

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN PEDERNALES

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR



Tesis previa a la obtención del título de Biólogo

TEMA

Análisis de la implementación de la tecnología Biofloc y su efecto en la supervivencia de las larvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*)

AUTOR

Galarza Cedeño Reinaldo Mauricio

TUTOR

Blga. Cecibel Monserrat Tenelema Delgado

Pedernales – Manabí – Ecuador

2024

CERTIFICACIÓN

En la calidad de docente tutor de la Extensión Pedernales de la Universidad Laica " Eloy Alfaro de Manabi" CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría de él estudiante Galarza Cedeño Reinaldo Mauricio, bajo la opción de titulación del trabajo de investigación, con el tema: "ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIOFLOC Y SU EFECTO EN LA SUPERVIVENCIA DE LAS LARVAS DE CAMARÓN (*Litopenaeus vannamei*)".

La presente investigación ha sido desarrollada en el apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lo certifico.



Blga. Cecibel Monserrat Tenelema Delgado
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

ÁREA: CIENCIAS DE LA VIDA

CERTIFICACION DE APROBACION DEL TRABAJO DE TITULACION

El tribunal evaluador Certifica:

Que el trabajo de fin de carrera modalidad Proyecto de Investigación titulado: "ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIOFLOC Y SU EFECTO EN LA SUPERVIVENCIA DE LAS LARVAS DE CAMARÓN (*Litopenaeus vannamei*)". Realizado y concluido por el Sr. Galarza Cedeño Reinaldo Mauricio ha sido revisado y evaluado por los miembros del tribunal.


El trabajo de fin de carrera antes mencionado cumple con los requisitos académicos, científicos y formales suficientes para ser aprobado.

Pedernales, 27 de enero de 2025.

Para dar testimonio y autenticidad firman:



Dr. Derli Alava Rosado
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Raúl Macías Chila
Miembro del tribunal



Alfo. Edison Falcones
Miembro del tribunal

DERECHOS DE AUTORIA

Yo, Galarza Cedeño Reinaldo Mauricio con cedula de ciudadanía N° 131337284-7, declaro que el presente trabajo de titulación: ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIOFLOC Y SU EFECTO EN LA SUPERVIVENCIA DE LAS LARVAS DE CAMARÓN (*Litopenaeus vannamei*) ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existente y respetando los derechos intelectuales de terceros considerados en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que las ideas y contenidos expuestos en el presente trabajo son de mi autoría, en virtud de ellos me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación antes mencionada.



Galarza Cedeño Reinaldo Mauricio

C.C.: 131337284-7

REPORTE DE SIMILITUDES



GALARZA CEDEÑO REINALDO MAURICIO Análisis de la implementación de la tecnología Biofloc y su efecto en la supervivencia de las larvas de camarón (Litopenaeus vannamei).

3%
Textos sospechosos

< 1% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas

2% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: GALARZA CEDEÑO REINALDO MAURICIO
Análisis de la implementación de la tecnología Biofloc y su efecto en la supervivencia de las larvas de camarón (Litopenaeus vannamei).docx
ID del documento: 457e666a89bd0e031b5651b9bc7dc9ade1c3c9e1
Tamaño del documento original: 1,31 MB
Autores: □

Depositante: CECIBEL MONSERRATE TENELEMA DELGADO
Fecha de depósito: 16/12/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 16/12/2024

Número de palabras: 9982
Número de caracteres: 64.058

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.fao.org MANUAL PARA LA CRIA DE CAMARONES PENEIDOS 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario #2d24fc El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
2	Documento de otro usuario #1e7bf5 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)
3	TESIS HELEN IBARRA MICROALGAS-FINALIZADA.docx TESIS HELEN IBARR... #7a0213 El documento proviene de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
4	Documento de otro usuario #d9c15d El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
5	Documento de otro usuario #7db0f5 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

Cecibel Tenelema
16-12-2024
Revisado.

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación se lo dedico a mi Dios, quien supo guiarme por un buen camino, darme fuerzas para seguir adelante, no desmayar en los problemas que se presentaron en el camino, enseñándome a encarar las adversidades y así obtener este logro.

Lleno de regocijo, orgullo y de amor también dedico este proyecto, a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mi pilar fundamental para seguir adelante, a mi esposa por su gran y maravilloso apoyo incondicional, ya que sin ella este logro no sería posible, a mis hijos que “sin querer queriendo” me han dado las fuerzas necesarias para culminar esta etapa, la que se convierte en un ejemplo para su futuro.

No sin más, dedicar este logro que he alcanzado con mucho esmero y sacrificio a mi persona, ya que con mucho esfuerzo y trabajo me lo he ganado.

Galarza Cedeño Reinaldo Mauricio

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer a mi familia por su apoyo incondicional y su amor infinito, sin ustedes nada de esto hubiera sido posible, esposa mía que esta tesis te de fuerzas para no desfallecer y poder culminar su carrera.

Agradezco a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Pedernales por la oportunidad de estudiar y crecer en un ambiente académico estimulante.

A los docentes que me brindaron su apoyo y orientación a lo largo de la carrera, ya que sin sus consejos no lo hubiera logrado.

Galarza Cedeño Reinaldo Mauricio

INDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
CERTIFICACION DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACION; Error! Marcador no definido.	
DERECHOS DE AUTORIA	¡Error! Marcador no definido.
REPORTE DE SIMILITUDES.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INDICE GENERAL	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	14
ÍNDICE DE TABLAS	15
INDICE DE ANEXOS.....	19
RESUMEN	21
SUMMARY	22
CAPITULO I	23
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
1.1 Introducción	23
1.2 Planteamiento del problema.....	24
1.3 Identificación de variables	25
1.3.1 Variable independiente.....	25
1.3.2 Variables dependientes.....	25
• Salud de las larvas:.....	25
• Supervivencia de las larvas:.....	25

• Tasa de crecimiento:	25
• Calidad del agua:.....	25
1.3.3 Formulación del problema, hipótesis o preguntas de investigación	26
1.3.4 Pregunta de investigación	28
1.4 HIPÓTESIS.....	28
HI	28
HO.....	28
1.5 Objetivos del proyecto de investigación	28
1.5.1 Objetivo general.....	28
1.5.2 Objetivos específicos	28
1.6 Justificación del proyecto.....	29
1.7 Marco Teórico	30
1.7.1 Antecedentes.....	30
1.8 Bases teóricas	33
1.8.1 Taxonomía.....	33
1.8.2 Biología.....	33
1.8.3 Morfología	34
1.8.4 Distribución y Hábitat.....	35
1.8.5 Ciclos Vital.....	35
1.8.6 Alimentación.....	36
1.8.7 Reproducción	36
1.8.8 Enfermedades Comunes.....	37
1.8.9 Cultivo.....	37

1.8.10	Cultivo de Camarón (Camaronicultura) en Ecuador	38
1.8.11	. Sistemas de recirculación acuícola (ras) y su comunidad bacteriana	38
1.8.12	Tecnología Biofloc y el uso en cultivos de camarón	39
1.8.13	Biofloc de arroz.....	41
1.8.14	Beneficios del Salvado de arroz.....	43
	Mejora Nutricional.....	43
	Producción de microorganismos.....	43
	Control del pH y Toxinas	43
	Eficiencia económica	43
1.8.15	Biofloc de Melaza y levadura	43
1.8.16	Beneficios del fermento de Melaza con Levadura.....	44
	Control del pH.....	44
	Inmunoestimulación.....	44
	Alto contenido proteico.....	44
1.8.17	Consideraciones al realizar la maduración de la Melaza y la levadura	44
1.8.18	Calidad de agua en sistemas de cultivo.....	45
1.8.19	Importancia de la calidad del Agua:.....	45
-	Oxígeno disuelto	45
-	pH:.....	45
-	Amoniaco	46
-	Temperatura	46
1.8.20	Importancia de la acuicultura del camarón en el ecuador.....	46
1.8.21	Contribución económica	46

1.8.22	Sostenibilidad y Prácticas Responsables	47
1.8.23	Demanda Global y Oportunidades.....	47
1.8.24	Desafíos y Futuro.....	48
1.9	Bases legales	48
1.9.1	Marco Legal y Regulaciones	48
1.9.2	Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero.....	48
1.9.3	Captura de Camarones	49
1.9.4	Control del agua mediante agentes químicos.....	49
1.9.5	Manejo de aguas residuales	50
CAPÍTULO II.....		50
2. DESARROLLO METODOLÓGICO.....		50
2.1	Enfoque de la Investigación.....	50
2.2	Diseño de la Investigación	51
2.2.1	Según el propósito de la investigación.....	51
2.2.2	Según el nivel de control del investigador.....	51
2.3	Tipo de investigación, nivel o alcance	51
2.4	Métodos de investigación.....	51
2.4.1	Grupos de estudio	51
2.4.2	Duración de la investigación.....	52
2.4.3	Preparación del sistema de cultivo.....	52
2.5	Descripción de tratamientos:.....	53
2.5.1	Sistema Biofloc Levadura con melaza:.....	53
2.5.2	Ingredientes para elaborar el tratamiento de melaza y levadura (Grupo B):	53

2.5.3	Pasos para la realización del tratamiento	54
2.5.4	Sistema Biofloc Salvado de arroz con bacteria (Grupo C).....	54
2.5.5	Ingredientes para la elaboración del fermento:.....	55
2.5.6	Pasos para la realización del tratamiento	55
2.6	Población y muestra	56
2.7	Técnicas de investigación.....	56
2.7.1	Toma de muestras y alimentación de las larvas:.....	56
2.7.2	Análisis los parámetros fisicoquímicos del agua ocasionadas por la implementación del sistema Biofloc.....	57
2.7.3	Determinación de las tasas de supervivencia de las larvas de camarón en estanques que emplean dos tipos de tecnologías de Biofloc y tradicional	58
2.7.4	Determinación de las tasas de crecimiento de las larvas de camarón en estanques que emplean dos tipos de tecnologías de Biofloc y cultivo tradicional.....	58
2.8	Gráficos	59
2.9	Operacionalización de variables.....	59
2.9.1	Explicación del Cuadro de Operalización de Variables	59
CAPÍTULO III.....		61
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		61
3.1	Resultados.....	61
3.1.1	Análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua ocasionadas por la implementación del sistema Biofloc.....	61
3.1.2	Temperatura/ Salinidad	61
3.1.3	Niveles de Oxígeno.....	62

3.1.4 Niveles de amonio.....	63
3.1.5 pH.....	63
3.2 Tasas de crecimiento de las larvas de camarón en estanques que emplean dos tipos de tecnologías de Biofloc y cultivo tradicional	64
3.2.1 Sistema control.....	64
3.2.2 Sistema Biofloc Melaza con levadura.....	65
3.2.3 Sistema Biofloc Arroz y Salvado de arroz.....	66
3.2.4 Modelo lineal general: longi. 1 día vs. Tratamientos; Repeticiones	67
3.2.4 Modelo lineal general: longi. 5 día vs. Tratamientos; Repeticiones	70
3.2.5 Comparaciones para longi. 5 día.....	72
3.2.6 Modelo lineal general: longi. 8 día vs. Tratamientos; Repeticiones	73
3.2.7 Comparaciones para longi. 8 día.....	75
3.2.7 Modelo lineal general: longi. 11 días vs. Tratamientos; Repeticiones.....	76
3.2.8 Comparaciones para longi. 11 días	77
3.2.9 Modelo lineal general: longi.15 días vs. Tratamientos; Repeticiones	79
3.3 Peso en miligramo de larvas de camarón	81
3.3.1 Modelo lineal general: Día 1 peso en mg vs. Tratamientos; Repeticiones	81
3.3.2 Comparaciones para Día 1 peso en mg.....	83
3.3.3 Modelo lineal general: Día 5 peso mg vs. Tratamientos; Repeticiones.....	84
3.3.4 Modelo lineal general: Día 8 peso en mg vs. Tratamientos; Repeticiones	86
3.3.5 Modelo lineal general: Día 11 peso en mg vs. Tratamientos; Repeticiones	88
3.3.6 Modelo lineal general: Día 15 peso en mg vs. Tratamientos; Repeticiones	91

3.3.7 Tasas de supervivencia de las larvas de camarón en estanques que emplean dos tipos de tecnologías de Biofloc y tradicional.....	93
3.3 Discusión.....	94
3.4 Comprobación de hipótesis o contestación a las preguntas de investigación.....	97
3.4.1 Costos de implementación de sistema Biofloc	97
4. CONCLUSIONES	100
5. RECOMENDACIONES.....	102
6. BIBLIOGRAFÍA.	103
7. ANEXOS.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i>	34
Figura 2. Morfología ventral y posterior del camarón blanco.....	35
Figura 3. Generación de Flóculos bacterianos vista en el cono Imhoff,	41
Figura 4. Salvado de arroz pulverizado.....	42
Figura 5. Diseño del trabajo de investigación de Análisis de implementación en Biofloc realizado en Canva.....	56
Figura 6. Comparación de la salinidad en el cultivo	61
Figura 7. Oxígeno.....	62
Figura 8. Análisis de amonio en el cultivo.....	63
Figura 9. Análisis de pH en el cultivo	64
Figura 10. Crecimiento de las larvas de <i>L. vanamei</i> en tratamiento control	65

Figura 11.	Análisis de crecimiento en Biofloc con melaza bajo sistema R	66
Figura 12.	Análisis de crecimiento en Biofloc de salvado de arroz con bacteria realizado en R Studio.	67
Figura 13.	Gráficas factoriales para longi. 1 día	70
Figura 14.	Gráficas factoriales para longi. 5 día	73
Figura 15.	Gráficas factoriales para longi. 8 día	75
Figura 16.	Gráficas factoriales para longi. 11 días	78
Figura 17.	Gráficas factoriales para longi.15 días	81
Figura 18.	Gráficas factoriales para Día 1 peso en mg	83
Figura 19.	Gráficas factoriales para Día 5 peso mg	86
Figura 20.	Gráficas factoriales para Día 8 peso en mg	88
Figura 21.	Gráficas factoriales para Día 11 peso en mg	90
Figura 22.	Gráficas factoriales para Día 15 peso en mg	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Taxonomía de Camarón blanco (Litopenaeus vannamei).	33
Tabla 2.	Operalización de las variables	60
Tabla 3.	Método	67
Tabla 4.	Información del factor	68
Tabla 5.	Análisis de Varianza	68

Tabla 6.	Resumen del modelo	68
Tabla 7.	Coefficientes	68
Tabla 8.	Ecuación de regresión.....	69
Tabla 9.	Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%	69
Tabla 10.	Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones	69
Tabla 11.	Método	70
Tabla 12.	Información del factor.....	70
Tabla 13.	Análisis de Varianza.....	71
Tabla 14.	Resumen del modelo.....	71
Tabla 15.	Coefficientes.....	71
Tabla 16.	Ecuación de regresión.....	72
Tabla 17.	Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos	72
Tabla 18.	Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones	72
Tabla 19.	Método	73
Tabla 20.	Información del factor.....	73
Tabla 21.	Análisis de Varianza.....	74
Tabla 22.	Resumen del modelo.....	74
Tabla 23.	Coefficientes.....	74
Tabla 24.	Ecuación de regresión.....	74
Tabla 25.	Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos	75

Tabla 26.	Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones	75
Tabla 27.	Método	76
Tabla 28.	Información del factor.....	76
Tabla 29.	Análisis de Varianza.....	76
Tabla 30.	Resumen del modelo.....	77
Tabla 31.	Coefficientes.....	77
Tabla 32.	Ecuación de regresión.....	77
Tabla 33.	Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos	77
Tabla 34.	Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones	78
Tabla 35.	Método	79
Tabla 36.	Información del factor.....	79
Tabla 37.	Análisis de Varianza.....	79
Tabla 38.	Resumen del modelo.....	79
Tabla 39.	Coefficientes.....	79
Tabla 40.	Ecuación de regresión.....	80
Tabla 41.	Comparaciones para longi.15 días	80
Tabla 42.	Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones	80
Tabla 43.	Método	81
Tabla 44.	Información del factor.....	82
Tabla 45.	Análisis de Varianza.....	82

Tabla 46.	Resumen del modelo.....	82
Tabla 47.	Coeficientes.....	82
Tabla 48.	Ecuación de regresión.....	82
Tabla 49.	Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos	83
Tabla 50.	Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones	83
Tabla 51.	Método	84
Tabla 52.	Información del factor.....	84
Tabla 53.	Análisis de Varianza.....	84
Tabla 54.	Resumen del modelo.....	84
Tabla 55.	Coeficientes.....	85
Tabla 56.	Ecuación de regresión.....	85
Tabla 57.	Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones	85
Tabla 58.	Método	86
Tabla 59.	Información del factor.....	86
Tabla 60.	Análisis de Varianza.....	87
Tabla 61.	Resumen del modelo.....	87
Tabla 62.	Coeficientes.....	87
Tabla 63.	Ecuación de regresión.....	87
Tabla 64.	Comparaciones para Día 8 peso en mg.....	87
Tabla 65.	Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones	88

Tabla 66.	Método	88
Tabla 67.	Información del factor.....	89
Tabla 68.	Análisis de Varianza.....	89
Tabla 69.	Resumen del modelo.....	89
Tabla 70.	Coeficientes.....	89
Tabla 71.	Ecuación de regresión.....	89
Tabla 72.	Comparaciones para Día 11 peso en mg.....	90
Tabla 73.	Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones	90
Tabla 74.	Método	91
Tabla 75.	Información del factor.....	91
Tabla 76.	Análisis de Varianza.....	91
Tabla 77.	Resumen del modelo.....	91
Tabla 78.	Coeficientes.....	92
Tabla 79.	Ecuación de regresión.....	92
Tabla 80.	Comparaciones para Día 15 peso en mg.....	92
Tabla 81.	Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones	92
Tabla 82.	Tasa de crecimiento específica para los tratamientos más control y supervivencia	94

INDICE DE ANEXOS

Anexos 1.	Estanque de tratamiento de control (izquierda) y estanque de tratamiento de melaza con levadora (derecha).....	112
Anexos 2.	Estanque tratamiento control 2 (izquierda) y estanque de tratamiento melaza con levadura (derecha).....	112
Anexos 3.	Equipo de oxigenación eléctrico y chequeador por colorimetria.....	113
Anexos 4.	Calentador de agua `por resistencia y levadura utilizada para la formacion de Biofloc	113
Anexos 5.	Fermentación para formulación de Biofloc, tratamiento de melaza con levadura	113
Anexos 6.	Fermentación para formación de Biofloc. tratamiento de salvado de arroz con bacterias sp	114
Anexos 7.	Pesado de las larvas para la siembra en los respectivos tratamientos.....	114
Anexos 8.	Primer día de siembra	115
Anexos 9.	Medición de los parámetros por colorimetría.	115
Anexos 10.	Larvas muertas encontradas en los tratamientos.....	116

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de analizar el impacto de la tecnología Biofloc en la supervivencia de las larvas de camarón *Litopenaeus vannamei* en comparación con sistemas de cultivo tradicionales. Se tomaron las variables biométricas de: salud, supervivencia, tasa de crecimiento de las larvas y calidad del agua, mediante análisis de varianza y prueba de Tukey al 95% de probabilidad, como resultado se obtuvo que la tasa de crecimiento en el tratamiento del salvado de arroz fue la más baja entre los tratamientos con organismos de 8 mm de longitud y 2.08 gramo de peso, esto se debe a altos volúmenes bacterianos que afectó a la salud del camarón, se halló una semejanza entre el tratamiento de melaza con levadura y el tratamiento control, con organismos que midieron 10 mm de longitud, no obstante en peso el tratamiento de melaza obtuvo valores superiores entre los tratamientos con organismos que pesaron 2.26 gramos. El tratamiento de control para el día 1 fue efectivo presentando una mejor respuesta en la repetición número 2, el tratamiento de melaza/levadura en los días 5,8,11 y 18 fueron efectivos presentando una mejor respuesta en la repetición número 1 y 2 y la sobrevivencia de las larvas se encontró en el tratamiento control con un 93% esto se debe a que se realizaron recambios de agua y protocolos que se realizan, en comparación con el tratamiento de salvado de arroz que se obtuvo la tasa más baja del 25%. La tecnología Biofloc se presenta como una alternativa prometedora para mejorar la sostenibilidad de los cultivos, generando una inversión de \$4210.25 que permite la implementación de Biofloc, que son comunidades microbianas que mejoran la calidad del agua y la nutrición de las larvas, a través de un diseño experimental que compara la tecnología Biofloc con los sistemas tradicionales.

PALABRAS CLAVE: Camarón blanco, producción, Biofloc, supervivencia, tasa de crecimiento.

SUMMARY

The present work was carried out with the objective of analyzing the impact of Biofloc technology on the survival of *Litopenaeus vannamei* shrimp larvae in comparison with traditional culture systems. The biometric variables of: health, survival, larval growth rate and water quality were taken, through analysis of variance and Tukey test at 95% probability, as a result it was obtained that the growth rate in the bran treatment of rice was the lowest among the treatments with organisms of 8 mm in length and 2.08 grams in weight, this is due to high bacterial volumes that affected the health of the shrimp, a similarity was found between the treatment of molasses with yeast and the control treatment, with organisms that measured 10 mm in length, however in weight the molasses treatment obtained higher values among the treatments with organisms that weighed 2.26 grams. The control treatment for day 1 was effective, presenting a better response in repetition number 2, the molasses/yeast treatment on days 5,8,11 and 18 were effective, presenting a better response in repetition number 1 and 2 and The survival of the larvae was found in the control treatment with 93%, this is due to the fact that water exchanges and protocols were carried out, in comparison with the rice bran treatment, which obtained the highest rate. down 25%. Biofloc technology is presented as a promising alternative to improve the sustainability of crops, generating an investment of (\$) that allows the implementation of Biofloc, which are microbial communities that improve water quality and larval nutrition, through an experimental design that compares Biofloc technology with traditional systems.

KEYWORDS: White shrimp, production, Biofloc, survival, growth rate.

CAPITULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

En Ecuador la actividad camaronera ha sido de gran importancia desde los años 70, el cultivo del Camarón blanco (*L. vannamei*) ha sido un factor importante en la economía del país desde los años 1984 y 1985 (Pontón, 2020), lo cual para el país ha sido parte substancial para las familias de las zonas costeras, ya que a lo largo del Pacífico ecuatoriano se han instalado centenares de laboratorios que se encargan de la etapa inicial del crecimiento de esta especie, lo cual tiene aspectos positivos en el auge camaronero porque muestra gran oferta a la demanda existente (Pontón, 2020).

La principal zona camaronera se centra en Machala provincia El Oro. Convirtiéndose en Ecuador desde ese entonces en una fuerte competencia a las grandes potencias en producción y exportación camaronera (Zuñiga al, 2022). La provincia de Manabí siguiendo el auge camaronero y al ser provincia costera, también representa un área importante para la producción de camarón. Rodríguez (2020) instruye que este sector en 2017 y 2019 con cerca de 20.000 hectáreas, ha aportado el 9% de la producción nacional, con un total de 123.996.509 k de camarón exportables (Rodríguez A, 2020).

Así como ha aumentado la existencia de laboratorios productoras de larvas, también se crearon técnicas de producción larvaria para poder sostener la biomasa existente, debido a que se necesita alimentar con dietas procesadas adecuadas para las larvas, y con la aparición de las dietas

comerciales; también aparecen nuevas enfermedades producto del aumento de los desechos producidos por dichas dietas y el uso de antibióticos (Rodríguez A, 2020).

La tecnología Biofloc (BTF) en postlarvas desde la fase de postlarva 5 (PL5) hasta postlarva 20 (PL20) es una nueva alternativa al uso de sistemas de producción tradicional, la cual consiste condicionar mediante un tratamiento integrado de flóculos bacterianos, fitoplancton, lo cual, al unirse con las materias orgánicas e inorgánicas del sistema de cultivo larvario, generarían altos niveles de nutrientes y suplementación con fuentes ricas en carbono manteniendo niveles altos de carbono con ayuda de bacterias heterótrofas (Bioaquafloc, 2020).

El presente estudio se comprobó la hipótesis generada bajo este sistema, evaluando el impacto del Biofloc en la tasa de supervivencia de larvas de *Litopenaeus vannamei* y proporcionando datos científicos que sustenten su implementación en la producción comercial para así tomar en consideración para la reducción de los impactos ambientales en la producción.

1.2 Planteamiento del problema

La acuicultura intensiva, tiene como característica manejar altas densidades de cultivo, lo cual ha creado una preocupación que va en aumento por los impactos ambientales y la aparición de nuevas enfermedades. En este ambiente, la búsqueda de nuevas tecnologías que sean sostenibles y eficientes se ha convertido en una prioridad para la industria camaronera, Santdev (2022).

El sistema Biofloc, que promueve la generación de agentes microbianos en el agua que se utiliza dentro del cultivo, ofrece una alternativa prometedora para mejorar la calidad del agua y reducir el uso de insumos externos como es el uso de antibióticos (Mis Peces, 2024). Sin embargo,

aún existen lagunas en el conocimiento sobre los efectos de esta tecnología en la supervivencia de las primeras etapas de vida del camarón.

El cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) ha experimentado un rápido crecimiento en las últimas décadas, convirtiéndose en una actividad económicamente importante a nivel mundial (Molinos Champions, 2021). Sin embargo, la industria enfrenta muchos desafíos, incluidas altas tasas de mortalidad de larvas, que causan importantes pérdidas económicas y afectan la sostenibilidad de la producción

1.3 Identificación de variables

Estas variables permitieron analizar como la tecnología Biofloc influye en los diferentes aspectos del cultivo de larvas de camarón y determinar su efectividad y viabilidad.

1.3.1 Variable independiente

Densidad de Biofloc: Cantidad de Biofloc presentes en el agua, lo cual puede afectar la calidad del agua y la nutrición de las larvas.

1.3.2 Variables dependientes

- **Salud de las larvas:** Salud de las larvas se la midió según la incidencia de los individuos enfermos que puedan surgir por la presencia de Biofloc y la calidad del agua.
- **Supervivencia de las larvas:** El porcentaje de larvas que sobreviven durante el periodo del experimento.
- **Tasa de crecimiento:** Medición del incremento en peso de las larvas durante el estudio.

- **Calidad del agua:** Se tomaron los parámetros físico-químicos como niveles de amoníaco, nitritos, nitratos, pH, oxígeno disuelto y temperatura

1.3.3 Formulación del problema, hipótesis o preguntas de investigación

Los desechos químicos de los laboratorios de larvas de camarón tienen un impacto significativo en los ecosistemas marinos y contribuyen a la contaminación de los océanos. Estos desechos suelen contener sustancias químicas nocivas y metales pesados, que pueden cambiar la composición del agua y dañar a los organismos que viven allí.

Los contaminantes químicos pueden acumularse en los tejidos de los organismos marinos y afectar negativamente a su salud y al funcionamiento de los ecosistemas. Por ejemplo, la presencia de metales pesados como el plomo y el cadmio puede provocar cambios fisiológicos en los organismos acuáticos, afectando su crecimiento y desarrollo y reduciendo las tasas de supervivencia (Nadia, 2021).

Según García-Astillero, (2024) menciona que la contaminación marina no sólo afecta a las especies que viven en zonas contaminadas, sino que también afecta a la cadena alimentaria y los organismos que ingieren estos contaminantes pueden ser comidos por los depredadores, lo que provoca la propagación de sustancias tóxicas. Esto no sólo afecta la biodiversidad local, sino que también representa una amenaza para las especies más grandes y las personas que dependen de estos recursos marinos para su alimentación y economía.

Los efectos de la contaminación marina provocada por los desechos químicos de los laboratorios de larvas de camarón no solo afectan la biodiversidad marina, sino también la

introducción de sustancias tóxicas en los ecosistemas marinos, dificultando la investigación de especies locales, como el estudio de especies invasoras que puede cambiar la Existencia de especies que amenazan los hábitats nativos (Cottier-Cook et al., 2023).

Además, menciona García (2024), que la exposición humana a estos químicos puede causar problemas de salud como enfermedades respiratorias y trastornos neurológicos mediante la contaminación del agua y los sedimentos que también puede afectar la cadena alimentaria, cuando las personas consumen semillas contaminadas, aumentan el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos.

Estos efectos resaltan la necesidad de regulaciones más estrictas sobre el uso de químicos en la producción de larvas de camarón, teniendo en cuenta que la falta de regulaciones y protocolos respecto al manejo de aguas residuales es un problema importante en la industria acuícola, especialmente en los laboratorios de larvas de camarón; ya que muchas de estas empresas no tienen un marco claro para regular cómo tratan y eliminan los residuos que generan.

Esta falta de regulación permite que las aguas residuales, que a menudo contienen sustancias químicas nocivas, se descarguen directamente en cursos de agua cercanos, lo que podría contribuir a la contaminación de los océanos. La gestión inadecuada de las aguas residuales no sólo afectaría a la calidad del agua; sino que también impacta negativamente la biodiversidad marina y la salud de los ecosistemas. Ya que al evaluar los impactos ambientales observados en los estudios de plantas de tratamiento de aguas residuales resalta la importancia de implementar controles estrictos para minimizar los impactos negativos (Severiche et al., 2017) nos damos cuenta que es necesario buscar alternativas que ayuden a reducir la contaminación de los mares.

1.3.4 Pregunta de investigación

¿Cómo influye la implementación de la tecnología Biofloc en la supervivencia de las larvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en el cantón Pedernales, provincia de Manabí?

1.4 HIPÓTESIS

HI. La tecnología Biofloc aplicada en *Litopenaeus vannamei* en el cantón Pedernales, provincia de Manabí, contribuirá a mejorar la supervivencia de las larvas, al proporcionar un ambiente de cultivo más estable y controlado.

HO. La tecnología Biofloc aplicada en *Litopenaeus vannamei* en el cantón Pedernales, provincia de Manabí, no contribuye a mejorar la supervivencia de las larvas, al proporcionar un ambiente de cultivo más estable y controlado.

1.5 Objetivos del proyecto de investigación

1.5.1 Objetivo general

Analizar el impacto de la tecnología Biofloc en la supervivencia de las larvas de camarón *Litopenaeus vannamei* en comparación con sistemas de cultivo tradicionales.

1.5.2 Objetivos específicos

- Analizar los parámetros fisicoquímicos del agua ocasionadas por la implementación del sistema Biofloc
- Determinar las tasas de crecimiento de las larvas de camarón en estanques que emplean dos tipos de tecnologías de Biofloc y cultivo tradicional

- Determinar las tasas de supervivencia de las larvas de camarón en estanques que emplean dos tipos de tecnologías de Biofloc y tradicional

1.6 Justificación del proyecto

Según Bioaquafloc (2020) la tecnología Biofloc se perfila como una alternativa prometedora para solucionar los desafíos de sostenibilidad ambiental del cultivo de larvas de camarón. Al promover el crecimiento de la comunidad microbiana en el agua de cultivo, esta tecnología ofrece una serie de beneficios potenciales. Los microorganismos Biofloc descomponen la materia orgánica, reduciendo la concentración de amonio y otros compuestos nitrogenados tóxicos para las larvas. Así mismo, es una fuente de alimento natural rica en proteínas y otros nutrientes necesarios para el desarrollo de las larvas.

Estos sistemas tienen un menor impacto ambiental gracias a la reducción de las emisiones de nutrientes, aguas residuales y la demanda del agua del medio marino. Debido a que este método de cultivo con el uso de Biofloc, el agua se mantiene con una calidad idónea para los cultivos. Además, con el uso de microbiota, se disminuye el uso de antibióticos ya que al mejorar la calidad del agua se limitan el desequilibrio del medio, mitigando así la proliferación de organismos dañinos y así fortalecer el sistema inmunológico de los camarones, se reduce la necesidad de tratamiento químico ayudando así, a conservar los recursos naturales y minimizar el impacto ambiental de la acuicultura.

La mayoría de los estudios dedicados a la tecnología de Biofloc se han centrado en las etapas juvenil y adulta, dejando un vacío en la información sobre la vida temprana, que es particularmente sensible a las condiciones ambientales. Al comprender los mecanismos por los

cuales Biofloc afecta la supervivencia de las larvas, es posible desarrollar procesos más eficientes y sostenibles. Con el desarrollo de este método en las primeras etapas de vida del camarón, se busca ayudar a reducir la mortalidad larvaria, el aumento de la producción larvaria y disminuir los costos de producción.

Con el objetivo de mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas de cultivo, se ha propuesto la tecnología Biofloc como una alternativa prometedora. Basada en la generación de comunidades microbianas en el agua de cultivo mediante el uso de fermentos, lo cual ofrece la posibilidad de mejorar la calidad del agua, para así, reducir el uso de antibióticos y aumentar la supervivencia de las larvas de camarón.

1.7 Marco Teórico

1.7.1 Antecedentes

La camaronicultura representa uno de los sectores de la acuicultura con más rápido crecimiento en Asia, América Latina y recientemente en África, aportando el 8% de la producción pesquera y el 20,1% del total producido en la acuicultura en el año 2006 (Moreno, 2010). Destaca a Ecuador, India, Vietnam, Indonesia, Argentina, Tailandia y China como los primeros siete productores y exportadores mundial de camarón cultivado, desde el año 1980, con un total producida de 200 000 toneladas (Roda, 2022).

En el Ecuador, la camaronicultura ha sido grandes fuentes de empleo y generadores de divisas para el país. Las exportaciones de camarón ecuatoriano llegaron a su punto más alto en el año 1998; cuando alcanzó 11 400 toneladas exportadas, por las cuales se recibió 875 millones de dólares de parte de Estados Unidos. Para el año 2 000 la industria camaronera tocó fondo, como

resultado del impacto del virus de la Mancha Blanca sobre la actividad camaronera, con una producción de tan sólo 37,7 mil toneladas. Para finales del 2002 el Ecuador alcanzó la cifra de 46,8 mil toneladas exportadas, con el 3,24 % más que el año anterior, pero todavía lejos de una recuperación significativa en la producción. Posterior, la Industria Acuícola Camaronera ecuatoriana fue afectada por el síndrome de mancha blanca (WSSV) que es altamente contagioso y causa alta mortalidades en la producción de camarones (Granoble et al, 2021).

La industria camaronera buscó alternativas e implemento sistemas en la producción para contrarrestar el WSSV, lo que permitió tener producciones por hectárea similares a las que teníamos antes de ser atacados por el WSSV (Piedrahita Y., 2018). Sin embargo, los bajos precios internacionales impiden que esta actividad represente los ingresos de años anteriores.

En la actualidad, en países como Brasil y México se ha implementado tecnologías que ayudan a contrarrestar estos daños causados, como lo es las tecnologías simbióticas, Biofloc (BFT) y aquamimicry, (Da Silva A., 2018); la cual ha podido demostrar eficazmente resultados positivos en cuanto a producción y calidad del producto. Así mismo, reducir costos de producción de manera significativa en alimentos, disminución de patógenos y minorizando el uso del agua ya que no se necesita recambios de agua.

Según nos menciona Lorenzo et al, (2016) mencionan que su estudio larvario sobre el nivel de sobrevivencia en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), realizado en el Laboratorio de Camarones Marinos del Departamento de Acuicultura, de la Universidad Federal de Santa Catarina en Brasil. El estudio lo realizaron en un estanque de criadero semicilíndrico de 20 metros cúbicos a una densidad de 100 larvas/litro y una salinidad de 35 ppm en lo cual agregaron carbono orgánico (melaza y dextrosa) desde los estadios mysis 1 hasta postlarva 5 y sin recambio de agua.

En este experimento se observó un equilibrio entre el carbono-nitrógeno donde se controló el amoníaco generado por la acumulación de materias orgánicas, ya que las bacterias quimioautotróficas y heterotróficas que participan en la formación de biofloculos, reducen la carga amoniacal convirtiéndola en biomasa bacteriana lo cual es muy beneficiosa para el medio y en este experimento se lograron controlar los niveles amoníaco totales a una total de $<1,3$ mg/L y amoníaco libre $<0,05$ mg/L, siendo dentro de este el tratamiento más efectivo con la melaza por su alto nivel de carbono. Los niveles de nitritos se mantuvieron bajo $<0,02$ mg/L lo cual sugiere que la nitrificación no se estableció y la actividad bacteriana heterotrófica controló con éxito el amoníaco con la tecnología BFT (Lorenzo *et. al.*2016). En cuanto a la calidad larval y la supervivencia en todos los tratamientos no se observaron diferencias significativas, coloraciones normales en la hepatopáncreas y sus intestinos completos in encontrar deformidades, epibiontes o necrosis.

En México, en la UNAN- LEON en el 2015, Stanley Cabrera Pérez y Silvio Lara Hernández ambos estudiantes de la carrera de Ingeniería Acuícola realizaron un estudio de comparación entre una dieta convencional y otro cultivo mediante tecnología BTF en la nutrición del camarón blanco del Pacífico. El tratamiento con tecnología BTF 1 inició desde el estadio postlarva 1 a una densidad de 100 ind/m² en 6 tinas de 200 litros de capacidad con un peso inicial de 0.86 gr; y en los análisis muestrales de cada 5 días crecieron en promedio de 1,42 gr promedio. En cuanto a la sobrevivencia se registró un 93,3% con BTF y en cuanto a la dieta convencional la sobrevivencia fue del 90%. Se encontró que al utilizar la tecnología BFT se obtiene reducción de costos y mayor rendimiento entre crecimiento y la actividad larvaria la cual es óptima para su desarrollo. En Ecuador, el estudio realizado por Puya E, (2007) , en la Escuela Superior Politécnica

del Litoral (ESPOL), se realizó un análisis para medir niveles de oxígeno idóneos, que deben estar entre 2 a 3 mg/L, turbidez y su efecto en el cultivo; ya que los sedimentos que se acumulan en el fondo del estanque, haciendo que estas materias orgánicas, entre ellas fitoplancton que no se logró apreciar o residuos de alimentos que ayudan al desgaste del oxígeno y así ocasiona el aumento de los niveles de amoníaco en el medio provocando la muerte de la producción larvaria.

1.8 Bases teóricas

1.8.1 Taxonomía

El camarón blanco, conocido científicamente como *Litopenaeus vannamei*, pertenece a la siguiente clasificación taxonómica:

Tabla 1. Taxonomía de Camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

Filo	Arthropoda
Clase	Malacostraca
Orden	Decápoda
Suborden	Dendobranchiata
Familia	Penaeoidea
Género	Litopenaeus
Especie	Vannamei (Bonne, 1931)

Fuente: Obtenido de (Bonne, 1931)

1.8.2 Biología

Litopenaeus vannamei (Bonne, 1931), llamado también camarón blanco del Pacífico, es una especie de camarón que juega un papel importante en el mercado acuícola y su pesca comercial

se realiza en las costas del Océano Pacífico, desde Sonora, México, hasta Tumbes, Perú (Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentable, 2018).

Figura 1. Camarón blanco *Litopenaeus vannamei*

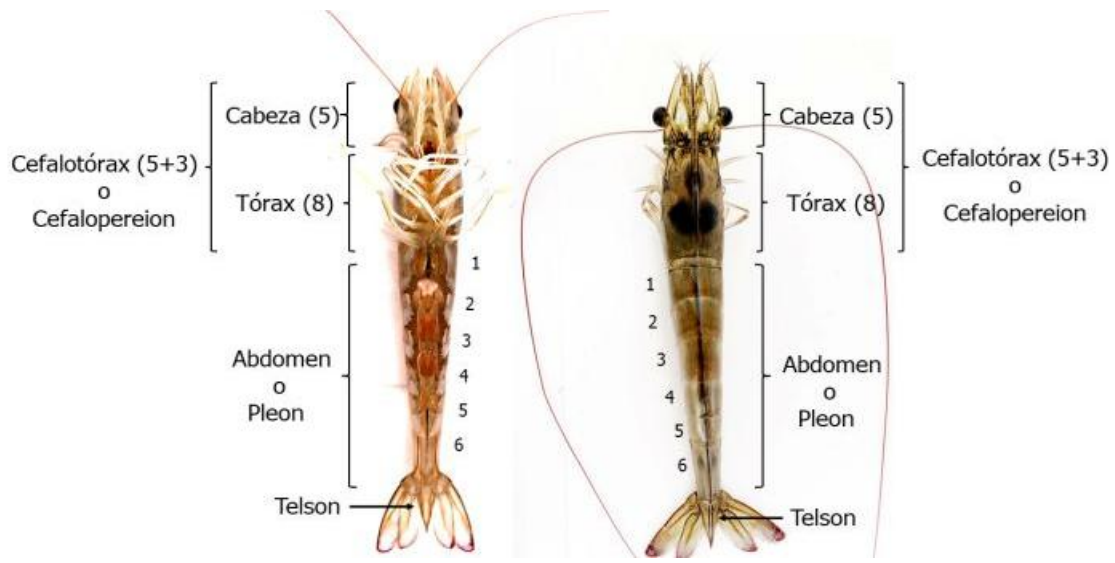


Fuente: Molino Champions

1.8.3 Morfología

El camarón blanco presenta un cuerpo alargado dividido en tres partes principales; cefalotórax: incluye rostro, antenas, anténulas y periópodos, abdomen está compuesto por seis segmentos abdominales y pleopodos y cola formada por el telson y urópodos. Su color es generalmente blanco translúcido con tonos amarillos y presenta pigmentación rojiza en antenas y patas, con rostro moderadamente largo con 7 a 10 dientes dorsales y 2 a 4 dientes ventrales, ver Figura 2. (Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentable, 2018).

Figura 2. Morfología ventral y posterior del camarón blanco



Fuente: (Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentable, 2018).

1.8.4 Distribución y Hábitat

Litopenaeus vannamei es nativo de la costa oriental del Océano Pacífico, desde el Alto Golfo de California en México hasta Perú (CONAPESCA, 2017). Este camarón se encuentra en ambientes marinos tropicales y subtropicales, prefiriendo fondos arenosos. Las post-larvas migran a estuarios y lagunas costeras para su desarrollo juvenil. Los adultos habitan en aguas con temperaturas entre 20 y 40 partes por mil (ups), siendo óptima una salinidad de 35 (ups)

Tabla 1.

1.8.5 Ciclos Vital

La maduración y reproducción de estas especies se realiza en aguas profundas, entre 15 y 60 m; las hembras fecundadas ponen huevos en cantidades variables (entre 10000 y 1000000) (Villaroel, 2024). Al poco tiempo eclosionan en una serie de estadios denominados larvas, cuyas características morfológicas son determinadas y con diferentes requerimientos nutricionales (Boschi, s/n):

- **Huevo:** No requiere de alimentación, en este estadio permanece flotando, con tendencia a depositarse en el fondo.
- **Nauplios:** Se alimenta con sus propias reservas y su nado es impulsado por sus antenas (locomoción) se encuentra en la zona planctónica.
- **Protozoa (zoea):** se alimenta de fitoplancton, realiza su nado por los apéndices cefálicos y se encuentra en la zona planctónica.
- **Mysis:** se alimenta de Zooplancton, su nado lo realiza por apéndices del tórax hacia atrás y se encuentran en la zona Planctónica.
- **Postlarvas:** Se alimenta de Zooplancton y posteriormente su alimentación será omnívora, en los primeros estadios son planctónicos, luego se traslada a la zona bentónica y su natación la realiza por pleópodos ya desarrollados.

1.8.6 Alimentación

En su medio natural. *L. vannamei* se alimenta principalmente de fitoplancton y zooplancton durante su fase larvaria (Loaiza *et. al*, 2023), mientras que los juveniles adoptan una dieta detritívora bentónica **citar**. Variando su alimentación según su etapa de desarrollo, siendo omnívora en las fases posteriores.

1.8.7 Reproducción

La especie es dioica, es decir que pueden tener crías tanto macho como hembras y su fecundación es externa. Las hembras pueden liberar entre 10,000 y 1'000,000 huevos dependiendo de su tamaño y salud nos menciona Villaroel (2024). La madurez gonádica

se alcanza a diferentes longitudes: aproximadamente 192 mm para hembras y 170 mm para machos.

