



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

SEDE
ESMERALDAS

ESCUELA GESTION AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

Título
**Calidad del agua en cultivo simbiótico de larvas de
camarón**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN
AMBIENTAL**

AUTOR

JEAN CARLO SAUD VITERI

ASESOR

MGT. EDUARDO REBOLLEDO MONSALVE

ESMERALDAS, JULIO – 2022

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCE – Esmeraldas previo a la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental.

Presidente Tribunal de Graduación

PhD. Pedro Jiménez Prado

Lector 1

PhD. Jorge Velasco Vargas

Lector 2

Mgt. Karla Solís Charcopa

Coordinadora de la carrera de Gestión Ambiental

Mgt. Eduardo Rebolledo Monsalve

Director de Tesis

Esmeraldas, 27 de Julio de 2022

AUTORÍA

Yo Jean Carlo Saud Viteri, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCE-Esmeraldas.

Jean Carlo Saud Viteri

C.I.: 092119621 - 8

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres Shaneprol Alexandra Viteri y Héctor Echeverría Tello por haberme brindado su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, ya que sin ellos el trayecto recorrido hasta ahora hubiese sido prácticamente imposible.

Agradezco de todo corazón a mi tía Pamela Saud y mi tía Zina Saud por su apoyo incondicional.

De igual forma quiero manifestar mis consideraciones hacia todos los docentes que he tenido a lo largo de mi carrera, los cuales han sabido transmitir su conocimiento y valores de la mejor manera.

A mi tutor, Eduardo Rebolledo Monsalve, por su constante guía en este proceso, por la paciencia y considerable orientación para la mejora continua de mi trabajo de investigación.

DEDICATORIA

Primero quiero agradecer a mis queridos padres, Shane Viteri y Héctor Echeverria por el apoyo en todo momento para poder culminar esta meta propuesta para mi beneficio y el de mi familia.

A mis hermanas Dara Saud y Samira Echeverria quienes han sido parte importante de mi vida.

A mi tía Zina Saud y mi tía Pamela Saud por su apoyo incondicional.

A Eduardo Rebolledo por su apoyo y guía que en muchas ocasiones evitaron que me perdiera en el camino.

A Doña Emérita quien me brindo los recursos y me enseñó como es la vida de un acuicultor.

Jean Carlo Saud Viteri

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCION	10
Presentación del tema de investigación	10
Planteamiento del problema	11
Justificación	12
Objetivos	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos	13
MARCO TEORICO.....	14
Bases Teóricas y Científicas	14
Acuicultura.....	14
Análisis de calidad de agua	14
Estado químico y ecológico del agua.	15
Parámetros de calidad de agua para la producción de camarones.....	15
Sistemas heterotróficos	16
Biofloculos	16
Tecnología Simbiótica.....	16
Producción de camarón	17
ANTECEDENTES.....	18
Marco legal	20
METODOLOGIA	25
Diseño Experimental	25
Preparación inicial de peceras.	27
Agua empleada en la experiencia.	27
Preparación de biofermento simbiótico	28
Siembra de larvas	30
Registro de parámetros de calidad de agua.....	30
Evaluación del crecimiento de camarones	31
Análisis estadístico.....	31
Resultados.....	33

Registro de parámetros de calidad del agua bajo 3 condiciones diferentes de cultivo larval de camarones a pequeña escala.	33
pH. 33	
Oxígeno Disuelto.	34
Temperatura °C.	35
Fosfato.	36
Nitrato.	37
Amonio.	38
Nitrito. 39	
Evaluar el desarrollo y la producción de camarones cultivados bajo 3 diferentes tratamientos. ...	39
Supervivencia de larvas al final de la experiencia.	40
Masa húmeda (gr).	41
Masa seca (gr)	42
Masa individual (gr).	43
Factor de conversión alimenticia.	44
Tabla sintética de datos.	44
DISCUSIÓN	45
Conclusiones	48
Recomendaciones.....	48
ANEXOS	49
BIBLIOGRAFÍA	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros óptimos de calidad de agua en cultivo de camarón <i>P. vannamei</i>	15
Tabla 2. Cambios en la clasificación de los principales proveedores de los productos del mar de China en los últimos años.....	19
Tabla 3. Descriptivos del diseño experimental.	25
Tabla 4. FCA presente en cada tratamiento y en control.	44

Tabla 5. Datos presentes de todos los resultados de los parámetros de calidad de agua en un cultivo de *P. vannamei* en 2 tratamientos (levadura – bacteria) y control con 3 pseudoreplicas.44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de exportaciones de camarón ecuatoriano 2010 – 2021. **Fuente:** CNA, 2022.18

