaculture advocate*, 2011. p. 66-68.

2.6.1. Composiciones nutritivas y efecto de los flóculos

Avimelech²⁹ sostiene que la tecnología del biofloc (BFT) ofrece la posibilidad de utilizar cero recambios de agua en procesos de recirculación en sistemas acuícolas. Sin embargo, el valor añadido de los biofloc está determinado principalmente por su potencial para ser utilizado como alimento adicional para camarones. En la actualidad, la mayor parte de compuestos esenciales incluidos en los alimentos de camarones se han logrado con la inclusión de harinas y aceites de pescado, debido a su óptima calidad nutricional.

Craig y Helfrich³⁰ sostienen que la composición de los flóculos producidos deben ser comparados con ácidos grasos poliinsaturados e insaturados (PUFA Y HUFA) y el contenido de lípidos son la mayoría de los parámetros importantes para determinar la viabilidad de los flóculos biológicos como alimento en la acuicultura, no sólo el valor nutricional de los bioflocs es importante, también otros compuestos internos pueden ser beneficiosos para las especies acuícolas, tal es el caso de los ácidos grasos de cadena corta como agentes de control biológico contra patógenos que causen enfermedades y que tengan un interés particular.

Hargreaves³¹ aclara que los rangos del contenido de proteína de un biofloc en peso en seco tiene un rango de 25 al 50% pero la mayoría de las estimaciones fluctúa entre el 30 y 45% de proteína. El contenido de grasa oscila entre el 0,5 a 15% y la mayoría de las estimaciones es del 1 al 5%. Existen informes contradictorios sobre la idoneidad de bioflocs para proporcionar aminoácidos como metionina y lisina. Pero si se asegura que los bioflocs son buenas fuentes de vitaminas y minerales, especialmente de fósforo y que pueden tener efectos de tipo probióticos.

Crab,³² afirma que los Bio-flóculos no permiten un completo reemplazo de la comida tradicional, pero aún puede dar lugar a una disminución sustancial del costo de procesamiento ya que la comida representa 70-80% de los costos de producción total.

²⁹AVNIMELECH, Y. Bio-filters: the need for an new comprehensive approach. *Aquac.Eng.* 34 (3), 2006. p. 172-178.

³⁰CRAIG, S., HELFRICH, L.A. *Understanding Fish Nutrition, Feeds and Feeding* (Publication 420–256). Virginia Cooperative Extension, Yorktown (Virginia), 2002. p. 4

³¹HARGREAVES, J. *Op cit.*, p. 12.

³²CRAB, R., AVNIMELECH, Y., DEFOIRDT, T., BOSSIER, P., & VERSTRAETE, W. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture*, 2007. p. 1–14.

Moss,³³ indica que los sólidos en suspensión tomados de un estanque intensivo de camarón, estimularon el crecimiento de los camarones, además que la alimentación con biofloc aumenta la actividad específica de enzimas (proteasa de serina, colagenasa, amilasa, celulosa, lipasa y fosfatos ácidos). Uno de los factores probióticos probables es PHB, poli-β-hidroxibutirato, un bio-polímero almacenado en las células microbianas que llega al intestino de los peces y libera ácido butírico, conocido como un agente anti-microbiano. La composición nutricional de este alimento puede ser de importante en la producción económica de cultivos sanos, de alta calidad, además puede reemplazar las vitaminas suministradas en la alimentación comercial de camarón.

2.7 RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO

Avnimelech³⁴ plantea que el crecimiento bacteriano está asociado a la relación carbono nitrógeno (C/N) existente en el medio, la cual en condiciones óptimas debe encontrarse en un rango que varía de 15:1 - 20:1. El mismo autor señala que, dentro de los sistemas de producción intensivos, los camarones excretan una gran cantidad de nitrógeno que la relación carbono nitrógeno puede ser del orden de 3:1, la escasez de carbono orgánico asimilable impide la incorporación del nitrógeno circulante por parte de las bacterias. Para alcanzar la relación requerida se está explorando actualmente el uso de otros productos como la melaza (subproducto del procesamiento de la caña durante la obtención del azúcar) o harina de yuca como sustitutos con resultados similares a un menor precio.

Fajardo y Sarmiento³⁵, sostienen que la melaza es una mezcla compleja que contiene sacarosa, azúcar invertido, sales y otros compuestos solubles en álcali que normalmente están presentes en el jugo de caña localizado, así como los formados durante el proceso de manufactura del azúcar. Además la sacarosa, glucosa, fructosa y rafinosa los cuales son fermentables, la melaza también contiene sustancias reductoras no fermentables, estos compuestos no fermentables reductores del cobre, son principalmente caramelos libres de nitrógeno producidos

³³MOSS, S. M., DIVAKARAN, S., & KIM, B. G. Stimulating effects of pond water on digestive enzyme activity in the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture Research*, 32(2), 2001. p. 125-131.

³⁴AVNIMELECH. Op cit. p. 2.

³⁵ FAJARDO E. y SARMIENTO S. Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de *saccharomyces cerevisiae*. Trabajo de grado (Microbiólogo industrial). Bogotá, Colombia. Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias Básicas. Programa de Microbiología Industrial, 2007. p.22

por el calentamiento requerido por el proceso y las melanoidinas que si contienen nitrógeno derivadas a partir de productos de condensación de azúcar y amino compuestos.

2.8 PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE FLOC

De acuerdo con Muir³⁶ el éxito en la acuicultura en términos de producción depende de proporcionar el ambiente óptimo para el crecimiento rápido al mínimo costo de recursos y capital de todos los parámetros de calidad de agua, el oxígeno es el más crítico e importante y requiere de un monitoreo continuo en los sistemas de producción. En la Tabla 1 se puede apreciar los rangos óptimos en el cultivo de camarón blanco.

Tabla 1. Rangos óptimos de parámetros para el cultivo de camarón blanco

Parámetro	Mínimo	Máximo
Oxígeno disuelto	3,0 ml/L	9,0 mg/L
Temperatura	26°C	32°C
Salinidad	15 ‰	25 ‰
Ph	7,5	8,5
Amonio	0	0,25
Nitrito	<0,04 mg/L	
Nitrato	< 7mg/L	
Alcalinidad	110 mg	150 mg

MUIR³⁷

2.8.1 Oxígeno. Martínez³⁸ plantea que el rango óptimo de la concentración del oxígeno disuelto para un buen desarrollo de los camarones se encuentra de 4 a 7 mg/L. Por debajo de estas concentraciones el camarón gasta energía en pasar más agua por las branquias, lo cual se refleja en un menor crecimiento. A mayores concentraciones pueden presentarse trastornos como burbujas en la hemolinfa, lo que puede ocasionarles un menor desarrollo en su crecimiento e inclusive llegar a

³⁶MUIR, F. J., Engineering hand book.MSc. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotlan.Course 10: Production System, 2002. p. 44.

³⁷Ibid.,p.46

³⁸Martinez. Op cit., p. 3

la muerte.

2.8.2 Temperatura. Rafael *et al.*,³⁹ encontraron que la defloculación de los flóculos se produce a bajas temperatura (4°C) en comparación con las temperaturas más altas (18-20 °C), probablemente debido a una disminución de la actividad microbiana en los flóculos.

Según Boyd⁴⁰ observaron que las altas temperaturas (30-35 °C) dan lugar a un aumento de volumen de los lodos (SVI \geq 500 ml.g⁻¹) debido a la excesiva producción de polisacáridos extracelulares. De acuerdo a lo anterior, se puede esperar que una temperatura del agua intermedia de 20-25 °C sería lo mejor para obtener flóculos de manera estable, con un volumen intermedio de aproximadamente 200 ml.g⁻¹. Se ha demostrado que las altas temperaturas (35°C) puede resultar hasta en un 75% menos en comparación con la formación de flóculos a temperaturas más bajas (15 °C). La temperatura está estrechamente relacionada con la cantidad de oxígeno disuelto en el agua.

2.8.3 pH. Mikkelsen, citado por Schryver *et al.*,⁴¹ menciona que los cambios en el pH determinan la estabilidad de los bioflóculos en los tanques, debido a los rangos de pH que toleran algunos microorganismos que pueden variar de dos a once, aunque los posibles cambios de pH limitan la gama óptima de los microorganismos y pueden producir mortalidad.

2.9 TASA DE CARGA ORGÁNICA

³⁹ RAFAEL, L., CÓRDOVA, M., PORCHAS, M. M., ANTONIO, J., ELÍAS, L., MIRANDA, A., & BALLESTER, E. Estado Actual del Uso de Biopelículas y Bioflóculos en el Cultivo de Camarón, p. 393–423.

⁴⁰Boyd, C. E. Biology and Culture of Channel Catfish. Developments in Aquaculture and Fisheries Science (Vol. 34)., Elsevier. doi:10.1016/S0167-9309(04)80024-3, (2004); Pág. 634-657.

⁴¹ SCHRYVER, P., CRAB, R., DEFOIRDT, T., BOON, N., & VERSTRAETE. The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. Aquaculture, 2008. p. 125–137.

Martínez citado por Schryver *et al.*,⁴² afirman que la tasa de carga orgánica en la que la fuente de carbono orgánico es dosificado en el agua es un factor importante durante el proceso técnico. En el que las bacterias filamentosas tienen una ventaja sobre las bacterias no filamentosas las primeras por su mayor superficie en volumen y nivel. Por otra parte, las filamentosas pueden penetrar fuera de los flóculos y por lo tanto están expuestas a mayores concentraciones de sustrato que las bacterias no filamentosas que crecen principalmente en los flóculos.

2.10 SUSTRATOS PARA BIOFLOC

2.10.1 Polvillo de arroz. Flores,⁴³ indica que el polvo de arroz ofrece una buena perspectiva para los animales, el polvillo de arroz es una mezcla del polvo, germen, grasa, arroz muy quebrado, puntas del arroz, etc. La composición química del polvillo de arroz se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición Química del Polvillo de Arroz en porcentajes

Parámetros	Polvillo de arroz
Ceniza	7,6
Proteína Bruta	13,8
Materia seca	89,9
Extracto Etéreo	13,9
Grasa Verdadera (%)	80
Fibra Bruta	7,6
Almidón	27,4
Azúcares	5

Tablas FEDNA⁴⁴

2.10.2 Harina de trigo. Los principales componentes de la harina de trigo se pueden observar de forma clara si se analiza la Tabla 3.

Tabla 3. Valor nutritivo de la Harina de Trigo (100 g del producto).

⁴² SCHRYVER, P., CRAB, R., DEFOIRDT, T., BOON, N., & VERSTRAETE. Op cit., p. 125.

⁴³FLORES, A. Bromatología animal. 2a ed. México. Edit. Limusa, 1975. p. 742–743.

⁴⁴Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (3ª edición). C. de Blas, G.G. Mateos y P. García-Rebollar. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. 2010. p. 502.

Parámetros	Harina de trigo
Proteínas	10.5 g
Grasa	1.3 g
Carbohidrato	74.1 g
Fibra	0.1 g
Calcio	21 mg
Fosforo	1.4 mg
Hierro	0.03 mg
Calorías	353 kcal
Ceniza	0.5 g

LLERENA OÑATE, K.P.⁴⁵

2.11. INSUMOS PARA PREPARACIÓN DE BIOFLOC

En la actualidad se presenta en el mercado una gran variedad de productos específicos o mezclas, que son utilizadas en pequeña o mediana escala para la producción de biofloc entre ellas se tienen:

2.11.1. Vitacob aqua. Está indicado en cultivo de camarones como agente coadyuvante en el tratamiento terapéutico de diversas enfermedades, para superar con éxito los estadios de convalecencia, para incrementar los rendimientos económicos en sistemas de producción, como agente coadyuvante en los periodos de muda de los camarones y para reducir el impacto ante los diferentes tipos de estrés en los sistemas de cultivo.⁴⁶

2.11.2 Complex B. Es una fórmula equilibrada y balanceada que contiene todas las vitaminas del complejo B, las cuales son consideradas esenciales para camarones y peces; la función principal de las vitaminas del complejo B es participar como coenzimas. Este producto, mejora notablemente la eficiencia; alimenticia, en otras palabras se aprovecha mejor el alimento balanceado, también se obtiene mejores

⁴⁵LLERENA OÑATE, K P. Utilización de harina de trigo y quinua para la elaboración de galletas, para los niños del parvulario de la E.S.P.O.CH. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad Salud Pública Escuela de Gastronomía. Riobamba, Ecuador, 2010. p. 1-65.

⁴⁶ AQUAHOY. Portal de información en Acuicultura. Recuperado el 4 de septiembre de 2015 de www.aquahoy.com

crecimientos y el rendimiento productivo es mayor. Tanto los camarones como peces que reciben complex B son capaces de aumentar la capacidad de respuesta a situaciones de estrés y en general a enfermedades de origen patológico.⁴⁷

2.11.3 Vitamina C 99%. Es un micronutriente esencial para la producción de colágeno que es el mayor componente proteico de tejido conectivo; por lo tanto es esencial para los tejidos de crecimiento, desarrollo, mantenimiento y reparación (después de un daño), en los camarones. Influye positiva y significativamente en el metabolismo de ácidos grasos poli-insaturados (W3 y W6), potenciando también una mejor respuesta inmunológica en los camarones. La deficiencia de vitamina C provoca la reducción de las frecuencias de mudas, procesos incompletos de muda, reducción del apetito, reducción de la tasa de crecimiento, muerte negra y altas mortalidades.⁴⁸

2.11.4 Vitamina C 35%. El fosfato al 35% de la vitamina C es la vitamina C “phosphoesterified”, dicha sustancia puede proteger químicamente el componente eficaz de la vitamina C contra la destrucción a nivel molecular. Este producto es muy estable y tiene un índice de utilización biológico alto. Se lo puede utilizar para la granulación de alimentos y soporta altas temperaturas y es ideal para almacenamiento de alimentos en acuicultura.⁴⁹

2.11.5 Zeigler. Es un alimento balanceado en término de aminoácidos, fortificado con un paquete completo de vitaminas y minerales, que incluye Stay-C, una vitamina C estable al calor. El alimento de engorde Zeigler es reconocido en todo el Hemisferio Occidental por su consistente calidad, y el mejorar la supervivencia y crecimiento en sus estanques. Los alimentos Zeigler proporcionan un producto marino muy digerible que es ambientalmente amistoso y tiene excelente atractabilidad, lo cual asegura la cosecha de un camarón muy comerciable. Zeigler contiene proteínas de animales marinos, proteínas vegetales, levadura, aceites de pescado y vegetales, colesterol, almidones vegetales, pre mezclas de vitaminas y minerales, antioxidantes, pigmentos y aglutinantes biodegradables.⁵⁰

2.12. LAS BACTERIAS COMO PARTE DEL BIOFLOC

⁴⁷ AQUAHOY., Op. Cit.

⁴⁸ AQUAHOY., Op. Cit.

⁴⁹ AQUAHOY., Op. Cit.

⁵⁰ AQUAHOY., Op. Cit.

Las bacterias son microorganismos con una capacidad extraordinaria de adaptación a diferentes condiciones ambientales. Para comprender la esencia de esta capacidad es importante conocer sus bases genéticas, es decir cómo está organizada la información genética, como realizan y regulan su expresión y que mecanismos de variación génica poseen. Por otro lado, el conocimiento del funcionamiento genético de las bacterias, sumado al hecho de que son de fácil manejo en el laboratorio y que tienen crecimiento rápido, ha permitido usarlas para sintetizar productos útiles a la medicina, tanto para el diagnóstico como para la prevención y tratamiento de enfermedades.⁵¹

Según Hargreaves⁵² muchos de los primeros nombres para los sistemas de biofloc incluyen la palabra "heterotrófica", que describe a un grupo de bacterias que se obtiene a partir de fuentes de carbono orgánico. Para estimular la producción de bacterias heterótrofas, la relación carbono nitrógeno (C:N) de los insumos se eleva mediante la adición de una fuente suplementaria de hidratos de carbono o reducir el nivel de proteína de alimentación. Las bacterias heterótrofas crean una demanda de nitrógeno (como amoníaco), porque el carbono orgánico y nitrógeno inorgánico se toman generalmente en una relación fija que refleja la composición y el requisito de las células bacterianas. Por lo tanto, el amoníaco se puede controlar mediante la adición de carbono orgánico para estimular el crecimiento de bacterias heterotróficas.

Si las bacterias degradadoras de materia orgánica no encuentran nitrógeno suficiente, ellas extraerán éste a partir de las formas existentes en el agua: nitratos y amonio. De no ser así, estas desaparecerán del tanque. Por lo que para que exista biomasa bacteriana se necesita que haya carbono y nitrógeno en el tanque. Herbert citado por Goldman *et al.*,⁵³ sostiene que las bacterias, requieren fuentes de carbono, nitrógeno y fósforo para la biosíntesis del balance estequiométrico establecido por el estado fisiológico de la población celular.

Goldman, Caron, & Dennett,⁵⁴ afirman que hay un consenso general de que los conjuntos naturales de bacterias pueden utilizar sustratos de carbono de fácil acceso, tales como glucosa y aminoácidos con eficiencias que superan con frecuencia el 50% y llegar tan alto como 80-90%. Por el contrario, la eficiencia del crecimiento bruto se puede reducir hasta un mínimo de 10% cuando los sustratos

⁵¹ PÍREZ, M., & MOTA, M. Morfología y estructura bacteriana, 2000. p. 23–42.

⁵² HARGREAVES, J. Op cit., p. 12.

⁵³ GOLDMAN, J. C., CARON, D. A., & DENNETT, M. R. Regulation of gross growth efficiency and ammonium regeneration in bacteria by substrate C : N ratio, 32(6). 1987. P. 1-14.

⁵⁴ GOLDMAN, J. C., CARON, D. A., & DENNETT, M. R. Op cit., p. 2.

complejos, tales como residuos de macrófitas son la fuente de carbono más importante.

Goldman⁵⁵ sostiene dos criterios que deben cumplirse para que las bacterias en la fase de crecimiento exponencial puedan regenerar los nutrientes. En primer lugar el nitrógeno debe provenir de un sustrato orgánico (aminoácidos, péptidos, o proteínas), en segundo lugar, la relación carbono nitrógeno de la biomasa bacteriana (C: NB), cuando se corrigen las pérdidas de carbono a través de respiración, debe ser mayor que la relación carbono nitrógeno (C/N) del sustrato disponible.

Avnimelech⁵⁶, plantea que la deficiencia tanto de carbono como de nitrógeno limita la descomposición bacteriana de materia orgánica. Se considera que la tasa óptima de carbono: nitrógeno es de 20:1, Cuando existe una concentración mayor de nitrógeno con respecto a la concentración de carbono en la materia orgánica, ésta se descompondrá rápidamente en comparación con una tasa carbono nitrógeno (C/N) alta y a la vez se eliminará al ambiente más compuestos amoniacales.

2.13 PROBIÓTICOS PARA LA PREPARACIÓN DEL FLOC.

Son alimentos con microorganismos vivos adicionados que permanecen activos en el intestino y ejercen importantes efectos fisiológicos. Ingeridos en cantidades suficientes, pueden tener efectos beneficiosos, como contribuir al equilibrio de la microbiota intestinal del huésped y potenciar el sistema inmunitario.

2.13.1 Biozym PONDPRO. Diseñado para la reducción significativa de materia orgánica total utilizando microorganismo estables, sinérgicos y beneficiosos capaces de producir enzimas extra celulares como amilasa, proteasa, lipasa, beta glucanasa, celulasa en cantidades significativas. Estos microorganismos degradan desperdicios orgánicos complejos como proteínas, carbohidratos, lípidos, celulosa, NH₃, NO₂, H₂S y PO₄. Mejoran el nivel de nutrientes, oxígeno disuelto, inhibe el crecimiento de bacterias patógenas como Vibrio y soportan el crecimiento de plancton beneficioso.⁵⁷

⁵⁵ GOLDMAN, J. C., CARON, D. A., & DENNETT, M. R. Op cit., p. 2.

⁵⁶ AVNIMELECH. Op cit. P 33

⁵⁷ BIOZTECH. Bioz Technologies. Recuperado el 4 de septiembre de 2015 de www.bioztech.com.

2.13.2 Biozym AQUAPRO. Los componentes activos del aquapro son varias sepas de microorganismos benéficos, estables y de rápido crecimiento con altos niveles de producción de enzimas extra celulares que incluyen amilasa, proteasa, lipasa, beta glucanasa, celulasa. Es un tratamiento natural que promueve el crecimiento y desarrollo saludable de los camarones.⁵⁸

2.14 FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON EN SISTEMA DE BIOFLOC.

De acuerdo con Buschet *al.*,⁵⁹ los organismos zooplanctónicos son probablemente los que se han utilizado en mayor medida en la acuicultura como fuente de alimento natural para muy diversas especies, principalmente de peces y de crustáceos. Según Prieto⁶⁰ la mayoría de las especies que se cultivan en el mundo son zooplanctófagas en sus primeras etapas de vida, aun cuando sus hábitos alimenticios en etapas adultas puedan cambiar. El zooplancton como alimento natural es comúnmente utilizado en las primeras etapas de desarrollo larvario y la maternización, algunas veces durante la pre-engorda y muy raramente en los primeros días de la engorda.