1.8.8 Enfermedades Comunes

Según FAO (2009) el *Camarón blanco* *L. vannamei* es susceptible a diversas enfermedades que afectan su cultivo:

- Necrosis hipodérmica e hematopoyética infecciosa (IHHNV)
- síndrome de Taura (TSV)
- Hepatopancreatitis necrotizante (NHP-B)
- virus de la mancha blanca (WSSV)
- Virus de la cabeza amarilla (YHV)
- Necrosis aguda de la hepatopáncreas (AHPND/EMS)

1.8.9 Cultivo

El cultivo del camarón se realiza en sistemas extensivos, semi- intensivos e intensivos, con densidades de siembra que varían entre 4 a 450 postlarvas por metro cuadrado dependiendo del sistema utilizado. Menciona Neira, (2022); que el tiempo promedio de cultivo oscila entre cuatro a seis meses. Esta especie *L. vannamei* no solo es de vital importancia para la economía local, sino que también enfrenta grandes desafíos relacionados con la salud y sostenibilidad para su manejo.

- Sistemas extensivos
- Sistemas semi- intensivos y extensivos

- Sistemas intensivos

1.8.10 Cultivo de Camarón (Camaronicultura) en Ecuador

Según Piedrahita (2018) Ecuador es actualmente uno de los mayores países productores de camarón a escala mundial. Así, en los últimos años, el número de hectáreas plantadas ha aumentado en hectáreas, lo que permite al país exportar más toneladas de camarón Al exterior llegando a exportar 1.22 millones toneladas en el 2023 (Corporación Financiera Nacional, 2024).

La modernización del cultivo ha permitido mantener la producción durante varios años en paralelo con la aparición de patógenos y las densidades de población utilizadas, lo que demuestra una vez más que el cultivo de camarón en este país se ha desarrollado de acuerdo con las demandas del mercado. Al inicio de la pandemia de COVID-19, el volumen de exportación nacional de camarón aumentó un 6% en 2020, unas 354.444 toneladas más que el año anterior (Gonzabay *et. al.*, 2021).

1.8.11 . Sistemas de recirculación acuícola (ras) y su comunidad bacteriana

Los nutrientes y la energía que ingresan a los ecosistemas de cultivos representan contaminación por la entrada de patógenos y otras enfermedades, por lo tanto, se cambia el agua periódicamente para eliminar las colonias de bacterias útiles para el organismo, para la acumulación de alimentos, heces y cadáveres de animales tóxico y/o letal para algunas especies incluso en bajas concentraciones (García-Astillero, 2024).

1.8.12 Tecnología Biofloc y el uso en cultivos de camarón

Este sistema requiere una observación constante de los parámetros de calidad del agua para garantizar la estabilidad, por lo que se requiere mucha mano de obra Jatmiko, (2022), algunos de estos parámetros se encuentran el pH, temperatura, oxígeno.

No dejando a tras lo crucial que es el amonio, ya que afecta directamente a la calidad del agua y a la salud de los organismos acuáticos, Manan *et al* (2023), evidencian en su estudio que obtuvieron supervivencia del 96% en camarones adultos, y del 70% en cangrejos de río adultos y en ostras *Crassostrea sp*; dando como evidencia que el cultivo en Biofloc se debe implementar a especies en etapa de mayor edad (adultos), mientras Sugiana *et al.* (2022), menciona que los sistemas Biofloc pueden sufrir una degradación en la calidad de agua por contaminación con agentes externos.

El tiempo que necesita para la conversión de amonio a las bacterias nitrificantes, ya al realizar simbiosis con las heces de la especie cultivada, ya que, mediante esta conversión se forman los flóculos y para este proceso se necesita tener un periodo de mínimo dos meses de siembra como recomienda Raza *et al.*, (2024), por tal razón no se recomienda a estados larvarios por la cantidad alta de microorganismos lo cual es perjudicial para las larvas de camarón.

Los Biofloc como agentes de bioseguridad natural reduce el uso de antibióticos como mencionan Ogello *et al* (2021) el cual nos dice que al utilizar este sistema se obtiene triple beneficio, los cuales son el aumento de la producción, mejor resiliencia y uso eficiente del agua, aunque en este estudio no presentaron los beneficios ya se los niveles de amonio siempre se

mantuvieron a niveles elevados, por lo que se tomaron acciones correctivas inmediata lo cual fue el recambios de agua de un 20% para poder minimizar los niveles de amonio.

No obstante; Minaz *et al.* (2023) comenta en su artículo que con este sistema es requisito tener un cuidado extremo con el manejo de la aireación, para poder ayudar a mantener los niveles de amonio y la diversidad microbiana, mientras Biofloc Tehcnology (2022), menciona que este sistema se reducen las posibilidades de sufrir enfermedades, aunque no son inmunes a los brotes, en caso de una contaminación por agentes externos.

El biofloc siendo un concentrado de algas, bacterias y otros tipos de microorganismos, asociados a la materia orgánica de manera particulada a las heces y alimentos no consumidos, los cuales forman flóculos como menciona Hernández, L. *et. al.*, (2019). Los flóculos pueden contener organismos microscópicos como protozoarios, rotíferos, hongos, oligoquetos y nemátodos. Esta tecnología fue desarrollada por Azam et al 1983, al describir el papel de las bacterias libres en la columna de agua, que aprovechan el carbono disponible como fuente de energía en condiciones de abundancia de nitrógeno, el cual utilizan para la síntesis de proteínas que sustentan el crecimiento de su biomasa mencionado por Fuhrman, J. (1992). Figura 3.

Figura 3. Generación de Flóculos bacterianos vista en el cono Imhoff,



Fuente: Obtenido de Bioaquafloc (2020).

Para poder generar la maduración de los flóculos en el sistema se utilizan diferentes fuentes de carbono, entre ellas tenemos las más comunes como melaza, almidón, glucosa y harinas de maíz y trigo, entre otras como nos menciona Fuhrman (1992).

Este fermento se lo utilizó por su capacidad para producir β -glucanos, los cuales desempeñan un papel fundamental en la inmunología de los camarones. Asimismo, tiene la función de eliminar el amonio del agua gracias a su elevado contenido de nitrógeno, ya que la levadura absorbe todo el nitrógeno presente en el medio.

1.8.13 Biofloc de arroz

El salvado de arroz ha emergido como una fuente valiosa en sistemas de Biofloc debido a su bajo costo y disponibilidad nos menciona Lujan M. (2020). Este residuo agrícola no solo actúa como una fuente de carbono, sino que también puede ser fermentado para mejorar su digestibilidad y solubilidad en agua. La fermentación del salvado de arroz con microorganismos como *Bacillus*

lichenformis y *B. megaterium* ha demostrado aumentar su solubilidad en un 96%, lo que favorece el crecimiento bacteriano y, por ende, la producción de Biofloc (Figura 4).

Figura 4. Salvado de arroz pulverizado



Fuente: Obtenido de Bioaquafloc, (2020).

Este tratamiento consiste en aplicar como materia prima el polvillo de arroz, el cual desempeña un papel crucial al proporcionar ácidos orgánicos, abundantes bacterias probióticas y prebióticos. Además, contribuye con enzimas que facilitan la degradación de la materia orgánica en el fondo del sistema, y sirve como una valiosa fuente de carbono. A través de este proceso, se origina el *Lactobacillus plantarum*, una bacteria ácido-láctica responsable de la generación de ácidos orgánicos, que también poseen propiedades antimicrobianas contra organismos denominados como patógenos (Lorenzo *et. al.*, (2018).

1.8.14 Beneficios del Salvado de arroz

Mejora Nutricional: El salvado de arroz fermentado (SAF) incrementa el contenido proteico y reduce componentes indeseables como el ácido fítico, lo que lo hace más nutritivo para los microorganismos acuáticos Lujan, (2020).

Producción de microorganismos: la aplicación del SAF promueve la proliferación de protozoarios, rotíferos y copépodos, los cuales son fuentes naturales de alimento para larvas de camarones y alevines Lujan, (2020). Para lo cual estos organismos son ricos en ácidos grasos esenciales y antioxidantes.

Control del pH y Toxinas: la fermentación genera ácidos orgánicos que ayudan a controlar el pH del agua, reduciendo la toxicidad del amoníaco presente en el medio acuático Lujan, (2020).

Eficiencia económica: al utilizar salvado de arroz fermentado, se puede disminuir significativamente el costo de alimentación, ya que este recurso es más accesible y barato en comparación con alimentos compuestos convencionales.

1.8.15 Biofloc de Melaza y levadura

El concentrado de melaza con levadura es una técnica innovadora en la acuicultura simbiótica sugiere Bioaquafloc (2020), que combina la melaza y la levadura para mejorar la calidad del agua y proporcionar nutrientes esenciales a los organismos acuáticos, como peces y camarones.

1.8.16 Beneficios del fermento de Melaza con Levadura

Control del pH: La fermentación genera dióxido de carbono, lo que ayuda a regular el pH del agua Bioaquafloc, (2020), creando un ambiente más estable para los organismos acuáticos.

Inmunoestimulación: Los betaglucanos presentes en la pared celular de las levaduras estimulan el sistema inmunológico de los peces y camarones, preparándolos mejor para enfrentar patógenos.

Alto contenido proteico: Las levaduras, especialmente *Saccharomyces cerevisiae*, son ricas en proteínas de alta calidad que benefician el crecimiento y desarrollo de los organismos acuáticos.

Reducción de nitrógeno amoniacal: Este fermento ayuda a balancear el nitrógeno en el agua, lo cual es crucial para mantener un entorno saludable en sistemas acuáticos intensivos.

Producción de zooplancton: La introducción de levaduras en el agua incrementa la población de zooplancton, que sirve como alimento natural para los organismos cultivados.

1.8.17 Consideraciones al realizar la maduración de la Melaza y la levadura

El uso del fermento de melaza con la levadura no solo mejora las condiciones del agua; sino que también contribuye a la sostenibilidad y eficiencia en la producción acuícola. Esta técnica ha demostrado ser efectiva en diversos proyectos acuícolas en países como Costa Rica y México menciona Bioaquafloc, (2020), donde se han observado resultados positivos en el crecimiento y salud de especies como tilapia y camarones.

1.8.18 Calidad de agua en sistemas de cultivo

La calidad del agua es un factor crítico en los sistemas de cultivo, ya que influye directamente en la salud de los cultivos, la eficiencia y la sostenibilidad de la producción. Esta calidad se define por un conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas que afectan a los organismos acuáticos y su entorno (Alltech, 2021). Para esto se necesita tener en cuenta los siguientes aspectos:

1.8.19 Importancia de la calidad del Agua:

La calidad del agua afecta directamente el crecimiento, la reproducción y la salud de los organismos acuáticos. A diferencia de los animales terrestres, los animales acuáticos dependen completamente del medio acuático para todas sus funciones metabólicas y, por tanto, son especialmente sensibles a los cambios en la calidad del agua (Alltech, 2021). Por lo tanto, es necesario monitorear parámetros como:

- **Oxígeno disuelto:** debe tener niveles adecuados para el bienestar de los peces y camarones se recomienda que debe estar superior a 5 miligramos por litro (mg/L) Miranda I. *et al.* (2010).

- **pH:** el pH es importante porque afecta el metabolismo y otros procesos fisiológicos de los organismos acuáticos. Un pH bajo puede causar retraso en el crecimiento de los camarones, mayor susceptibilidad a enfermedades, disminución en los niveles de producción e incluso hasta la muerte de los individuos. Para esto el nivel óptimo debe oscilar entre 7,5 y 9,0 según Miranda I. *et al.* (2010); para mantener una adecuada producción en larvas de camarón. Para poder regular el pH en el agua, se puede aplicar cal o bicarbonato de sodio en el estanque, especialmente en la primera hora del día; aunque (Balvona, 2014).

- **Amoniaco:** Es un desecho metabólico que se excreta por los camarones a través de sus branquias, además se produce por la descomposición de los sedimentos del fondo del estanque, como las algas muertas y los sólidos fecales; el cual al ser un compuesto toxico puede afectar en el crecimiento y la supervivencia de las larvas de camarón según Molino Champions (2022). Los camarones pueden tolerar rangos desde 0.6 – 2.0 ppm por periodos cortos de exposición. Lo recomendable es mantener por debajo de 0,05 mg/L según Hanna Instrument (2018).

- **Temperatura:** Es un factor importante en el crecimiento, desarrollo y supervivencia de las larvas de camarón, siendo lo ideal para el cultivo se encuentre en rangos desde 25 hasta 31 °C, Temperaturas fuera de este rango pueden afectar la eficiencia con la que los camarones consumen alimentos (Nicovita, 2021).

1.8.20 Importancia de la acuicultura del camarón en el ecuador

Siendo la acuicultura del camarón un pilar fundamental de la economía ecuatoriana, representando una fuente significativa de ingresos, además siendo un sector muy bien ubicado para la generación de empleo y el desarrollo sostenible del país, detallando los aspectos más importantes que ayudan a destacar su importancia, encontramos los siguientes:

1.8.21 Contribución económica

En la camaronicultura es el segundo sector de exportación más importante del país, solo superado por el petróleo. En Ecuador, más del 90% de la producción acuícola corresponde al camarón, siendo la especie *Litopenaeus vannamei* (Acaro O., 2023). Este sector ha mostrado un crecimiento contante, con un aumento promedio del 8,9% anual desde 1970 (Ríos H., 2022).

La industria camaronera ha contribuido significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario. Por ejemplo, en 2019, el sector acuícola representó aproximadamente el 16,57% del PIB agropecuario según menciona Ríos (2022). Este impacto se traduce en una mayor estabilidad económica para las comunidades costeras, puesto a que es área donde mayor producción camaronera existe (Ríos H., 2022).

1.8.22 Sostenibilidad y Prácticas Responsables

Los productores ecuatorianos han adoptado prácticas de cultivo responsables que minimizan el impacto ambiental. Esto incluye técnicas como la rotación de cultivos y el uso de probióticos en lugar de antibióticos, lo que no solo mejora la salud del camarón, sino que también protege los sistemas acuáticos (Molinos Champions, 2024).

Agregando a esto encontramos la implementación de tecnologías avanzadas en la producción lo cual ha permitido optimizar el crecimiento y la salud de los camarones, a esto se le incluye sistemas de recirculación de agua como RAS y técnicas de alimentación personalizadas nos menciona Piedrahita (2018), que según el camaronero podría elegir entre componentes que ayuden a beneficiar en su producción, o si también decide utilizar prebióticos o probióticos o cualquier tipo de aditivos que ayuden a controlar las enfermedades del camarón (Piedrahita, 2018).

1.8.23 Demanda Global y Oportunidades

Acaro (2023) nos menciona que la creciente demanda de nuestros camarones en mercados como Estados Unidos y China han impulsado el crecimiento del sector. Ya que Ecuador cuenta con una infraestructura bien establecida para la producción y exportación, lo que permite satisfacer esta demanda.

La camaronicultura ha permitido el desarrollo regional, proporcionando empleo a miles de personas en las zonas costeras y mejorando las condiciones socioeconómicas de estas comunidades nos menciona Piedrahita (2018) en su artículo.

1.8.24 Desafíos y Futuro

A pesar de su éxito, la industria enfrenta significativos desafíos, como el aumento en los costos de producción y la necesidad de implementar políticas efectivas para garantizar la sostenibilidad ambiental instruye Acaro (2023). Para esto se requiere una gobernanza adecuada y estrategias que promuevan prácticas sostenibles a lo largo de toda la cadena productiva nos indica Ríos (2022).

1.9 Bases legales

Ecuador ha establecido un marco legal y regulatorio para la producción larvaria de camarón, que busca promover la sostenibilidad y la calidad en esta actividad crucial para su industria acuícola. A continuación, se detallan las bases legales y los programas relevantes que sustentan esta producción.

1.9.1 Marco Legal y Regulaciones

1.9.2 Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero

Esta ley establece las normas generales para la acuicultura, incluyendo la cría y cultivo de especies bioacuáticas. La Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca en el art. 40 del título III (2022), nos dice los establecimientos acuícolas y pesqueros con habilitación sanitaria

deberán contar con sistemas de identificación de proveedores de materia prima, insumos y sustancias destinadas a incorporarse en cualquier fase del proceso de cultivo.

1.9.3 Captura de Camarones

Según el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, inversiones y Pesca, (2022), en este acuerdo establece regulaciones específicas para los laboratorios de producción de nauplios y larvas de camarón, asegurando que cumplan con las normativas vigentes y operen bajo estándares de calidad y sostenibilidad en el art. 64, las especies para la producción, cría y cultivo; “quienes se dediquen a las actividades de reproducción, cría y cultivo, solo podrán utilizar las especies autorizadas, y se prohíben la captura de reproductores hembras o machos y de larvas de camarón *Litopenaeus vannamei* extraídas del medio natural (silvestres) para actividades acuícolas”.

1.9.4 Control del agua mediante agentes químicos

En el art. 114 Ministerio de Producción, Comercio Exterior, inversiones y Pesca, (2022), se menciona la prohibición, en los literales:

c) Cultivar organismos utilizando métodos ilícitos, medicamentos veterinarios y sustancias químicas prohibidas para su uso en la acuicultura, materiales tóxicos, explosivos y todo material cuya naturaleza entrañe peligro para el medio marino, la vida humana y la seguridad de los establecimientos.

d) Alterar física, química o microbiológicamente el medio marino, de manera que afecte la vida de los organismos existentes de forma irreversible, e impida la recuperación de éste a mediano y/o largo plazo.

1.9.5 Manejo de aguas residuales

En el artículo 119 del Ministerio de Producción, Comercio Exterior, inversiones y Pesca, (2022), menciona que se prohíbe a las personas naturales o jurídicas autorizadas a ejercer la actividad acuícola mediante el funcionamiento de laboratorios de producción de especies hidrobiológicas lo siguiente:

- a) Conducir y depositar en el medio circundante, aguas servidas residuales sin el debido tratamiento previo.
- b) Contaminar zonas pobladas, mares o producir alteraciones ecológicas.
- c) Descartar organismos enfermos a los cuerpos de aguas (efluentes).
- d) Abastecerse de reproductores o especímenes maduros en épocas de veda en caso de que aplique.
- e) Comercializar y transportar especies bioacuáticas sin la respectiva guía de movilización debidamente autorizada por la autoridad competente.
- f) Construir laboratorios en zonas no autorizadas por la autoridad municipal competente.

CAPÍTULO II

2. DESARROLLO METODOLÓGICO

2.1 Enfoque de la Investigación

En el presente trabajo de investigación se utilizó tiene un enfoque mixto, debido a que se combinó elementos cuantitativa y cualitativa. En la investigación cuantitativa se realizó experimento para la medición y el análisis de los datos numéricos; y en lo cualitativo se recopilan y analizan los factores no numéricos.

2.2 Diseño de la Investigación

2.2.1 Según el propósito de la investigación

Diseños de investigación explicativa: Se utilizan para explicar las causas de un fenómeno o situación.

2.2.2 Según el nivel de control del investigador

Diseños de investigación experimental: El investigador tiene un alto nivel de control sobre las variables del estudio.

2.3 Tipo de investigación, nivel o alcance

Esta investigación es de tipo deductivo porque en ella se van a comprobar las hipótesis plantadas, para así obtener resultados científicamente verificados.

2.4 Métodos de investigación

2.4.1 Grupos de estudio

Grupo 1 (Tradicional): Conformado por tres estanques sin Biofloc, con prácticas convencionales tanto en manejo de agua, como alimentación, recambios de agua, tal cual se los hace en producción normal.

Grupo 2 (Biofloc con levadura): Conformado por tres estanques con implementación de tecnología Biofloc con el uso de levadura y melaza, la cual con el uso de cultivos microbianos ayudaran a controlar los parámetros físico-químicos del agua.

Grupo 3 (Fermento polvillo de arroz): Conformado por tres estanques con implementación de fermento a base de polvillo de arroz con bacterias, la cual con el uso de cultivos bacterianos ayudaran de manera simbiótica a reducir los niveles de amoniaco del agua.

2.4.2 Duración de la investigación

La observación y análisis de los organismos se llevó a cabo desde la primera semana de mayo hasta la segunda semana del mes de septiembre del 2024, dentro del cual se repitieron varias veces los ensayos del sistema, estos ensayos tuvieron un lapso 27 días, dentro de los cuales se incluyen (12 días de maduración y 15 días desde la siembra).

La siembra se la realizó en un estadio larval de post - larva 5, momento en el cual han madurado completamente sus arcas branquiales, otorgándoles una mayor resistencia y así evitar el mayor estrés posible, considerado como el periodo juvenil de los camarones en estudio. Los estudios de las larvas se realizaron cada tres días y los parámetros se registraron diariamente.

2.4.3 Preparación del sistema de cultivo

- Sistema Tradicional (Grupo A):

Se instaló tanques rectangulares de plástico adecuados para el cultivo; con la capacidad de 25 litros. A estos tanques no se los prepara con los nutrientes para madurar flóculos. Solo se los llenó con agua clorada y tratada para realizar la siembra de los individuos. Durante los días que duró el experimento, se le realizó recambios de agua necesarios para mantener los parámetros físico-químicos como temperatura, salinidad, oxígeno, amonio, etc., dentro de los niveles óptimos para mantener una salud adecuada en las larvas.

2.5 Descripción de tratamientos:

2.5.1 Sistema Biofloc Levadura con melaza:

Para este tratamiento se instaló tres tanques rectangulares de 25 litros de agua marina tratada (clorada), para la posterior inoculación de microorganismos. Para la maduración se utilizó un envase transparente con tapa, el cual va a quedó a manera de fermento 48 horas, una vez cumplidas las 48 horas, se vertió en el estanque, pasando un día se volvió a repetir dicha fermentación, lo cual es importante para la maduración del Biofloc.

Se inició el proceso de maduración del agua del estanque, para la activación de microorganismos mediante la formación de flóculos y el manejo de carbono orgánico (melaza) para promover la actividad bacteriana. Se monitoreó mediante el microscopio a 40X la evolución de los flóculos a partir del séptimo día desde que se inició con la maduración y se verificó mediante colorimetría con lectura de resultado sencilla de la empresa Prilabsa S.A. El cual se llama Kit API.

Se mantuvo la aireación se utilizó una bomba de aire para acuario de cuatro válvulas de salida para aire de la marca SOBO modelo SB-988, el cual ayudo a generar niveles óptimos de oxígeno, lo que fue fundamental para la interacción de los microorganismos y las larvas.