Figura 2. pH durante el periodo de estudio presente en un cultivo de *P. vannamei* con 3 pseudoreplicas 1= Control, 2=Levadura, 3= Bacterias. Línea de tendencia.33

Figura 3. Niveles de oxígeno disuelto durante el periodo de estudio presente en un cultivo de *P. vannamei* con 3 pseudoreplicas 1= Control, 2=Levadura, 3= Bacterias. Línea de tendencia.34

Figura 4. Temperatura durante el periodo de estudio presente en un cultivo de *P. vannamei* con 3 pseudoreplicas 1= Control, 2=Levadura, 3= Bacterias. Línea de tendencia.35

Figura 5. Fosfato presente en un cultivo de *P. vannamei* con 2 tratamientos (levadura y bacteria) y un control con 3 pseudoreplicas en la experiencia. Promedios.36

Figura 6. Nitrato presente en un cultivo de *P. vannamei* con 2 tratamientos (levadura y bacteria) y un control con 3 pseudoreplicas. Promedios.37

Figura 7. Amonio presente en un cultivo de *P. vannamei* con 2 tratamientos (levadura y bacteria) y un control con 3 pseudoreplicas. Promedios.38

Figura 8. Nitrito presente en un cultivo de *P. vannamei* con 2 tratamientos (levadura y bacteria) y un control con 3 pseudoreplicas. Promedios.39

Figura 9. Valores de supervivencia al final del estudio 1= Control, 2=Levadura, 3= Bacterias presente en un cultivo de *P. vannamei* con 3 pseudoreplicas. Media \pm desviación estándar.40

Figura 10. Masa húmeda total durante el periodo de estudio 1= Control, 2=Levadura, 3= Bacterias presente en un cultivo de *P. vannamei* con 3 pseudoreplicas. Media \pm desviación estándar.

41

Figura 11. Masa seca total durante el periodo de estudio 1= Control, 2=Levadura, 3= Bacterias presente en un cultivo de *P. vannamei* con 3 pseudoreplicas. Media \pm desviación estándar.42

Figura 12. Masa individual de camarones durante el periodo de estudio, 1= Control, 2=Levadura, 3= Bacterias presente en un cultivo de *P. vannamei* con 3 pseudoreplicas. Media \pm desviación estándar. 43

RESUMEN

El Ecuador es el primer exportador mundial de camarones producidos en aguas salobres, con más de 3000 fincas de cultivo que totalizan 215.421 ha. La provincia de Esmeraldas con 14.609 ha representa el 7% de la producción natural que se concentra en el cantón Muisne, donde impera la producción empírica con manejos inadecuados que han causado detrimento ambiental asociado a un mal manejo de la calidad del agua en el cultivo.

Se evaluó los efectos de la tecnología simbiótica en la calidad del agua ensayando un cultivo de escala reducida de larvas de camarón *Penaeus vannamei* en 9 peceras de vidrio con 100 L durante 38 días. A estas se adicionaron 350 ± 35 Larvas/pecera en 3 tratamientos y 3 pseudoreplicas: Control (Agua marina más larvas y alimento tradicional), Tratamiento 1 (agua marina más biofermento de levadura y alimentación tradicional) y Tratamiento 2 (agua marina más biofermento de bacterias comerciales y alimentación tradicional).

Se registraron los parámetros de calidad de agua: pH, temperatura °C y oxígeno disuelto dos veces al día y cada 15 días se evaluó el contenido de amonio, nitrito, nitrato y fosfato y se contabilizaron y pesaron los individuos al final de la experiencia.

La tecnología simbiótica en ambos tratamientos mejoró la calidad del agua, aumentando el desarrollo y la supervivencia de larvas de camarones, lográndose una masa individual media de $0,115 \pm 0,080$ gr/larva en el tratamiento Bacteria, $0,099 \pm 0,074$ gr con el tratamiento Levadura y finalmente los controles con $0,072 \pm 0,063$ gr. La supervivencia presente al finalizar la experiencia fue de 33% en control, en el tratamiento de levadura de 79% y en el tratamiento de bacteria 63%.

Los parámetros de calidad de agua de los 3 tratamientos se mantuvieron dentro de rangos óptimo, salvo por el nivel de oxígeno disuelto que fue inferior a 5 mg/l al final de la experiencia.