Coman⁶¹ plantea que la presencia de fitoplancton y zooplancton dentro de estanques de cultivo es benéfica y hasta fundamental para los organismos recién sembrados, debido a que aportan nutrientes esenciales como aminoácidos, ácidos grasos insaturados y otros elementos nutricios que no se encuentran o son escasos en el alimento artificial.

Los principales grupos de fitoplancton benéfico en el cultivo de *L. vannamei* es el grupo de las diatomeas, según Morales⁶² indica que aportan con un promedio del 35% de proteínas, entre un 8% de grasas, 5% de carbohidratos, pero son aportantes

⁵⁸ BIOZTECH., Op. cit.

⁵⁹Busch, K.E.T., Falk-Petersen, I.B., Peruzzi, S., Rist, N.A., Hamre, K. Natural zooplankton as larval feed in intensive rearing systems for juvenile production of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquac*, 2010. p. 1727-1740.

⁶⁰PRIETO, M. Y A. V. Zooplancton en la larvicultura de peces neotropicales, *13*(2), 2008. p. 1415–1425.

⁶¹ COMAN, F.E., Connolly, R.M. Preston, N.P. Zooplankton and epibenthic fauna in shrimp ponds: factors influencing assemblage dynamics. *Aquac Res.*, 34, 2003. P. 359-371.

⁶²COLL MORALES, J., *Acuicultura Marina Animal*, Madrid, ediciones Mundi. Prensa, 1983.p.3.

muy significativas de dos grupos químicos importantes como los carotenos (Alfa/Beta Carotenos) y los carotenoides (Astanxantinas).

2.15 AIREACIÓN

Según Fitzimmons⁶³ en el fondo de los tanques raceways se acumulan los desechos fecales y de orina, así como los provenientes del alimento no ingerido que se descomponen frecuentemente dentro del sistema de cultivo, por tanto se requiere de una fuerte aireación para asegurar que se mantengan los niveles adecuados de oxígeno disuelto necesario. Además, se necesita de una buena aireación a fin de nitrificar y mantener las bacterias heterotróficas y el fitoplancton, manteniendo toda la materia particulada en suspensión. Esto es importante por dos razones, primero los sólidos sedimentables pueden acumularse en el sistema de cultivo y luego caer en un proceso anaeróbico que introduce productos perjudiciales, segundo manteniendo las partículas en suspensión en la columna de agua con un adecuado oxígeno disuelto, las bacterias beneficiosas oxidarán los desechos nitrogenados y las bacterias heterotróficas descompondrán las heces y el alimento no ingerido. En estos sistemas, las bacterias y las floraciones de microalgas ocupan la columna de agua. Los valores de turbidez son muy elevados y la visibilidad es de unos pocos centímetros, la intensa aireación y el movimiento del agua son igualmente importantes para el mantenimiento de la población de microalgas en un estado que beneficie al sistema, convirtiendo los nutrientes (amoníaco, nitritos, nitratos, y anhídrido carbónico) en alimento y oxígeno aprovechable.

Generalmente, una aireación adecuada de los raceways puede ser muy costosa, debido a que se necesitaría bombear grandes volúmenes de agua a intervalos regulares para mantener una buena aireación, la manguera difusora ayuda a reducir drásticamente dichos costos, mediante la continua y eficiente entrega de oxígeno, con muy bajo mantenimiento⁶⁴. La manguera difusora se está utilizando mucho en los raceways de camarón ya que puede distribuir el aire en todo el estanque de una forma uniforme lo que las piedras difusoras lo hacen en forma puntual.

2.16 RELACIÓN BENEFICIO – COSTO

⁶³ Fitzimmons, K. Aquaculture, Freshwater and Marine Algae, Aquatic Biology. The university Arizona, College of Agriculture and Life Sciences, vol 29 (2), 1993.

⁶⁴CEVALLOS, S. Proyecto de factibilidad financiera para la creación de un hotel campestre y fincas recreativas en Bucay. Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas. Guayaquil Ecuador, 2008. p.1-9.

La actividad de un país está orientada a combinar los recursos eficientemente y convertirlos en bienes y servicios que satisfagan las necesidades de la comunidad; pero dado a que los recursos son limitados con la relación a la magnitud de las necesidades se deberá a través de los planes de desarrollo establecer tablas de priorización atendiendo criterios de crecimiento, de equidad y bienestar por lo tanto la tarea de los planificadores a todos los niveles es establecer la forma en que los recursos se deben utilizar con el fin de satisfacer el mayor nivel de necesidad. De lo anterior, se puede afirmar que los costos de un proyecto constituyen el valor de los recursos utilizados en la producción del bien o en la prestación de un servicio. Los beneficios son entonces el valor de los bienes y servicios generados por el proyecto, siendo el análisis económico del costo beneficio es una técnica de evaluación genérica que se emplea para determinar la conveniencia y oportunidad de un proyecto.⁶⁵

⁶⁵MIRANDA, JOSÉ. GESTIÓN DE PROYECTOS, cuarta edición, año 2002, p. 284 – 285.

3 DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 LOCALIZACIÓN

Esta investigación se realizó en el área de raceways de la camaronera Expormeksa ubicada a 16 km del cantón Taura, Provincia del Guayas Ecuador (Figura 1), presenta coordenadas geográficas $21^{\circ} 18' 00''$ S y $79^{\circ} 44' 00''$ W, con temperaturas ambiente medias anuales de 25°C , con máximas históricas de 38°C y mínimas de 14°C , la temperatura del agua con máximas de 32°C y mínimas de 24°C , niveles de humedad relativa se ubican en el 93% promedio a lo largo del año, con mínimas de 52% y máximas de 100%, a una altura de 2 msnm, la velocidad promedio del viento en este zona es de 4 km/h con ráfagas de hasta 8 km/h.⁶⁶

Figura 1. Localización geográfica camaronera Expormeksa Taura-Guayas Ecuador.



GoogleEarth.

⁶⁶ARIAS M. F Y CABEZAS M. C.G. Caracterización y propuesta técnica de la acuicultura en el sector de la parroquia rural Santa Rosa de Flandes del cantón Naranjal. {En línea}. {6 Enero de 2015} disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/20608/1/D-90324.pdf>

3.2 PERIODO DE ESTUDIO

La investigación tuvo una duración de cuatro meses. Durante los dos primeros meses se realizó movimientos de tierra, obras de infraestructura y adecuación de los cuatro tanques raceways, en los dos siguientes, se inició con la preparación de biofloc esto tuvo una duración de cuatro días por corrida, la fase de adaptación de los ejemplares y el periodo de evaluación para cada corrida tuvieron una duración de seis días por corrida.

3.3 MATERIAL BIOLÓGICO

Para la investigación se utilizó 1.200.000 post-larvas de camarón blanco por corrida, con peso y longitud promedio de 0.0055 gramos y 6 milímetros respectivamente procedentes de laboratorios del grupo Expalsa, localizados en la provincia Santa Elena, Salinas (Ecuador).

3.4 INSTALACIONES

El área de raceways de la camaronera Expormeksa es de 10.000 m², cuenta con 12 tanques circulares (raceways) con capacidad de 45 toneladas métricas construidos con hormigón armado y ladrillo cubiertos con geomembrana “liner” y con plástico de invernadero, el sistema de aireación de los tanques es a través de cinco anillos de manguera porosa que suman un total de 45 metros. Para esta investigación se trabajó en cuatro tanques con capacidad de 45 toneladas de agua cada uno (Figura 2), cada tanque fue abastecido con agua proveniente de un canal de abastecimiento de agua que pertenece a la red de alimentación de los estanques de la camaronera, la cual fue tratada con cal P-24 para la preparación del medio.

Figura 2. Área de raceways



Esta Investigación.

El sistema de aireación estuvo conformado por dos “blowers” eléctricos que en total

aportan cinco hp (caballos de fuerza); cada uno de los cuales suministra 2,5 hp (caballos de fuerza) por tanque. El aire fue distribuido a los raceways mediante una tubería de cuatro pulgadas con reducción a dos pulgadas para facilitar la adaptación de la manguera porosa de una pulgada.

3.5 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

3.5.1 Materiales: los materiales utilizados en el laboratorio de análisis y tanques raceways en esta investigación fueron manguera porosa para aireación, manguera para lavado, bolsos de mallas filtrantes de una micra, baldes, cepillos, beakers, probetas, equipo de disección, kits para medición de parámetros químicos como: Amonio, Nitrito, Nitrato, Alcalinidad, entre otros.

3.5.2 Equipos: los equipos empleados durante la investigación fueron un microscopio binocular Marca MV 220, espectrofotometro YSI 9300 Ecosense, pH-metro YSI Ecosense, una YSI profesional plus, balanza analítica, cámara de Neubauer, dos blowers mecánicos, cámara de microscopio NEM 1300 para el registro de las imágenes observadas y un generador de luz.

3.5.3 Insumos: Para la desinfección de tanques y recipientes se usó: peróxido de hidrogeno al 50%, cal P-24 (cal hidratada) y alcohol industrial. Para la producción del biofloc se utilizó: harina de trigo y/o polvillo de arroz, bacterias probióticas (pondpro, aquapro), vitamina C del 98%, vitamina C 35%, melaza, urea, complex B y vitacob, en agregados para el balanceado se adicionó: melaza, sodio, alimento concentrado Zeigler 0 - 1 - 2 (55%)

3.6 ADECUACIÓN DE LOS TANQUES RACEWAYS

Para desarrollar la técnica de biofloc se realizaron algunas modificaciones en distintas áreas como se observa en la Figura 3.

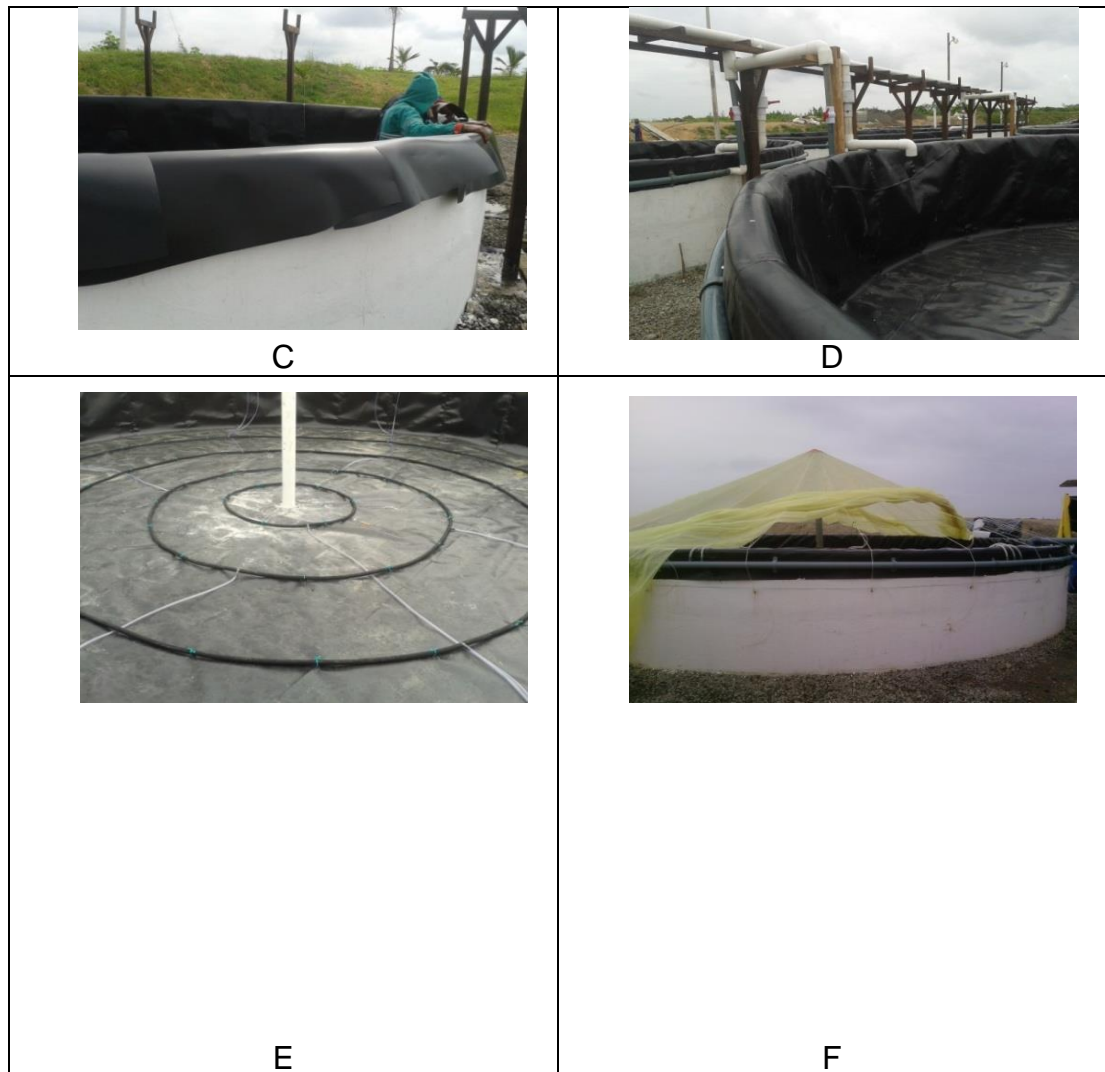
Figura 3. Adecuación tanques raceways. A. Terreno; B. Aumento de altura de los tanques. C. Puesta del “liner” en los tanques; D. Tanques con línea de agua; E. Líneas de aire; F. Cubierta de plástico.



A



B



Esta investigación.

Se retiró toda la maleza del área de raceways, se aumentó 40 cm de hormigón armado en los bordes de las paredes, a cada uno de los tanques logrando una altura de 120 cm para una capacidad 45 toneladas de agua (Ver Figura 3), cada tanque fue cubierto con geomembrana “liner” para mantener mejores condiciones sanitarias y facilidad de manejo, se usó plástico de invernadero para los tanques, permitiendo mayor estabilidad en la temperatura de las aguas, se adecuó el área del laboratorio de análisis con los equipos e instrumentos necesarios para la medición de parámetros físico-químicos, análisis patológicos y sistemas de controles de bases de datos. También se realizó cambios al sistema de aireación actual de tubería pvc, por un sistema circular con mangueras porosas, lo que permitió mejorar la distribución de aire en los tanques aprovechando el cambio de los dos blowers de

2.5 hp por dos de 5 hp, obteniendo mayor capacidad e inyección de aire en los raceways.

3.7 PLAN DE MANEJO

3.7.1 Desinfección de líneas de aire: previo a la siembra de las post-larvas, se desinfectó las líneas de aire con 250 ml de alcohol industrial de 90°, esta solución se introdujo en cada línea principal del blower, manteniéndose encendido durante 60 minutos para una mejor eficacia.

3.7.2 Desinfección de línea de agua: para esta desinfección se hizo un lavado con una solución de peróxido de hidrógeno al 50%, utilizando dos litros diluidos en agua por un tiempo de 30 minutos, posteriormente, se limpió con una solución de hidróxido de Calcio o cal hidratada p-24 a razón de dos kilos, diluidos en cinco litros de agua. Para finalizar el proceso de desinfección, se pasó agua tratada y reposada a toda la línea. De igual manera, el área de abastecimiento y toma de agua también fue desinfectada con 10 kg de hidróxido de calcio diluidos en 60 L de agua aplicados al boleó, esparciendo de manera uniforme.

3.7.3 Desinfección de materiales, instrumentación y equipos: Se preparó una solución de peróxido de hidrógeno (2 litros en 10 litros de agua) todos los materiales (jarras, baldes, cedazos, bolsos de malla, beakers, probeta, etc.) fueron sometidos a una limpieza y desinfección exhaustiva durante cada corrida.

3.8 PREPARACIÓN DE BIOFLOC

Antes de la preparación del floc y posterior siembra de las post-larvas, la suciedad de los tanques fue retirada manualmente para poder dar inicio a la desinfección de paredes y pisos. Se desinfectó las paredes y pisos con peróxido de hidrógeno a razón de 0,2 L/ L de agua, esta aplicación se dejó en acción por 30 minutos. Cuando los tanques no presentaron humedad o agua acumulada, se aplicó en las paredes 50g de vitamina C diluida en 10 litros de agua, quedando listos para el llenado e inicio de la preparación del biofloc.

a) Paso 1. Se inició el llenado de los tanques con bolsos de mallas filtrantes de una micra evitando la entrada de microorganismos externos al medio de cultivo.

b) Paso 2. Una vez los tanques alcanzaron el 50% del volumen, se encendieron los “blowers”, para la desinfección del agua se adicionó cal P 24 diluida a una concentración de 125 g/Tn, al completar el 100% del volumen del tanque, se aplicó 4 ml/Tn de Peróxido de Hidrogeno dejando actuar por 24 horas con aireación constante.

c) Paso 3. Después de las 24 horas de desinfección se adicionó la fuente de carbono melaza a razón de 100 ml/Tn diluida en agua tratada. Este proceso se repitió diariamente durante los cuatro días de maduración del floc.

d) Paso 4. Como fuente de nitrógeno inicial, se adicionó 700 g de urea (Una sola vez).

e) Paso5. Una hora después de aplicada la úrea se adicionó los microorganismos de la siguiente forma:

✓ Se inició con 2.5 g/Tn del probiótico Pondpro en dos dosis, con el objetivo de ir creando biomasa microbiana en el tanque y dar inicio al proceso de transformación de la materia orgánica en flóculos bacterianos, al siguiente día se adicionó 1.5 g/Tn de probiótico (en dos dosis/día). Este procedimiento fue repetido durante los días de maduración del floc. La activación de los microorganismos se realizó con aireación durante 10 minutos.

✓ El día antes de la siembra se aplicó 1.5 g/Tn del probiótico Aquapro para crear una población de microorganismos benéficos e ir colonizando el medio de cultivo.

f) Paso 6. Una hora después se aplicó 6 kg de sustrato compuesto por polvillo de arroz, o harina de trigo.

3.9 PROCESO DE SIEMBRA DE POST- LARVAS

Se aplicó el protocolo técnico de la camaronera Expormeksa en los siguientes pasos:

a) Paso 1. Selección de las post-larvas: se tuvo en cuenta aspectos como resistencia al estrés, actividad, disparidad, mortalidad, luminiscencia y presencia de

larvas azules. De igual manera se realizó observaciones al microscopio teniendo en cuenta el desarrollo branquial, necrosis (Afectación en cuerpo, apéndice, branquias, estado general) no mayor al 5%, muda, hepatopáncreas (Cantidad de lípidos, coloración, estado de los tubos, no presencia viral), contenido en tracto digestivo y movimiento peristáltico, estado de los Cromatóforos: distendidos completo o muy bajos, presencia de Ectoparásitos (vorticellas, epistilys, acinetas, bacterias filamentosas), necrosis en apéndices natatorios, antenas y deformaciones.

b) Paso 2. Aclimatación en el laboratorio: para esta actividad se llevó a cabo el proceso técnico de la camaronera Expormeksa, debido a que en la camaronera se trabaja con salinidad baja se solicitó al laboratorio realizar un recambio muy suave con agua dulce. El tiempo de esta aclimatación se manejó de acuerdo a la Tabla 4.

Tabla 4. Tiempo de aclimatación

Cambio		Tiempo mínimo (h)
De	Hasta	
35 ‰	25 ‰	12
25 ‰	20 ‰	12
20 ‰	15 ‰	24
15 ‰	10 ‰	24
10 ‰	5 ‰	24
Menor	5 ‰	48

Expomerksa.

c) Paso 3. Traslado: las larvas se transportaron en camiones cisterna adecuados con todas las garantías y protocolos, líneas de aire, dos botellas de oxígeno por camión, volumen de agua adecuado, carbón activado para controlar niveles de amonio e igual densidad de post-larvas por tina. Se coordinó la llegada de las post-larvas a la camaronera en horas de la noche o madrugada con el fin de evitar las altas temperaturas del día, que causarían mayor estrés a las post larvas.

d) Paso 4. Aclimatación en la camaronera: el proceso de aclimatación en la camaronera duró aproximadamente dos horas, tiempo en el cual se monitoreo la temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y amonio. Este procedimiento se lo realizó para cada tina de 500 o 1000L y tanques raceways; se realizó la respectiva comparación de los parámetros de las tinas de aclimatación y los raceways,

procediéndose a la siembra en el momento que no existieron diferencias entre los parámetros químicos y físicos.

Se llevó un registro físico de siembra; para la valoración de las post-larvas se tomó muestras en un beakers de 250 ml para determinar porcentajes de mortalidad por transporte, se realizó observaciones microscópicas para determinar el estado de repleción intestinal y sanidad.

e) Paso 5. Siembra: para la siembra se trabajó con baldes y bolsos previamente desinfectados, se inició bajando el nivel de las tinas para facilitar la cosecha, se trasladaron hacia los raceways en baldes con agua para evitar el estrés de las post-larvas y se sembraron en los tanques realizando una distribución homogénea sobre las orillas de los mismos.