2.5.2 Ingredientes para elaborar el tratamiento de melaza y levadura (Grupo B):

En maduración y durante el ciclo / ha ó 10000 m³

- Agua del estanque: 25 L
- Cloro granulado HTH: 0.25 gramos
- Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*): 1 gramo, previamente disuelta en agua.

- Melaza: 1 mg de melaza.

2.5.3 Pasos para la realización del tratamiento

- Se aplicó cloro granulado HTH al 70%, disuelto en agua dejando reposar 24 horas para su evaporación, después de las 24 horas se verifica mediante colorimetría con el uso de ototolodine (titulador de cloramina) y se aseguró que el cloro se halla ido con el medidor de cloro.
- Se vertió el fermento de la melaza y la levadura en el agua del estanque, luego se procedió a mezclar removiendo bien para que quede homogénea.
- Se puso al sol para superar los 28°C y se acelerar la fermentación.

2.5.4 Sistema Biofloc Salvado de arroz con bacteria (Grupo C)

Se instaló tres tanques rectangulares de 25 litros de agua marina tratada (clorada), para la posterior inoculación de microorganismos. Para la maduración se utilizó un envase transparente con tapa, el cual va a quedó a manera de fermento 48 horas, una vez cumplidas las 48 horas, se vertió en el estanque, pasando un día se volvió a repetir dicha fermentación, lo cual es importante para la maduración del fermento.

Se inició el proceso de maduración del agua del estanque, para la activación de microorganismos mediante la formación de agentes bacterianos que con la ayuda del salvado de arroz ayudan a para promover la actividad bacteriana. Se monitoreó mediante el microscopio a 40X la evolución de los flóculos a partir del séptimo día desde que se inició con la maduración y se verificó mediante colorimetría con lectura de resultado sencilla de la empresa Prilabsa S.A. El

cual se llama Kit API. Para mantener la aireación se utilizó una bomba de aire para acuario de cuatro salidas de la marca SOBO modelo SB-988, para generar un ambiente óptimo para la interacción de los microorganismos y las larvas.

2.5.5 *Ingredientes para la elaboración del fermento:*

En maduración y durante el ciclo / ha ó 10000 m³

- Agua del estanque: 25 L
- Cloro granulado HTH: 0.25 gramos
- Salvado de arroz: 20 gramos.
- Bacteria (*Bacillus sp.* y bacterias acidolácticas): 1 gramo.

2.5.6 *Pasos para la realización del tratamiento*

- Se aplicó cloro granulado HTH al 70%, disuelto en agua dejando reposar 24 horas para su evaporación, después de las 24 horas se verifica mediante colorimetría con el uso de ototolodine (titulador de cloramina) y se aseguró que el cloro se halla ido con el medidor de cloro.
- Se vertió el fermento de la melaza y la levadura en el agua del estanque, luego se procedió a mezclar removiendo bien para que quede homogénea.
- Se puso al sol para superar los 28°C y se acelerar la fermentación.

Figura 5. Diseño del trabajo de investigación de Análisis de implementación en Biofloc realizado en Canva



Fuente: Elaborado por el autor

2.6 Población y muestra

En cada estanque se ubicó 2,500 larvas de camarón, teniendo así una densidad de 100 larvas por litro. Para las muestras se toman 100 larvas por estanque, para poder tomar los datos correspondientes.

2.7 Técnicas de investigación

2.7.1 Toma de muestras y alimentación de las larvas:

Las larvas de camarón fueron alimentadas con dieta formulada para camarones de la marca Nicovita 0.3 de 300 micras que contiene 55% de proteína. El alimento se pesó a 15% de la biomasa en el grupo tradicional, a este grupo se lo alimentó tres veces al día, retirando los sobrantes pasando dos horas después de cada dieta, con el objetivo de cuidar la alimentación y el medio.

Para el grupo de melaza y levadura, la alimentación de las larvas se calculó el 75% del alimento en relación al grupo de cultivo tradicional, esto se debió a que el 25% restante lo completó la biomasa generada de Biofloc, de la misma manera se lo alimentó al grupo restante.

2.7.2 Análisis los parámetros fisicoquímicos del agua ocasionadas por la implementación del sistema Biofloc

Se monitoreó y registró diariamente los parámetros de calidad del agua, se tomaron los parámetros fisicoquímicos del agua como oxígeno, amonio, pH, salinidad. Además, se mantuvo la temperatura de manera uniforme con calentadores de agua de la marca SEA ESTAR modelo HX-906, para todo el sistema que incluyen los controles, tratamientos y las réplicas.

Para la realización de los chequeos físicos se tomaron cien larvas cada tres días por cada recipiente para tomar peso y crecimiento, en los cuales se pesó y se midió con la ayuda de una regla para tomar su longitud en relación al milímetro más cercano y para su peso se utilizó una balanza de la marca (marca y modelo), una vez realizado el análisis se regresaron las muestras a cada estanque.

Para la medición de parámetros se siguen las instrucciones que indica el fabricante en los reactivos colorimétricos; lo cual indica se toman 5 ml en un tubo de ensayo y se le añade el reactivo para cada elemento. La salinidad se midió con un refractómetro, el cual ayudó a tomar los niveles de sal. Para la medición de temperatura se utilizó un termómetro de mercurio el cual resiste las temperaturas correspondientes.

2.7.3 Determinación de las tasas de supervivencia de las larvas de camarón en estanques que emplean dos tipos de tecnologías de Biofloc y tradicional

Para la medición a la supervivencia se cuantificó al restar los individuos muertos encontrados con la cantidad de individuos (ecuación 1) de la última revisión en cada estanque, y Supervivencia:

$$\text{Supervivencia (\%)} = \frac{\text{No. Org. final}}{\text{No.Org.inicial}} * 100 \quad (1)$$

Se midió la tasa de supervivencia en cada réplica para cada tratamiento al final del período experimental. Dado que se compararon las tasas de supervivencia entre tres grupos (tratamientos), se utilizó un ANOVA de una vía para evaluar si las medias de las tasas de supervivencia entre los tratamientos son significativamente diferentes. Además, se comprobaron que los datos de cada grupo seguían una distribución normal mediante pruebas estadísticas (como Shapiro-Wilk) y la homogeneidad de varianzas se verificó si las varianzas de los tres grupos eran homogéneas utilizando la prueba de Levene.

2.7.4 Determinación de las tasas de crecimiento de las larvas de camarón en estanques que emplean dos tipos de tecnologías de Biofloc y cultivo tradicional

Para evaluar el aumento en peso porcentual de cada tratamiento se lo determinó con el cálculo de la tasa de crecimiento específico en peso (TCE) (ecuación 2) (Lugert *et al.*, 2016). Tasa de crecimiento específico (TCE) en peso:

$$TCE = \frac{\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}}{\text{días de cultivo}} * 100 \quad (2)$$

2.8 Gráficos

Para presentar los resultados se utilizaron tablas y gráficos generados en las plataformas de Excel y R version 4.3.1 (2023-06-16 ucrt) -- "Beagle Scouts" Copyright (C) 2023 The R Foundation for Statistical Computing Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit), Package ggplot2.

2.9 Operacionalización de variables

2.9.1 Explicación del Cuadro de Operalización de Variables

El cuadro anterior detalla la operalización de las variables del estudio sobre el impacto de la tecnología Biofloc en la supervivencia y crecimiento de las larvas de camarón *Litopenaeus vannamei*. Para cada objetivo específico se identificaron las variables correspondientes, las dimensiones que permiten medirlas, los indicadores específicos que cuantifican su comportamiento y los instrumentos empleados para recolectar datos.

En cuanto a la calidad del agua, los parámetros fisicoquímicos se analizarán mediante un kit de análisis de agua y sensores multiparamétricos que permitirán registrar datos precisos y en tiempo real. El crecimiento larval será medido en términos de longitud y peso promedio, empleando una balanza de precisión y una regla ictiológica. Finalmente, la supervivencia se determinará registrando diariamente las larvas muertas y efectuando un conteo final de organismos vivos para calcular el porcentaje de supervivencia y la tasa de mortalidad.

Este enfoque metodológico garantiza una evaluación integral, permitiendo comparar la eficiencia del sistema Biofloc frente a tecnologías de cultivo tradicionales.

Tabla 2. *Operalización de las variables*

Objetivo Específico	Variable	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Analizar los parámetros fisicoquímicos del agua ocasionadas por la implementación del sistema Biofloc.	Calidad del agua	Parámetros fisicoquímicos	pH, temperatura, oxígeno disuelto, amoníaco, nitritos, nitratos, turbidez.	Kit de análisis de agua, sensor multiparamétrico, termómetro.
Determinar las tasas de crecimiento de las larvas de camarón en estanques que emplean dos tipos de tecnologías de Biofloc y cultivo tradicional.	Crecimiento larval	Longitud y peso	Aumento de peso promedio (g), longitud promedio (cm).	Balanza de precisión, regla ictiológica.
Determinar las tasas de supervivencia de las larvas de camarón en estanques que emplean dos tipos de tecnologías de Biofloc y tradicional.	Supervivencia	Mortalidad y supervivencia	Porcentaje de supervivencia (%), tasa de mortalidad (%)	Registro de muertes diarias, conteo final de organismos vivos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

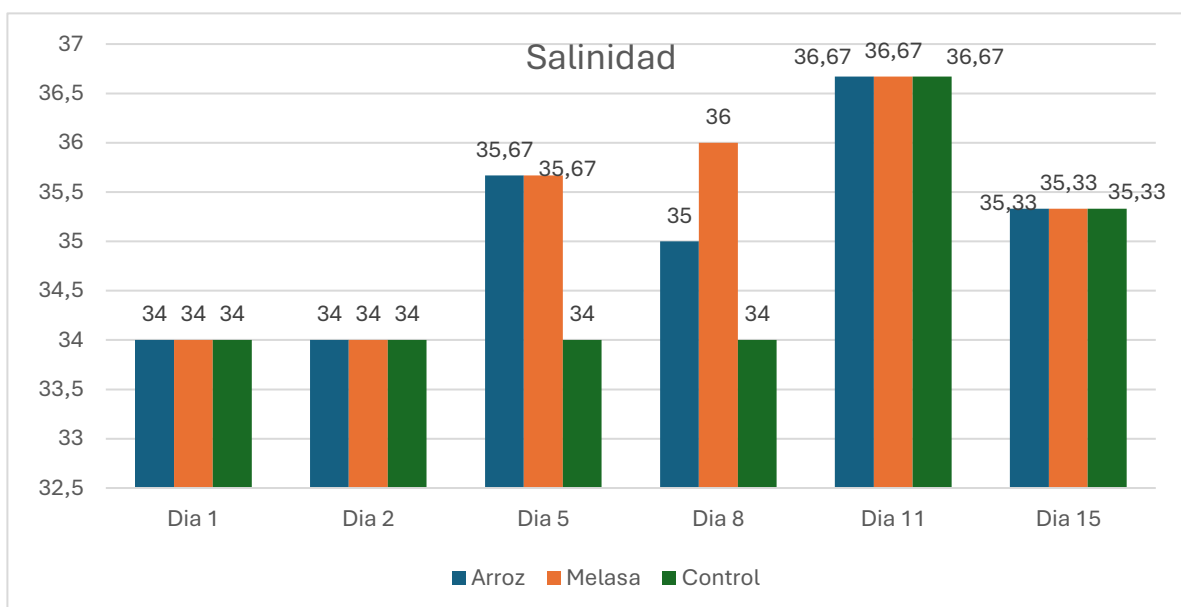
3.1 Resultados

3.1.1 Análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua ocasionadas por la implementación del sistema Biofloc

3.1.2 Temperatura/ Salinidad

La temperatura en este sistema osciló entre los 31 °C en todos los tratamientos, la salinidad se mantuvo uniforme hasta el octavo día en los 34 ppm, y tuvo su elevación más alta en el día 11 con un 36.5 ppm en el tratamiento control (Figura 6) para el cual se realizó recambio de agua de un 15% lo cual permitió regular el nivel de sal. En el tratamiento de melaza se mantuvieron de manera ascendente entre los días 2 hasta el día 11 donde llegó a medir 36.5 ppm; de la misma manera se encontró una similitud en el Salvado de arroz en el día 11 llegó a 36.5 ppm.

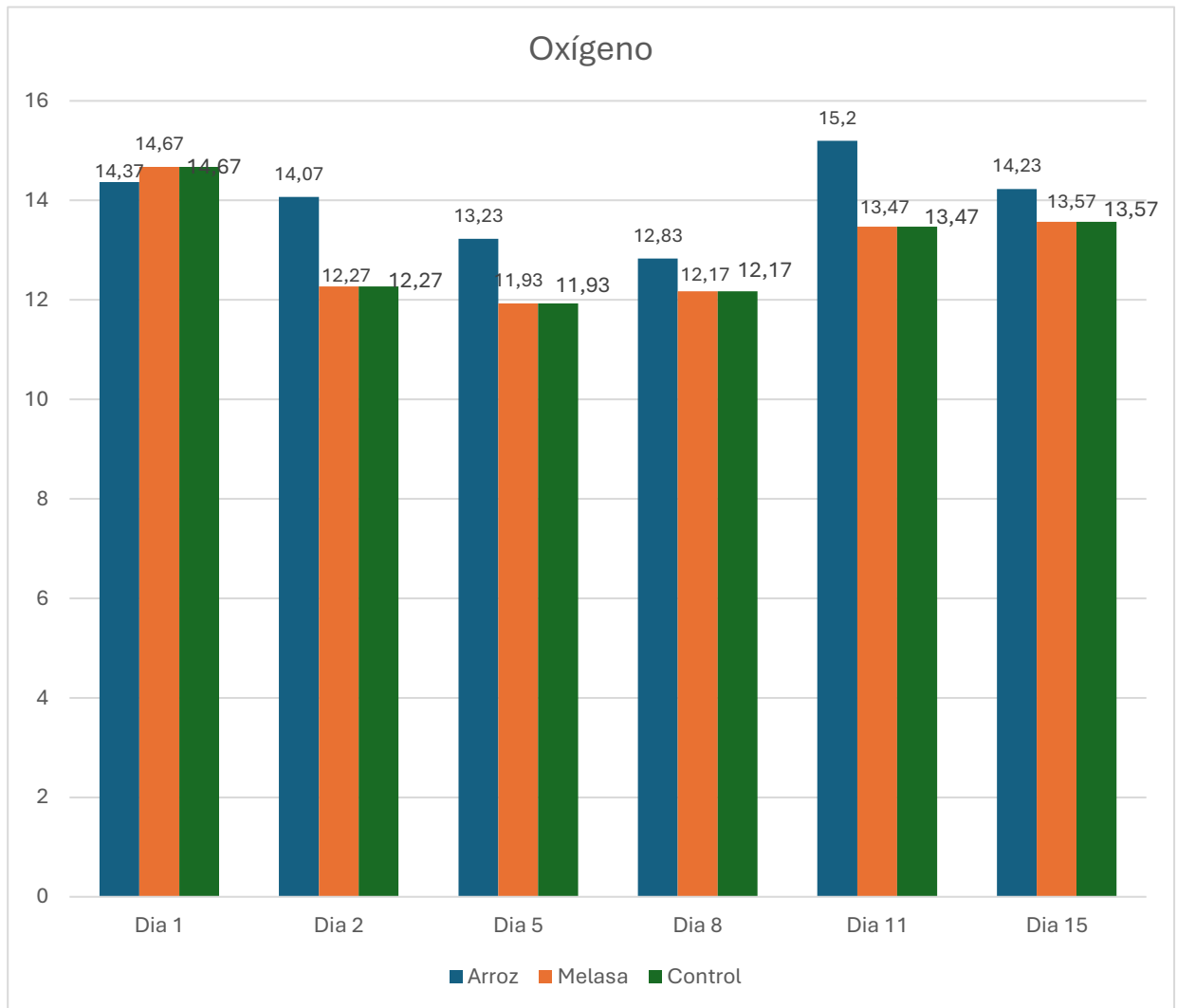
Figura 6. Comparación de la salinidad en el cultivo



3.1.3 Niveles de Oxígeno

El nivel de oxígeno se mantuvo en un intervalo entre 13.01 y 15.02 g/litro entre todos los tratamientos, y esto sucedió gracias al funcionamiento del compresor de aire instalado para la realización de este estudio, el cual se instaló para tener el ambiente propicio para las larvas de camarón (Figura 7).

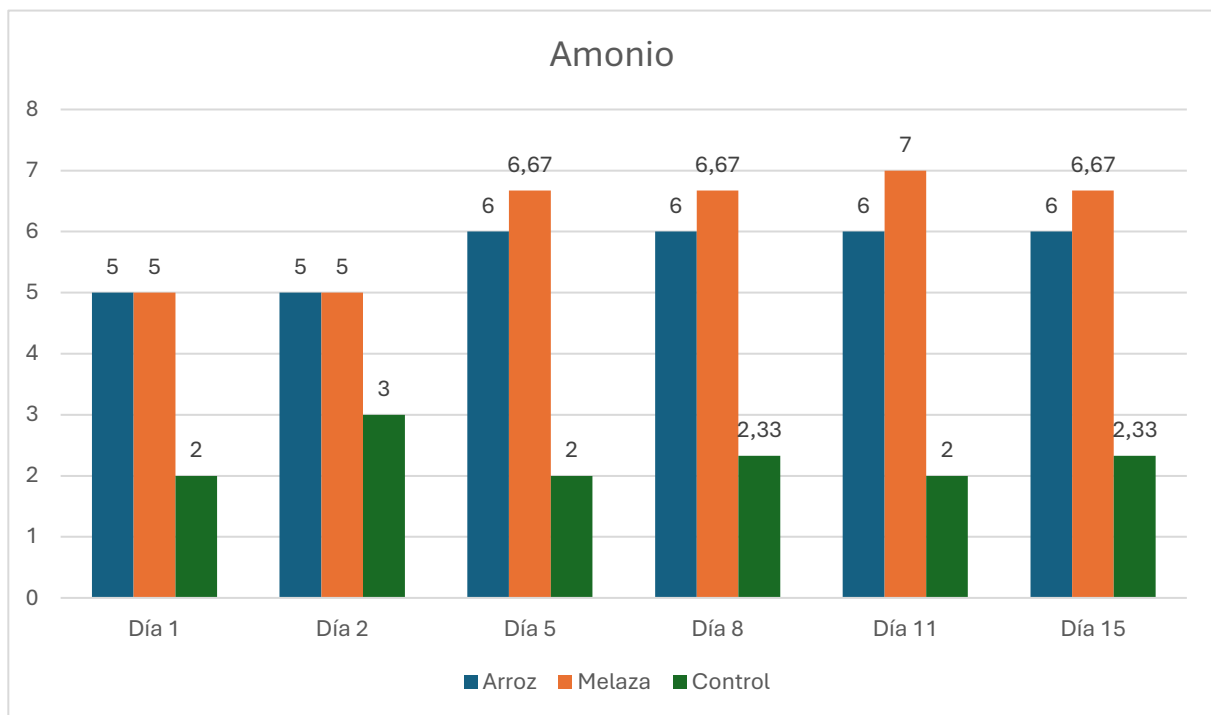
Figura 7. Oxígeno



3.1.4 Niveles de amonio

Los niveles de amonio en el tratamiento de control se mantuvieron en los rangos menores de los tratamientos con un intervalo desde 2 – 2.33 ppm, seguido del tratamiento de salvado de arroz con bacterias que se mantuvo entre 5 – 6.67 ppm y en el tratamiento de melaza con levadura los niveles se mantuvieron elevados desde el día 5 iniciando con 5 ppm y terminado en el día 15 con 6.67 ppm véase en la figura 8.

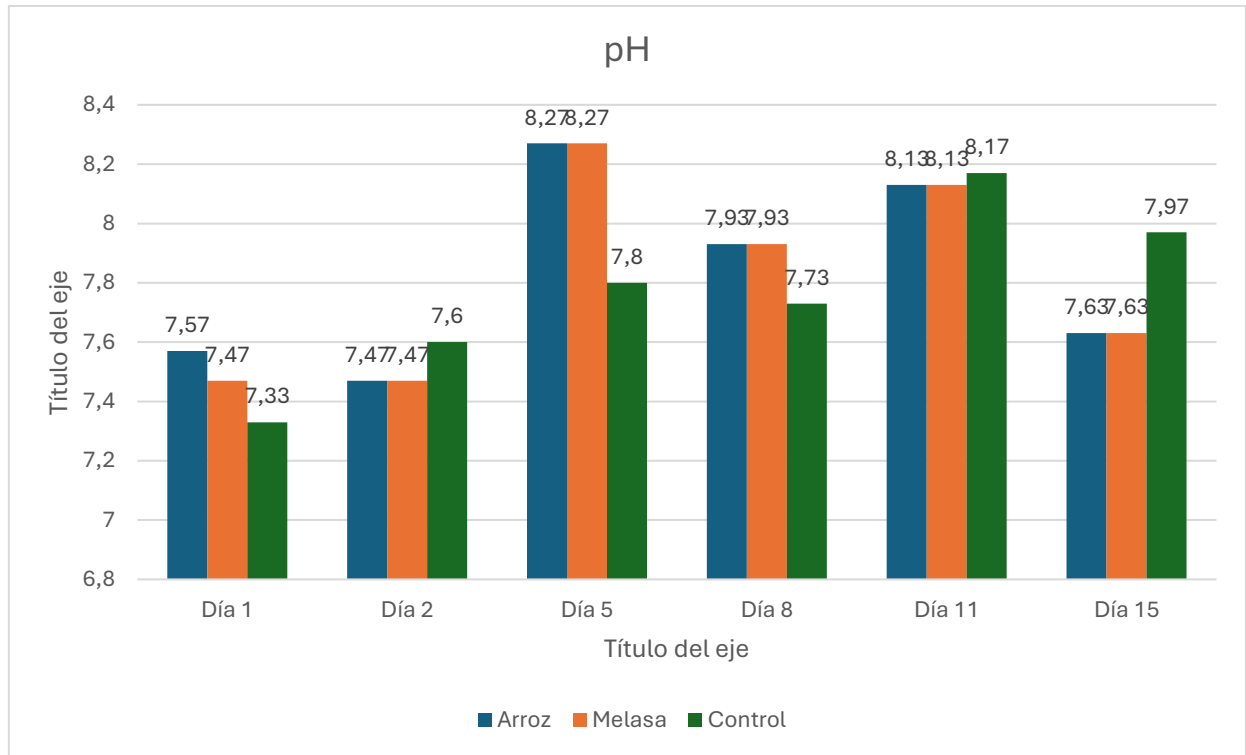
Figura 8. Análisis de amonio en el cultivo



3.1.5 pH

El parámetro pH se mantuvo con mucha similitud a lo largo del estudio entre los tratamientos, iniciando en un rango de 7.5 ppm hasta terminar el estudio en un valor de 8 ppm en el día 15, teniendo presente que tuvo una elevación de 8,27 en el día 5 del estudio en el tratamiento de melaza con levadura, en el cual se tomaron acciones correctivas en este caso se utilizó el recambio de agua (Figura 9).