Palabras clave: Biofloc, calidad de agua, larvicultura de camarones

ABSTRACT

Ecuador is the world's leading exporter of shrimp produced in brackish waters, with more than 3,000 farms totaling 215,421 ha. The province of Esmeraldas with 14,609 ha represents 7% of the natural production that is concentrated in the Muisne canton, where empirical production prevails with inadequate management that has caused environmental detriment associated with poor management of water quality in the crop.

The effects of symbiotic technology on water quality were evaluated by testing a reduced-scale culture of *Penaeus vannamei* shrimp larvae in 9 100-L glass tanks for 38 days. To these, 350 ± 35 larvae/tank were added in 3 treatments and 3 pseudoreplicates: Control (seawater plus larvae and traditional feed), Treatment 1 (seawater plus yeast bioferment and traditional feed) and Treatment 2 (seawater plus yeast bioferment). commercial bacteria and traditional food).

The water quality parameters were recorded: pH, temperature °C and dissolved oxygen twice a day and every 15 days the content of ammonium, nitrite, nitrate and phosphate was evaluated and the individuals were counted and weighed at the end of the experience.

The symbiotic technology in both treatments improved water quality, increasing the development and survival of shrimp larvae, achieving an average individual mass of 0.115 ± 0.080 gr/larva in the Bacteria treatment, 0.099 ± 0.074 gr with the Yeast treatment and finally the controls with 0.072 ± 0.063 gr. Survival present at the end of the experience was 33% in control, 79% in the yeast treatment and 63% in the bacterial treatment.

The water quality parameters of the 3 treatments remained within optimal ranges, except for the level of dissolved oxygen, which was less than 5 mg/l at the end of the experiment.

Keywords: Biofloc, water quality, shrimp larviculture

INTRODUCCION

Presentación del tema de investigación

Durante los últimos 20 años la producción de alimentos derivados de recursos marinos a aumentado, lo que ha llevado a la acuicultura a ser una de las fuentes de producción de alimentos más eficientes del mundo (Pham & al, 2020). La acuicultura es una actividad de gran importancia en la economía del Ecuador, pero al mismo tiempo que proveen de grandes beneficios también causan graves problemas al ambiente (Huu & al, 2016). Siendo *P. vannamei* la única especie utilizada en cultivos por poseer una alta tasa de crecimiento, sembrándose densidades de hasta 25 larvas de camarón por m², tolerando un amplio rango de salinidad de 0,5 hasta 45 ppt, siendo los valores recomendados entre 20 – 25 ppt (Romero & Ordoñez, 2015).

La cría de camarones para propósitos comerciales comenzó en la década de los 70, y experimentó un rápido crecimiento, particularmente para satisfacer las demandas del mercado de Estados Unidos, Japón y Europa Occidental (Lucas & Parrales, 2019).

En el Ecuador dio inició la actividad camaronera a finales de la década de los sesenta, convirtiendo al Ecuador en el año de 1987, en el número 1 en exportaciones de camarón en el mundo, sin embargo, estas actividades tuvieron tanto éxito a expensas de los daños ocasionados al medio ambiente, en especial en los bosques de manglar. La camaronicultura es de las actividades más productivas y con mayor crecimiento dentro de la acuicultura.

Los problemas asociados a la calidad del agua en la acuicultura se deben a la elevada carga orgánica y las altas concentraciones de nutrientes, las cuales son resultado de inadecuadas prácticas de manejo (sobre todo alimentación y fertilización) de los sistemas de cultivo (Barraza, y otros, 2014).

De acuerdo con el Dr. David Kawahigashi, (Kawahigashi, 2018) los impactos negativos que acompañan el cultivo de camaroneras pueden disminuir si se emplean tecnologías simbióticas en la producción camaronera. Los beneficios de la tecnología simbiótica aumentan la eficacia de la producción acuícola mediante la reducción de costos alimenticios, la reducción de enfermedades, la minimización del recambio de agua y la no adición de productos químicos, aspectos que disminuyen impactos hacia el medio ambiente (Bioaquafloc, 2019).

Los problemas en la calidad de agua en el cultivo de camarón son originados principalmente por el uso de químicos para tratar plagas y enfermedades que no afectan tanto al camarón como los daños que le ocasionan al medio ambiente, también el exceso de alimento puede llevar a un decaimiento de oxígeno disuelto siendo de 0 a 3 mg/L perjudicial para la salud del camarón disminuyendo su velocidad de crecimiento y el estrés ocasionado puede generar que el camarón se enferme y muera. Una de las alternativas para mejorar los problemas asociados a la calidad del agua que existen en la acuicultura, se pueden encontrar en el tratamiento del agua mediante la implementación de la tecnología simbiótica (Hinostroza, 2020).