3.10 ALIMENTACIÓN.

Las post-larvas de camarón blanco *L. vannamei*, fueron alimentadas con balanceado Zeigler # 0,1y 2 con el 50% de proteína, alimento que se suministró cada tres horas durante las 24 horas del día hasta su transferencia. La alimentación estuvo en función de factores como los días de cultivo, calidad nutricional del alimento, densidad del floc, relación carbono nitrógeno (C/N), parámetros del cultivo, estado lipídico de los hepatopáncreas, residuos de alimento en el tanque y estadio de los animales.

Para el cálculo de la alimentación diaria se utilizó la Tabla 5 elaborada para el uso de los raceways teniendo en cuenta el PL/g, dato que se controló diariamente.

Tabla 5. Dosificación del alimento

PL/g	% Biomasa
200	25
180	23
160	21
140	19

120	17
100	16
80	14
60	12
40	10

Expomerksa.

3.10.1 Cálculo de la cantidad diaria de melaza. Se estableció la cantidad de nitrógeno proveniente del residuo de alimento que quedó en el tanque, teniendo en cuenta que la proteína contiene 16% de N y que el 70% del nitrógeno consumido es excretado en forma de amonio y se aplicó la ecuación formulada por Sierra De la Rosa⁶⁷., con base en la siguiente fórmula:

$$\text{KgN x día} = \text{RD} \times \% \text{ PA} \times 16\% \times 70\%$$

Dónde:

RD: Ración diaria

PA: Proteína del alimento

Kg N/día: Kg de nitrógeno/día

Se calculó la cantidad de melaza con base en relación al Carbono / Nitrógeno de 20:1, multiplicando la cantidad de Nitrógeno por 20 de Carbono, incluyéndose al valor del porcentaje de carbono que tiene la melaza (40%), al final la fórmula que se utilizó fue:

$$\text{Kg melaza} = [(\text{N} \times 20 \text{ C}) \times 100] / 40$$

Para mantener el floc se adicionó melaza y se aplicó microorganismos diariamente, el exceso de materia orgánica compuesta por los residuos de alimento, heces de camarón, algas y células muertas son convertidas por la biomasa microbiana en

⁶⁷SIERRA DE LA ROSA, J. Cultivo de tilapia roja en un sistema súper intensivo de agua marina y biofloc. Programa de diversificación Corporación Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia CENIACUA. Departamento de Bolívar, Colombia, 2009. p 15.

biofloc que a su vez es consumido por las post-larvas. La aplicación de insumos en el medio se adicione de acuerdo a la Tabla 6 establecida según la dosificación recomendada en la ficha técnica de los proveedores de los productos.

Tabla 6. Manejo de insumos para el medio

Estadio	Producto	Und	Cantidad
PL 10 a PL 15	Pondpro	l	0,75 g/día 1 dosis día
	Aquapro	ml	0,5 g/día 1 dosis día
	Vitacob	g	1,5 g/Tn por día.
	Melaza	ml	C:N
	Comp-B	ml	2 g /Tn de agua
PL 15 a PL 20	Pondpro	l	0,95 g/día 1 dosis día
	Aquapro	ml	0,5 g/día 1 dosis día
	Vitacob	g	1 g/Tn por día.
	Melaza	ml	C:N
	Comp-B	ml	2 g /Tn de agua
PL 20 a PL 25	Pondpro	l	1,15 g/día 1 dosis día
	Aquapro	ml	0,5 g/día 1 dosis día
	Vitacob	g	1 ppm/Tn por día.
	Melaza	ml	C:N
	Comp-b	ml	2 g /Tn de agua

Expomerksa.

La preparación de balanceado de las post-larvas se realizó teniendo en cuenta el estadio de las post-larvas como se observa en la Tabla 7.

Tabla 7. Manejo de insumos para el alimento

Estadio	Producto	Und	Cantidad
PL10 a PL15	Vitamina C	G	2 g/kg de alimento
	Melaza	ml	100 ml/kg
PL15 a PL20	Vitamina C	G	2 g/kg de alimento
	Melaza	ml	100 ml/kg
PL20 a PL25	Vitamina C	G	2 g/kg de alimento
	Melaza	ml	100 ml/kg

Expomerksa.

3.11 CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL BIOFLOC

La cuantificación de microorganismos se realizó utilizando la técnica de microscopía de campo, la cual consistió en tomar 1 ml de biofloc sedimentado en el cono Imhoff, esta muestra se homogenizó por 15 segundos y se procedió a colocar 10 gotas sobre una placa portaobjetos, este procedimiento se realizó durante seis días en cada tanque raceways, la observación microscópica se hizo con un microscopio binocular usando el objetivo de 40x, mediante este procedimiento, se pudo determinar la composición del floc clasificando de acuerdo a los principales grupos taxonómicos con una escala de abundancia relativa (1-4).

3.11.1 Descripción del plancton: Para que un estanque sea fértil es necesario saber cuánta cantidad de fitoplancton y zooplancton contiene de esta manera se puede asegurar el equilibrio e incrementar la producción de camarón blanco para el caso particular de este proyecto de investigación. A continuación se describe los procedimientos ejecutados para la determinación de cada uno de estos.

3.11.1.1 Fitoplancton: se realizó siguiendo la técnica planteada por Chairman⁶⁸, tomando una muestra del agua no filtrada (50 ml) de cada raceways, se preservó con 600 µL de Lugol para cuantificar y determinar en la cámara de conteo Sedgewick-Rafter (SR) y con la ayuda de un microscopio binocular a una magnificación total de 160x, lograda con un lente ocular de 16x y con lente objetivo de 10x. La fórmula utilizada fue:

$$\frac{\text{Cel}}{\text{ml}} = \frac{C * 1000 \text{ mm}^3}{A * D * F} * Fc$$

Donde:

- C.- Número de células contadas en un campo.
- A.- Área del campo de visión ocular en mm²
- D.- Profundidad de la cámara en mm.
- F.- Número de campos contados.
- (Fc) Factor de corrección por dilución.

⁶⁸APHA CHAIRMAN R. Standard Methods for the examination of water and wastewater. Sixteenth edition, 1985. p. 1-19.

El fitoplancton se clasificó taxonómicamente hasta nivel de Orden para el grupo de las cianobacterias, mientras que para el grupo de las diatomeas fueron agrupadas en Pennales o Centrales y para las Chlorophytas ó algas verdes según tamaño y para los Dinoflagelados de acuerdo a Streble⁶⁹ en Peridinales. La cuantificación se expresó como número de células por mililitro.

3.11.1.2 Zooplancton: se tomó una muestra de 8 L de agua de cada raceways, la misma que se pasó a través de una malla de 300 µm para retener en el tamiz organismos menores a este micraje y luego se pasó lo tamizado por una malla de 50 µm, concentrando lo que quedó en el tamiz en un volumen de 100 ml los mismos que se preservaron con 4 ml de formalina al 10%. Para la determinación y conteo de zooplancton se siguió lo planteado por Chairman⁷⁰, realizando una dilución (1:10), para luego colocar 1 ml en la cámara de Sedgewick-Rafter (SR) y con la ayuda de un microscopio binocular.

Se clasificó el zooplancton de acuerdo a lo planteado por Streble⁷¹, hasta el nivel de subclase para los ciliados, mientras que para los otros microorganismos se los clasificó por grupos. La cuantificación se expresó de acuerdo con Chairman⁷² como número de organismos por litro (org/L).

3.12 MUESTREO DE CRECIMIENTO

Diariamente, en cada raceway se tomaron tres muestras de un gramo de post-larvas, donde se procedió a contar el número de post-larvas contenida en ese peso para expresarlo como PL/gramo, se estimó el peso promedio en gramos de cada post-larva para establecer la ganancia en peso.

3.13 MONITOREO DE PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS

⁶⁹ HEINZ STREBLE, M. R. Atlas de los microorganismos de agua dulce. Barcelona: Omega S.A, 1987.

⁷⁰Apha Chairman. Op cit., 1-19

⁷¹Heinz Streble. Op cit. 1.

⁷²Apha Chairman.Op cit. 1-19.

Se realizó monitoreo diario de las variables físico-químicas: oxígeno, temperatura, amonio, salinidad y pH los parámetros tales como los Nitritos, Nitratos y Alcalinidad las cuales fueron analizadas pasando un día, todos estos parámetros fueron monitoreados con la ayuda de un espectrofotómetro YSI 9300 Ecosense, YSI profesional plus y un pH-metro YSI Ecosense PH 10.

3.14 ANÁLISIS PATOLÓGICO.

Se realizó diariamente el análisis patológico a 10 post-larvas de cada tanque, se observó hepatopáncreas con el fin de determinar el grado lipídico, presencia de virus, rickettsia, estado de las branquias: necrosis, deformaciones, taponamiento y presencia de protozoarios. Estos análisis fueron realizados utilizando equipo de disección, placas porta y cubreobjetos, microscopio y una cámara fotográfica para el registro de las imágenes observadas.

3.15 DETERMINACIÓN DE COSTOS

Se tuvo en cuenta los costos variables de la preparación y maduración del biofloc hasta la cosecha de las post-larvas, estos datos fueron incorporados en una hoja electrónica lo que permitió llevar el gasto de insumos como costos variables. Al final de la cría se determinó el costo de millar de post-larva en función de los días de cultivo en las seis corridas realizadas durante el proyecto.

3.16 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con sub-muestreo donde los seis bloques correspondieron a las seis corridas y dos tratamientos que correspondieron a los dos sustratos (polvillo de arroz y harina de trigo) de la siguiente manera:

Corrida 1: Tratamiento 1 polvillo de arroz
Corrida 2: Tratamiento 2 harina de trigo
Corrida 3: Tratamiento 1 polvillo de arroz
Corrida 4: Tratamiento 2 harina de trigo
Corrida 5: Tratamiento 1 polvillo de arroz

Corrida 6: Tratamiento 2 harina de trigo

El diseño experimental estuvo conformado por dos tratamientos y tres repeticiones para cada uno. La unidad experimental se formó con cuatro tanques raceways con capacidad de 45 toneladas métricas, cada unidad experimental conto con 1.200.000 post-larvas.

El muestreo se realizó de manera aleatoria tomando 8 muestras diarias pasando un día durante dos meses. Se evaluaron diferentes variables productivas, para aquellas variables que cumplieron los supuestos estadísticos se les realizó un análisis de varianza con un 95% de significancia; en los casos en donde se encontró diferencia entre los tratamientos se realizó una prueba de Tukey al 95% de confiabilidad para establecer el mejor tratamiento con respecto a las variables evaluadas; y en los casos en los que no se cumplieron los supuestos, se empleó una prueba no paramétrica. Para comparar las medias de los parámetros y concentraciones de los distintos sitios de muestreo se aplicó una ANOVA de doble vía, tomando $p < 0.05$ como nivel de significancia y un test a posteriori de Tukey. Las pruebas estadísticas se realizaron utilizando el programa MINITAB versión 17.0.

3.16.1 Formulación de hipótesis: Para la realización de esta investigación se planteó las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula: No existen diferencias significativas en los resultados obtenidos para cada valor medio de las diferentes variables son iguales en los dos tratamientos, de tal manera que:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

Hipótesis alterna. Existe por lo menos un resultado medio que presenta diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, de tal manera que:

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

3.16.2 Variables a evaluar: En el presente proyecto se tuvo en cuenta las siguientes variables:

✓ **Supervivencia.** Se determinó con el fin de concluir si el porcentaje de supervivencia estuvo influenciado por los factores de estudio. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Nf}{Ni} * 100$$

Dónde:

Nf: Número de animales finales
Ni: Número de animales iniciales

✓ **Incremento de Peso (IP):** Corresponde a la ganancia de peso que logran los individuos o la población total evaluada.

$$IP = Pf - Pi$$

Dónde:

IP: Incremento de peso.
Pf: Peso final.
Pi: Peso inicial.

✓ **Tasa de Crecimiento Simple (TCS):** Permite determinar la ganancia de peso promedio durante el cultivo expresada como porcentaje. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$TCS (\%) = \frac{\ln(wf) - \ln(w0)}{T} * 100$$

Dónde:

TCS (%): porcentaje de crecimiento diario
Wf: peso final
W0: peso inicial
T: tiempo

✓ **Análisis parcial de costos.** Es el índice que resulta de dividir los beneficios (flujos efectivos) entre los costos variables, a precios actuales de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$RBC = \frac{B}{C}$$

Dónde:

RBC: Relación beneficio costo.

B: beneficio.

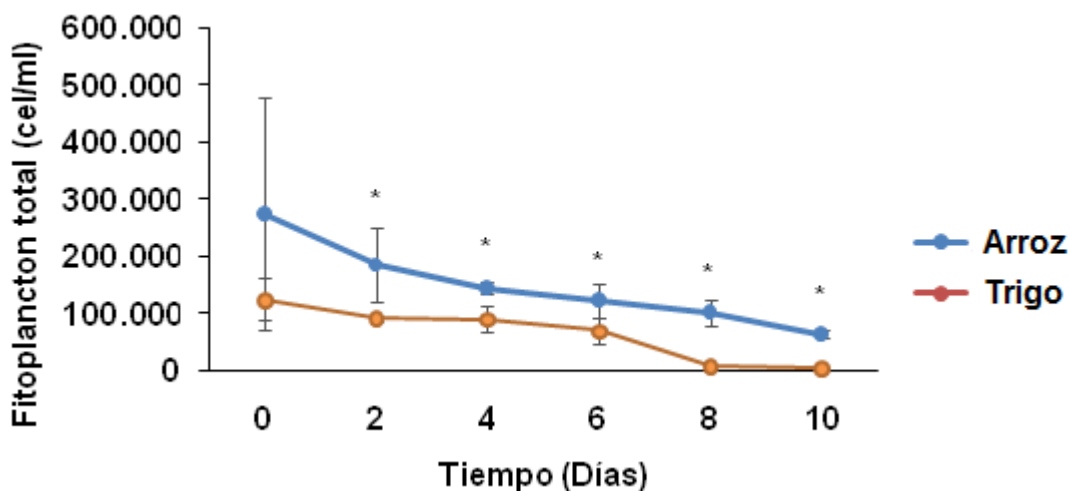
C: costo.

4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 COMPOSICIÓN BIOLÓGICA DE FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON

4.1.1 Fitoplancton: en la Figura 4 se observa que, para ambos tratamientos, hubo una reducción en el tiempo del número de cel/ml de fitoplancton. A partir del día dos la concentración de fitoplancton presentó diferencias significativas según el análisis de varianza ($p=0,028$) siendo superiores para el tratamiento con arroz. En los días 8 y 10 se presentó una reducción importante de las cel/ml en el tratamiento con trigo, registrándose entre 126.016 cel/ml y 5.072 cel/ml ($cv=27\%$), nueve veces menos que el tratamiento con arroz registrándose entre 64.449cel/ml y 275.805cel/ml. (Ver Tabla ANOVA en Anexo A) Según Cuadrado⁷³ la diferencia en la concentración de fitoplancton puede estar relacionada con la composición nutricional de cada sustrato, siendo más completo el polvillo de arroz en relación a proteína y lípidos respecto a la harina de trigo.

Figura 4. Concentración de Fitoplancton total durante 10 días de exposición de los raceways a Arroz



Esta investigación

⁷³CUADRADO LIDIA. Valoración genética de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizado en la alimentación de cuyes. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba Ecuador, 2008. p. 1-78.

En la Figura 4 los resultados se muestran como medias \pm desviación estándar de $n=4$. El * señala que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias según análisis ANOVA de 2-vías ($p<0.05$) y test de Tukey.

Como se puede observar en la Figura 4 el fitoplancton presenta una disminución debido a los efectos provocados por ser un sistema sin recambio de agua o raceways debido a que precisamente el sistema biofloc es sin recambio de agua para ahorrar este elemento. Sin embargo, a pesar de la disminución progresiva del fitoplancton los resultados obtenidos se encuentran dentro de los límites permitidos para un excelente cultivo de camarón blanco tal como se puede ver en CUELLAR, J. et. al.⁷⁴ donde se muestran los parámetros óptimos para la cría de camarón y se sugiere mantener una relación N:P de 8:1; la relación Ca:Mg:K debe ser 1:3:1; el sílice se debe mantener en 1.0 ppm y la alcalinidad mayor a 80 mg/L para que se permita promover el desarrollo de fitoplancton de manera adecuada principalmente diatomeas, lo que sirve como alimento inicial a las post-larvas una vez sean sembradas.

4.1.1.1 Diatomeas: se presentó una reducción en el tiempo del número de cel/ml para ambos tratamientos (Figura 5.) y en líneas generales la concentración fue mayor para el tratamiento con arroz. Se inició con 139.403 cel/ml y al final del experimento se detectaron 23.373 cel/ml ($cv=46\%$) en el tratamiento con arroz y para el caso del trigo se registraron valores comprendidos entre 1.176 cel/ml ($cv=18\%$) y 37.301 cel/ml, 19 veces menor ($p=0,006$). (Ver Tabla ANOVA en Anexo A)

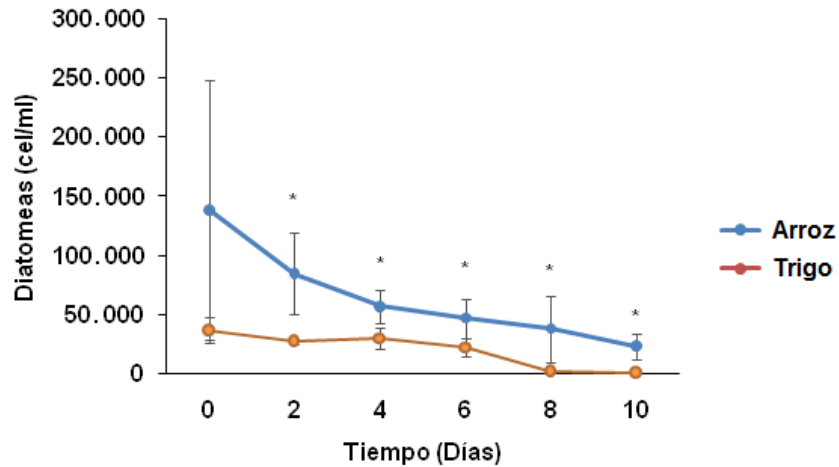
Según CUELLAR, J.⁷⁵ la cantidad de Diatomeas necesarias para un excelente cultivo de camarón blanco debe ser superior a 15.000 cel/ml y como se puede observar los resultados de la Figura 5, aunque se tuvo una disminución, se logró conservar los rangos permitidos. Además es posible afirmar que la producción de Diatomeas está directamente relacionada con la presencia de fitoplancton por lo cual los resultados concuerdan totalmente.

A continuación, en la Figura 5, los resultados se muestran como medias \pm desviación estándar de $n=4$. El * señala que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias, según ANOVA de 2-vías ($p<0.05$) y test de Tukey.

⁷⁴ CUELLAR Jorge. et. al. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *penaeus vannamei*. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria.OIRSA. China, 2010, p.40.

⁷⁵ CUELLAR,J. Op.cit.

Figura 5. Concentración de Diatomeas durante 10 días de exposición de los raceways: de polvillo de arroz y harina de trigo.



Esta investigación.

Se puede observar que las propiedades intrínsecas, de los sustratos intervienen directamente con la producción de diatomeas y como se puede ver en la Figura 5 para el caso del tratamiento con arroz se presenta mayor cantidad de diatomeas que para el tratamiento con harina de trigo.

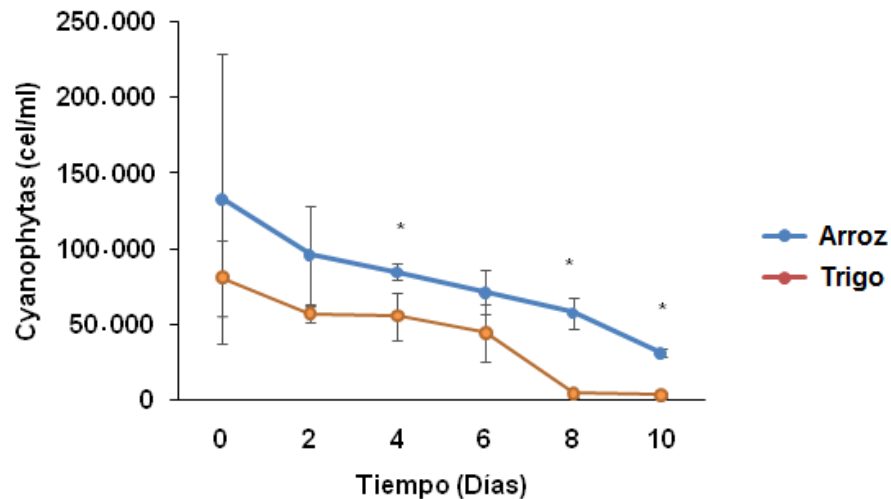
4.1.1.2 Cyanophytas. Las Cyanophytas Figura 6, solo presentaron diferencias entre los tratamientos en los días 4, 8 y 10. La concentración se dio entre 31.274 cel/ml (cv=9%) y 133.389 cel/ml para arroz y registrándose entre 3.565 cel/ml y 81.144 cel/ml (cv=40%) para el trigo. (Ver Tabla ANOVA en Anexo A)

La relación que guardan las cyanophytas con el resto de fitoplancton debe ser directamente proporcional de manera que si el fitoplancton disminuye, el número de cyanophytas también lo debe hacer como se expresa por RAMÍREZ, P. et. al.⁷⁶ la proliferación de cyanophytas representa un problema para aguas de uso industrial por lo cual tampoco contribuiría para el normal desarrollo de los camarones causando serios inconvenientes de toxicidad.