Figura 9. Análisis de pH en el cultivo



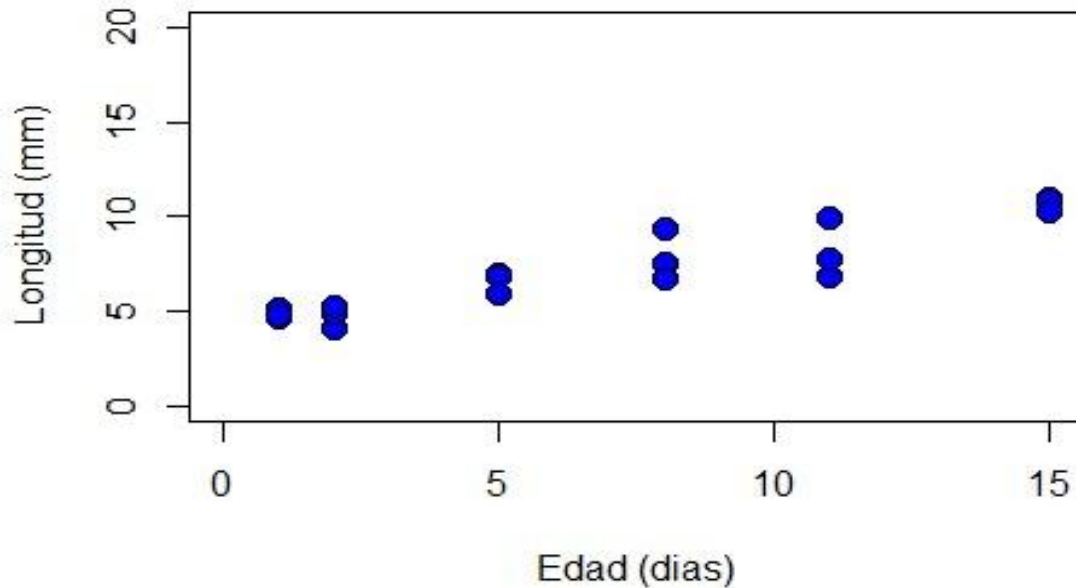
3.2 Tasas de crecimiento de las larvas de camarón en estanques que emplean dos tipos de tecnologías de Biofloc y cultivo tradicional

3.2.1 Sistema control

El día de siembra se registró un peso de 0,27 gramos con respecto a la biomasa, en el segundo día de siembra se registró un crecimiento de 2 centésima con relación a la siembra, no obstante, la mayor equivalencia de crecimiento se obtuvo en el quinto día de siembra con una diferencia de cincuenta décimas y ya al finalizar el experimento encontramos un aumento en la biomasa de 2,08 gramos, encontrando al finalizar organismos cerca de los 10 mm de longitud en 15 días de investigación (Gráfico 5). El crecimiento en longitud bajo condiciones controladas fue bajo, posiblemente debido a la ausencia de flóculos bacterianos que pudieran complementar la

nutrición de las larvas representada con una tasa de 0.02. En cuanto al TCE del peso de las larvas estas crecieron moderadamente bajo condiciones controladas con un valor de 0.12, lo cual es consistente con una alimentación sin aporte adicional de flóculos bacterianos.

Figura 10. Crecimiento de las larvas de *L. vanamei* en tratamiento control

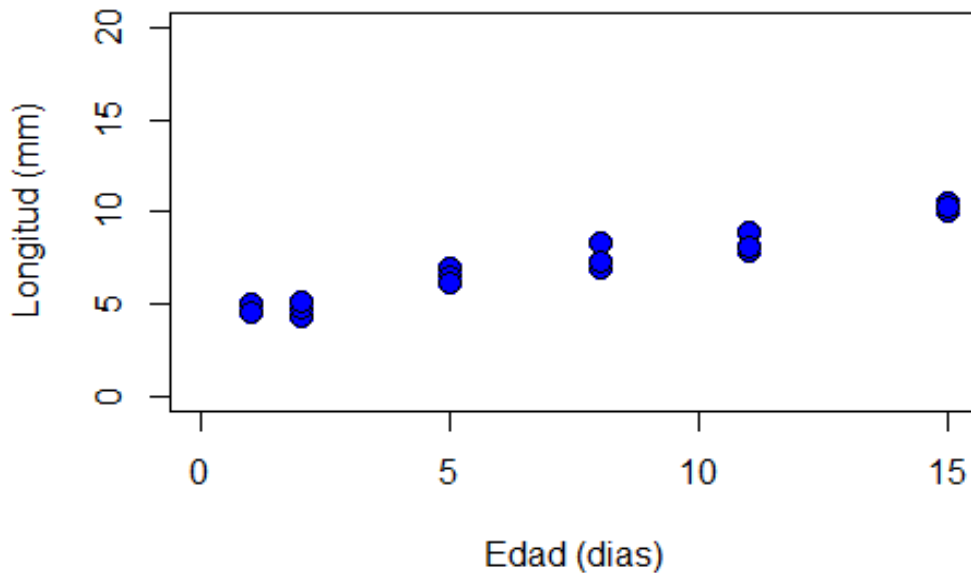


3.2.2 Sistema Biofloc Melaza con levadura

Al iniciar la siembra se registró un peso de 0,27 gramos con respecto a la biomasa, en el segundo día de siembra no se registró crecimiento con relación a la siembra, al quinto día de siembra existió un leve crecimiento de tres centésimas en relación a la biomasa de siembra y la mayor equivalencia de crecimiento se dio, en el onceavo día de siembra con una diferencia de 1,50 centésimas de gramos y ya al finalizar el experimento encontramos un aumento en la biomasa de 2,26 gramos, hallando organismos con 10 mm de longitud con 15 días de investigación (Gráfico 6). Este tratamiento mostró el mayor crecimiento en longitud con una tasa de crecimiento de 0,33 , lo que indica que el uso de melaza como fuente de carbono favoreció el desarrollo estructural de

las larvas, posiblemente por una mayor disponibilidad de nutrientes proporcionados por los flóculos bacterianos. El T.C.E. en peso de 0.08 el crecimiento en peso fue inferior al del control. Esto puede indicar un desequilibrio en la calidad nutricional del tratamiento, afectando la acumulación de biomasa.

Figura 11. Análisis de crecimiento en Biofloc con melaza bajo sistema R

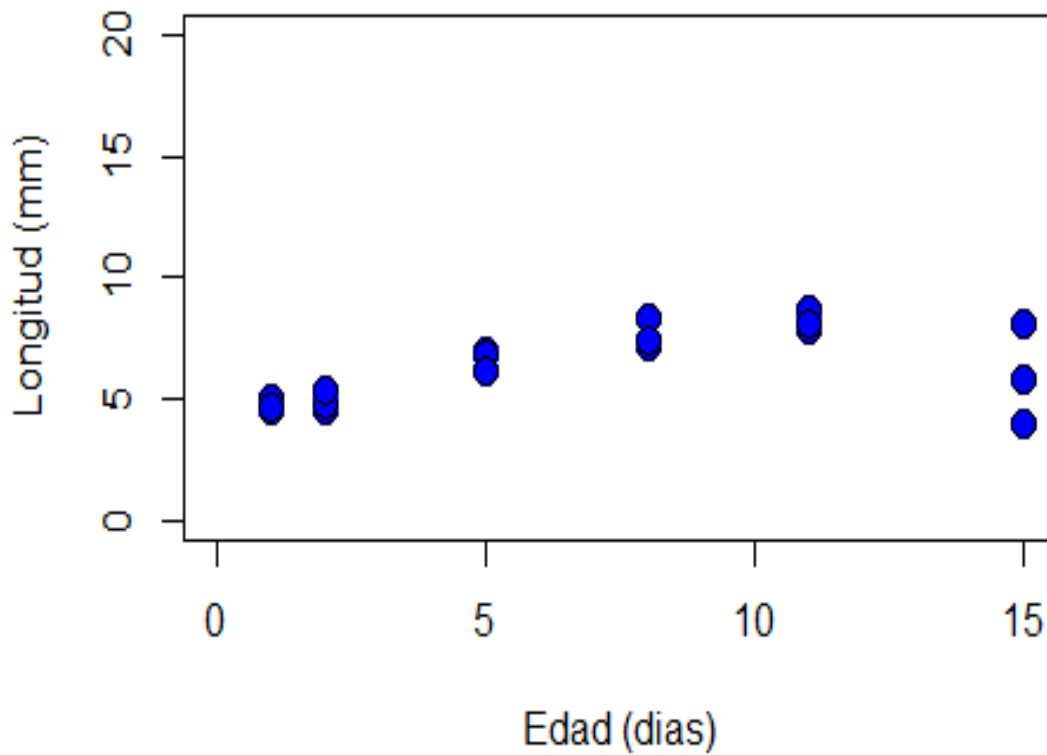


3.2.3 Sistema Biofloc Arroz y Salvado de arroz

El día de siembra se registró un peso de 0,27 gramos con respecto a la biomasa, en el segundo día de siembra se registró crecimiento de 0,01 centésimas de gramos con relación a la siembra, al octavo día de siembra existió un gran crecimiento de 0,72 centésimas en relación a la biomasa de siembra y ya al finalizar el experimento encontramos un aumento en la biomasa de 2,08 gramos, encontrando organismos de 8 mm de longitud (Figura 12). El crecimiento en longitud fue mínimo con una tasa de 0,01, lo que sugiere que este tratamiento no proporcionó suficientes nutrientes para favorecer un desarrollo adecuado en comparación con los otros tratamientos. El

crecimiento en peso fue ligeramente superior al del tratamiento con melaza con un valor de T.C.E de 0,10, pero aún menor que el control, aunque ligeramente mejor que con la longitud. Esto sugiere que el arroz como fuente de carbono no proporcionó el soporte adecuado para el crecimiento ponderal.

Figura 12. Análisis de crecimiento en Biofloc de salvado de arroz con bacteria realizado en R Studio.



3.2.4 Modelo lineal general: longi. 1 día vs. Tratamientos; Repeticiones

Tabla 3. Método

Codificación de factores	(-1; 0; +1)
--------------------------	-------------

Tabla 4. Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamientos	Fijo	3	control; Melaza/Levadura; Salvado de arroz/bacterias
Repeticiones	Fijo	3	1; 2; 3

Tabla 5. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	2	0,06222	0,031111	7,00	0,049
Repeticiones	2	0,36222	0,181111	40,75	0,002
Error	4	0,01778	0,004444		
Total	8	0,44222			

Tabla 6. Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,0666667	95,98%	91,96%	79,65%

Tabla 7. Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	4,7556	0,0222	214,00	0,000	
Tratamientos					
control	0,1111	0,0314	3,54	0,024	1,33
Melaza/Levadura	-0,0889	0,0314	-2,83	0,047	1,33
Repeticiones					

1	-0,1889	0,0314	-6,01	0,004	1,33
2	0,2778	0,0314	8,84	0,001	1,33

Tabla 8. Ecuación de regresión

longi. 1 día =	4,7556+ 0,1111 Tratamientos_control - 0,0889 Tratamientos_Melaza/Levadura - 0,0222 Tratamientos Salvado de arroz/bacterias - 0,1889 Repeticiones_1 + 0,2778 Repeticiones_2 - 0,0889 Repeticiones_3
----------------	---

Tabla 9. Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
control	3	4,86667	A	
Salvado de arroz/bacterias	3	4,73333	A	B
Melaza/Levadura	3	4,66667		B

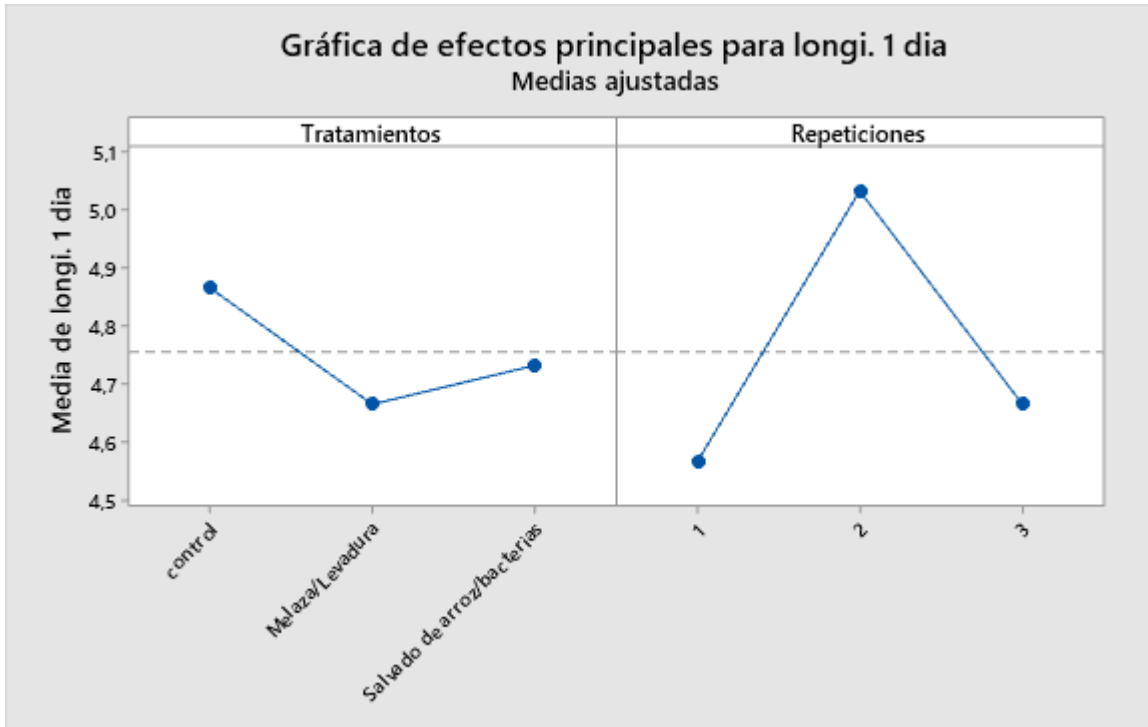
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 10. Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones

Repeticiones	N	Media	Agrupación	
2	3	5,03333	A	
3	3	4,66667		B
1	3	4,56667		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 13. Gráficas factoriales para longi. 1 día



La gráfica de efectos principales en la Figura 13, después del análisis de datos por medio del método de Tukey y una confianza de 95%, muestran que el tratamiento de control para el día 1 fue efectivo, a diferencia de los tratamientos de melaza/levadura y salvado de arroz/bacterias que no presentaron significancia estadística y en cuanto a las repeticiones se presentó una mejor respuesta en la repetición número 2.

3.2.4 Modelo lineal general: longi. 5 día vs. Tratamientos; Repeticiones

Tabla 11. Método

Codificación de factores	(-1; 0; +1)
--------------------------	-------------

Tabla 12. Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamientos	Fijo	3	control; Melaza/Levadura; Salvado de arroz/bacterias
Repeticiones	Fijo	3	1; 2; 3

Tabla 13. *Análisis de Varianza*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	2	1,04000	0,52000	28,36	0,004
Repeticiones	2	0,44667	0,22333	12,18	0,020
Error	4	0,07333	0,01833		
Total	8	1,56000			

Tabla 14. *Resumen del modelo*

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,135401	95,30%	90,60%	76,20%

Tabla 15. *Coefficientes*

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	6,7667	0,0451	149,93	0,000	
Tratamientos					
control	-0,3333	0,0638	-5,22	0,006	1,33
Melaza/Levadura	0,4667	0,0638	7,31	0,002	1,33
Repeticiones					
1	0,3000	0,0638	4,70	0,009	1,33

2	-0,0667	0,0638	-1,04	0,355	1,33
---	---------	--------	-------	-------	------

Tabla 16. Ecuación de regresión

longi. 5 día =	6,7667	- 0,3333 Tratamientos_control
	+ 0,4667 Tratamientos_Melaza/Levadura	
	- 0,1333 Tratamientos_Salvado de arroz/bacterias	+ 0,3000 Repeticiones_1
	- 0,0667 Repeticiones_2	- 0,2333 Repeticiones_3

3.2.5 Comparaciones para longi. 5 día

Tabla 17. Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
Melaza/Levadura	3	7,23333	A	
Salvado de arroz/bacterias	3	6,63333		B
control	3	6,43333		B

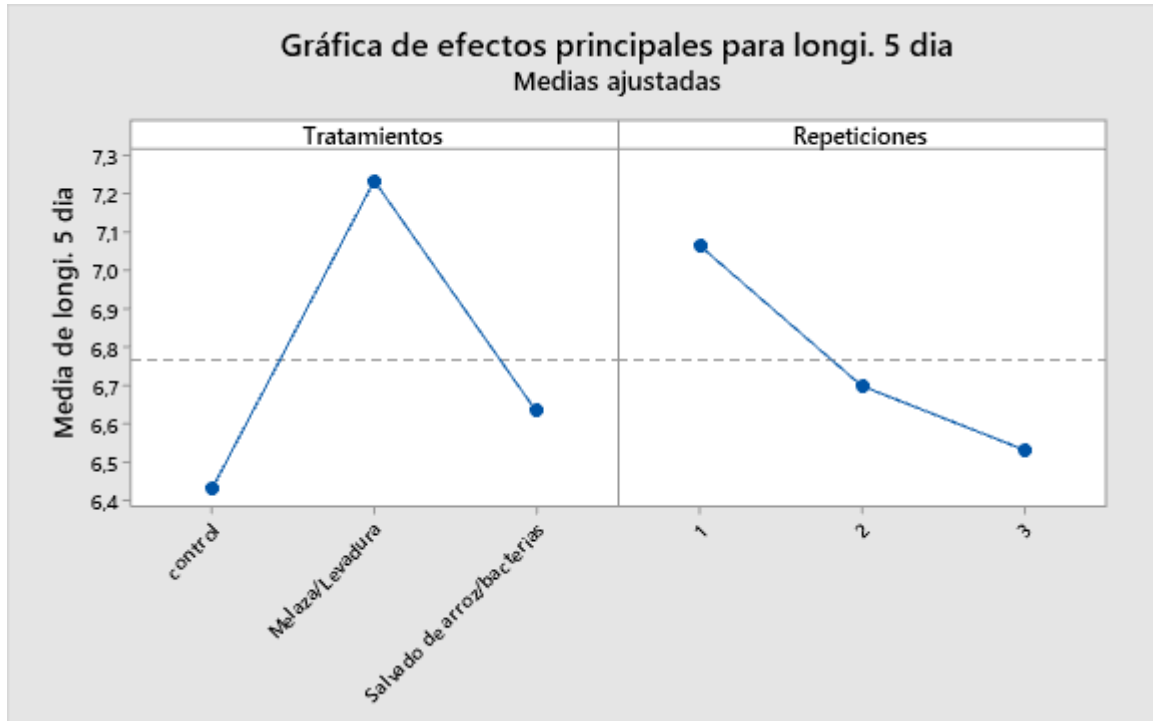
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 18. Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones

Repeticiones	N	Media	Agrupación	
1	3	7,06667	A	
2	3	6,70000	A	B
3	3	6,53333		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 14. Gráficas factoriales para longi. 5 día



La gráfica de efectos principales en la Figura 14, después del análisis de datos por medio del método de Tukey y una confianza de 95%, muestran que el tratamiento de melaza/levadura para el día 5 fue efectivo, a diferencia de los tratamientos de control y salvado de arroz/bacterias que no presentaron significancia estadística y en cuanto a las repeticiones se presentó una mejor respuesta en la repetición número 1.