El presente estudio persigue evaluar los cambios en la calidad del agua empleada en un cultivo a escala reducida, tomando en cuenta los factores fisicoquímicos en el proceso de cultivo que implementan tecnología simbiótica en el desarrollo de larvas de camarones en peceras.

Planteamiento del problema

La mayoría de los cultivos de camarón extraen y descargan sus aguas en ecosistemas costeros en el proceso de recambio de agua de los estanques y en la cosecha final. Los principales contaminantes de las granjas camaroneras son la materia orgánica, el consumo de agua ocupado en cada recambio, nitrógeno, fosforo y solidos suspendidos, que perjudican el estado del agua (Barraza-Guardado, 2013).

La calidad del agua es el factor más importante en la producción camaronera y en la acuicultura, influye directamente en la salud del camarón, en su velocidad de crecimiento y su calidad como producto final. Un inadecuado manejo de la calidad del agua puede generar en los camarones enfermedades, incrementar la mortalidad y causar problemas en el crecimiento.

Por lo ya mencionado, el presente trabajo de investigación se plantea el siguiente cuestionamiento: **¿La tecnología simbiótica sirve como técnica para mejorar la calidad del agua en cultivos de larvas de camarones?**

JUSTIFICACIÓN

Debido a que la actividad camaronera genera grandes impactos en el medio ambiente al realizar constantemente recambios de agua en los cultivos, llevando grandes cantidades de cargas orgánicas y químicos al efluente, por ello se buscan formas de remediar estos impactos, ya que el agua es de gran valor en todo el mundo y su escasez y calidad son una problemática en la producción de alimentos, salud, estabilidad política y social en todo el mundo (Secretaría de economía DGM, 2001).

Al ser una importante fuente de producción de alimentos a nivel mundial, la acuicultura se ve obligada a cambiar sus técnicas de manejo por nuevos métodos que sean más amigables con el medio ambiente, los cuales cuenten con un mínimo o cero recambios de agua, con el fin de mitigar el impacto ambiental y mejorar la producción.

En la provincia de Esmeraldas no se han realizado estudios que pongan a prueba sistemas simbióticos y su incidencia en la calidad del agua empleando registros sistemáticos, siendo esta investigación la primera de este tipo para la provincia. Este estudio sería un aporte en esta temática.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar la calidad del agua empleada en la producción simbiótica de camarones a pequeña escala.

Objetivos específicos

- Registrar parámetros de calidad del agua bajo 3 condiciones diferentes de cultivo larval de camarones, a pequeña escala.
- Evaluar el desarrollo y la producción de larvas de camarones cultivados bajo 3 diferentes tratamientos.

MARCO TEORICO

BASES TEÓRICAS Y CIENTÍFICAS

Acuicultura

El concepto de acuicultura hace referencia a un conjunto de técnicas utilizadas en el cultivo de especies acuáticas, tanto animales como vegetales. Estos son los procesos que permiten el cultivo de organismos acuáticos para diversos fines.

La acuicultura, especialmente la cría de camarones es una fuente importante de empleo y divisas para el país. Según fuentes de la Cámara Nacional de Acuicultura de Ecuador, las exportaciones de camarón de Ecuador alcanzaron su punto máximo en 1998 cuando exportó 11.400 toneladas, recaudando \$ 875 millones. Los principales avances en la acuicultura se basan en los avances científicos realizados en los últimos 50 años. El resultado ha sido un crecimiento sin precedentes, y la acuicultura ahora proporciona más de la mitad de los peces del mundo para el consumo humano (FAO, 2022).

Análisis de calidad de agua

La calidad del agua es una variable descriptiva esencial del medio acuático, desde el punto de vista de sus características ecológicas y desde el punto de vista de la planificación y gestión hidrológica, ya que determina la capacidad del agua para mantener los ecosistemas y satisfacer diferentes necesidades.

Son análisis que se llevan a cabo en una determinada fuente de agua que se desea observar, para determinar la calidad del agua se guiara con la ayuda de los indicadores físicos, químicos y biológicos, como serían el sustrato, hábitats acuáticos, temperatura, el oxígeno y el pH (Arango, Álvarez, Arango, Torres, & Monsalve, 2008). Dentro de la calidad de agua el parámetro más importante en acuicultura es el oxígeno disuelto ya que este limita el crecimiento y supervivencia de los organismos. Históricamente para mantener buenas condiciones de calidad de agua se han utilizado altas tasas de recambio de agua, lo que afecta al medio ambiente (Hernández Gurrola, 2016).