⁷⁶ RAMÍREZ, P.et.al. Cianobacterias, Microorganismos del Fitoplancton, y su Relación con la Salud Humana. Instituto Nacional de Ecología. Recuperado el 5 de septiembre de 2015 de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/440/cap4.html>

En la Figura 6, los resultados se muestran como medias \pm desviación estándar de $n=4$. El * señala que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias, según el análisis ANOVA de 2-vías ($p<0.05$) y test de Tukey.

Figura 6. Concentración de Cyanophytas durante 10 días de exposición de los raceways: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo.

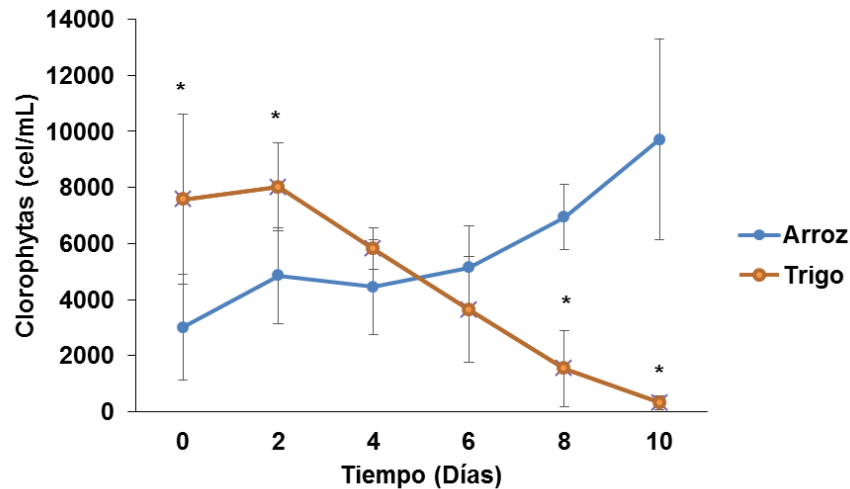


Esta investigación.

4.1.1.3 Clorophytas. El comportamiento de las Clorophytas fue muy distinto en ambos tratamientos, observándose un incremento en el tiempo para el tratamiento con arroz y una reducción en el tratamiento con trigo (Figura 7). Para el día 2 la concentración en trigo 8.012 cel/ml ($cv=20\%$) fue casi el doble de la concentración en arroz 4.851 cel/ml ($cv=35\%$) y en contraste para el día 10 hubo un incremento en arroz a 9.702 cel/ml ($cv=37\%$) y una reducción significativa ($P=0,002$) en trigo a sólo 147 cel/ml ($cv=141\%$). Para el caso del sustrato de arroz las clorophytas se presentaron entre 3.014 cel/ml y 9.702 cel/ml y para el caso del sustrato de harina de trigo se presentaron valores entre 331 cel/ml y 7.571 cel/ml. (Ver Tabla ANOVA en Anexo A)

En la Figura 7, los resultados se muestran como medias \pm desviación estándar de $n=4$. El * señala que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias, según el análisis ANOVA de 2-vías ($p<0.05$) y test de Tukey.

Figura 7. Concentración de Clorophytas durante 10 días de exposición de los raceways a arroz: polvillo de arroz o trigo: harina de trigo.



Esta Investigación.

En líneas generales hubo una tendencia a la disminución en el tiempo de la concentración de Pennales, Hormogonales y Chroococcales (Tabla 8). Solo se observó un incremento en la biomasa de las diatomeas Centrales hasta el día ocho en el tratamiento con arroz, las otras diatomeas se presentaron en mayor abundancia y diversidad en este tratamiento. El tipo de diatomeas Centrales incrementó en los primeros seis días de tratamiento, reduciéndose para los días ocho y diez. Se observó un alto coeficiente de variación para los primeros dos días como se puede observar en la Figura 7.

En la Tabla 8, los resultados se muestran como medias (coeficiente de variación %). Que evidencia que no hay diferencias estadísticamente significativas en el número de organismos en comparación con el otro tratamiento para un mismo día; como se establece en la Tabla 8 con las letras A y B respectivamente.

Tabla 8. Promedio de Diatomeas y Cyanophytas en cada raceways durante el periodo de dos corridas.

Día	Diatomeas cel/ml		Cyanophytas cel/ml	
	Centrales	Pennales	Hormogonales	Chroococcales
ARROZ $\bar{X}(cv\%)$				
0	37 (200%) ^A	139366 (79%) ^A	1838 (73%) ^A	131552 (72%) ^A
2	147 (200%) ^A	84966 (41%) ^A	478 (15%) ^A	95881 (34%) ^A
4	919 (48%) ^A	56301 (26%) ^A	74 (200%) ^A	84966 (6%) ^A
6	809 (43%) ^A	46562 (36%) ^A	0 (0%) ^A	71736 (20%) ^A
8	404 (46%) ^A	37926 (74%) ^A	0 (0%) ^A	57992 (18%) ^A
10	110 (67%) ^A	23263 (46%) ^A	0 (0%) ^A	31274 (9%) ^A
TRIGO $\bar{X}(cv\%)$				
0	0 (0%) ^B	37301 (30%) ^B	4447 (7%) ^B	76697 (33%) ^B
2	0 (0%) ^B	28004 (10%) ^B	7828 (154%) ^B	49355 (26%) ^B
4	0 (0%) ^B	30282 (29%) ^B	0 (0%) ^B	55750 (28%) ^B
6	0 (0%) ^B	22601 (35%) ^B	0 (0%) ^B	44762 (43%) ^B
8	0 (0%) ^B	2903 (51%) ^B	257 (98%) ^B	4153 (51%) ^B
10	0 (0%) ^B	1176 (18%) ^B	0 (0%) ^B	3565 (37%) ^B

Esta Investigación.

Comparativamente, hubo una diferencia estadísticamente significativa según el análisis de varianza para ambos tratamientos ($p < 0,05$), puesto que no hubo presencia de diatomeas Centrales en el tratamiento con trigo. Por otro lado, el porcentaje de diatomeas Pennales (98%) fue mucho mayor que el de las centrales (1,61%) en el caso del arroz. La concentración de Pennales fue mucho mayor en el tratamiento con arroz, sin embargo, hubo diferencias significativas ($p = 0,021$) para el día de inicio del tratamiento con una media de 139.366 cel/ml ($cv = 79\%$) mientras que en el tratamiento con trigo solo había 37.301 ($cv = 30\%$). Para el día 10 la diferencia en la concentración de Pennales se hizo más notoria con 23.263 cel/ml ($cv = 46\%$) con arroz y 1.176 cel/ml ($cv = 18\%$) con trigo. Por el contrario, las Cyanophytas Hormogonales se presentaron en mayor abundancia en el tratamiento con trigo llegando a concentraciones de 257 cel/ml ($cv = 98\%$) en trigo para el día 8 y ausentes en el tratamiento con arroz. Las chroococcales para el día 4 alcanzaron 84.966 cel/ml ($cv = 6\%$) para arroz y 55.750 cel/ml ($cv = 28\%$) para trigo ($p = 0,021$).

En la Figura 7 se puede apreciar claramente que existe una buena producción de clorophytas por lo que se puede decir que el fitoplancton para el sustrato de arroz tiene cantidad normal de diatomeas y cyanophytas, pero mayor cantidad de

clorophytas que el sustrato de harina de trigo lo que nuevamente conduce a inclinarse por seleccionar el sustrato de arroz como el de mejor comportamiento para cultivos de camarón blanco usando sistemas con biofloc. De igual forma según se afirma por QUIROZ, H.,⁷⁷ las clorophytas siempre son más representativas que las diatomeas y las cyanophytas y esto hace que los estanques se conviertan en sistemas aceptables para el cultivo de distintas especies marinas.

Las Clorophytas (Chlorococos) presentaron un comportamiento contrario para ambos tratamientos, incrementándose su biomasa en el tiempo para el caso de arroz y disminuye en el caso del trigo como se ilustra en la Tabla 9. Para el día 8 se observó una diferencia estadísticamente significativa de 5.549 cel/ml ($cv=29\%$) en arroz y 735 cel/ml ($cv=117\%$) en trigo ($p=0,020$). Con respecto a las Clorophytas (Scenedesmus) no hubo diferencias entre los tratamientos hasta el día 10 donde se evidenció una concentración de 1.397 cel/ml ($cv=46\%$) para arroz y una reducción en trigo a 331 cel/ml ($cv=76\%$), ($p=0,020$).

En la Tabla 9, los resultados se muestran como medias (cv coeficiente de variación %). Letras iguales señalan que no hay diferencias estadísticamente significativas en el número de organismos en comparación con el otro tratamiento para un mismo día.

Tabla 9. Promedio de Clorophytas en cada raceways durante el periodo de dos corridas.

⁷⁷ QUIROZ, H. Abundancia y diversidad del fitoplancton en estanques con policultivo de peces, usando fertilizantes orgánicos, inorgánicos y combinados. Recuperado de www.umar.mx/revistas/8/abundancia.pdf

Corrida	Clorophytas cel/ml	
	<i>Chlorococos</i>	<i>Scenedesmus</i>
ARROZ \bar{X} (cv%)		
0	735 (43%) ^A	2279 (69%) ^A
2	2499 (57%) ^A	2352 (27%) ^A
4	2609 (50%) ^A	1838 (23%) ^A
6	3896 (30%) ^A	1250 (39%) ^A
8	5549 (29%) ^A	1397 (37%) ^A
10	8306 (41%) ^A	1397 (46%) ^A
TRIGO \bar{X} (cv%)		
0	4741 (65%) ^B	2830 (19%) ^A
2	5917 (33%) ^B	2095 (45%) ^A
4	3822 (20%) ^B	1985 (4%) ^A
6	1948 (62%) ^B	1691 (57%) ^A
8	735 (117%) ^B	809 (70%) ^A
10	0 (0%) ^B	331 (76%) ^B

Esta investigación.

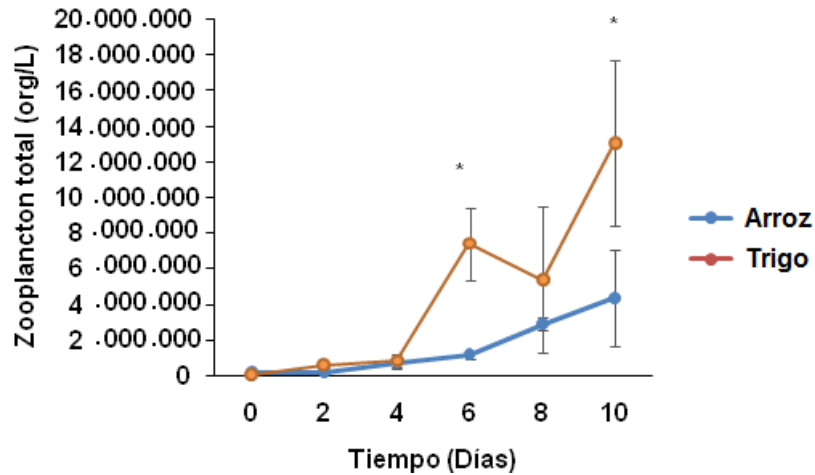
4.1.2 Zooplancton: A diferencia del fitoplancton, la concentración de zooplancton aumentó en el tiempo para ambos tratamientos (Figura 8). Hubo diferencias entre tratamientos estadísticamente significativas para los días 6 y 10. Al final del experimento las concentraciones se presentaron entre 184.800 org/L y 4.388.400 org/L (cv=61%) para el sustrato de arroz y entre 40.480 org/L y 13.094.400 org/L (cv=36%) para el sustrato de harina de trigo, respectivamente (p=0.008). (Ver Tabla ANOVA en Anexo A)

Según se demuestra en el documento de Martínez L,⁷⁸ el zooplancton debe mantener una alta correlación entre la abundancia y el crecimiento y para el caso particular de este estudio es posible visualizar en la Figura 8 un aumento de la cantidad de zooplancton lo que resulta benéfico para el cultivo de camarón blanco en específico.

En la Figura 8, los resultados se muestran como medias \pm desviación estándar de n=4. El * señala que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias, según ANOVA de 2-vías (p<0.05) y test de Tukey.

⁷⁸ MARTÍNEZ L. Manejo de la Productividad natural en el cultivo del Camarón.

Figura 8. Concentración de Zooplancton durante 10 días de exposición de los raceways: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo.



Esta investigación.

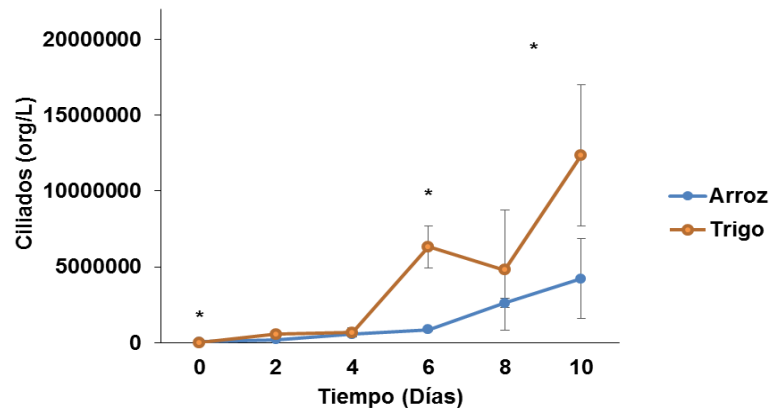
Según MOLINA P., César & VILLAREAL C., H.⁷⁹, los principales organismos del zooplancton usados como alimento por el camarón son nauplios de copépodos, copépodos adultos, larvas de poliquetos, larvas de insectos chironomidos y rotíferos, debiéndose presentar cantidades de copépodos entre 2 a 50 org/ml, rotíferos entre 2 a 50 org/L, protozoarios entre 10 y 150 org/L y larvas de poliquetos entre 2 y 20 org/L. Para este caso particular se puede observar que de acuerdo a la Figura 8 se presentaron cantidades significativas de microorganismos de zooplancton lo que resulta no muy benéfico para el cultivo extensivo del camarón ya que según este mismo autor el desafío es favorecer el desarrollo de microalgas que mejoren la calidad del agua tales como las diatomeas y las chlorophytas.

4.1.2.1. Ciliados. El número de ciliados como se puede ver en la Figura 9, presentaron diferencias entre los tratamientos en los días 6 y 10, con un número entre 70.400 org/L y 4.222.800 org/L (cv=62%) con arroz y entre 4.400 org/L y 12.350.400 org/L (cv=38%) con trigo (p=0.008). (Ver Tabla ANOVA en Anexo A)

⁷⁹ MOLINA P., César & VILLAREAL C., H, Estrategias de Alimentación en la etapa de engorda del Camarón. Optimización de alimentos y estrategias de alimentación para una Camaronicultura sustentable. Recuperado de www.innovación.gob.sv/inventa/attachments/article/2590/CYTED_Camaron.pdf

En la Figura 9, los resultados se muestran como medias \pm desviación estándar de $n=4$. El * señala que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias, según análisis ANOVA de 2-vías ($p<0.05$) y test de Tukey.

Figura 9. Concentración de Ciliados durante 10 días de exposición de los raceways a arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo.



Esta Investigación.

Con respecto al Zooplancton contrario a lo observado en el fitoplancton hubo un incremento de su concentración en el tiempo (Tabla 10). Las Holotrichias solo presentaron diferencias ($p=0,018$) entre los tratamientos para el día 6 donde hubo una mayor biomasa en el tratamiento con trigo 198.400 org/L ($cv=58\%$) en comparación con el arroz 27.600 org/L ($cv=115\%$). Las Peritrichias también alcanzaron niveles mucho más elevados en trigo 12.152.000 ($cv=36\%$) org/L en comparación a arroz 3.215.400 org/L ($cv=32\%$), por el contrario las Spirotrichias se encontraron en mayor concentración en arroz con valores de 1.007.400 org/L ($cv=174\%$) para el día 10 y 198.400 org/L ($cv=135\%$) para trigo ($p=0,021$).

En la Tabla 10, se señala que no hay diferencias estadísticamente significativas en el número de organismos en comparación con el otro tratamiento para un mismo día; como se establece con en la Tabla 10 con las letras A y B.

Tabla 10. Promedios de Ciliados presentes en el agua con BFT. Los resultados se muestran como medias (coeficiente de variación %).

Día	Ciliados
-----	----------

	Holotrichia org/L	Peritrichia org/L	Spirotrichia org/L
ARROZ\bar{X}(cv%)			
0	35200 (41%) ^A	0 (0%) ^A	35200 (41%) ^A
2	52800 (61%) ^A	40200 (44%) ^A	101200 (59%) ^A
4	70400 (54%) ^A	30800 (29%) ^A	475200 (45%) ^A
6	27600 (115%) ^A	372600 (43%) ^A	469200 (24%) ^A
8	27600 (115%) ^A	621000 (57%) ^A	1973400 (19%) ^A
10	0 (0%) ^A	3215400 (32%) ^A	1007400 (174%) ^A
TRIGO\bar{X}(cv%)			
0	440 (200%) ^B	0 (0%) ^A	3960 (22%) ^B
2	52800 (38%) ^A	0 (0%) ^B	515200 (11%) ^B
4	66000 (55%) ^A	53400 (27%) ^B	558800 (51%) ^A
6	198400 (58%) ^B	5307200 (16%) ^B	818400 (61%) ^A
8	37193 (68%) ^A	4513600 (83%) ^B	248000 (95%) ^B
10	0 (0%) ^A	12152000 (36%) ^B	198400 (135%) ^B

Esta Investigación.

4.1.3 Composición biológica del Sólido sedimentado (Floc)

Los principales componentes relevantes en los sólidos sedimentados (FLOC) fueron el sustrato (heces, polvillos, harina) las microalgas (diatomeas, Cyanophytas y Chlorophytas), y el zooplancton (ciliados). (Figura 10 y 11). Esta dominancia fue observada en ambos sustratos, aunque en el primer muestreo el fitoplancton fue el primero en importancia, paulatinamente fue sustituida por la composición zooplanctónica de ciliados y rizópodos, debido a la exclusión competitiva que existe durante el cultivo. Así mismo se puede determinar que son muy comparables con otros estudios realizados, coinciden con los de Cedano⁸⁰, y difieren de otros grupos reportados por Monroy⁸¹, como son las microalgas, ciliados, rotíferos y nematodos. La composición varió dependiendo del sustrato.

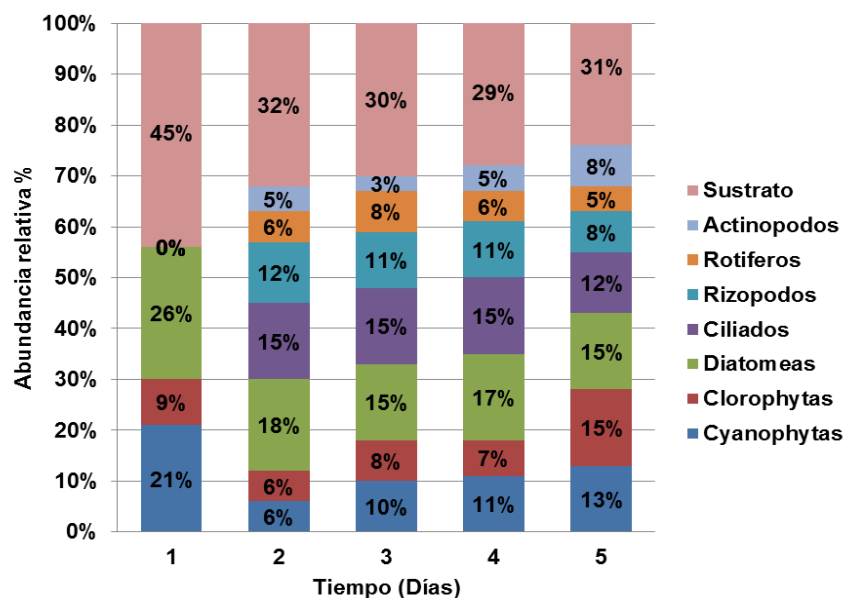
⁸⁰CEDANO, M.; LUJAN, A. Y SUAREZ, M. Crianza de *Oreochromis niloticus* Var chitralada en sistema biofloc en la empresa PRODUMAR SA. Vol.; 1. N° 2 (2013); p. 79-89.