3.2.6 Modelo lineal general: longi. 8 día vs. Tratamientos; Repeticiones

Tabla 19. Método

Codificación de factores	(-1; 0; +1)
--------------------------	-------------

Tabla 20. Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamientos	Fijo	3	control; Melaza/Levadura; Salvado de arroz/bacterias
Repeticiones	Fijo	3	1; 2; 3

Tabla 21. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	2	3,0022	1,5011	7,40	0,045
Repeticiones	2	0,2022	0,1011	0,50	0,641
Error	4	0,8111	0,2028		
Total	8	4,0156			

Tabla 22. Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,450309	79,80%	59,60%	0,00%

Tabla 23. Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	7,778	0,150	51,82	0,000	
Tratamientos					
control	-0,578	0,212	-2,72	0,053	1,33
Melaza/Levadura	0,789	0,212	3,72	0,021	1,33
Repeticiones					
1	0,189	0,212	0,89	0,424	1,33
2	-0,178	0,212	-0,84	0,449	1,33

Tabla 24. Ecuación de regresión

longi. 8 día =	7,778 - 0,578 Tratamientos control + 0,789 Tratamientos Melaza/Levadura - 0,211 Tratamientos Salvado de arroz/bacterias + 0,189 Repeticiones_1 - 0,178 Repeticiones_2 - 0,011 Repeticiones_3
----------------	--

3.2.7 Comparaciones para longi. 8 día

Tabla 25. Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
Melaza/Levadura	3	8,56667	A	
Salvado de arroz/bacterias	3	7,56667	A	B
control	3	7,20000		B

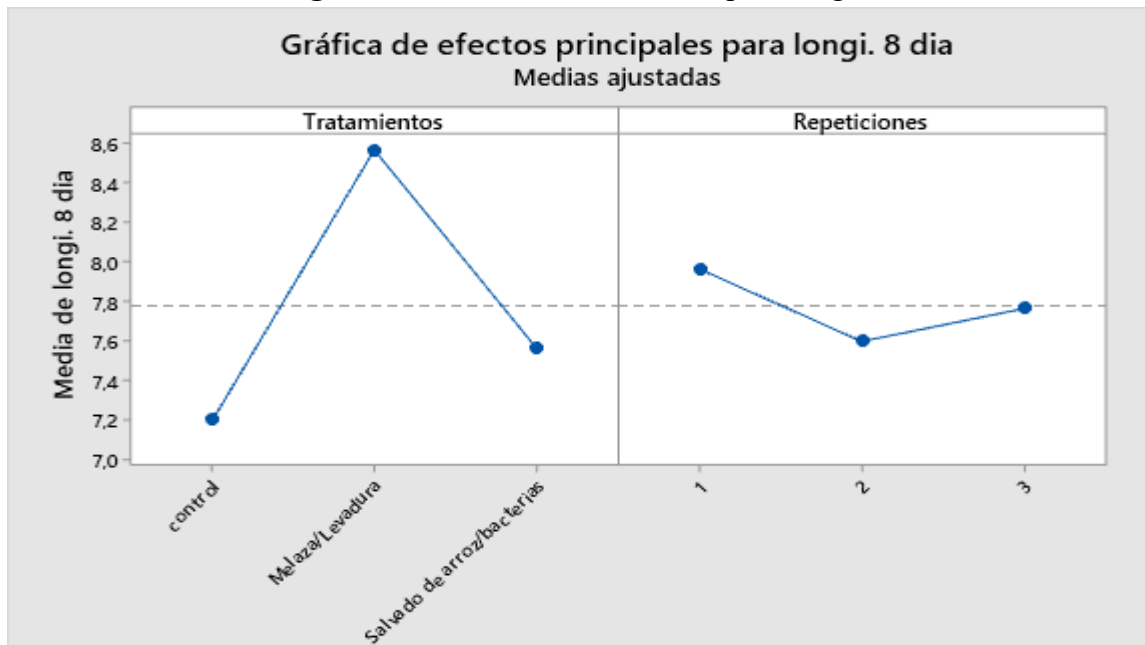
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 26. Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones

Repeticiones	N	Media	Agrupación
1	3	7,96667	A
3	3	7,76667	A
2	3	7,60000	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 15. Gráficas factoriales para longi. 8 día



La gráfica de efectos principales en la Figura 15, después del análisis de datos por medio del método de Tukey y una confianza de 95%, muestran que el tratamiento de melaza/levadura para el día 8 fue efectivo, a diferencia de los tratamientos de control y salvado de arroz/bacterias que no presentaron significancia estadística y en cuanto a las repeticiones se presentó una mejor respuesta en la repetición número 1.

3.2.7 Modelo lineal general: longi. 11 días vs. Tratamientos; Repeticiones

Tabla 27. Método

Codificación de factores	(-1; 0; +1)
--------------------------	-------------

Tabla 28. Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamientos	Fijo	3	control; Melaza/Levadura; Salvado de arroz/bacterias
Repeticiones	Fijo	3	1; 2; 3

Tabla 29. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	2	2,6956	1,34778	17,33	0,011
Repeticiones	2	1,2022	0,60111	7,73	0,042
Error	4	0,3111	0,07778		
Total	8	4,2089			

Tabla 30. Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,278887	92,61%	85,22%	62,58%

Tabla 31. Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	8,7889	0,0930	94,54	0,000	
Tratamientos					
control	-0,556	0,131	-4,23	0,013	1,33
Melaza/Levadura	0,744	0,131	5,66	0,005	1,33
Repeticiones					
1	0,511	0,131	3,89	0,018	1,33
2	-0,189	0,131	-1,44	0,224	1,33

Tabla 32. Ecuación de regresión

longi. 11 días =	8,7889- 0,556 Tratamientos de control+ 0,744 Tratamientos Melaza/Levadura- 0,189 Tratamientos Salvado de arroz/bacterias + 0,511 Repeticiones_1- 0,189 Repeticiones_2- 0,322 Repeticiones_3
------------------	---

3.2.8 Comparaciones para longi. 11 días

Tabla 33. Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
Melaza/Levadura	3	9,53333	A	
Salvado de arroz/bacterias	3	8,60000		B
Control	3	8,23333		B

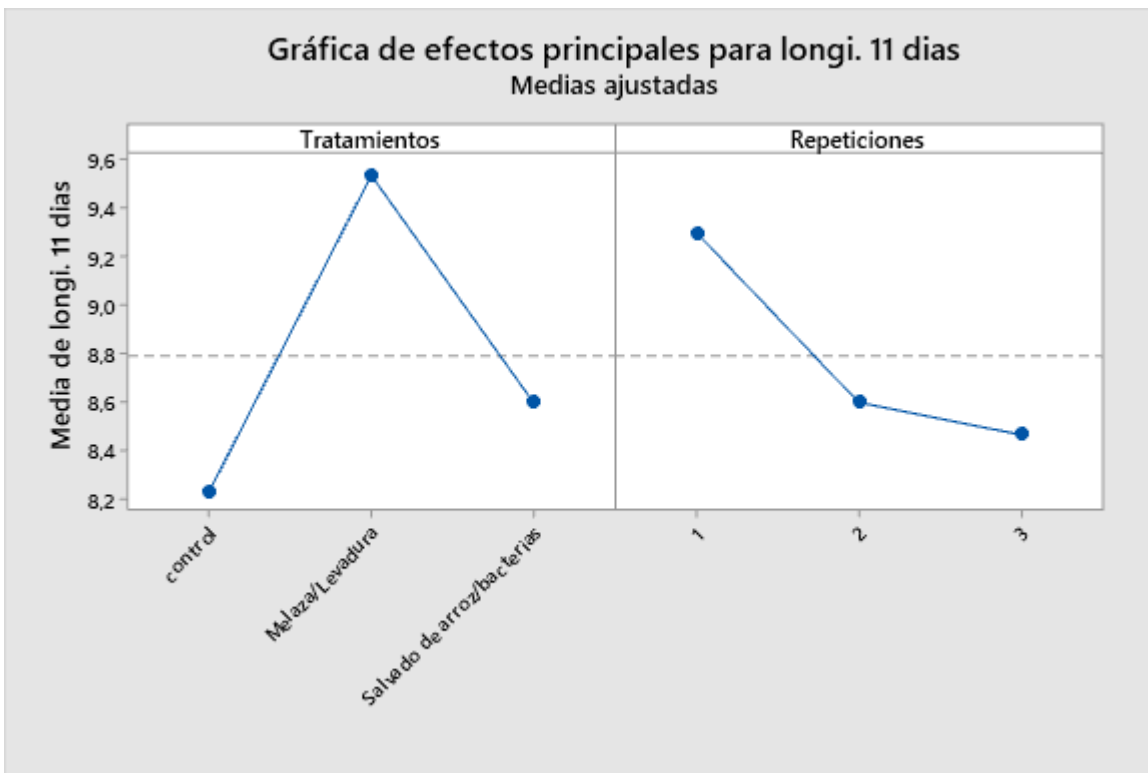
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 34. Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones

Repeticiones	N	Media	Agrupación	
1	3	9,30000	A	
2	3	8,60000	A	B
3	3	8,46667		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 16. Gráficas factoriales para longi. 11 días



La gráfica de efectos principales en la Figura 16, después del análisis de datos por medio del método de Tukey y una confianza de 95%, muestran que el tratamiento de melaza/levadura para el día 11 fue efectivo, a diferencia de los tratamientos de control y salvado de arroz/bacterias que no presentaron significancia estadística y en cuanto a las repeticiones se presentó una mejor respuesta en la repetición número 1.

3.2.9 Modelo lineal general: longi.15 dias vs. Tratamientos; Repeticiones

Tabla 35. Método

Codificación de factores	(-1; 0; +1)
--------------------------	-------------

Tabla 36. Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamientos	Fijo	3	control; Melaza/Levadura; Salvado de arroz/bacterias
Repeticiones	Fijo	3	1; 2; 3

Tabla 37. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	2	9,8231	4,9115	20,84	0,008
Repeticiones	2	0,5490	0,2745	1,16	0,399
Error	4	0,9426	0,2356		
Total	8	11,3146			

Tabla 38. Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,485432	91,67%	83,34%	57,83%

Tabla 39. Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	10,226	0,162	63,19	0,000	
Tratamientos					

control	-1,092	0,229	-4,77	0,009	1,33
Melaza/Levadura	1,408	0,229	6,15	0,004	1,33
Repeticiones					
1	-0,026	0,229	-0,11	0,916	1,33
2	0,314	0,229	1,37	0,241	1,33

Tabla 40. Ecuación de regresión

longi.15 dias =	10,226- 1,092 Tratamientos control + 1,408 Tratamientos Melaza/Levadura - 0,316 Tratamientos Salvado de arroz/bacterias - 0,026 Repeticiones_1 + 0,314 Repeticiones_2 - 0,289 Repeticiones_3
-----------------	--

Tabla 41. Comparaciones para longi.15 dias

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
Melaza/Levadura	3	11,6333	A	
Salvado de arroz/bacterias	3	9,9100		B
Control	3	9,1333		B

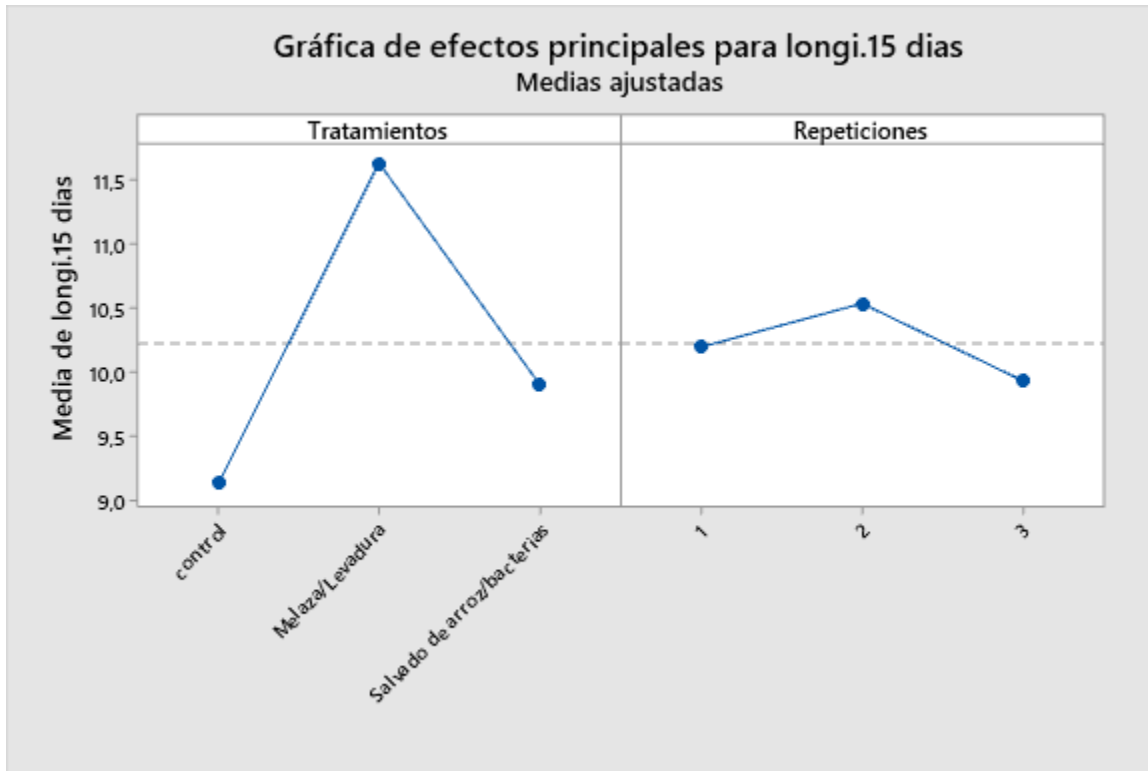
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 42. Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones

Repeticiones	N	Media	Agrupación
2	3	10,5400	A
1	3	10,2000	A
3	3	9,9367	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 17. Gráficas factoriales para longi.15 días



La gráfica de efectos principales en la Figura 17, después del análisis de datos por medio del método de Tukey y una confianza de 95%, muestran que el tratamiento de melaza/levadura para el día 15 fue efectivo, a diferencia de los tratamientos de control y salvado de arroz/bacterias que no presentaron significancia estadística y en cuanto a las repeticiones se presentó una mejor respuesta en la repetición número 2.

3.3 Peso en miligramo de larvas de camarón

3.3.1 Modelo lineal general: Día 1 peso en mg vs. Tratamientos; Repeticiones

Tabla 43. Método

Codificación de factores	(-1; 0; +1)
--------------------------	-------------

Tabla 44. Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamientos	Fijo	3	control; Melaza/Levadura; Salvado de arroz/bacterias
Repeticiones	Fijo	3	1; 2; 3

Tabla 45. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	2	1400	700,0	0,30	0,758
Repeticiones	2	8600	4300,0	1,83	0,273
Error	4	9400	2350,0		
Total	8	19400			

Tabla 46. Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
48,4768	51,55%	3,09%	0,00%

Tabla 47. Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	420,0	16,2	25,99	0,000	
Tratamientos					
control	-3,3	22,9	-0,15	0,891	1,33
Melaza/Levadura	16,7	22,9	0,73	0,506	1,33
Repeticiones					
1	-16,7	22,9	-0,73	0,506	1,33
2	43,3	22,9	1,90	0,131	1,33

Tabla 48. Ecuación de regresión

Día 1 peso en mg =	420,0 - 3,3 Tratamientos control + 16,7 Tratamientos Melaza/Levadura - 13,3 Tratamientos Salvado de arroz/bacterias - 16,7 Repeticiones_1 + 43,3 Repeticiones_2 - 26,7 Repeticiones_3
--------------------	---

3.3.2 Comparaciones para Día 1 peso en mg

Tabla 49. Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos

Tratamientos	N	Media	Agrupación
Melaza/Levadura	3	436,667	A
Control	3	416,667	A
Salvado de arroz/bacterias	3	406,667	A

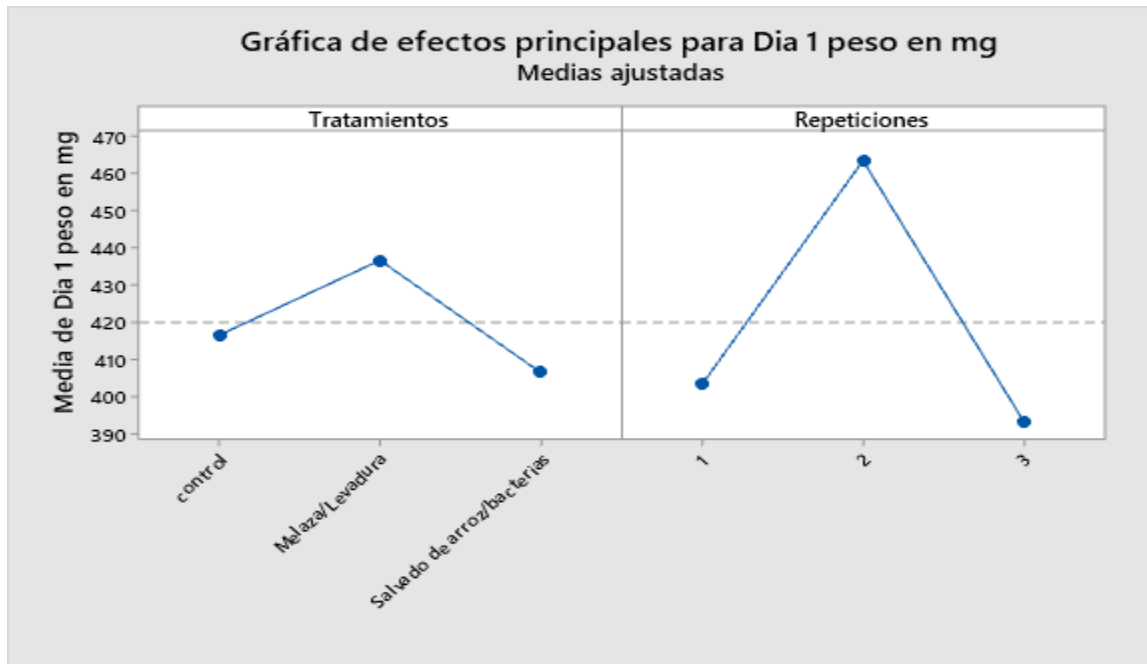
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 50. Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones

Repeticiones	N	Media	Agrupación
2	3	463,333	A
1	3	403,333	A
3	3	393,333	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 18. Gráficas factoriales para Día 1 peso en mg



La gráfica de efectos principales en la Figura 18, después del análisis de datos por medio del método de Tukey y una confianza de 95%, muestran que el tratamiento de melaza/levadura

para el día 1 fue efectivo, a diferencia de los tratamientos de control y salvado de arroz/bacterias que no presentaron significancia estadística y en cuanto a las repeticiones se presentó una mejor respuesta en la repetición número 2.

3.3.3 Modelo lineal general: Día 5 peso mg vs. Tratamientos; Repeticiones

Tabla 51. Método

Codificación de factores	(-1; 0; +1)
--------------------------	-------------

Tabla 52. Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamientos	Fijo	3	control; Melaza/Levadura; Salvado de arroz/bacterias
Repeticiones	Fijo	3	1; 2; 3

Tabla 53. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	2	12,4334	6,2167	30,25	0,004
Repeticiones	2	1,2654	0,6327	3,08	0,155
Error	4	0,8222	0,2055		
Total	8	14,5210			

Tabla 54. Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,453370	94,34%	88,68%	71,34%

Tabla 55. Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	7,068	0,151	46,77	0,000	
Tratamientos					
control	-0,831	0,214	-3,89	0,018	1,33
Melaza/Levadura	-0,831	0,214	-3,89	0,018	1,33
Repeticiones					
1	0,346	0,214	1,62	0,181	1,33
2	-0,521	0,214	-2,44	0,071	1,33

Tabla 56. Ecuación de regresión

Día 5 peso mg =	7,068	- 0,831	Tratamientos control	- 0,831	Tratamientos Melaza/Levadura
	+ 1,662	Tratamientos	Salvado	de	arroz/bacterias
	+ 0,346	Repeticiones_1			
	- 0,521	Repeticiones_2	+ 0,176	Repeticiones_3	

Comparaciones para Día 5 peso mg

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
Salvado de arroz/bacterias	3	8,73000	A	
Control	3	6,23667		B
Melaza/Levadura	3	6,23667		B

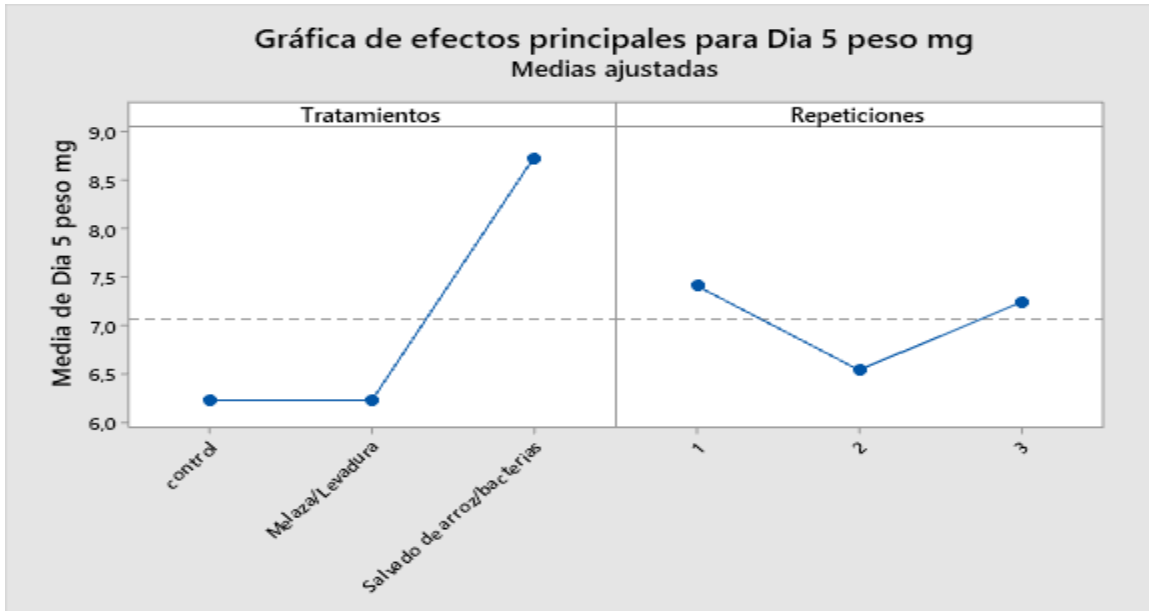
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 57. Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones

Repeticiones	N	Media	Agrupación
1	3	7,41333	A
3	3	7,24333	A
2	3	6,54667	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 19. Gráficas factoriales para Día 5 peso mg



La gráfica de efectos principales en la Figura 19, después del análisis de datos por medio del método de Tukey y una confianza de 95%, muestran que el tratamiento de salvado de arroz/bacterias para el día 5 fue efectivo en el peso en mg para larvas de camarón, a diferencia de los tratamientos de control y melaza/levadura que no presentaron significancia estadística y en cuanto a las repeticiones se presentó una mejor respuesta en la repetición número 1.