Las opciones para analizar la calidad de agua, históricamente hablando antes dependían de laboratorios especializados. Sin embargo, en la actualidad hay una amplia gama de variables o kits que son eficientes y de calidad que le permiten a uno mismo realizar el análisis. Las

principales variables que se tienen que monitorear en los cultivos de camarón son: el oxígeno disuelto, el pH y la temperatura; los análisis de amonio, nitrito, nitrato y salinidad (CAWST, 2013).

Estado químico y ecológico del agua.

La Unión Europea establece ciertos cumplimientos que determinan el estado ecológico, el estado químico y el estado cuantitativo del agua.

El estado ecológico hace referencia a la abundancia de flora y fauna acuática, los nutrientes que esta posee y aspectos como la salinidad, temperatura y contaminantes químicos. El estado ecológico se clasifica en 5 categorías: excelente, bueno, aceptable, deficiente y malo.

Para el estado químico se establecen normas de calidad para 45 contaminantes químicos y otros 8 contaminantes de alta intensidad. El objetivo de la DMA (Departamento de Medio Ambiente) es determinar un estado químico óptimo para la calidad del agua (Comision Europea, 2008).

Parámetros de calidad de agua para la producción de camarones.

En la camaronicultura, la calidad del agua es una de las condiciones más importantes para obtener productos de alta calidad y evitar costos adicionales. Para ello se deben cumplir parámetros físicos y químicos como el pH, la temperatura y la salinidad. Y de forma sostenida, ya que esto reduce el estrés del cultivo y asegura un mayor crecimiento, permitiendo mayores ganancias y beneficios en el proceso productivo.

Tabla 1. Parámetros óptimos de calidad de agua en cultivo de camarón *P. vannamei*

Temperatura	24 – 28°C
Oxígeno disuelto	7
Salinidad	25 – 35 ppm
pH	7.9

Fuente: *Gil-Meseguer* (Gil-Meseguer, 2018).

Sistemas heterotróficos

Biofloculos.

Son fuentes de proteínas, ácidos, grasas esenciales, vitaminas y minerales. Generan sustancias que combaten patógenos y también incentivan al zooplancton que es un alimento natural para los camarones. Son muy ricos en un ácido graso esencial determinado DHA y Acido Docosaenoico, es un ácido imprescindible para el crecimiento de los organismos, es por ello por lo que los alimentos que normalmente se compran como alimento en acuicultura contienen harina de pescado, porque posee ese elemento, por ello la llegada de los biofloculos representó un gran cambio en la acuicultura al reemplazar el uso de la harina de pescado.

Se crean a partir de una mezcla de agua con un alto grado de amonio, nutrientes, nitritos y nitratos, ya formados se convierten en una microfauna microbiana que es apta para el consumo de los seres vivos (producto) en la acuicultura. La relación que existe entre el C/N (relación carbono-nitrógeno) acelera el ciclo del nitrógeno, al aportar bacterias nitrificantes que degradan el amonio, permitiendo el desarrollo de vida microbiana (Ekasari & al, 2010).

Tecnología Simbiótica

Como el nombre lo indica, Simbiosis es la relación benéfica entre 2 organismos, uno es la especie de cultivo y el otro es el que generamos en el agua. Estos microorganismos se encargarán de asimilar los desechos de los camarones, restos de los alimentos y de sustancias toxicas como amonio y amoníaco. Todos estos procesos sirven para que las bacterias y los hongos crezcan y produzcan productos que beneficiaran el agua de cultivo. Los camarones consumirán estos microorganismos que se encontrarán agrupados formando biofloculos.

Se basa en la utilización de microorganismos que benefician de forma directa o indirecta la salud del animal producido y sobre la calidad del agua del cultivo. Se reproducen diferentes tipos de microorganismos, como: bacterias, protozoos, levaduras y plancton que se relacionan de forma simbiótica con camarones y peces, sirviéndoles también como un alimento de altísima calidad (Bioquafloc, 2019).

En la tecnología simbiótica el agua se deja reposar 7 días, se le echan Biofermentos (salvado de trigo, harina de soya), dividiéndose en 2 tipos: 1) para alimento y 2) para el agua, pero lo mejor es la combinación de ambas. La Simbiótica de comida, sirve para mejorar el alimento del animal, y la del agua es para mejorar la calidad del agua en si al evitar la implementación de químicos. La tecnología Simbiótica en el alimento necesita de 48 horas y puede ser tanto aeróbica como anaeróbica, con el resultado de desarrollar un microorganismo que ayuda a fortalecer al producto y sirven como alimento (Silva & al, 2021).