⁸¹ MARÍA DEL C. MONROY-DOSTA, R. Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al biofloc en un cultivo de tilapia. Revista de biología marina y oceanografía, 2013. p. 511-520.

En el caso del arroz se observó una disminución en el contenido de sustrato en el tiempo (45% a 30%), lo que podría sugerir que es más biodegradable por la biomasa bacteriana del tanque transformándolo más rápidamente en flóculos bacterianos. Por el contrario, en el caso del trigo, el sustrato se incrementa en el tiempo de 32% a 46% esto debido posiblemente al alimento no consumido y las heces de los camarones que pasarían a formar parte de este.

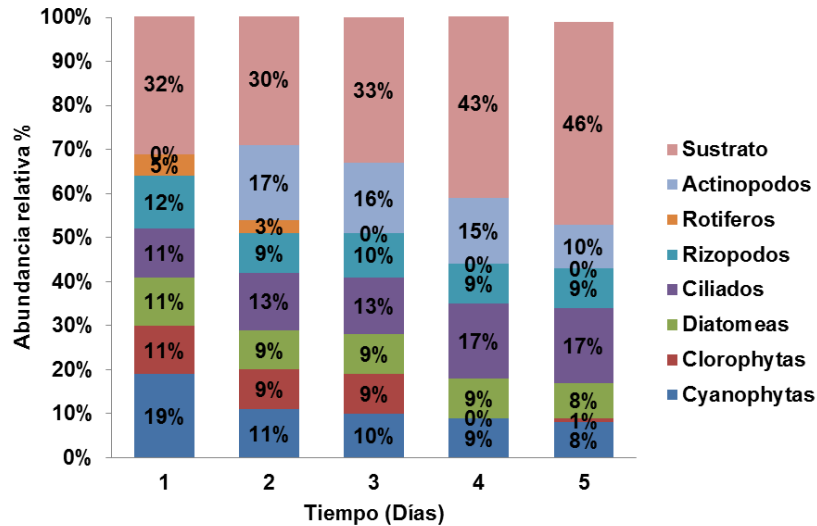
El grupo más abundante en el primer día fue el de las diatomeas (26%), sin embargo fueron disminuyendo a través del tiempo hasta llegar a 15%. El grupo más abundante a partir del segundo día fueron los ciliados (15-18%), junto con las diatomeas (15-17%). Otro hecho interesante es que en el tratamiento con arroz, a partir del segundo día aparecen rotíferos y actinópodos como se puede ver en las Figuras 10 y 11.

Figura 10. Composición biológica del biofloc del tratamiento con polvillo de arroz.



En la Figura 11 se observa que para el tratamiento con trigo, la dominancia inicial fueron las Cyanophytas (19%), seguido por los rizópodos (12%) y a diferencia del tratamiento con arroz el primer día no se encontraron Clorophytas, como se puede observar en la Figura 10. A partir del segundo día el grupo más abundante fue el de actinópodos (17%) y para el cuarto día dominaron los ciliados (17%). La Tabla de Datos ANOVA se puede visualizar en el Anexo A.

Figura 11. Composición biológica del biofloc del tratamiento con harina de trigo



La composición biológica del biofloc debe contener un alto contenido de distinto tipo de componentes que aseguran el equilibrio biológico para el normal desarrollo del camarón blanco tal como lo asegura MARTÍNEZ C, L. et.al.⁸², y como se puede ver en los resultados obtenidos en este estudio se lograron cantidades proporcionales en cada una de las corridas.

4.2 INCREMENTO DE PESO (IP)

La producción de biomasa de camarones no se alteró por los tratamientos. Aunque en la Tabla 11 se muestra un IP de $9,24 \pm 6,33$ Kg para el tratamiento con arroz en comparación con el tratamiento con trigo, $7,00 \pm 3,22$ Kg las diferencias no son estadísticamente significativas ($p=0,287$).

Tabla 11. Incremento de Peso de PL

PARÁMETRO	ARROZ	TRIGO	F	P
Incremento de peso IP (kg)	$9,24 \pm 6,33^A$	$7,00 \pm 3,22^A$	1,19	0,287

La presente Investigación.

⁸² MARTÍNEZ CÓRDOBA, L. Estado actual de del uso de biopelículas y bioflóculos en el cultivo del camarón. Disponible en www.uanl.mx

En la Tabla 11 PL significa post-larvas de *Litopenaeus vannamei* expuestas a tratamientos de biofloc con polvillo de arroz o harina de trigo. Se evidencia que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias, según ANOVA de 2-vías ($p < 0.05$) y test de Tukey; como se establece en la Tabla 11 con las letras A y B.

Según Wasielesky⁸³ se ha reportado que para camarón blanco del pacífico cultivado en medios combinados con biofloc y agua clara, se obtienen mejores resultados de peso que en aguas sin la implementación del sistema de biofloc, debido a que la composición de partículas suspendidas como los flóculos microbianos aumentan los niveles de ceniza y proteína, siendo eficaces en sistemas intensivos por generar una excelente ganancia de peso.

4.3 TASA DE CRECIMIENTO SIMPLE (TCS)

Con respecto a la tasa de crecimiento, se observó una tendencia al incremento a través de los días para ambos tratamientos, sin embargo, en la Tabla 12 y la Figura 12, se muestra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0,145$). Según Hopher⁸⁴ esta conducta se debe a la posibilidad de que los animales más pequeños utilizan el alimento consumido más eficientemente y a medida que las especies crecen disminuyen la tasa de crecimiento, los procesos metabólicos y fisiológicos. Bartholomew⁸⁵, confirma que en sistemas de producción mixto suspendido de crecimiento (biofloc) con cero recambio de agua, la tasa de crecimiento simple es superior comparada con aquellos que se suministra únicamente concentrado comercial.

En la Tabla 12 PL significa post-larvas de *Litopenaeus vannamei* expuestas a tratamientos de biofloc con polvillo de arroz o harina de trigo. En la Tabla 12 se establece mediante el uso de las letras A y B que no hay diferencias

⁸³WASIELESKY, W., ATWOOD, H., STOKES, AL., Y CRAIG. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based-intensive culture system for White shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture 258, 2006. p. 396-403.

⁸⁴HEPHER, B. Nutrición de peces comerciales en estanques. México: Limusa, 1993. p. 197.

⁸⁵BARTHOLOMEW W. Effect of channel catfish stocking rate on Yield and Water Quality in an intensive, Mixed Suspended-Growth Production System. North American Journal of Aquaculture, 2010. p. 4

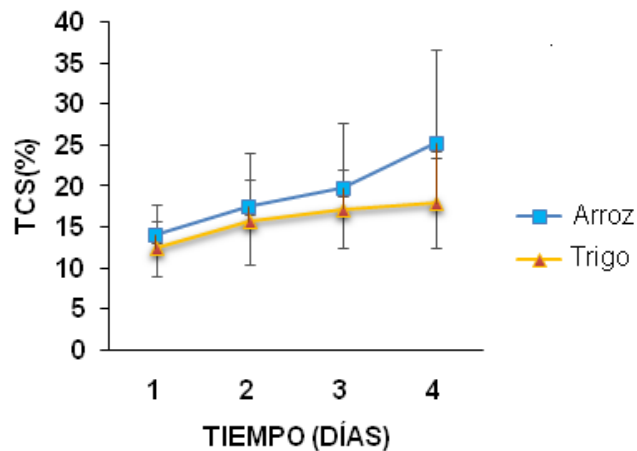
estadísticamente significativas entre las medias, según ANOVA de 2-vías ($p < 0.05$) y test de Tukey.

Tabla 12. Tasa de Crecimiento Simple de PL.

PARÁMETRO	ARROZ	TRIGO	F	P
Tasa de crecimiento simple TCS (%)	25,28±11,36 ^A	17,97±5,44 ^A	3,26	0,145

Esta Investigación.

Figura 12. Tasa de Crecimiento Simple (TCS) promedio tomada durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo.



Esta investigación.

En la Figura 12, los resultados se muestran como medias \pm desviación estándar de $n=12$. El * señala que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias, según ANOVA de 2-vías ($p < 0.05$) y test de Tukey. (Ver Tabla ANOVA en Anexo A)

4.4 SUPERVIVENCIA

La supervivencia de las post-larvas fue mayor en el tratamiento con polvillo de arroz (Tabla 13), donde se observó un porcentaje significativo de supervivencia de $99,13 \pm 1,11\%$, mientras que en el tratamiento con harina de trigo fue de $96,57 \pm 2,84\%$, con una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Estos

resultados pudieron estar dados fundamentalmente por la estabilidad en los parámetros físico-químicos y la calidad del biofloc.

Tabla 13. Supervivencia de PL

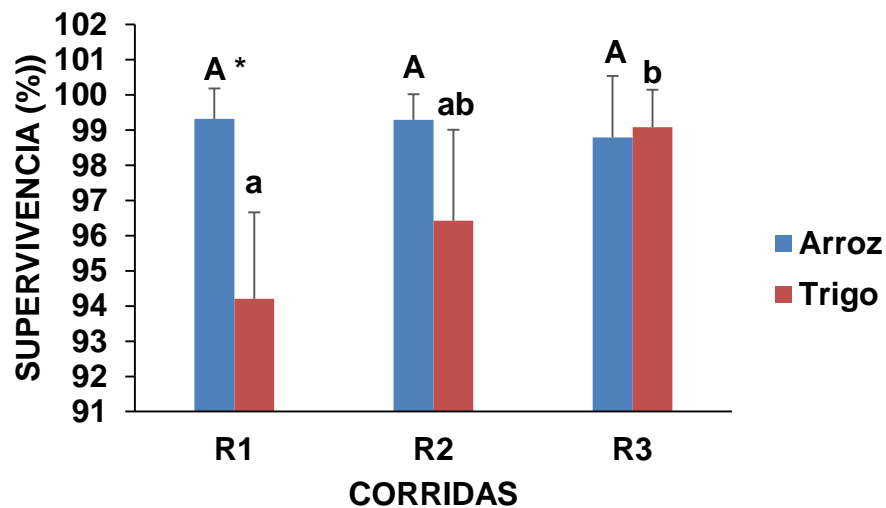
PARÁMETRO	ARROZ	TRIGO	F	P
Supervivencia (%)	99,13±1,11 ^A	96,57±2,84 ^B	8,41	0,008

Esta investigación.

En la Tabla 13 PL significa post-larvas de *Litopenaeus vannamei* expuestas a tratamientos de biofloc con polvillo de arroz o harina de trigo. En la Tabla 13 se establece mediante el uso de letras iguales, en este caso A y B, que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias, según ANOVA de 2-vías ($p < 0.05$) y test de Tukey.

En la Figura 13, se observa que en el tratamiento con arroz la supervivencia se mantuvo estable en las tres corridas, mientras que en el tratamiento con harina de trigo hubo un aumento estadísticamente significativo en el porcentaje para la tercera corrida, pasando de $94,21 \pm 2,45\%$ a $99,08 \pm 1,06\%$. Por otro lado, al igual que en el promedio general hubo una diferencia significativa ($p < 0,05$) en la supervivencia para las primeras corridas de cada sustrato, siendo mayor para el caso del sustrato de arroz.

Figura 13. Porcentaje de supervivencia para las distintas corridas (R1, R2 y R3) en los tratamientos con polvillo de arroz y harina de trigo.



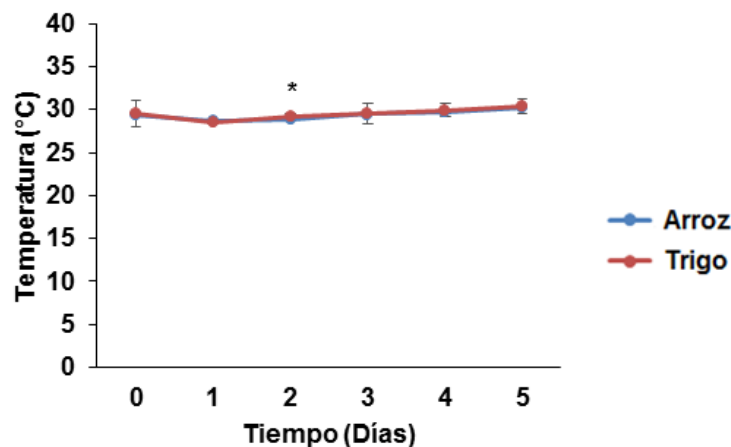
Esta investigación.

4.5. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

4.5.1. Temperatura: no mostró diferencias significativas entre los tratamientos con polvillo de arroz y harina de trigo para los días 0, 1, 3, 4 y 5. Excepto un incremento en la temperatura para el día 2, donde los tanques correspondientes al experimento con arroz registraron una temperatura media de 28,90 °C y los correspondientes al tratamiento con trigo 29,20 °C y las diferencias fueron ($p=0,046$). Además se observó variabilidad en la temperatura para ambos tratamientos con un mínimo de 27,7 °C y un máximo de 31,8 °C (Figura 14), los cuales se encuentran dentro de los valores óptimos reportados por Muir⁸⁶, para el cultivo de camarón. (Ver Tabla ANOVA en Anexo A)

Figura 14. Temperatura promedio tomada a las 18 h durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo.

⁸⁶MUIR, F. J., Engineering hand book.MSc. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotlan. Course 10: Production System, 2002. p. 44.



Esta Investigación.

En la Figura 14 los resultados se muestran como medias \pm desviación estándar de $n=12$. El * señala que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias, según ANOVA de 2-vías ($p < 0.05$) y test de Tukey.

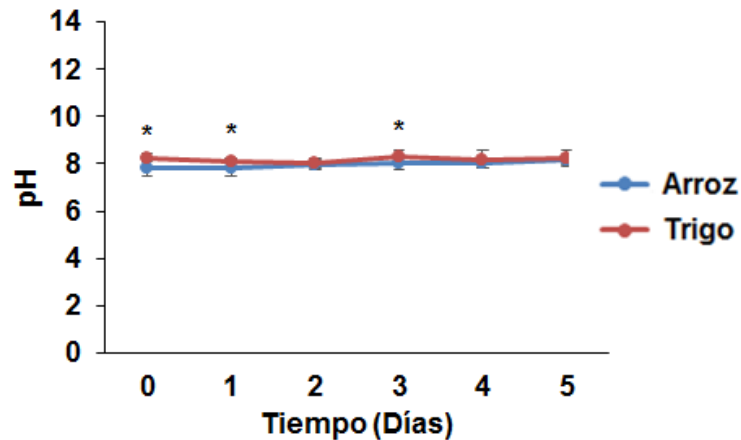
En cuanto a la temperatura se puede asegurar que en promedio se logró conservar los rangos permitidos para lograr un buen desarrollo y mantenimiento de las larvas de camarón blanco, según MOLINA, P. % VILLAREAL, H.⁸⁷, la temperatura debe estar entre 27 °C y 31 °C, cuando la temperatura cae por debajo de los 25 °C, el camarón blanco se enterrará en el lodo del fondo de la piscina por periodos de tiempo en el día y por consiguiente la tasa de consumo de alimento declinará alrededor de un 50% como resultado de su metabolismo. Por lo tanto se puede afirmar que este estudio reflejó importantes comportamientos para la preservación del desarrollo de las larvas de camarón blanco en buenas condiciones.

4.5.2. pH: El pH fue mayor en el tratamiento con trigo en comparación con el polvillo de arroz, para los días 0, 1 y 3 como se puede observar en la Figura 15. En el primer día de experimento se determinó un pH de $7,86 \pm 0,33$ para el polvillo de arroz y de $8,35 \pm 0,17$ para el trigo, diferencia estadísticamente significativa ($p=0,001$). Según Lango⁸⁸, los rangos óptimos de pH son de 7,2 – 8. Por lo cual se logró obtener estos parámetros de una forma moderada haciendo que se obtengan buenos resultados en cuanto a la producción óptima de las larvas. Los Datos de la tabla ANOVA se pueden observar en el Anexo A.

⁸⁷ Ibid., p.67

⁸⁸ LANGO, J. Integral Aquaculture. Acuacultura Scoop, Issue1, 2012. p. 9-11.

Figura 15. pH promedio durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo.



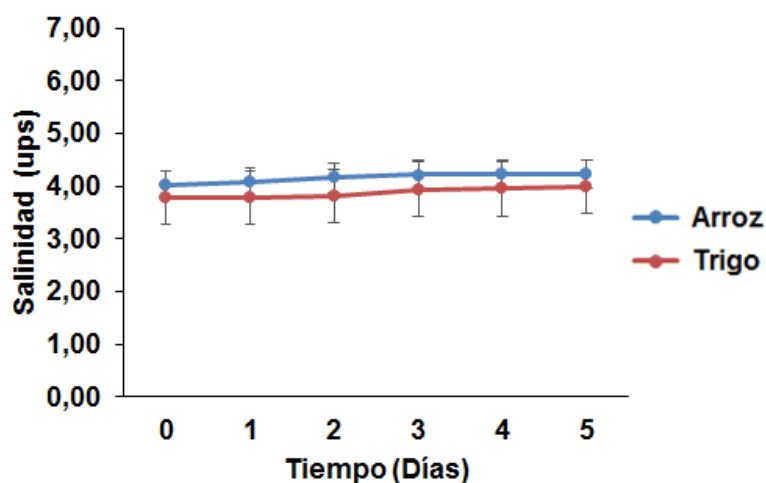
Esta Investigación.

Los resultados se muestran como medias \pm desviación estándar de $n=12$. El * señala que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias, según el análisis ANOVA de 2-vías ($p < 0.05$) y test de Tukey.

4.5.3 Salinidad. No hubo diferencias significativas en la salinidad de ambos tratamientos (Figura 16), ni en el tiempo ($p > 0,05$). Los valores promedio para este parámetro fueron $4,07 \pm 0,27$ ups y $3,70 \pm 0,50$ ups para arroz y trigo, respectivamente. (Ver Tabla ANOVA en Anexo A) De acuerdo a Wyban & Sweeny⁸⁹, el camarón blanco *Litopenaeus vannamei* posee una gran tolerancia a factores ambientales para soportar un intervalo de salinidad entre 0,5-45 ups, rangos que se encuentran dentro de los reportados en la investigación.

Figura 16. Salinidad promedio durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo.

⁸⁹WYBAN, J., SWEENEY, J.N. Intensive shrimp production technology. High Health Aquaculture Inc., Hawaii, 1991. p. 158.



La presente Investigación.

Los resultados se muestran como medias \pm desviación estándar de $n=12$. El * señala que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias, según análisis ANOVA de 2-vías ($p<0.05$) y test de Tukey.

En cuanto a la salinidad es importante tener en cuenta que cambios abruptos de salinidad pueden llevar a la muerte de las larvas de camarón por tanto este estudio refleja mediante la Figura 16 un comportamiento estable dentro de los rangos permitidos para la siembra y cosecha de camarón blanco tal como lo establece CUELLAR, J.⁹⁰

4.5.4 Alcalinidad: La alcalinidad al igual que el pH fue mayor en el tratamiento con trigo para los días 0 y 2 (Figura 17). Para el día 2, la alcalinidad se incrementó en un 15,31% en el tratamiento con trigo en comparación al día 0 y mostró diferencias significativas (345,9 mg, $p=0,032$) al tratamiento con arroz (295,42 mg). (Ver Tabla ANOVA en Anexo A). Estos valores superan a los sugeridos por Muir⁹¹ como óptimos de 110-150 mg.

De acuerdo a Vargas y murillo⁹², estos altos valores de alcalinidad están relacionados con la concentración de Calcio que presenta cada producto siendo

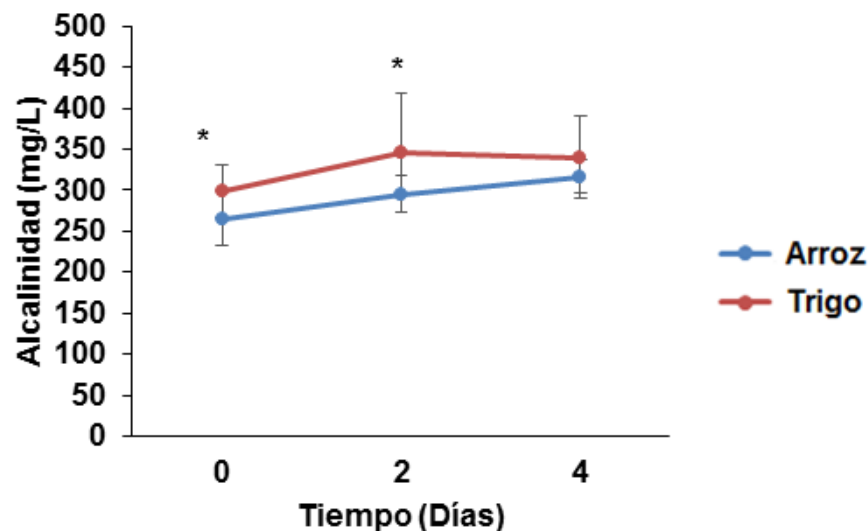
⁹⁰ CUELLAR, J. et.al. Op. cit.