3.3.4 Modelo lineal general: Día 8 peso en mg vs. Tratamientos; Repeticiones

Tabla 58. Método

Codificación de factores	(-1; 0; +1)
--------------------------	-------------

Tabla 59. Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamientos	Fijo	3	control; Melaza/Levadura; Salvado de arroz/bacterias
Repeticiones	Fijo	3	1; 2; 3

Tabla 60. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	2	22,1345	11,0672	23,58	0,006
Repeticiones	2	0,7086	0,3543	0,75	0,527
Error	4	1,8776	0,4694		
Total	8	24,7208			

Tabla 61. Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,685136	92,40%	84,81%	61,55%

Tabla 62. Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	8,102	0,228	35,48	0,000	
Tratamientos					
control	-1,122	0,323	-3,47	0,025	1,33
Melaza/Levadura	-1,096	0,323	-3,39	0,027	1,33
Repeticiones					
1	0,311	0,323	0,96	0,390	1,33
2	-0,369	0,323	-1,14	0,317	1,33

Tabla 63. Ecuación de regresión

Día 8 peso en mg	=	8,102 - 1,122 Tratamientos control - 1,096 Tratamientos Melaza/Levadura + 2,218 Tratamientos Salvado de arroz/bacterias + 0,311 Repeticiones_1 - 0,369 Repeticiones_2 + 0,058 Repeticiones_3
------------------	---	--

Tabla 64. Comparaciones para Día 8 peso en mg

Tratamientos	N	Media	Agrupación
Salvado de arroz/bacterias	3	10,3200	A
Melaza/Levadura	3	7,0067	B
Control	3	6,9800	B

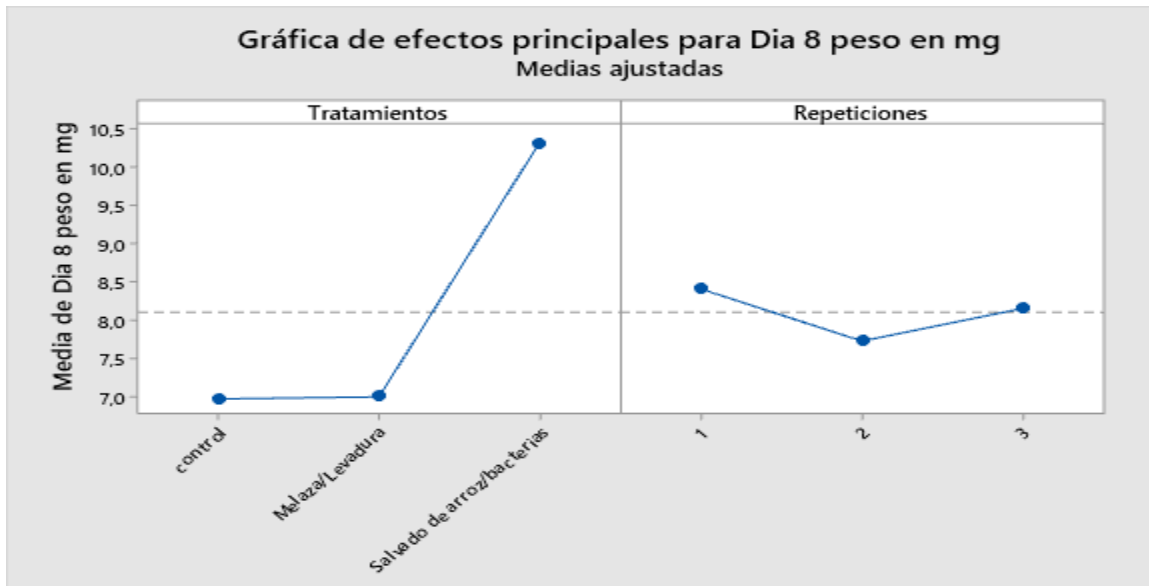
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 65. Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones

Repeticiones	N	Media	Agrupación
1	3	8,41333	A
3	3	8,16000	A
2	3	7,73333	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 20. Gráficas factoriales para Día 8 peso en mg



La gráfica de efectos principales en la Figura 20, después del análisis de datos por medio del método de Tukey y una confianza de 95%, muestran que el tratamiento de salvado de arroz/bacterias para el día 8 fue efectivo en el peso en mg para larvas de camarón, a diferencia de los tratamientos de control y melaza/levadura que no presentaron significancia estadística y en cuanto a las repeticiones se presentó una mejor respuesta en la repetición número 1 y en la repetición número 3.

3.3.5 Modelo lineal general: Día 11 peso en mg vs. Tratamientos; Repeticiones

Tabla 66. Método

Codificación de factores	(-1; 0; +1)
--------------------------	-------------

Tabla 67. Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamientos	Fijo	3	control; Melaza/Levadura; Salvado de arroz/bacterias
Repeticiones	Fijo	3	1; 2; 3

Tabla 68. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	2	21,992	10,9962	13,36	0,017
Repeticiones	2	3,602	1,8012	2,19	0,228
Error	4	3,292	0,8229		
Total	8	28,887			

Tabla 69. Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,907148	88,60%	77,21%	42,31%

Tabla 70. Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	8,713	0,302	28,82	0,000	
Tratamientos					
control	-1,057	0,428	-2,47	0,069	1,33
Melaza/Levadura	-1,153	0,428	-2,70	0,054	1,33
Repeticiones					
1	0,490	0,428	1,15	0,316	1,33
2	-0,893	0,428	-2,09	0,105	1,33

Tabla 71. Ecuación de regresión

Día 11 peso en mg	=	8,713 - 1,057 Tratamientos control - 1,153 Tratamientos Melaza/Levadura + 2,210 Tratamientos Salvado de arroz/bacterias + 0,490 Repeticiones_1 - 0,893 Repeticiones_2 + 0,403 Repeticiones_3
-------------------	---	--

Tabla 72. Comparaciones para Día 11 peso en mg

Tratamientos	N	Media	Agrupación
Salvado de arroz/bacterias	3	10,9233	A
Control	3	7,6567	B
Melaza/Levadura	3	7,5600	B

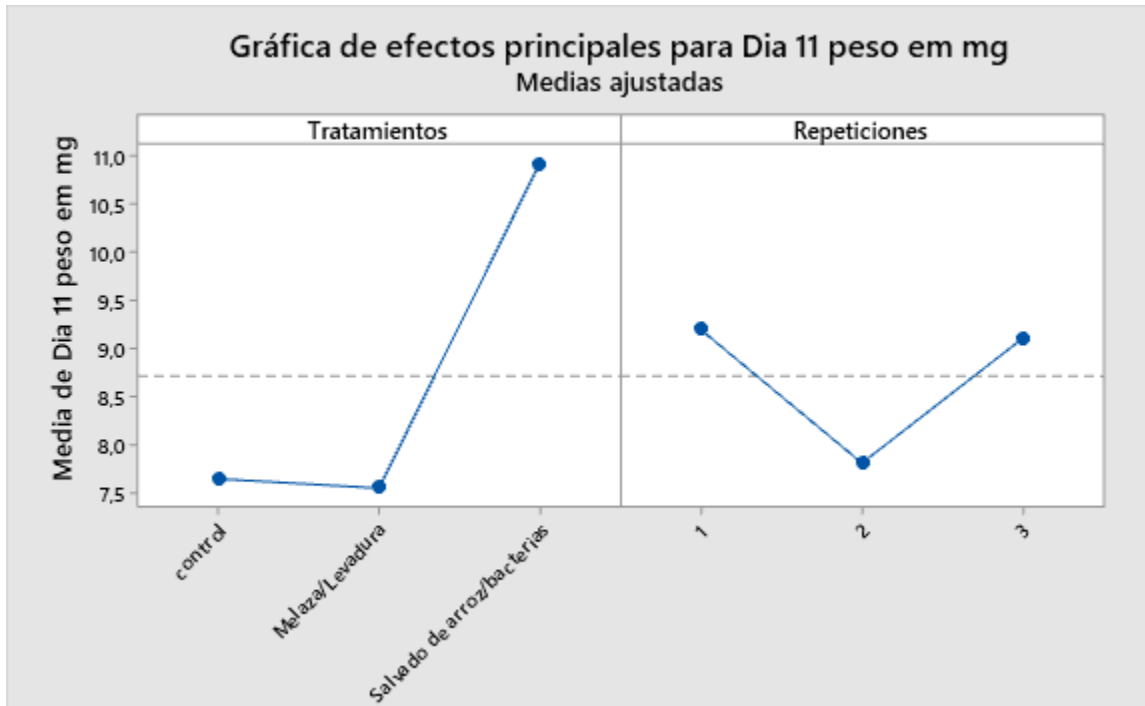
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 73. Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones

Repeticiones	N	Media	Agrupación
1	3	9,20333	A
3	3	9,11667	A
2	3	7,82000	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 21. Gráficas factoriales para Día 11 peso en mg



La gráfica de efectos principales en la Figura 21, después del análisis de datos por medio del método de Tukey y una confianza de 95%, muestran que el tratamiento de salvado de

arroz/bacterias para el día 11 fue efectivo en el peso en mg para larvas de camarón, a diferencia de los tratamientos de control y melaza/levadura que no presentaron significancia estadística y en cuanto a las repeticiones se presentó una mejor respuesta en la repetición número 1 y en la repetición número 3.

3.3.6 Modelo lineal general: Día 15 peso en mg vs. Tratamientos; Repeticiones

Tabla 74. Método

Codificación de factores	(-1; 0; +1)
--------------------------	-------------

Tabla 75. Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamientos	Fijo	3	control; Melaza/Levadura; Salvado de arroz/bacterias
Repeticiones	Fijo	3	1; 2; 3

Tabla 76. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	2	58,065	29,032	24,34	0,006
Repeticiones	2	12,603	6,301	5,28	0,075
Error	4	4,770	1,193		
Total	8	75,438			

Tabla 77. Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,09205	93,68%	87,35%	67,99%

Tabla 78. Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	11,854	0,364	32,57	0,000	
Tratamientos					
control	-1,254	0,515	-2,44	0,071	1,33
Melaza/Levadura	3,542	0,515	6,88	0,002	1,33
Repeticiones					
1	-1,601	0,515	-3,11	0,036	1,33
2	1,222	0,515	2,37	0,076	1,33

Tabla 79. Ecuación de regresión

Día 15 peso en mg	=	11,854 - 1,254 Tratamientos control + 3,542 Tratamientos Melaza/Levadura - 2,288 Tratamientos Salvado de arroz/bacterias - 1,601 Repeticiones_1 + 1,222 Repeticiones_2 + 0,379 Repeticiones_3
-------------------	---	---

Tabla 80. Comparaciones para Día 15 peso en mg

Tratamientos	N	Media	Agrupación
Melaza/Levadura	3	15,3967	A
Control	3	10,6000	B
Salvado de arroz/bacterias	3	9,5667	B

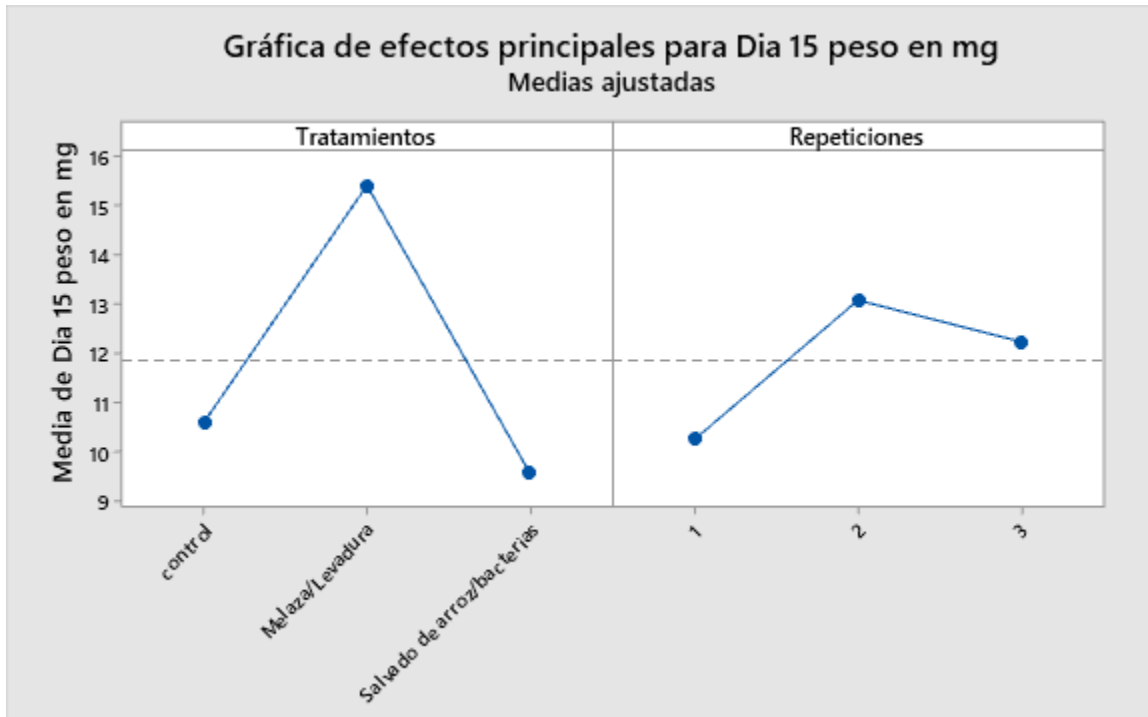
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 81. Comparaciones por parejas de Tukey: Repeticiones

Repeticiones	N	Media	Agrupación
2	3	13,0767	A
3	3	12,2333	A
1	3	10,2533	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 22. Gráficas factoriales para Día 15 peso en mg



La gráfica de efectos principales en la Figura 22, después del análisis de datos por medio del método de Tukey y una confianza de 95%, muestran que el tratamiento de melaza/levadura para el día 15 fue efectivo en el peso en mg para larvas de camarón, a diferencia de los tratamientos de control y salvado de arroz/bacterias que no presentaron significancia estadística y en cuanto a las repeticiones se presentó una mejor respuesta en la repetición número 2 y en la repetición número 3.

3.3.7 Tasas de supervivencia de las larvas de camarón en estanques que emplean dos tipos de tecnologías de Biofloc y tradicional

El control presentó una supervivencia más alta de 92.96 %, indicando que las condiciones estándar sin flóculos bacterianos fueron más seguras para las larvas, probablemente porque no hubo factores adversos asociados con los tratamientos. La

supervivencia se redujo significativamente en el tratamiento de Melaza (39,45%), lo que sugiere que la densidad de microorganismos o la calidad del agua bajo este tratamiento afectaron negativamente a las larvas. Mientras que el tratamiento de salvado de arroz tuvo la supervivencia más baja (39.45%), lo que refleja condiciones subóptimas para el desarrollo de las larvas. Estas tasas de supervivencia presentaron diferencias significativas ANOVA ($p \leq 0.05$).

Tabla 82. *Tasa de crecimiento específica para los tratamientos más control y supervivencia*

Variable	Control	Melaza	Arroz
T.C.E de Longitud	0,02	0,33	0,01
T.C.E Peso	0,12	0,08	0,10
Supervivencia	93%	39,45%	24,90%

3.3 Discusión

Se investigó la implementación de la tecnología Biofloc en cultivo de larvas de Camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), en el cual encontramos las siguientes variables físico-químicas: El oxígeno fue muy estable entre los tratamientos manteniendo un rango entre 13.05- 15 mg/litro como se muestra en la Figura 7, dentro de la maduración del agua no se observaron cambios en los niveles de oxígeno, aun teniendo un gran número de microorganismos que consumen oxígeno (Leffler, 2012); sin embargo, no bajaron los niveles de oxígeno.

En cuanto a la temperatura a lo largo del experimento se mantuvo en los 31 °C lo cual ha sido útil para el buen desarrollo bacteriano ya que los rangos sugeridos según Rodríguez-Aguilera (2010) se encuentran entre 26 °C y 30 °C.

Los valores de pH se mantuvieron en los rangos de 7.5- 8.20 ppm mientras en el estudio de Leffler (2012) son parámetros óptimos para el equilibrio del agua deben estar en 7 ppm, lo cual ayuda a la conversión de los nutrientes necesarios para la creación de flóculos bacterianos.

Los niveles de amonio que se encontraron en el tratamiento de melaza/levadura y del salvado de arroz/bacterias se mantuvieron en rangos altos superiores a 5 ppm lo cuales son niveles mortales según HANNA Instruments (2018), indicando que los niveles deben ser menores a 0.1 ppm, para una producción exitosa.

Esto se debería a que por el corto tiempo de maduración aún no se realiza la conversión de nitrificación de los niveles de amonio (Gálvez-Cantero, 2022), ya que se necesita tener la especie cultivada dentro del estanque, para que con la ayuda del material orgánico producido por las larvas (heces) y el alimento no consumido se produzca la conversión del nitrógeno amoniacal a nitrógeno benéfico gracias a los flóculos bacterianos se da origen a un aumento en la biomasa bacteriana.

Para lograr una mejor conversión y asimilación de la biomasa del Biofloc se necesita que los individuos sean de un mayor tamaño ya que por la delicadeza del estadio no soporta la gran cantidad de microorganismos en existe en el estanque y esto es evidenciado por la supervivencia adquirida en los tratamientos de los Biofloc de melaza una supervivencia de 39.45% y en el Biofloc del Salvado de arroz la supervivencia de 24.9% ,Según Manan *et al* (2023), evidencian en su estudio que obtuvieron supervivencia del 96% en camarones adultos, y del 70% en cangrejos de río adultos y en ostras *Crassostrea sp*; dando como evidencia que el cultivo en Biofloc se debe implementar a especies en etapa de mayor edad (adultos) (Sugiana *et al.* (2022).

En la presente investigación se aplicaron 3 tratamientos uno de control, melaza/levadura y salvado de arroz/bacterias frente a tres repeticiones donde se obtuvieron los siguientes resultados: El tratamiento de control para el día 1 fue efectivo presentando una mejor respuesta en la repetición número 2 a diferencia de los tratamientos de melaza/levadura y salvado de arroz/bacterias que no presentaron significancia estadística, a diferencia de tratamiento de melaza/levadura para el día 5 que fue efectivo presentando una mejor respuesta en la repetición número 1 a diferencia de los tratamientos de control y salvado de arroz/bacterias que no presentaron significancia estadística sobre la longitud en mm de los ejemplares en estudio.

El tratamiento de melaza/levadura para el día 8 fue efectivo, a diferencia de los tratamientos de control y salvado de arroz/bacterias que no presentaron significancia estadística y en cuanto a las repeticiones se presentó una mejor respuesta en la repetición número 1 en comparación con el tratamiento de melaza/levadura para el día 11 y 15 que también fueron efectivos, a diferencia de los tratamientos de control y salvado de arroz/bacterias que no presentaron significancia estadística y en cuanto a las repeticiones se presentó una mejor respuesta en la repetición número 1 y 2.

El tratamiento de melaza/levadura para el día 1 fue efectivo para peso en mg de larvas de camarón en la repetición número 1 y el tratamiento de salvado de arroz/bacterias para el día 5, 8 y 11 fueron efectivo para peso en mg en larvas de camarón, a diferencia de los tratamientos de control y melaza/levadura que no presentaron significancia estadística y en cuanto a las repeticiones se presentó una mejor respuesta en la repetición número 1, 2 y 3 y el tratamiento de melaza/levadura para el día 15 fue efectivo en el peso en mg para larvas de camarón, a diferencia de los tratamientos de control y salvado de arroz/bacterias que no presentaron significancia estadística y en cuanto a

las repeticiones se presentó una mejor respuesta en la repetición número 2 y en la repetición número 3.

3.4 Comprobación de hipótesis o contestación a las preguntas de investigación

¿Cómo influye la implementación de la tecnología Biofloc en la supervivencia de las larvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en el cantón Pedernales, provincia de Manabí?

La tecnología Biofloc influye en los parámetros físicos del agua en el cultivo, ya que por la cantidad existente de microorganismos los niveles de amonio se elevan hasta el punto de que las larvas de camarón mueran, por la conversión inexistente de nitrito lo cual llevo a la reducción de oxígeno en el octavo día del trabajo de investigación, lo cual no tuvo mayores problemas por la oxigenación del aireador, pero en los niveles de pH presento un aumento considerable de 8,27 ppm en el quinto día; lo cual evidencia las razones por la que los niveles de amonio se mantuvo en 6,67 ppm, dando como resultados la sobrevivencia en los tratamientos de la tecnología Biofloc del 39,45% en base a la siembra, mientras que en el tratamiento control arrojó una mortalidad del 93%, por estas razones se confirma la hipótesis nula.

3.4.1 Costos de implementacion de sistema Biofloc

Materiales/Equipos	Cantidad	Precio unitario	Valor Total
Tinas para estanque	1	\$200,00	\$200,00
Aireadores de estanque larvario	1	\$450,00	\$450,00
Difusores de aire	20	\$1,50	\$30,00

Válvulas reguladoras	20	\$0,50	\$10,00
Calentadores de agua de calefón (50 litros)	1	\$220,00	\$220,00
Manguera para aireación	10 metros	\$3,00	\$30,00
Larvas de camarón	1'000.000	\$0,0016	\$1600,00
Salvado de arroz	100 lb.	\$0,30	\$30,00
Melaza	15 lt	\$0,55	\$8,25
Alimento nicovita 0,3	10 kl	\$7,50	\$75,00
Levadura royal	250 gr	\$2,00	\$500,00
Bacteria comercial HGS-7	1 kg	\$27,00	\$27,00
Sueldo de la Mano de obra calificada (2 mes)	2	\$470	\$940
Consumo de energía eléctrica (kWh)	1000 kwh	\$0.09	\$90
	TOTAL		\$4210,25

Para cumplir con el objetivo de analizar la tecnología Biofloc en el cultivo larvas de camarón *Litopenaeus vannamei* con el propósito de menorar la ingesta de alimento en un 15% con relación al protocolo en un cultivo tradicional. A continuación, se presenta un desglose de los costos asociados a cada componente necesario para la generación del Biofloc:

En primer lugar, se procedió a realizar la maduración del Biofloc para lo que se gastaría \$325,00. Una vez realizado esta maduración se procede a realizar la siembra del estanque, esta maduración es fundamental para iniciar el proceso de cultivo de los flóculos.

A continuación, se utilizaron 9 recipientes de 25 litros, necesarias para los tratamientos respectivos con un costo de \$72,00. Estas bandejas fueron equipadas con 20 válvulas para

aireación, cuyo costo total fue de \$10,00, y 10 mangueras de aireación, con un costo de \$5,55, lo que permitió mantener el flujo de oxígeno adecuado para el crecimiento óptimo de los flóculos. Se necesitó 12 tarrinas de 50 ml para la realización de los fermentos en los cuales se realizaría la maduración, el cual tuvo un costo de \$3,00.

El proceso de siembra se lo realizó en el transcurso de 15 días de maduración, luego se procedió a la realizar la siembra de las larvas de camarón, para lo cual se necesitaron 1 millón, el cual tiene un costo de \$1600,00; para cual junto con la cantidad de flóculos iniciaran el proceso de nitrificación (carbono-nitrógeno).