Hay un reservorio donde se prepara el agua para tenerla lista para el siguiente proceso. Los beneficios que ofrece la elaboración de fermento de salvado de cereales en la acuicultura simbiótica son:

- Control de Blooms de microalgas y mayor concentración de O₂.
- Sostén de biofloculos y zooplancton.
- Lucha contra agentes patógenos.
- Control de aumento de pH.
- Aumento de supervivencia y mejoramiento estatus de salud.
- Balanceo de la relación Carbono: Nitrógeno.
- Degradación de materia orgánica del piso (Bioaquafloc, 2020).

Producción de camarón

La producción implica alguna forma de intervención en el proceso de reproducción para aumentar la producción, como el almacenamiento regular, la alimentación, la protección contra los depredadores, etc. La agricultura también incluye la propiedad del ganado por parte de individuos o empresas, así como la planificación, el desarrollo y el uso de sistemas, sitios, instalaciones y métodos de acuicultura, y la producción y el transporte (FAO Organizational Chart, 2021).

La cría de camarones ha cobrado importancia en todo el mundo, llegando a un nivel en el que las capturas se han detenido debido a los altos costos de la pesca. El consumo de camarón se ha incrementado con el aumento de la demanda por parte de los países industrializados, como resultado de la alta elasticidad de ingreso. Esto llevó al desarrollo de la camaronicultura para facilitar su abastecimiento (Salgado, 2014)

ANTECEDENTES

El Ecuador en la década de los ochenta la actividad camaronera tuvo un impulso agresivo convirtiendo al Ecuador en 1987 en el exportador número 1 de camarón en el mundo y nuevamente en 2021 volvemos a posicionarnos en el primer puesto a nivel mundial (CNA, 2022)

Datos oficiales del CNA muestran que actualmente el Ecuador en el último año exporto 1,855,634,851 libras (841701.8 toneladas) de camarón, presentando un crecimiento anual de 24% en comparación al año pasado de 1,491,132,214 libras (676366.19 toneladas). Generando una ganancia anual de \$ 5,078,825,249 en 2021. (CNA, 2022).

La evolución de exportaciones de camarones ecuatorianos de acuerdo con datos de CNA se observa en la figura 1.

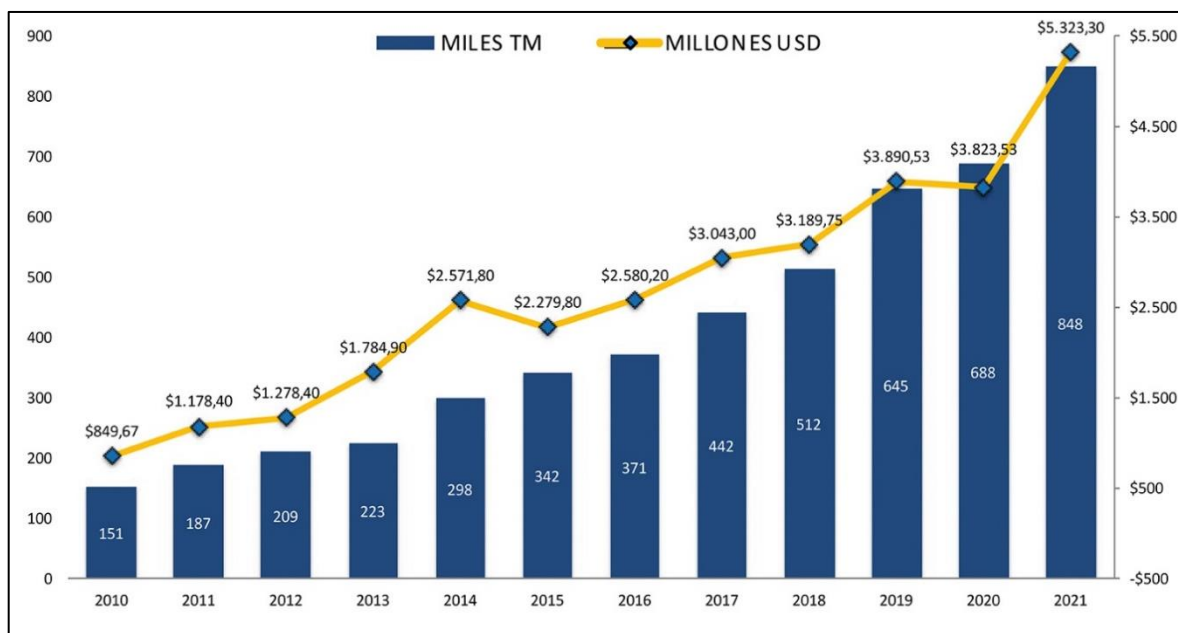


Figura 1. Evolución de exportaciones de camarón ecuatoriano 2010 – 2021. **Fuente:** CNA, 2022.