⁹¹MUIR. Op cit., 43

⁹²GONZÁLES, EMILIO VARGAS. Composición de los subproductos de trigo utilizados en la alimentación animal en Costa Rica. Nutrición Animal Tropical, 6(1), 2000. p. 1-38

mayor en la del trigo con 561 mg/100g mientras que la del polvillo de arroz es solo 135 mg/100 g.

Figura 17. Alcalinidad promedio durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo.



La presente Investigación.

En la Figura 17 los resultados se muestran como medias \pm desviación estándar de $n=12$. El * Señala que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias, según análisis ANOVA de 2-vías ($p<0.05$) y test de Tukey. Los datos de la tabla ANOVA se pueden ver en el Anexo A.

La alcalinidad se pudo observar que se conservó durante todas las corridas y fue mayor a 80 mg/L con lo cual según lo establece CUELLAR, J. et. al.⁹³ el presente proyecto de investigación conservó este rango haciendo posible que el desarrollo de las larvas de camarón se realice de la mejor manera y teniendo en cuenta las buenas prácticas de cultivo de camarón.

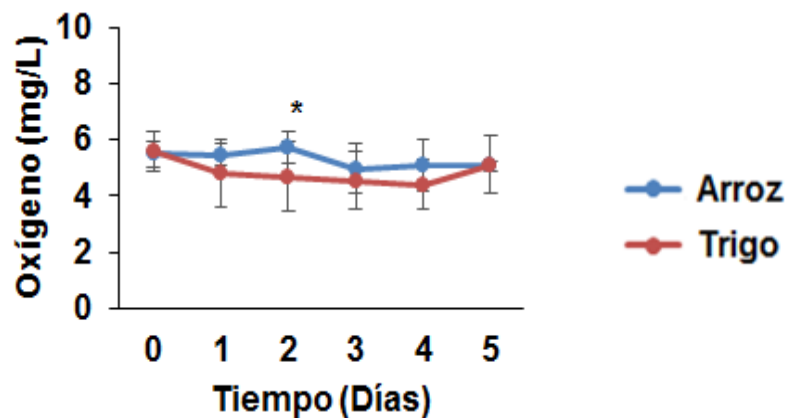
4.5.5 Oxígeno Disuelto: Los promedios de oxígeno disuelto oscilaron entre 4,96-5,73 mg/L y 4,41-5,59 para arroz y trigo, respectivamente (Figura 18). Lo cual se encuentra dentro de los rangos sugerido por Muir⁹⁴, que son de 3-9 mg/L. Solo se observó diferencias significativas entre los tratamientos para el día 2 ($p=0,014$),

⁹³CUELLAR, J. et. al. Op. Cit.

⁹⁴MUIR. Op cit., 43

registrándose valores de 5,73 mg/L para arroz y 4,69 mg/L para trigo. (Ver Tabla ANOVA en Anexo A). Según Poleo et al.,⁹⁵ el factor limitante más importante, cuando se requiere aumentar la densidad de un cultivo, es la concentración de oxígeno disponible para los organismos. Es por esto que en los sistemas de biofloc, la aireación es esencial para mantener los niveles de oxígeno disuelto, requeridos por los animales y por las bacterias, las cuales se encargan de la eliminación de los complejos nitrogenados de la descomposición aeróbica de la materia orgánica y de la nitrificación. La aireación también ayuda a mantener los sólidos en suspensión que disminuyen las posibilidades de formación de zonas de descomposición anaeróbicas

Figura 18. Oxígeno disuelto promedio durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo.



Esta Investigación.

En la Figura 18 los resultados se muestran como medias \pm desviación estándar de $n=12$. El * señala que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias, según análisis ANOVA de 2 vías ($p < 0.05$) y test de Tukey.

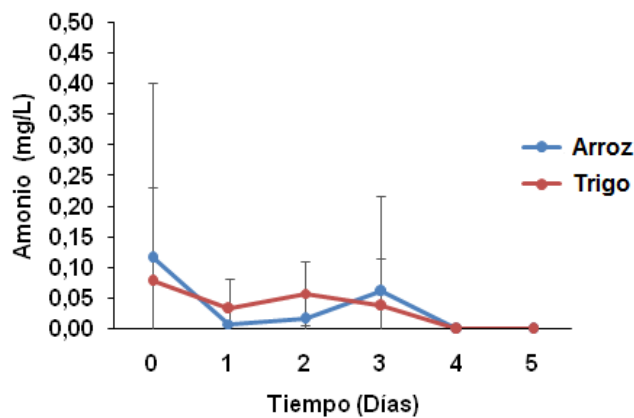
Según CUELLAR, J. et. al.⁹⁶ para que un cultivo sea productivo debe mantenerse una cantidad de Oxígeno disuelto mayor a 4mg/L y para este proyecto de investigación se logró mantener en este rango.

⁹⁵ POLEO, G., ARANBARRIO, J. V., & MENDOZA, L. Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas cerrados, (1), 2011. p. 429–437.

⁹⁶ CUELLAR, J. et. al. Op.cit. 41

4.5.6 Amonio total: Las concentraciones de amonio total (Figura 19), no presentaron diferencias entre los dos tratamientos ($p > 0,05$). (Ver Tabla Kruskal-Wallis en Anexo A). Se mantuvieron entre 0 – 0,25 mg/L, resultados que se encuentran dentro de los reportados por Muir⁹⁷ como rango óptimo, esto se puede justificar por el incremento de sustrato bacteriano lo que según Schneider⁹⁸, afirma que al tener equilibrado la relación carbono nitrógeno, los residuos orgánicos nitrogenados se convierten en biomasa bacteriana, con lo cual se logra degradar el amonio.

Figura 19. Concentración de Amonio promedio tomada durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo.



Esta Investigación.

En la Figura 19 los resultados se muestran como medias \pm desviación estándar de $n=12$. El * señala que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias, según análisis ANOVA de 2-vías ($p < 0,05$) y test de Tukey.

Según CUELLAR, J. et.al.⁹⁹ se observa que la cantidad de amonio para un cultivo de larvas de camarón en óptimas condiciones debe ser menor a 0,10mg/L y para este proyecto de investigación conservó los rangos permitidos por lo cual la conservación de las larvas de camarón blanco se hizo posible.

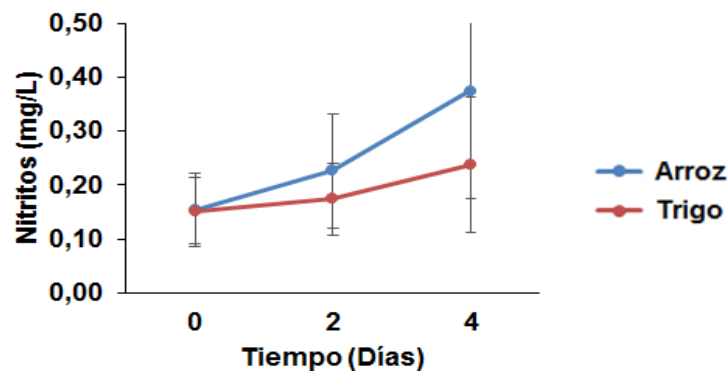
⁹⁷ MUIR. Op cit., 44

⁹⁸ SCHNEIDER, O. (2006). Fish waste management by conversion into heterotrophic bacteria biomass. Water Research 40, 2006. p. 2684 – 2694.

⁹⁹ CUELLAR, J. et.al. Op.cit., 40.

4.5.7 Nitrito: Los resultados promedio de los nitrito fueron de 0,150 – 0,37 mg/L para arroz y 0,15-0,23 mg/L para trigo (Figura 20). Sin embargo no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$). (Ver Tabla ANOVA en Anexo A). Estos resultados son consecuencia de un sistema de biofloc maduro según esto, coincide con Timmons¹⁰⁰, quien manifiesta que los sistemas heterótrofos puros tiene la característica de un valor de nitrito bajo pero no menor a 0,04 mg/ml.

Figura 20. Concentración de Nitritos promedio tomada durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo.



Esta investigación.

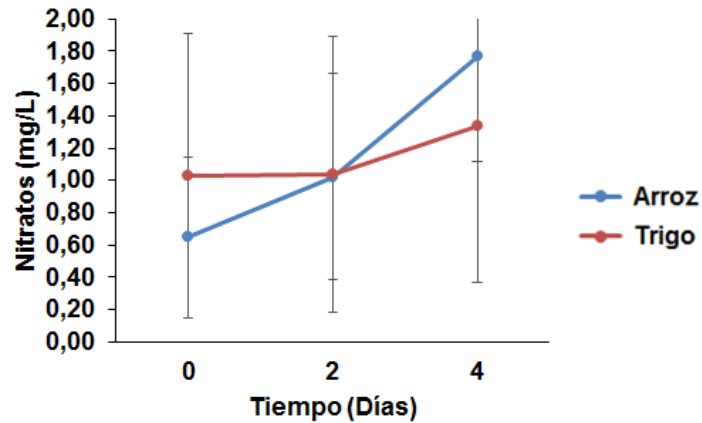
En la Figura 20 los resultados se muestran como medias \pm desviación estándar de $n=12$. * señala que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias, según análisis ANOVA de 2-vías ($p < 0,05$) y test de Tukey.

4.5.8 Nitrato: Al igual que los nitritos en los nitratos no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Figura 21). Los valores de nitratos obtenidos oscilaron entre 0,648-1,773 mg/L y 1,024-1,33 mg/L, para arroz y trigo respectivamente. (Ver Tabla ANOVA en Anexo A). Todos los valores estuvieron dentro de los rangos establecidos por Muir¹⁰¹, menores a 7 mg/L.

¹⁰⁰ TIMMONS M, E. J. Acuicultura en Sistemas de Recirculación. U.S.A: LIMUSA, 2009.

¹⁰¹MUIR. Op cit., 44.

Figura 21. Concentración de Nitrato promedio tomada durante el período de estudio para los tratamientos con arroz: polvillo de arroz y trigo: harina de trigo.



Esta investigación.

En la Figura 21 los resultados se muestran como medias \pm desviación estándar de $n=12$. El * señala que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias ($p<0.05$).

4.6 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS

A fin de determinar los costos de cada uno de los tratamientos, se calcularon los costos variables y fijos por corrida como se muestra en la Tabla 14. Los beneficios por corrida se determinaron multiplicando en valor de cada larva (0,0035 \$) por el número total de larvas por corrida.

En la Tabla 14, se evidencia que no hubo diferencias significativas entre los beneficios para ambos tratamientos, con promedios de 16.654,61 \$ y 16.224,13 \$ para arroz y trigo, respectivamente. Los costos tampoco variaron entre los tratamientos, 11.822,66 \$ para arroz y 11.829,33 \$ para trigo. Ver las Tablas de Costos por corrida para los tratamientos en el Anexo D.

Tabla 14. Tabla de Costos Modelo para los tratamientos

COSTOS CORRIDA # 1					
Items	Cant.	Und.	Precio Unit. (Dólar) \$	Corrida # 1	TOTAL Dólar
Balanceado(Zeigler)	1	Kg	7,40	37	\$ 271
Larvas	1	mll	1,60	4.800.000	7.680

Melaza	1	Kg	0,40	141	\$ 56
Pondpro	1	lb	41,55	4	\$ 185
Aquapro	1	lb	41,55	2	\$ 81
Vitacob	1	Kg	28,0	2	\$ 45
Complex-B	1	Kg	28,0	2,16	\$ 60
Polvillo de Arroz	1	Kg	0,48	24,00	\$ 12
Harina de Trigo	1	Kg	0,84	0,00	\$ 0
Urea	1	Kg	0,60	2,80	\$ 2
Cal p24	1	Kg	0,14	22,50	\$ 3
Vitamina - C (35%)	1	Kg	4,0	0,27	\$ 1
Vitamina - C (98%)	1	Kg	24,0	2,16	\$ 52
Peróxido de hidrógeno	1	lts	1,29	8,00	\$ 10
Cloro	1	lts	0,33		\$ 0
Alcohol	1	lts	2,00	0,50	\$ 1
				Subtotal	\$ 8.459

COSTOS FIJOS CORRIDA # 1

Items	Cant.	Unidad	Precio Unit. Dólar\$	Corrida # 1	TOTAL Dólar
Mano de obra	1	Unidad	\$ 340,00	\$ 2.448,00	\$ 2.448,00
Agua potable(pomas)	1	poma	\$ 2	\$ 5,25	\$ 5,25
Insumos varios	1	Unidad	\$ 25,00	\$ 25,00	\$ 25,00
Fletes Varios	1	Unidad	\$ 180	\$ 180,00	\$ 180,00
Repuestos y reparaciones	1	Unidad	\$ 50	\$ 50,00	\$ 50,00
Combustibles(Diesel)	1	Gl	\$ 1,05	\$ 16,80	\$ 16,80
Energía eléctrica	1	kwatt	\$ 0,28	\$ 587	\$ 587
Aceites y Lubricantes	1	lts.	\$ 1,34	\$ 0,00	\$ 0,00
			SUBTOTAL	\$ 3.312,17	\$ 3.312,17

TOTAL DE COSTOS RW		\$ 11.771
---------------------------	--	------------------

TASA DE CAMBIO ACTUAL: \$ 3,012.45

Tabla 15. Análisis de beneficio/costo (RBC) para los tratamientos polvillo de arroz y harina de trigo.

	ARROZ (\$)	TRIGO (\$)
Beneficios	16654,61	16224,13
Costos	11822,66	11829,33
RBC	1,40	1,37

Esta Investigación.

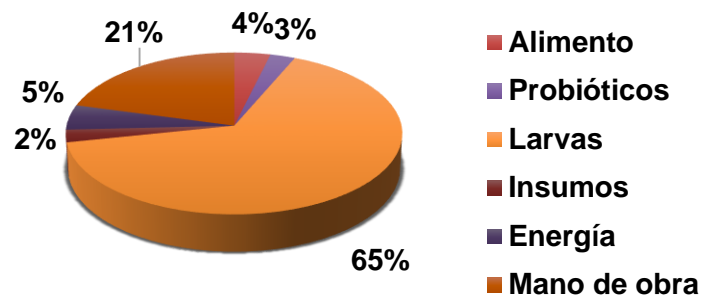
Dentro de los costos el mayor porcentaje lo representó la compra de las larvas con un 65%, seguido por la mano de obra en un 21% (Figura 22). El alto costo de la mano de obra se ha reportado en varios trabajos y se debe a que los animales deben recibir raciones diarias de alimento cada 3 h y al mismo tiempo se debe medir oxígeno y temperatura, por lo que se requiere de un personal en el día y otro en la noche. Otros trabajos también reportan el alimento como otro parámetro con altos costos, pero en este estudio, gracias a la técnica del biofloc, se ahorró en alimento.

Con relación a la Tabla 15 es posible observar que la relación Costo beneficio permite saber si un proyecto es viable siempre que la razón B/C sea mayor que 1 según lo define CASTANER, J.A.¹⁰² y para este caso se observa que las dos razones son mayores que uno tanto para el tratamiento con polvillo de arroz como para el sustrato con harina de trigo y que entre los dos resulta más viable la razón costo beneficio del arroz porque es más alta que la del sustrato de harina de trigo.

En la Figura 22 se puede observar que es la misma gráfica tanto para el sustrato de polvillo de arroz como para el de harina de trigo, debido a que el polvillo de arroz no tiene un valor económico significativo y a lo largo del estudio se pudo encontrar que no existen diferencias significativas entre el comportamiento físico químico de los dos sustratos presentando curvas muy similares por lo cual es indiferente el trabajar con uno u otro sustrato.

Figura 22. Porcentaje de Costos para los tratamientos con Arroz y Trigo

¹⁰² CASTAÑER, J.A. Análisis de Costo Beneficio. Ejemplos de Análisis en el sector Privado. Recuperado de www.gis.jp.pr.gov/Externo_Econ/Talleres/PresentaciónCB_JP_ETI.pdf, p. 13



Esta Investigación.

CONCLUSIONES

- ✓ Se evaluó el efecto de los sustratos de polvillo de arroz y harina de trigo como método para nutrir el efecto del sistema biofloc para el cultivo de camarones blancos en tanques de Raceways en la región de Taura Guayas Ecuador. La composición del fitoplancton en el biofloc fue la siguiente: Diatomeas (15%-26%), cyanophytas (13%-21%) y clorophytas (9%-15%). El zooplancton estuvo conformado por ciliados (12%-15%), rizópodos (8%-12%), rotíferos (5%-8%) y actinópodos (3%-8%). El polvillo de arroz favoreció la abundancia de fitoplancton, en especial de las diatomeas (15-26%) y la harina de trigo la abundancia de zooplancton con predominancia de ciliados (11-17%).
- ✓ Se calculó el aumento periódico en las post-larvas, donde se observó una tendencia al incremento del peso y la tasa de crecimiento simple en las post-larvas utilizando el sustrato polvillo de arroz, sin embargo, no mostraron diferencias estadísticamente significativas en comparación con las post-larvas donde se utilizó harina de trigo.
- ✓ Se determinó la supervivencia en cada uno de los sustratos, evidenciándose que fue mayor para el tratamiento de polvillo de arroz 99,13% en comparación con el tratamiento con harina de trigo 96,57%.
- ✓ Los análisis de los parámetros físico - químicos del agua en cada sustrato reflejaron rangos de temperatura 28,55 - 30,40°C, pH 7,86 - 8,25, salinidad 3,79-4,23 ups, alcalinidad 295-346 mg/L, OD 4,41-5,7 mg/L, los nitritos, nitratos y amonios no mostraron diferencias entre los tratamientos.
- ✓ Se determinó el costo de producción de post-larvas en ambos tratamientos. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la relación costo/beneficio. Sin embargo, el polvillo de arroz aparte de generar una mayor tasa de supervivencia, es 1,75 veces más económico que la harina de trigo y es un residuo agroindustrial en Ecuador, por lo que representa la mejor opción para la camaronera.

RECOMENDACIONES

- ✓ Ejecutar un estudio con el biofloc a diferentes salinidades, para comprobar si ésta variable incide en la composición biológica.

- ✓ Establecer una tabla de alimentación para los cultivos con tecnología de biofloc con salinidades bajas cuya finalidad es tener un factor de conversión alimenticia mucho mejor que en cultivos convencionales que se dan en Ecuador.

- ✓ Evaluar diferentes densidades de siembra para la producción de post-larvas de camarón blanco en sistemas de biofloc.

- ✓ Disponer de un polvillo con mejor rendimiento de sustrato disponible para el cultivo ya que el actual tiene un aprovechamiento del 40%.

- ✓ De acuerdo a los resultados alcanzados en el trabajo quedo demostrado que el sistema de biofloc es un proceso bioseguro y estable convirtiéndose en un sistema viable para la producción de juvenil de *penaeus vannamei*. Por lo antes mencionado se recomienda este trabajo para la implementación en los procesos productivos y se continúe mejorando la técnica a futuro.

- ✓ Estructurar un proyecto en base a la presente investigación realizada con miras a la obtención de laboratorios especializados en acuicultura para la Universidad de Nariño en la Sede Tumaco.

- ✓ La realización de esta tesis también deriva proyectos futuros de especialización de posgrado en la industria de sustratos para alimentación de criaderos de camarón blanco con el uso de la tecnología biofloc de manera automatizada para comunidades vulnerables en Tumaco.

- ✓ Es posible además reducir los costos de producción si se hace uso de procesos de producción automatizada. De igual manera se da paso a la realización de proyectos de tesis posteriores que se relacionen con el control electrónico de temperatura, PH, Salinidad, Alcalinidad y demás parámetros necesarios para la correcta crianza de los camarones blancos, procesos que no existen en la Industria Nariñense.

BIBLIOGRAFÍA

APHA CHAIRMAN R. Standard Methods for the examination of water and wastewater. Sixteenth edition, 1985. p. 1-19.

ARIAS M. F Y CABEZAS M. C.G. Caracterización y propuesta técnica de la acuicultura en el sector de la parroquia rural Santa Rosa de Flandes del cantón Naranjal. {En línea}. {6 Enero de 2015} disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/20608/1/D-90324.pdf>

AVNIMELECH, Y. Bio-filters: the need for an new comprehensive approach. *Aquac.Eng.* 34 (3), 2006. p. 172-178.

AVNIMELECH, Y. Biofloc Technology. Louisiana, United states: World Aquaculture Society, 2009.

AVNIMELECH, Y. Tilapia production using Biofloc tecnology saving water, waste recycling improves economics. *Global aquacultureadvocate*, 2011. p. 66-68.

BARTHOLOMEW W. Effect of channel catfish stocking rate on Yield and Water Quality in an intensive, Mixed Suspended-Growth Production System. *North American Journal of Aquaculture*, 2010. p.4

Boyd, C. E. Biology and Culture of Channel Catfish. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science (Vol. 34).*, Elsevier. doi:10.1016/S0167-9309(04)80024-3, (2004); Pág. 634-657.