Para asegurar el desarrollo adecuado de los Bioflocs, se utilizaron nutrientes adicionales como 10 kg de alimento balanceado de la marca Nicovita 0.3 micras, el cual es apto para la alimentación de las larvas, cuyo costo fue de \$75,00, y además de esto se controló la temperatura con el uso de calentadores eléctrico de agua el cual tuvo un costo de \$220,00, necesarios para mantener el medio de cultivo adecuado.

En el proceso de cosecha, se utilizó 1 bolso de malla de 200 micras a un costo de \$15,00, lo que facilitó la recolección de las larvas y así muestrear las larvas de camarón con la ayuda de una balanza de marca Ohaus el cual tuvo un costo de \$400,00.

El costo total de producción de los flóculos bacterianos fue de \$4210,25. Este costo abarcó todos los insumos necesarios para madurar, cultivar y analizar la implementación de la tecnología Biofloc en larvas de camarón, desde la maduración hasta la recolección final de las larvas de camarón. Estos costos son esenciales para evaluar la viabilidad económica de utilizar esta tecnología como una fuente alternativa para la alimentación en el cultivo de las larvas de camarón, comparado con las fuentes de alimento tradicionales.

El análisis de los costos de producción revela que la utilización de Bioflóculos bacterianos como alimento para larvas de camarón tiene un costo significativo en términos de materiales y equipos necesarios, pero representa una alternativa interesante en términos de sostenibilidad y nutrición para la acuicultura.

4. CONCLUSIONES

- En conclusión, el estudio demostró que la temperatura en el sistema se mantuvo constante a 31 °C a lo largo del cultivo en todos los tratamientos, proporcionando un ambiente estable para las larvas. La salinidad mostró variaciones, alcanzando un pico de 36.5 ppm en el tratamiento control y presentando un incremento similar en los tratamientos de melaza con levadura y salvado arroz con bacterias sp.
- Este nivel de salinidad, junto con un pH óptimo de alrededor de 7.82 – 7.83 ppm, resultó en condiciones favorables para la salud de las larvas. Además, los niveles de oxígeno disuelto fueron adecuados, promediando entre 13.01 g/litro y 13.99 g/litro, lo cual refleja un entorno saludable y propicio para el desarrollo de las larvas en todos los tratamientos analizados.
- Los niveles de amonio fueron más bajos en el tratamiento control, mientras que se registraron cifras más altas en los tratamientos con melaza y salvado de arroz con bacterias. El pH se mantuvo relativamente constante entre 7.5 y 8, aunque hubo un pico en 8.27 en el tratamiento de melaza con levadura, lo que requirió un recambio de agua de un 15%. Estos hallazgos resaltan la importancia del control ambiental en la cría de larvas, sugiriendo una gestión y control adecuado en cuanto al control de parámetros físico-químicos como temperatura, salinidad, pH y oxígeno no dejando de lado los parámetros

fisiológicos críticos como el amonio puede contribuir significativamente a la mejora de la salud y desarrollo de organismos acuáticos.

- La calidad del agua es un factor determinante en la productividad y salud de los cultivos acuáticos. Un manejo adecuado que incluya el monitoreo constante y la implementación de estrategias correctivas puede mejorar significativamente los resultados en sistemas acuícolas, asegurando así una producción sostenible y eficiente.
- La tasa de crecimiento en el tratamiento del salvado de arroz fue la más baja entre los tratamientos con organismos de 8 mm de longitud y 2.08 gramo de peso, esto se debe a altos volúmenes bacterianos que afectó a la salud del camarón lo cual no le permitió desarrollarse, mientras se halló una semejanza entre el tratamiento de melaza con levadura y el tratamiento control, con organismos que midieron 10 mm de longitud, no obstante en peso el tratamiento de melaza obtuvo valores superiores entre los tratamientos con organismos que pesaron 2.26 gramos.
- Los tratamientos aplicados: control, melaza/levadura y salvado de arroz/bacterias frente a tres repeticiones presentaron los siguientes resultados: El tratamiento de control para el día 1 fue efectivo presentando una mejor respuesta en la repetición número 2, el tratamiento de melaza/levadura en los días 5,8,11 y 18 fueron efectivos presentando una mejor respuesta en la repetición número 1 y 2.
- La sobrevivencia de las larvas se encontró en el tratamiento control con un 93% esto se debe a que se realizaron recambios de agua y protocolos que se realizan en cultivos tradicionales, que ayudan a mantener los parámetros físicos adecuados, en comparación con el tratamiento de salvado de arroz que se obtuvo la tasa más baja del 25%.

- El tratamiento de melaza/levadura para el día 1 fue efectivo para peso en mg de larvas de camarón en la repetición número 1 y el tratamiento de salvado de arroz/bacterias para el día 5, 8 y 11 fueron efectivo para peso en mg en larvas de camarón en la repetición número 1, 2 y 3 y el tratamiento de melaza/levadura para el día 15 fue efectivo en el peso en mg para larvas de camarón en la repetición número 2 y en la repetición número 3.

5. RECOMENDACIONES

- El cultivo de camarón (*l. vannamei*) está dentro de las actividades que mayores ingresos generan, por lo que su producción debe ser eficiente, por este motivo dentro del proyecto de investigación, se observó que la tecnología Biofloc podría ser una innovación viable para el cultivo en esta especie, por lo cual se recomienda la implementacion de este sistema.
- Los parámetros físico-químicos son la base fundamental al aplicar este tipo de sistemas, por lo que se propone investigar a mayor profundidad con un enfoque en el control de la concentración de microorganismos, turbidez, oxígeno, pH, suplementación con fuentes de carbono, salinidad, ya que en esta etapa larvaria los individuos necesitan tener la menor concentración de turbidez posible, para su óptimo desarrollo, de forma que se disminuye la posible presencia de enfermedades en estas etapas y así los costos de producción para los productores son menores.
- Una vez controlado los parámetro se podría realizar estudios que comprueben si al nivelar la turbidez lo que conlleva a controlar el nivel amoniacal se podría beneficiar las ventajas que otorgan los bioflóculos en las larvas de camarón (*l. vannamei*), realizando estudios de campo, donde se incremente las dosis de salvado de

arroz/bacterias para medir el efecto de estos elementos sobre el crecimiento longitudinal de los ejemplares de (*L. vannamei*)

6. BIBLIOGRAFÍA.

Acaro, O. (2023). *Sector Acuicultura y Pesca de Camarón*. Sectorial Ecuador. Pacific Credit Rating (PCR). Obtenido de:

https://informes.ratingspcr.com/Files/notas/ecuador/1683042705/ec-sectorial_acuicultura_y_pesca_de_camaron_202302.pdf

Alonso, R. (2004). *CESASIN*. Obtenido de Instituto de Ciencias del Mar y Limnología: <chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.cesasin.com.mx/Fitoplancton%20y%20camaronicultura.pdf>

Anaya Rosas, R. E. (2005). *CULTIVO DE CAMARÓN BLANCO, Litopenaeus vannamei, Boone (1931), EN SISTEMA CERRADO A ALTA DENSIDAD. CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA*, 45. Obtenido de https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/1144/1/16_7251.pdf

Balvona, (2014). pH en estanques de camarón. ADM Balanceados Nova. <https://www.balnova.com/ph-en-estanques-de-camaron>

Bioaquafloc, (2020). Biofloc: agua verde y acuicultura Simbiótica. Bioaquafloc. www.bioaquafloc.com

Cárcamo Blanco, R. J., & Vallecillo, M. M. (2011). *Comparación de dos condiciones del manejo del parámetro físico del agua (temperatura alta con retención de calor y con temperatura ambiente) sobre los parámetros poblacionales de camarón Litopenaeus vannamei en etapa*

de postlarva. UNANLEON. Obtenido de
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5409/1/222954.pdf>.

Corporación Financiera Nacional, (2024). Ficha sectorial de exportación, explotación de criaderos de camarón. Obtenido de: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2024/07/Ficha-Sectorial-Camar%C2%A2n.pdf>

Cottier-Cook, E. J., Bentley-Abbot, J., Cottier, F., Minchin, D., Olenin, S., & Renaud, P. E. (2023). Horizon scanning of potential threats to high-Arctic biodiversity, human health and the economy from marine invasive alien species: A Svalbard case study. In **Global Change Biology** (Vols. 30). Global Change Biology. <https://doi.org/10.1111/gcb.17009>

Da Silva, A. (2018 enero 04). *Tecnología Biofloc y acuimimetismo como alternativas para una acuicultura sostenible*. Panorama Acuícola. Obtenido de <https://panoramaacuicola.com/2018/01/04/tecnologiabiofloc-y-acuimimetismo-como-alternativas-para-una-acuiculturasustentable>.

Díaz Chacho, Á. C. (2020). *Dosificación del aditivo nufoaqua grow plus en Litopenaeus vannamei para contrarrestar el estrés y aumentar el crecimiento en camarones en cautiverio ubicado en la camaronera “Coopas”, cantón Arenillas, provincia de El Oro*. UNAN LEON. Obtenido de <http://201.159.223.180/handle/3317/15196>

Erick, Ochieng, Ogello., Nicholas, Outa., Kevin, O., Obiero., Domitila, N, Kyule., Jonathan, Mbonge, Munguti. (2021). Las perspectivas de la tecnología biofloc (BFT) para el desarrollo sostenible de la acuicultura. 14 doi: 10.1016/J.SCIAF.2021.E01053

FAO. (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. La sostenibilidad en acción*, 243. Obtenido de <https://www.fao.org/3/ca9229es/ca9229es.pdf>

- Furhman, J. (1992). Funciones del bacterioplancton en el ciclo de la materia orgánica: la red alimentaria microbiana. En: Falkowski, PG, Woodhead, AD, Vivirito, K. (eds) Productividad primaria y ciclos biogeoquímicos en el mar. Environmental Science Research, vol. 43. Springer, Boston, MA. Obtenido de: https://doi.org/10.1007/978-1-4899-0762-2_20
- Gálvez-Cantero, L., Julián-Ricardo, M. C., Ramos-Sánchez, L. B., Gálvez Cantero, L., JuliánRicardo, M. C., & Ramos-Sánchez, L. B. (2022). *EL BIOFLOC EN LA ACUICULTURA. Centro Azúcar, 49(2)*, 136-146.
- García-Astillero, A., (2024). *Contaminación marina: causas y consecuencias*. Ecología Verde. Obtenido de: <https://www.ecologiaverde.com/contaminacion-marina-causas-y-consecuencias-1518.html>.
- Gonzabay-Crespín, Á., Vite-Cevallos H., Garzón-Montealegre V., Quizhpe-Cordero P. (2021). Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para su exportación a la Unión Europea en el periodo 2015-2020. Universidad Técnica de Machala. Obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8094522.pdf>
- Granoble Changay, P., Ávila Vásquez, M. B., & Conforme Soledispa, J. (2021). *Comportamiento del sector camaronero como determinante en la generación de empleo en el Cantón Jama*. Revista científica profesional Polo del Conocimiento, 1897-1914. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8094608>
- Hanna Instruments. (2018). *Calidad de agua en el cultivo de camarones: CAMARONICULTURA*. Hanna Colombia. Obtenido de <https://www.hannacolombia.com/aqua/blog/item/calidad-de-agua-en-elcultivo-de-camarones-camaronicultura>

Hidayah, Manan., Nor, Azman, Kasan., Mhd, Ikhwanuddun., Amyra, Suryatie, Kamaruzzan., Mohamad, Jalilah., Fazlan, Fauzan., Ashraf, Suloma., Adnan, Amin-Safwan. (2023). Tecnología biofloc para mejorar la producción acuícola de mariscos: una revisión. *Anales de ciencia animal*, O doi: 10.2478/aoas-2023-0093.

Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentable. (2018). *Acuicultura Camarón blanco del Pacífico*. Gobierno de México. Obtenido de: <https://www.gob.mx/imipas/acciones-y-programas/acuicultura-camaron-blanco-del-pacifico>.

Leffler and Avnimelech, Browdy, Ray, (2012). *Biofloc- based aquaculture system*. Aquaculture production systems Tidwell. New Delhi, India, Wiley-Blackwell.1

Leite, Jordana Sampaio, Melo, Caio Servulo Batista, & Nunes, Alberto Jorge Pinto. (2020). Utilization of rice byproducts as carbon sources in high-density culture of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 49, e20190039. Epub April 03, 2020. <https://doi.org/10.37496/rbz4920190039>
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982020000100202&lng=en&nrm=iso

Loaiza - Guillen P., Ordoñez-Jumbo L., Galarza-Mora Wilmer Ing. M.Sc. (2023). Evaluación del crecimiento y supervivencia de camarón blanco cultivados a diferentes salinidades y densidades de siembra. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA. Obtenido de: <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.2176-2208>

Lorenzo. J., Franco D., (2018). Principales grupos de microorganismos de relevancia para la seguridad y estabilidad de los alimentos. *Tecnologías innovadoras para la conservación de*

alimentos. Enciclopedia de Ciencias lácteas. Obtenido de: https://www-sciencedirect-com.translate.goog/topics/agricultural-and-biological-sciences/lactobacillus-plantarum?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=Lactobacillus%20plantarum%20is%20a%20widespread,very%20flexible%20and%20versatile%20species.

Lujan M. (2020). Uso de subproductos de arroz como fuentes de carbono en el cultivo de camarones de Biofloc. "AQUAHOY" Revista Digital en Acuicultura. Obtenido de: <https://aquahoy.com/subproductos-arroz-fuentes-carbono-cultivo-camarones-biofloc>

MANUAL PARA LA CRIA DE CAMARONES PENEIDOS. (s. f.). Recuperado 15 de septiembre de 2023, de <https://www.fao.org/3/AB466S/AB466S04.htm>

Merino, M. C., Bonilla, S. P., & Bagues, F. (2013). *Diagnóstico del estado de acuicultura en Colombia. Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia*, 23-54. Obtenido de: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36592/Ver_Documento_36592.pdf?sequence=4.

Ministerio de Producción, Comercio Exterior, inversiones y Pesca, (2022). Reglamento General a la Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca. Presidencia de la República del Ecuador. Obtenido de: <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/03/Decreto-Ejecutivo-No.-362-Reglamento-General-a-la-Ley-Organica-para-el-Desarrollo-de-la-Acuicultura-y-Pesca.pdf>

Miranda I., Valles J., Sánchez R. y Álvarez Z. (2010). Cultivo del camarón Marino *Litopenaeus vannamei* (Bonne, 1931) en agua dulce. Centro de Investigaciones Marinas. Departamento de Producción Animal, Programa de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional

Experimental Francisco De Miranda. Coro, Venezuela. Obtenido de:
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000400002&lng=es&tlng=es.

Mis peces. (2024, noviembre 5). *Sistemas de Biofloc como tecnología para condiciones de bajo acceso al uso de agua*. El portal de la acuicultura.
<https://www.mispeces.com/reportajes/Sistemas-biofloc-como-tecnologia-innovadora-para-condiciones-de-bajo-acceso-al-uso-del-agua>

Moreno, F. (2010). *Industria del camarón: su responsabilidad en la desaparición de los manglares y la contaminación acuática*. REDVET Revista electrónica Veterinaria, 1-20.

Nadia, N. (2021). A Review on Role of Aquatic Organisms As Bioindicator on Aquatic Ecosystem Due To Lead(Pb) And Cadmium(Cd) Pollution.
<https://www.semanticscholar.org/paper/05612aa1ffffd5a0f9e88d493f4610f5dac286fc>

Nasrullah, ., Ansari, A. H., & Nelaniken, A. P. (2021). *THE LEGAL PROTECTION OF MARINE ECOSYSTEM FROM CIGARETTE BUTTS POLLUTION IN INDONESIA*.
<https://doi.org/10.31436/iiumlj.v29i1.558>

Neira, F. (2022). Análisis comparativo entre un monocultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*), y un policultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y tilapia roja (*Oreochromis sp*). Universidad Estatal península de santa elena. Obtenido de:
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8126/1/UPSE-TBM-2022-0014.pdf>

Nicovita, (2021). 9 consejos para un cultivo exitoso en época de frío. VITAPRO.
<https://nicovita.com/noticias/9-consejos-para-un-cultivo-exitoso-en-epoca-de->

Bilal, Raza., Zhongming, Zheng., Wen, Yang. (2024). Una revisión sobre la tecnología, la historia, los tipos y las futuras percepciones económicas del sistema Biofloc en la acuicultura. *Animales*, doi: 10.3390/ani14101489.

Ríos H. (2022). *Importancia del sector acuícola en el desarrollo económico en el Ecuador durante la última década*. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala. Obtenido de: <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18532/1/ECUACA-2022-EA-DE00016.pdf>

Roda, I. (2022, junio 17). *Las exportaciones mundiales de camarones superan los 20 mil millones de dólares. China sigue siendo el mercado objetivo más grande de Ecuador*. RODA INTERNACIONAL <https://rodaint.com/es/vannamei-tips/las-exportaciones-mundiales-decamarones-superan-los-20-mil-millones-de-dolares-china-sigue-siendoel-mercado-objetivo-mas-grande-de-ecuador>.

Rodríguez- Aguilera, A.; García-Araya, A. Efecto de la Temperatura sobre el Crecimiento y Supervivencia del Camarón de Río Del Sur (*Samastacus spinifrons, Phillipii:1992*) en su etapa Joven. *AquaTIC*, núm. 32, 2010; pp. 7-21. Universidad de Zaragoza, España.

Rodríguez, A. (2020, octubre 29). *Sinergia del productor para la exportación del camarón como una estrategia de desarrollo rural en Manabí, Ecuador*. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1862/html#:~:text=Los%20datos%20mensuales%20de%20exportaci%C3%B3n,la%20producci%C3%B3n%20nacional%20acorde%20reportes>.

Santdev E-commerce, (2022). *¿Qué es SSP? Sustainable Shrimp Partner shrimp*. <https://sustainableshrimppartnership.org/es>

Saud, J. C. (24 de 08 de 2022). *PUCE*. Obtenido de <https://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/3128>.

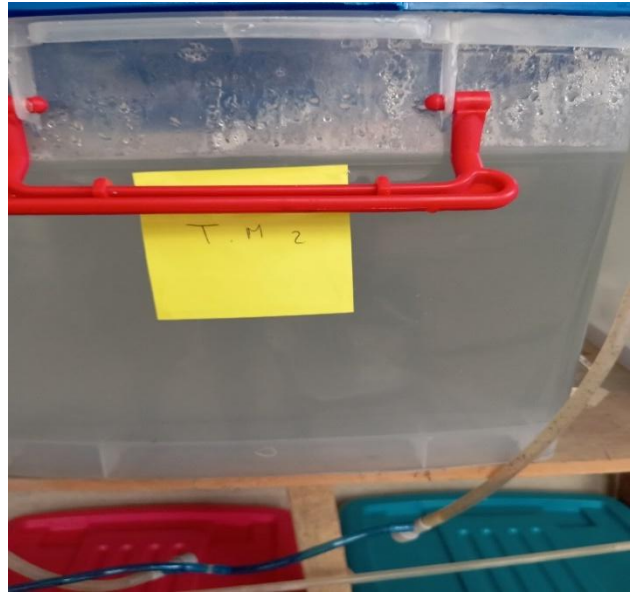
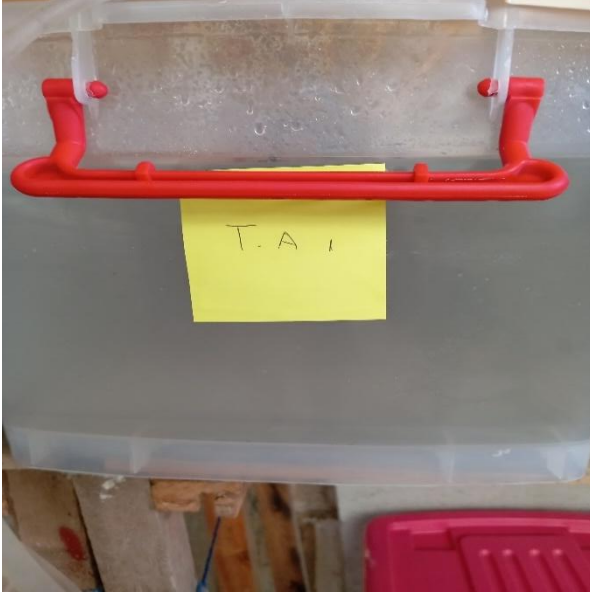
Severiche-Sierra, C., Valest-Bustillo, M. K., Jaimes-Morales, J., Bedoya-Marrugo, E., & Cruz, R. (2017). Environmental impact assessment at a Colombian Caribbean wastewater treatment plant. In *Contemporary engineering sciences** (Vols. 10, pp. 1343-1350). *Contemporary engineering sciences*. <https://doi.org/10.12988/CES.2017.710134>.

Gusti, Ngurah, Sugiana., Wayan, Arya., Dewa, Nyoman, Sadguna. (2022). Perseptiva de desarrollo del negocio del cultivo de semillas de tilapia con sistema de biofloc. *Revista internacional de ciencias sociales, economía educativa, investigación agrícola y tecnología (IJSET)*, doi: 10.54443/ijset.v1i10.55.

Zúñiga-Bohórquez, Adrián & Maza-Fajardo, Elvis & Romero-Black, Wilton & Ollague-Valarezo, José. (2022). *Diagnóstico productivo y comercial del camarón con valor agregado de la provincia de El Oro*. 593 Digital Publisher CEIT. 7. 510-520. 10.33386/593dp.2022.4-1.1267.

7. ANEXOS

Anexos 1. Estanque de tratamiento de control (izquierda) y estanque de tratamiento de melaza con levadura (derecha)



Anexos 2. Estanque tratamiento control 2 (izquierda) y estanque de tratamiento melaza con levadura (derecha)



Anexos 3. Equipo de oxigenación eléctrico y chequeador por colorimetría



Anexos 4. Calentador de agua por resistencia y levadura utilizada para la formación de Biofloc



Anexos 5. Fermentación para formulación de Biofloc, tratamiento de melaza con levadura



Anexos 6. Fermentación para formación de Biofloc. tratamiento de salvado de arroz con bacterias sp



Anexos 7. Pesado de las larvas para la siembra en los respectivos tratamientos



Anexos 8. Primer día de siembra



Anexos 9. Medición de los parámetros por colorimetría.



Anexos 10. Larvas muertas encontradas en los tratamientos