De acuerdo con la Cámara Nacional de Acuicultura (CNA), el Ecuador en 2021 se convirtió en el principal proveedor de Camarones para el mercado chino como se observa en la tabla 2.

Tabla 2. Cambios en la clasificación de los principales proveedores de los productos del mar de China en los últimos años.

China's Seafood Import Value (1000 USD) by Year and by Country									
Exporters	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Main Products	Catalogue	
Ecuador	15	16	8	2	2	1	shrimp	frozen	
Russia	1	1	1	1	1	2	pollock, crab	frozen, live	
Canada	3	3	3	4	5	3	lobster, shrimp	live, frozen	
USA	2	2	2	6	6	4	pollock, salmon	frozen	
India	16	15	11	3	4	5	shrimp	frozen	
Norway	5	4	5	8	8	6	salmon, mackerel	fresh, frozen	
Indonesia	6	6	7	9	7	7			
Viet Nam	12	10	6	5	3	8	pangasius	frozen	
New Zealand	4	5	10	10	10	9			
Japan	7	9	13	14	16	10			
Thailand	10	11	14	12	11	11			
Malaysia	19	19	18	16	14	12			
Greenland	14	14	15	15	13	13	shrimp, halibut	frozen	
Australia	17	8	4	7	9	14			
Taiwan	13	13	16	17	19	15			
Argentina	9	12	12	13	12	16	shrimp, squid	frozen	
Mexico	20	20	17	17	17	17			
Chile	8	7	9	11	15	18	salmon, crab	frozen	
Pakistan	18	18	19	19	18	19			
South Korea	11	17	20	20	20	20			

Fuente: ITC, China Customs, Summarized: Seabridge (ITC, 2022).

La producción de camarón siempre ha generado impactos negativos en el medio ambiente, sin embargo, con la implementación de diferentes tecnologías se ha logrado reducir en gran medida los daños causados, como con la tecnología Simbiótica la cual ha demostrado aumentar de forma eficiente la producción y calidad del producto, al mismo tiempo reducir sus costos alimenticios, reducir las enfermedades y reducir el recambio de agua llegando al punto de que en ocasiones no es necesario hacer tal recambio (Bioaquafloc, 2019).

En el instituto Politécnico Nacional de México se realizó un estudio para determinar los efectos de *B. licheniformis* BCR 4-3 y melaza en la concentración de desechos nitrogenados, supervivencia, crecimiento de *P. vannamei* cultivado con altas densidades y con cero recambios de agua. Los resultados obtenidos demuestran que estos tratamientos permiten mantener la calidad del agua dentro de los parámetros óptimos de calidad, mejorando y alargando su uso, así como mejorando su crecimiento y salud del camarón (LEAL & GONZALEZ, 2014).

En la Universidad Federal de Rio Grande - Instituto de Oceanografía – Programa de Postgrado en Acuicultura en Brasil se realizó un estudio sobre el efecto de la eliminación de sólidos en la calidad del agua, el crecimiento y la supervivencia de *P. vannamei* en un sistema de cultivo con tecnología Biofloc, el estudio se desarrolló en 6 estanques rectangulares de 5m x7m con un volumen de 35 m³, se realizaron 2 tratamientos, uno con clarificación y el otro sin clarificación, cada tratamiento con 3 réplicas utilizando estructuras verticales como sustratos para el desarrollo de una biota natural, lo que representa una fuente adicional de alimento. El sistema de tecnología Biofloc con clarificación demostró ser efectivo para mantener los sólidos totales (Gaona, Poersch, Krummenauer, Foes, & Wasielesky, 2011).

En Zamorano en la escuela agrícola panamericana se realizó un estudio sobre los efectos del acuamimetismo en la pre-cría de camarón blanco donde se realizaron dos tratamientos con cinco repeticiones por tratamiento. El primer tratamiento fue denominado control el cual se basó en alimentar las larvas con balanceado comercial Shrimp Starter Zeigler® con 55% de proteína cruda. El segundo tratamiento incluyó la aplicación del simbiótico a la columna de agua con semolina de arroz usado como sustrato para el proceso de bioestimulación. Se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) en Control se presentó una ganancia de peso de 0.04 ± 0.011 (g) y en Acuamimetismo una de 0.08 ± 0.018 (g) en la ganancia de peso de las larvas en los tanques. El estudio reveló que una fuente de carbono bioestimulada junto con bacterias, brinda mejores resultados al producto en la ganancia de peso de las larvas *P. vannamei*. (Coello O. & al, 2020)