BRAY W-A.; Lawrence A.L.; Leung Trujillo J. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of IHHN virus and salinity, *Aquaculture*, 1994.p.133-146.

BROWN, M. Nutritional value and use of microalgae in aquaculture. United state: Csiro Marine, 1991. p.1-12.

BUSCH, K.E.T., Falk-Petersen, I.B., Peruzzi, S., Rist, N.A., Hamre, K. Natural zooplankton as larval feed in intensive rearing systems for juvenile production of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquac.* 2010. p. 1727-1740.

CEDANO, M.; LUJAN, A. Y SUAREZ, M. Crianza de *Oreochromis niloticus* Var chitralada en sistema biofloc en la empresa PRODUMAR SA. Vol.; 1. N° 2 (2013); p. 79-89.

CEVALLOS, S. Proyecto de factibilidad financiera para la creación de un hotel campestre y fincas recreativas en Bucay. Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas. Guayaquil Ecuador, 2008. p.1-9.

CHAPA S.H. "la biología y el cultivo de camarón". (SEP 1989). Disponible en internet. URL: http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Maria%20Cruz%20Rivera%20Rodriguez.pdf

COLL MORALES, J., Acuicultura Marina Animal, Madrid, ediciones Mundi. Prensa, 1983. p.3

COMAN, F.E., Connolly, R.M. Preston, N.P. Zooplankton and epibenthic fauna in shrimp ponds: factors influencing assemblage dynamics. Aquac Res., 34, 2003. P. 359-371.

CRAB, R., AVNIMELECH, Y., DEFOIRDT, T., BOSSIER, P., & VERSTRAETE, W. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. Aquaculture, 2007. p. 1–14.

CRAIG, S., HELFRICH, L.A. Understanding Fish Nutrition, Feeds and Feeding (Publication 420–256). Virginia Cooperative Extension, Yorktown (Virginia), 2002. p. 4

CUADRADO LIDIA. Valoración genética de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizado en la alimentación de cuyes. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba Ecuador, 2008. p. 1-78.

EMERENCIANO M., B. E. Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). Aquaculture Research, 2012, p. 447-457.

Estudios., S. de B. y S. S. de. Analisis de la industria camaronera y su comportamiento crediticio, 2006. p. 1–12.

FAJARDO E. y SARMIENTO S. Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de *saccharomyces cerevisiae*. Trabajo de grado (Microbiólogo industrial). Bogotá, Colombia. Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias Básicas. Programa de Microbiología Industrial, 2007. p.22

FAO. Programa de información de especies acuáticas. *Penaeus vannamei*. Programa de información de especies acuáticas. Texto de Briggs, M. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [En línea]. Roma. Actualizado 7 Abril 2006. Disponible en internet: <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeus_vannamei/es#tcNA008C>

FITZIMMONS, K. Aquaculture, Freshwater and Marine Algae, Aquatic Biology. The university Arizona, College of Agriculture and Life Sciences, vol 29 (2), 1993.

FLORES, A. Bromatología animal. 2a ed. México. Edit. Limusa, 1975. p. 742–743

Global Solutions in Aeration Tubing. Desde Acuicultura hasta tratamiento de aguas residuales. Recuperado el 6 de septiembre de 2015 de http://www.coloriteaerationtubing.com/spanish/aquacult_pages/aquaculture_raceways.htm

GOLDMAN, J. C., CARON, D. A., & DENNETT, M. R. Regulation of gross growth efficiency and ammonium regeneration in bacteria by substrate C: N ratio, 32(6).1987.P. 1-14.

GONZÁLES, EMILIO VARGAS. Composición de los subproductos de trigo utilizados en la alimentación animal en Costa Rica. Nutrición Animal Tropical, 6(1), 2000. p. 1-38

Granvil, T., & Yates, M. Manual de laboratorio para el cultivo de camarón Peneido. Estados Unidos: Texas & A.M University, 1993.

HARGREAVES, J. A. Biofloc Production Systems for Aquaculture, 2013. p. 1–12.

HEINZ STREBLE, M. R. Atlas de los microorganismos de agua dulce. Barcelona: Omega S.A, 1987

HEPHER, B. Nutrición de peces comerciales en estanques. México: Limusa, 1993.p. 197

JORAND, F; Zartarian, F; Thomas, F; Block, J.C; Bottero, J.Y; Villemin, G; Urbain, V; Manem, J. Chemical and structural (2d) linkage between bacteria within activated-sludge flocs. Water Res. 29 (7), 1995. p. 1639-1647.

LADINO ORJUELA, Guillermo; RODRÍGUEZ-PULIDO, José. Efecto de *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhodopseudomonas palustris* (microorganismos eficientes em) y melaza en la ganancia de peso de tilapias (*Oreochromis sp*) en condiciones de laboratorio. Grupo de investigación en alimentación y nutrición de organismos acuáticos GRANAC, 2009. p. 32.

LANGO, J. Integral Aquaculture. Acuicultura Scoop, Issue1, 2012. p. 9-11.

LARAMORE, S., C.R. LARAMORE Y J. SCARPA. Effect of low salinity on growth and survival of postlarvae and juvenile *Litopenaeus vannamei*. Journal of the World Aquaculture Society, 2001.p.385-392.

LE VAY, L., RODRIGUEZ, A., KAMARUDIN, M., & JONE, D. Influence of live and artificial diets on tissue composition and trypsin activity in *penaeus japonicus* larvae. *Aquaculture*. Vol.; 118. (December 1993); p. 287-297.

LEFFLER John W., A. I. Monitoring tools for characterizing and managing microbial biofloc communities in superintensive zero-exchange shrimp culture systems, 2009.

LLERENA OÑATE, K P. Utilización de harina de trigo y quinua para la elaboración de galletas, para los niños del parvulario de la E.S.P.O.CH. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad Salud Pública Escuela de Gastronomía. Riobamba, Ecuador, 2010. p. 1-65

LUJAN, M. El uso del biofloc en acuicultura. [en línea]. Madrid, España. Portal de información en acuicultura [citado 01 agosto, 2011] Disponible en internet. URL: http://www.aquahoy.com/index.php?option=con_content&view=article&id=12607%3Ael-uso-de-biofloc-en-acuicultura&catid=56&lang=es.

MARCELO, V. Procesamiento de camarón para exportación, 2011. p. 1–39.

MARÍA DEL C. MONROY-DOSTA, R. Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al biofloc en un cultivo de tilapia. *Revista de biología marina y oceanografía*, 2013. p. 511-520.

MARTÍNEZ, C.L., C.L. VILLAREAL Y C.M. PONCHA. Culture of white shrimp *Penaeus vannamei* without food in a discharge lagoon of a shrimp farm. *Journal of the World Aquaculture Society*, 1996. p.1-2

Martínez C. L.R. Cultivo de camarones peneidos. Principios y prácticas. A. G. T. editores, México, D.F, 1999. p.1-290.

MIRANDA, JOSÉ. GESTIÓN DE PROYECTOS, cuarta edición, año 2002, p. 284 – 285.

MOLINA P., César & VILLAREAL C., H, Estrategias de Alimentación en la etapa de engorda del Camarón. Optimización de alimentos y estrategias de alimentación para una Camaronicultura sustentable. Recuperado de www.innovación.gob.sv/inventa/attachments/article/2590/CYTED_Camaron.pdf

MOSS, S. M., DIVAKARAN, S., & KIM, B. G. Stimulating effects of pond water on digestive enzyme activity in the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture Research*, 32(2), 2001. p. 125-131.

MUIR, F. J., Engineering hand book. MSc. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotlan. Course 10: Production System, 2002. p. 44.

NOOTONG, K. and PAVASANT, P. Effects of Organic Carbon Addition in Controlling Inorganic Nitrogen Concentrations in a Biofloc System. En:Journal of the World Aquaculture society. vol. 42, no. 3.2011 p. 339-346.

Oca, J., Masaló, I. Design criteria for rotating flow cells in rectangular aquaculture tanks. Aquacultural Engineering 36, 2007.p. 36-44.

OGLE , J., BEAUGEZ, K. y MELLWAIN, T:D. Survival of *Penaeus vannamei* postlarvae with low-Salinity Water.J. Shellfish-res, 1987.p.172-173.

PÉREZ J. Y MENDERIS O. Superintendencia de Bancos y Seguros. Análisis de la industria camaronera y su comportamiento crediticio, 2006. p. 1–12. Recuperado el 5 de septiembre de http://www.sbs.gob.ec/medios/PORTALDOCS/downloads/articulos_financieros/Estudios%20Sectoriales/analisis_industria_camaronera.pdf

PÍREZ, M., & MOTA, M. Morfología y estructura bacteriana, 2000. p. 23–42.

POLEO, G., ARANBARRIO, J. V., & MENDOZA, L. Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas cerrados, (1), 2011. p. 429–437.

PRIETO, M. Y A. V. Zooplancton en la larvicultura de peces neotropicales, 13(2), 2008. p. 1415–1425.

RAFAEL, L., CÓRDOVA, M., PORCHAS, M. M., ANTONIO, J., ELÍAS, L., MIRANDA, A., & BALLESTER, E. Estado Actual del Uso de Biopelículas y Bioflóculos en el Cultivo de Camarón, p. 393–423.

RODRÍGUEZ, M. C. R. Efecto de la salinidad sobre el crecimiento y sobrevivencia en postlarvas y juveniles de camarón blanco *Penaeus vannamei* (Boone, 1931), bajo condiciones de laboratorio, 1998. p. 1–53.

ROSEMBERRY, B. Shrimp News International. United State, 2014.

Salas, H.G. Crecimiento y sobrevivencia del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) a diferentes salinidades. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar, UAS. México, 2003.

SCHNEIDER, O. (2006). Fish waste management by conversion into heterotrophic bacteria biomass. Water Research 40, 2006. p. 2684 – 2694.

SCHRYVER, P., CRAB, R., DEFOIRDT, T., BOON, N., & VERSTRAETE. The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. Aquaculture, 2008. p. 125–137.

SEIFFERT, W., & ANDREATTA, E. El manejo de la alimentación y sostenibilidad del cultivo de camarones en el Brasil. Brasil, 2003. p. 707-720.

SIERRA DE LA ROSA, J. Cultivo de tilapia roja en un sistema súper intensivo de agua marina y biofloc. Programa de diversificación Corporación Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia CENIACUA. Departamento de Bolívar, Colombia, 2009. p 15.

Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (3ª edición). C. de Blas, G.G. Mateos y P. García-Rebollar. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. 2010. p.502.

Timmons M, E. J. Acuicultura en Sistemas de Recirculación. U.S.A: LIMUSA, 2009.

VALENZUELA QUIÑÓNEZ, Wenceslao, RODRÍGUEZ Gerardo y ESPARZA LEAL Héctor. Cultivo Intensivo de Camarón Blanco *Litopenaeus Vannamei* (boone) en Agua de pozo de Baja Salinidad como Alternativa Acuícola para Zonas de Alta Marginación. Universidad Autónoma Indígena de México. Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol. 6, Número 1. ISSN: 1665-0441

VILLARREAL. H y MARTINEZ CORDOBA. Culture of White shrimp *Penaeus vannamei* in reduced water change ponds in Sonora, Mexico. World Aquaculture (26), 1995.p. 3.

WASIELESKY, W., ATWOOD, H., STOKES, AL., Y CRAIG. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based-intensive culture system for White shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture 258, 2006. p. 396-403.

WYBAN, J., & SWEENEY, J. Marine aquaculture: Opportunities of growth. United States: National Academy of Sciences, 1991. Disponible en internet <https://books.google.com.co/books>

WYBAN, J., SWEENEY, J.N. Intensive shrimp production technology. High Health Aquaculture Inc., Hawaii, 1991. p. 158.

ANEXOS

Anexo A. Resultados ANOVA

Tabla A1. Resultados prueba ANOVA de dos vías y test a posteriori de Tukey (T) para fitoplancton total entre los tratamientos arroz y trigo en el tiempo

DIA	F	p	T
0	2,10	0,197	AA
2	8,27	0,028	AB
4	19,72	0,004	AB
6	7,37	0,035	AB
8	76,06	0,000	AB
10	276,56	0,000	AB

Esta investigación

Tabla A2. Resultados prueba ANOVA de dos vías y test a posteriori de Tukey (T) para diatomeas entre los tratamientos arroz y trigo en el tiempo

DIA	F	p	T
0	3,42	0,114	AA
2	10,91	0,016	AB
4	10,01	0,019	AB
6	7,14	0,037	AB
8	6,39	0,045	AB
10	16,75	0,006	AB

Esta investigación

Tabla A3. Resultados prueba ANOVA de dos vías y test a posteriori de Tukey (T) para Cyanophytas entre los tratamientos arroz y trigo en el tiempo

DIA	F	p	T
0	1,12	0,331	AA
2	5,59	0,056	AA
4	12,68	0,012	AB
6	5,08	0,065	AA
8	104,55	0,000	AB
10	345,67	0,000	AB

Esta investigación

Tabla A4. Resultados prueba ANOVA de dos vías y test a posteriori de Tukey (T) para Clorophytas entre los tratamientos arroz y trigo en el tiempo

DIA	F	p	T
0	6,57	0,043	AB
2	7,45	0,034	AB
4	2,20	0,188	AA
6	1,59	0,255	AA
8	35,88	0,001	AB
10	27,26	0,002	AB

Esta investigación

Tabla A5. Resultados prueba ANOVA de dos vías y test a posteriori de Tukey (T) para zooplancton total entre los tratamientos arroz y trigo en el tiempo

DIA	F	p	T
0	27,32	0,003	AB
2	4,34	0,082	AA
4	0,52	0,499	AA
6	119,26	0,000	AB
8	4,27	0,084	AA
10	15,44	0,008	AB

Esta investigación

Tabla A6. Resultados prueba ANOVA de dos vías y test a posteriori de Tukey (T) para ciliados entre los tratamientos arroz y trigo en el tiempo

DIA	F	p	T
0	23,32	0,003	AB
2	4,34	0,082	AA
4	0,52	0,499	AA
6	119,26	0,000	AB
8	4,27	0,084	AA
10	15,44	0,008	AB

Esta investigación

Tabla A7. Resultados prueba ANOVA de dos vías para TCS de los tratamientos arroz y trigo en el tiempo

DIA	F	p	T
1	0,34	0,593	AA
2	0,14	0,732	AA
3	0,21	0,671	AA
4	1,01	0,372	AA

Esta investigación

Tabla A8. Resultados prueba ANOVA de dos vías entre las temperaturas de los tratamientos arroz y trigo en el tiempo

DIA	F	P	T
0	0,15	0,704	AA
1	0,03	0,859	AA
2	4,48	0,046	AB
3	0,03	0,869	AA
4	0,32	0,578	AA
5	0,13	0,726	AA

Esta investigación

Tabla A9. Resultados prueba ANOVA de dos vías entre los pH de los tratamientos arroz y trigo en el tiempo

DIA	F	P	T
0	15,91	0,001	AB
1	0,688	0,016	AB
2	0,45	0,509	AA
3	9,32	0,006	AB
4	1,85	0,188	AA
5	0,85	0,365	AA

Esta investigación

Tabla A10. Resultados prueba ANOVA de dos vías entre las salinidades de los tratamientos arroz y trigo en el tiempo

DIA	F	P	T
0	1,97	0,175	AA
1	2,96	0,100	AA
2	4,14	0,054	AA
3	3,58	0,072	AA
4	3,27	0,084	AA

Esta investigación

Tabla A11. Resultados prueba ANOVA de dos vías entre la alcalinidad de los tratamientos arroz y trigo en el tiempo

DIA	F	p	T
0	6,37	0,019	AB
2	5,21	0,032	AB
4	2,27	0,146	AA

Esta investigación

Tabla A12. Resultados prueba ANOVA de dos vías para oxígeno disuelto de los tratamientos arroz y trigo en el tiempo

DIA	F	p	T
0	0,16	0,698	AA
1	3,39	0,079	AA
2	7,60	0,014	AB
3	1,24	0,278	AA
4	3,13	0,091	AA
5	0,04	0,845	AA

Esta investigación

Tabla A13. Resultados prueba ANOVA de dos vías para nitritos de los tratamientos arroz y trigo en el tiempo

DIA	F	P	T
0	0,00	0,980	AA
2	2,80	0,163	AA
4	3,96	0,060	AA

Tabla A14. Resultados prueba ANOVA de dos vías para nitratos de los tratamientos arroz y trigo en el tiempo

DIA	F	P	T
0	1,71	0,205	AA
1	0,00	0,973	AA
2	1,49	0,237	AA

Esta investigación

Anexo B. Tablas de Control

Tabla B1. Tabla control de preparación de tanques.

Dia	Fecha	Desinfeccion			Sustrato (g/tn)				Prebiotico (g)			Melaza (lt)		Otros
		P-24 (g)	PX (lt)	Vit C 35% (g/tn)	Trigo (Kg)	P.arroz (Kg)	Urea (g)	otro	Aquapro (g)	Pond pro (g)	Otro	20%	40%	Alcohol (lt)
1	26/03/2014	5625	2	50										0,5
2	27/03/2014					6	700				112,5			4,5
3	28/03/2014										67,5			4,5
4	29/03/2014									67,5	67,5			4,5
SUMA		5625	2	50		6	700	0	67,5	247,5	0		13,5	0,5

La presente Investigación.

Tabla B2. Tabla control corrida.

Fecha	cultivo /días	peso			% Sobreviven- cia	Pob. Teorica	Biomasa (Kg)	Alimentacion				Aplicación de probiotico			Relacion C/N			Dosis (g)
		Anterior	Actual	Incremento				Codigo	RD (Kg)	% Biomasa	% Proteina	Pond pro (g)	Aquapro (g)	Otro	N(Kg)/dia	C(Kg)/dia	Melaza(Kg/dia) 40%C	
30/03/2014	1		190		100%	1200000	6,3	Z-0-1	1,60	25%	55	33,75	22,5		0,097	1,94	4,8	200
31/03/2014	2	190	164	26			7,31	Z-0-1	1,68	23%	55	33,75	22,5		0,103	2,07	5,2	210
01/04/2014	3	164	143	21			8,39	Z-0-1	1,60	19%	55	42,75	22,5		0,098	1,96	4,9	200
02/04/2014	4	143	119	24			10,08	Z-0-1	1,61	16%	55	42,75	22,5		0,099	1,98	5	201
03/04/2014	5	119	95	24			12,6	Z-1-2	1,77	14%	55	51,75	22,5		0,108	2,17	5,4	221
04/04/2014	6	95	75	20				Z-1-2	0,9		55	51,75	22,5		0,055	1,108	2,8	225
									9,16			256,5	135	0			28,1	

La presente Investigación.

Tabla B5. Tabla control siembra de raceways y cosecha para piscinas.

RW	FECHA DE SIEMBRA	DIAS RW	CANTIDAD FACTURADA	LAB.	ORIGEN	DEST. PSC	SECTOR	HEC.	FECHA DE TRANS.	CANTIDAD COSECHADA	DENSIDAD DE SIEMBRA	PL/GR	TOTAL COSECHADO	SUP%
1	30-mar-14	5	1.200.000	Macrobio	Meniza	Pisc 26	Ristense	9,31	04-abr-14	1.189.000	127.712	0,013		
1														
1													1.189.000	99,08
2	30-mar-14	5	1.200.000	Macrobio	Meniza	Pisc 3	Ristense	1,52	04-abr-14	175.000	115.132	0,014		
2						Pisc 16	Ristense	6,99		835.000	119.456			
2						Pisc 19	Ristense	1,54		190.000	123.377		1.200.000	100,00
3	30-mar-14	5	1.200.000	Macrobio	Meniza	Pisc 13	Expormeksa	6,04	04-abr-14	680.000	112.583	0,013		
3						Pisc 14	Expormeksa	5,57		400.000	60.000			
3						Pre 14	Expormeksa	2,28		120.000	52.632		1.200.000	100,00
4	30-mar-14	5	1.200.000	Macrobio	Meniza	Pre 1	Expormeksa	2,28	04-abr-14	278.600	122.193	0,013		
4						Pisc 4	Ristense	1,49		179.800	120.671			
4						Pisc 2	Expormeksa	12,73		720.000	56.559			
4													1.178.400	98,20

La presente Investigación.

Anexo C. Tablas de Conteo.

Tabla C1. Tabla conteo de fitoplancton sustrato polvillo de arroz.

	TOTAL FITOPLANCTON						TOTAL DIATOMEAS						TOTAL CIANOBACTERIAS					
1	165054	153909	149205	104223	117894	63357	107751	83202	65121	39102	56742	22197	55686	66591	80556	60711	52479	28077
2	241815	282681	158319	94521	118482	73794	101430	132594	72471	31311	64974	36603	137592	142737	80997	58800	47040	31752
3	124362	161112	141267	162288	72324	63357	48951	73941	51891	69972	3822	24549	73500	83643	86583	87906	62475	30723
4	571990	147588	138033	135975	104370	56889	299479	50715	39396	49098	27783	10143	266778	92463	92022	79527	69972	34545
Media	275805	186323	146706	124252	103268	64349	139403	85113	57220	47371	38330	23373	133389	96359	85040	71736	57992	31274
D.S	203373	64476	9054	30926	21634	6996	109924	34478	14619	16734	27994	10845	95629	32731	5403	14272	10230	2674
	TOTAL CHLOROPHYTAS						CENTRALES						PENNALES					
1	1617	4116	3528	4410	8673	13083	0	0	735	735	588	147	107751	83202	64386	38367	56154	22050
2	2793	7350	4851	4410	6468	5439	147	0	1470	1323	147	147	101283	132594	71001	29988	64827	36456
3	1911	3528	2793	4410	6027	8085	0	0	441	588	441	147	48951	73941	51450	69384	3381	24402
4	5733	4410	6615	7350	6615	12201	0	588	1029	588	441	0	299479	50127	38367	48510	27342	10143
Media	3014	4851	4447	5145	6946	9702	37	147	919	809	404	110	139366	84966	56301	46562	37926	23263
D.S	1881	1706	1678	1470	1178	3581	74	294	439	350	185	74	109941	34674	14452	16995	28055	10785
	HORMOGONALES						CHROOCOCALES						CHLOROPHYTAS <10UM					
1	1029	441	294	0	0	0	54657	66150	80262	60711	52479	28077	588	2646	2058	3087	7791	12201
2	735	441	0	0	0	0	136857	142296	80997	58800	47040	31752	735	4410	2646	3087	5439	4557
3	1911	588	0	0	0	0	71589	83055	86583	87906	62475	30723	441	1029	1323	3822	4116	6468
4	3675	441	0	0	0	0	263103	92022	92022	79527	69972	34545	1176	1911	4410	5586	4851	9996
Media	1838	478	74	0	0	0	131552	95881	84966	71736	57992	31274	735	2499	2609	3896	5549	8306
D.S	1323	74	147	0	0	0	94591	32750	5486	14272	10230	2674	318	1435	1317	1179	1589	3438
	CHLOROPHYTAS >10UM						PERIDINIALES											
1	1029	1470	1470	1323	882	882	147	147	147	147	0	0						
2	2058	2940	2205	1323	1029	882	147	0	0	0	0	0						
3	1470	2499	1470	588	1911	1617	0	0	0	0	0	0						
4	4557	2499	2205	1764	1764	2205	294	0	0	0	0	0						
Media	2279	2352	1838	1250	1397	1397	147	37	37	37	0	0						
D.S	1576	624	424	488	516	641	120	74	74	74	0	0						

La presente Investigación.

Tabla C2. Tabla conteo de fitoplancton sustrato harina de trigo.

	TOTAL FITOPLANCTON						TOTAL DIATOMEAS						TOTAL CIANOBACTERIAS						
1	151116	89082	93198	38220	9261	6174	48657	29253	35280	12936	4851	882	90405	52920	52332	21756	1176	4704	
2	146118	89670	97020	67620	9849	4116	38367	26460	34545	28077	3087	1176	101871	53067	57477	36309	4704	2499	
3	134505	92169	116277	89670	8379	6321	40425	25137	34104	30135	1323	1323	87318	58800	75411	57918	6468	4704	
4	72324	101871	60858	88494	7938	3675	21756	31164	17199	19257	2352	1323	44982	63945	37779	63063	5292	2352	
Media	126016	93198	91838	71001	8857	5072	37301	28004	30282	22601	2903	1176	81144	57183	55750	44762	4410	3565	
D.S	36465	5935	22991	24087	860	1371	11277	2717	8735	7986	1486	208	24908	5274	15537	19224	2277	1317	
	TOTAL CHLOROPHYTAS						CENTRALES						PENNALES						
1	12054	6909	5586	3528	3234	588	0	0	0	0	0	0	48657	29253	35280	12936	4851	882	
2	5880	10143	4998	3234	2058	441	0	0	0	0	0	0	38367	26460	34545	28077	3087	1176	
3	6762	8232	6762	1617	588	294	0	0	0	0	0	0	40425	25137	34104	30135	1323	1323	
4	5586	6762	5880	6174	294	0	0	0	0	0	0	0	21756	31164	17199	19257	2352	1323	
Media	7571	8012	5807	3638	1544	331	0	0	0	0	0	0	37301	28004	30282	22601	2903	1176	
D.S	3030	1567	735	1888	1366	251	0	0	0	0	0	0	11277	2717	8735	7986	1486	208	
	HORMOGONALES						CHROOCOCALES						CHLOROPHYTAS <10UM						
1	3969	0	0	0	0	0	86436	52920	52332	21756	1176	4704	9261	5439	3528	1617	1617	0	
2	4557	5880	0	0	147	0	97314	47187	57477	36309	4557	2499	2352	8820	3087	2499	1323	0	
3	4704	25431	0	0	294	0	82614	33369	75411	57918	6174	4704	3969	4851	4851	441	0	0	
4	4557	0	0	0	588	0	40425	63945	37779	63063	4704	2352	3381	4557	3822	3234	0	0	
Media	4447	7828	0	0	257	0	76697	49355	55750	44762	4153	3565	4741	5917	3822	1948	735	0	
D.S	326	12058	0	0	251	0	24971	12726	15537	19224	2115	1317	3087	1970	750	1202	857	0	
	CHLOROPHYTAS >10UM						PERIDINALES												
1	2793	1470	2058	1911	1617	588	0	0	0	0	0	0							
2	3528	1323	1911	735	735	441	0	0	0	0	0	0							
3	2793	3381	1911	1176	588	294	0	0	0	0	0	0							
4	2205	2205	2058	2940	294	0	0	0	0	0	0	0							
Media	2830	2095	1985	1691	809	331	0	0	0	0	0	0							
D.S	542	940	85	964	569	251	0	0	0	0	0	0							

La presente Investigación.

Tabla C4. Tabla conteo de zooplancton sustrato harina de trigo.

	TOTAL ZOOPLANCTON						TOTAL CILIADOS (Clase Ciliata)						Holotricha					
1	22880	529600	1337600	10433600	11180800	19542400	5280	512000	1091200	8332800	10288000	18748800	1760	70400	105600	297600	70400	0
2	51040	668800	580800	6944000	5473600	13491200	5280	616000	457600	6051200	5076800	12896000	0	35200	70400	297600	17600	0
3	28160	563200	563200	6051200	2721573	9225600	3520	545600	457600	5257600	2225573	8531200	0	35200	70400	99200	43173	0
4	59840	651200	812000	6249600	2200000	10118400	3520	598400	706400	5654400	1604800	9225600	0	70400	17600	99200	17600	0
Media	40480	603200	823400	7419600	5393993	13094400	4400	568000	678200	6324000	4798793	12350400	440	52800	66000	198400	37193	0
D.S	17775	67390	361059	2045467	4116507	4674696	1016	47840	299273	1377833	3959450	4675748	880	20323	36283	114546	25207	0
	Peritricha						Spirotricha						Euglenales					
1	0	0	52800	6547200	9622400	18153600	3520	441600	932800	1488000	595200	595200	3520	0	0	0	0	0
2	0	0	35200	4860800	4960000	12796800	5280	580800	352000	892800	99200	99200	5280	0	0	0	0	0
3	0	0	70400	4662400	2083200	8432000	3520	510400	316800	496000	99200	99200	1760	0	0	0	0	0
4	0	0	55200	5158400	1388800	9225600	3520	528000	633600	396800	198400	0	1760	0	0	0	0	0
Media	0	0	53400	5307200	4513600	12152000	3960	515200	558800	818400	248000	198400	0	0	0	0	0	0
D.S	0	0	14420	851427	3740336	4428588	880	57467	286822	495173	236143	268635	1685	0	0	0	0	0
	Crustacea						Rotatoria						Dinophyceae					
1	3520	0	0	0	0	0	28160	35200	35200	198400	198400	0	0	0	0	0	0	0
2	5280	17600	0	0	0	0	54560	17600	35200	99200	198400	0	0	0	0	0	0	0
3	5280	0	0	0	0	0	40480	35200	17600	198400	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1760	0	0	0	0	0	1760	17600	35200	198400	0	0	0	0	0	0	0	0
Media	3960	4400	0	0	0	0	31240	26400	30800	173600	99200	0	0	0	0	0	0	0
D.S	1685	8800	0	0	0	0	22418	10161	8800	49600	114546	0	0	0	0	0	0	0
	Rizopoda						Actinopoda											
1	17600	17600	35200	17600	99200	99200	0	0	211200	2083200	793600	694400						
2	35200	35200	17600	99200	198400	99200	0	0	105600	793600	198400	496000						
3	17600	17600	17600	99200	297600	99200	0	0	88000	694400	198400	595200						
4	52800	52800	17600	99200	297600	99200	0	0	88000	496000	297600	793600						
Media	30800	30800	22000	78800	223200	99200	0	0	123200	1016800	372000	644800						
D.S	16851	16851	18700	40800	94977	0	0	0	59250	721619	284930	128067						

La presente Investigación.

Anexo D. Costos por Corrida para los Tratamientos.

Tabla D1. Costos para Corrida 1.

COSTOS CORRIDA # 1							
Items	Cantidad	Unidad	Precio Unit. \$	Corrida # 1	TOTAL	Costo/mill	Costo/kg
Balanceado(Zeigler)	1	Kg	7,40	38	\$ 283	\$ 0,084	\$ 5,56
Larvas	1	mll	2,40	4.250.000		\$ 0,000	\$ 0,00
Melaza	1	Kg	0,40	146	\$ 58	\$ 0,180	\$ 11,91
Pondpro	1	lb	99,00	4	\$ 440	\$ 0,016	\$ 1,05
Aquapro	1	lb	99,00	2	\$ 194	\$ 0,002	\$ 0,16
Vitacob	1	Kg	28,0	2	\$ 45	\$ 0,002	\$ 0,16
Complex-B	1	Kg	28,0	2,16	\$ 60	\$ 0,001	\$ 0,05
Sales (S.Mg)	1	Kg	0,19	3,44	\$ 1	\$ 0,006	\$ 0,43
Sales (k)	1	Kg	0,55	1,6	\$ 1	\$ 0,013	\$ 0,86
Sales (Na)	1	Kg	0,10	1,6	\$ 0	\$ 0,004	\$ 0,26
polvillo de arroz	1	Kg	0,48	24,00	\$ 12	\$ 0,000	\$ 0,01
Harina de trigo	1	Kg	0,84	0,00	\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,06
Urea	1	Kg	0,60	2,80	\$ 2	\$ 0,000	\$ 0,00
Cal p24	1	Kg	0,14	22,50	\$ 3	\$ 0,000	\$ 0,00
Vitamina - C (35%)	1	Kg	4,0	0,28	\$ 1	\$ 0,002	\$ 0,13
Vitamina - C (98%)	1	Kg	24,0	2,16	\$ 52	\$ 0,001	\$ 0,04
Peróxido de hidrógeno	1	Its	1,29	8,00	\$ 10	\$ 0,001	\$ 0,04
Cloro	1	Its	0,33		\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,01
Alcohol	1	Its	2,00	0,50	\$ 1	\$ 0,002	\$ 0,17
					\$ 1.163	\$ 0,32	\$ 20,89

La presente Investigación.

Tabla D2. Costos para Corrida 2

COSTOS CORRIDA # 2							
Items	Cantidad	Unidad	Precio Unit. \$	Corrida # 1	TOTAL	Costo/mill	Costo/kg
Balanceado(Zeigler)	1	Kg	7,40	34	\$ 249	\$ 0,084	\$ 5,56
Larvas	1	mll	2,40	3.522.400		\$ 0,000	\$ 0,00
Melaza	1	Kg	0,40	132	\$ 53	\$ 0,180	\$ 11,91
Pondpro	1	lb	99,00	4	\$ 440	\$ 0,016	\$ 1,05
Aquapro	1	lb	99,00	2	\$ 192	\$ 0,002	\$ 0,16
Vitacob	1	Kg	28,0	2	\$ 45	\$ 0,002	\$ 0,16
Complex-B	1	Kg	28,0	2,16	\$ 60	\$ 0,001	\$ 0,05
Sales (S.Mg)	1	Kg	0,19	3,37	\$ 1	\$ 0,006	\$ 0,43
Sales (k)	1	Kg	0,55	1,6	\$ 1	\$ 0,013	\$ 0,86
Sales (Na)	1	Kg	0,10	1,6	\$ 0	\$ 0,004	\$ 0,26
polvillo de arroz	1	Kg	0,48	0,00	\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,01
Harina de trigo	1	Kg	0,84	24,00	\$ 20	\$ 0,001	\$ 0,06
Urea	1	Kg	0,60	2,80	\$ 2	\$ 0,000	\$ 0,00
Cal p24	1	Kg	0,14	22,50	\$ 3	\$ 0,000	\$ 0,00
Vitamina - C (35%)	1	Kg	4,0	0,27	\$ 1	\$ 0,002	\$ 0,13
Vitamina - C (98%)	1	Kg	24,0	2,16	\$ 52	\$ 0,001	\$ 0,04
Peróxido de hidrógeno	1	lts	1,29	8,00	\$ 10	\$ 0,001	\$ 0,04
Cloro	1	lts	0,33		\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,01
Alcohol	1	lts	2,00	0,50	\$ 1	\$ 0,002	\$ 0,17
					\$ 1.130	\$ 0,32	\$ 20,89

La presente Investigación.

Tabla D3. Costos Corrida 3.

COSTOS CORRIDA # 3							
Items	Cantidad	Unidad	Precio Unit. \$	Corrida # 1	TOTAL	Costo/mill	Costo/kg
Balanceado(Zeigler)	1	Kg	7,40	0	\$ 0	\$ 0,084	\$ 5,56
Larvas	1	mll	2,40	0	\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,00
Melaza	1	Kg	0,40	0	\$ 0	\$ 0,180	\$ 11,91
Pondpro	1	lb	99,00	0	\$ 0	\$ 0,016	\$ 1,05
Aquapro	1	lb	99,00	0	\$ 0	\$ 0,002	\$ 0,16
Vitacob	1	Kg	28,0	0	\$ 0	\$ 0,002	\$ 0,16
Complex-B	1	Kg	28,0	0,00	\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,05
Sales (S.Mg)	1	Kg	0,19	0,00	\$ 0	\$ 0,006	\$ 0,43
Sales (k)	1	Kg	0,55	0,0	\$ 0	\$ 0,013	\$ 0,86
Sales (Na)	1	Kg	0,10	0,0	\$ 0	\$ 0,004	\$ 0,26
polvillo de arroz	1	Kg	0,48	0,00	\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,01
Harina de trigo	1	Kg	0,84		\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,06
Urea	1	Kg	0,60	0,00	\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,00
Cal p24	1	Kg	0,14	0,00	\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,00
Vitamina - C (35%)	1	Kg	4,0	0,00	\$ 0	\$ 0,002	\$ 0,13
Vitamina - C (98%)	1	Kg	24,0	0,00	\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,04
Peróxido de hidrógeno	1	Its	1,29	0,00	\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,04
Cloro	1	Its	0,33		\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,01
Alcohol	1	Its	2,00	0,00	\$ 0	\$ 0,002	\$ 0,17
					\$ 0	\$ 0,32	\$ 20,89

La presente Investigación.

Tabla D3. Costos Corrida 4.

COSTOS CORRIDA # 4							
Items	Cantidad	Unidad	Precio Unit. \$	Corrida # 1	TOTAL	Costo/mill	Costo/kg
Balanceado(Zeigler)	1	Kg	7,40	0	\$ 0	\$ 0,084	\$ 5,56
Larvas	1	mll	2,40	0	\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,00
Melaza	1	Kg	0,40	0	\$ 0	\$ 0,180	\$ 11,91
Pondpro	1	lb	99,00	0	\$ 0	\$ 0,016	\$ 1,05
Aquapro	1	lb	99,00	0	\$ 0	\$ 0,002	\$ 0,16
Vitacob	1	Kg	28,0	0	\$ 0	\$ 0,002	\$ 0,16
Complex-B	1	Kg	28,0	0,00	\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,05
Sales (S.Mg)	1	Kg	0,19	0,00	\$ 0	\$ 0,006	\$ 0,43
Sales (k)	1	Kg	0,55	0,0	\$ 0	\$ 0,013	\$ 0,86
Sales (Na)	1	Kg	0,10	0,0	\$ 0	\$ 0,004	\$ 0,26
polvillo de arroz	1	Kg	0,48		\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,01
Harina de trigo	1	Kg	0,84	0,00	\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,06
Urea	1	Kg	0,60	0,00	\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,00
Cal p24	1	Kg	0,14	0,00	\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,00
Vitamina - C (35%)	1	Kg	4,0	0,00	\$ 0	\$ 0,002	\$ 0,13
Vitamina - C (98%)	1	Kg	24,0	0,00	\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,04
Peróxido de hidrógeno	1	Its	1,29	0,00	\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,04
Cloro	1	Its	0,33		\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,01
Alcohol	1	Its	2,00	0,00	\$ 0	\$ 0,002	\$ 0,17
					\$ 0	\$ 0,32	\$ 20,89

La presente Investigación.

Tabla D5. Costos corrida 5.

COSTOS CORRIDA # 5							
Items	Cantidad	Unidad	Precio Unit. \$	Corrida # 1	TOTAL	Costo/mill	Costo/kg
Balanceado(Zeigler)	1	Kg	7,40	0	\$ 0	\$ 0,084	\$ 5,56
Larvas	1	mll	2,40	0		\$ 0,000	\$ 0,00
Melaza	1	Kg	0,40	0	\$ 0	\$ 0,180	\$ 11,91
Pondpro	1	lb	99,00	0	\$ 0	\$ 0,016	\$ 1,05
Aquapro	1	lb	99,00	0	\$ 0	\$ 0,002	\$ 0,16
Vitacob	1	Kg	28,0	0	\$ 0	\$ 0,002	\$ 0,16
Complex-B	1	Kg	28,0	0,00	\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,05
Sales (S.Mg)	1	Kg	0,19	0,00	\$ 0,00	\$ 0,006	\$ 0,43
Sales (k)	1	Kg	0,55	0,0	\$ 0,00	\$ 0,013	\$ 0,86
Sales (Na)	1	Kg	0,10	0,0	\$ 0,00	\$ 0,004	\$ 0,26
polvillo de arroz	1	Kg	0,48	0,00	\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,01
Harina de trigo	1	Kg	0,84		\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,06
Urea	1	Kg	0,60	0,00	\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,00
Cal p24	1	Kg	0,14	0,00	\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,00
Vitamina - C (35%)	1	Kg	4,0	0,00	\$ 0	\$ 0,002	\$ 0,13
Vitamina - C (98%)	1	Kg	24,0	0,00	\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,04
Peróxido de hidrógeno	1	Its	1,29	0,00	\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,04
Cloro	1	Its	0,33		\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,01
Alcohol	1	Its	2,00	0,00	\$ 0	\$ 0,002	\$ 0,17
					\$ 0	\$ 0,32	\$ 20,89

La presente Investigación.

Tabla D6. Costos corrida 6.

COSTOS CORRIDA # 6							
Items	Cantidad	Unidad	Precio Unit. \$	Corrida # 1	TOTAL	Costo/mill	Costo/kg
Balanceado(Zeigler)	1	Kg	7,40		\$ 0	\$ 0,084	\$ 5,56
Larvas	1	mll	2,40			\$ 0,000	\$ 0,00
Melaza	1	Kg	0,40		\$ 0	\$ 0,180	\$ 11,91
Pondpro	1	lb	99,00		\$ 0	\$ 0,016	\$ 1,05
Aquapro	1	lb	99,00		\$ 0	\$ 0,002	\$ 0,16
Vitacob	1	Kg	28,0		\$ 0	\$ 0,002	\$ 0,16
Complex-B	1	Kg	28,0		\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,05
Sales (S.Mg)	1	Kg	0,19		\$ 0	\$ 0,006	\$ 0,43
Sales (k)	1	Kg	0,55		\$ 0	\$ 0,013	\$ 0,86
Sales (Na)	1	Kg	0,10		\$ 0	\$ 0,004	\$ 0,26
polvillo de arroz	1	Kg	0,48		\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,01
Harina de trigo	1	Kg	0,84		\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,06
Urea	1	Kg	0,60		\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,00
Cal p24	1	Kg	0,14		\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,00
Vitamina - C (35%)	1	Kg	4,0		\$ 0	\$ 0,002	\$ 0,13
Vitamina - C (98%)	1	Kg	24,0		\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,04
Peróxido de hidrógeno	1	lts	1,29		\$ 0	\$ 0,001	\$ 0,04
Cloro	1	lts	0,33		\$ 0	\$ 0,000	\$ 0,01
Alcohol	1	lts	2,00		\$ 0	\$ 0,002	\$ 0,17
					\$ 0	\$ 0,32	\$ 20,89
\$ 3.294,71 pago a Expormeksa							

La presente Investigación.