MARCO LEGAL

LEY ORGÁNICA PARA EL DESARROLLO DE LA ACUICULTURA Y PESCA

Art. 7.- Definiciones. Para efectos de la presente Ley, se contemplan las siguientes definiciones:

7. Acuicultura comercial. *Acuicultura cuyo objetivo es maximizar las utilidades; lo practican productores de pequeña, mediana y gran escala, que participan activamente en el mercado, comprando insumos (incluyendo capital y mano de obra) e involucrándose en la venta de su producción fuera de la granja.*

TÍTULO III DEL SECTOR ACUÍCOLA CAPÍTULO I

De la actividad acuícola Artículo 53.- Ejercicio de la actividad acuícola. Para ejercer la actividad acuícola en todas sus fases, la persona natural o jurídica, nacional o extranjera, deberá contar con el respectivo título habilitante otorgado por el ente rector, conforme esta Ley, el reglamento y demás normativa secundaria que se emita para el efecto. Las disposiciones previstas en este Capítulo serán aplicables, en lo que sea pertinente, a las fases de reproducción, cría, cultivo, procesamiento, comercialización y actividades conexas de la actividad acuícola.

CAPÍTULO II DE LA REPRODUCCIÓN, CRÍA Y CULTIVO SECCIÓN I AUTORIZACIONES Y PERMISOS PARA ACTIVIDAD ACUÍCOLA DE REPRODUCCIÓN, CRÍA Y CULTIVO

Artículo 58.- De la función ambiental. Las autorizaciones y concesiones otorgadas por el Estado, en zonas de playa y bahía, deberán cumplir con la función ambiental. Su aprovechamiento contribuirá al desarrollo sustentable, al uso racional de los recursos hidrobiológicos de tal manera que se conserve el recurso y la biodiversidad acuícola para mantener la producción y productividad. El cumplimiento de la función ambiental conlleva también el respeto a los derechos ambientales individuales, colectivos y los derechos de la naturaleza. El cumplimiento de la función ambiental permite que se mantenga una producción sostenible y sustentable para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria, la generación de trabajo familiar o de empleo, el desarrollo y fortalecimiento de las capacidades de producción, industria y exportación acuícola, de conformidad con la Ley. El predio concesionado de zona de playa y bahía cumple la función ambiental cuando reúne las siguientes condiciones:

- a.** En su aprovechamiento se empleen prácticas productivas que promuevan la sustentabilidad de los recursos hidrobiológicos y de la biodiversidad aplicadas a la actividad acuícola;
- b.** Se cumplan con las leyes y los parámetros técnicos de calidad ambiental en materia acuícola, de acuerdo con las regulaciones vigentes;
- c.** Se observen los criterios de manejo de recursos hidrobiológicos del plan de producción, en consonancia a los planes de manejo ambiental aprobados por la Autoridad Ambiental Nacional para evitar procesos de contaminación del agua y/o afectación al área de manglar de la zona de playa y bahía de ser el caso; y,

d. Se observen los parámetros que establezca el ente rector de Acuicultura y Pesca Nacional en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional para la protección de los recursos hidrológicos en zona de playa y bahía. El incumplimiento de la función ambiental será determinado por la Autoridad de Acuicultura y Pesca Nacional previo informe de la Autoridad Ambiental Nacional (REGISTRO OFICIAL DE ECUADOR, 2020).

ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA.

Tabla 2: *Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios.*

Aluminio: *si el pH es menor a 6.5 el criterio de calidad será 0.005 mg/l.*

Aplicar la tabla 2da como criterio de calidad para agua dulce.

Si sobrepasa el criterio de calidad se debe analizar el diclorofenol cuyo criterio de calidad es 0.2 ug/l (Ministerio del Ambiente, 2015).

REGLAMENTO A LA LEY DE PESCA Y DESARROLLO PESQUERO

Art. 68.2.- *Acuicultura comercial es el cultivo de organismos acuáticos cuyo objetivo es maximizar las utilidades, practicado por productores de pequeña, mediana y gran escala que participan activamente en el mercado comprando insumos e involucrándose en la venta de su producción fuera de la granja (pág. 17).*

Según con el Sistema Integrado de Legislación Ecuatoriana (Gustavo Noboa Bejarano Presidente constitucional de la república, 2016)

Art. 69.1.- *Son actividades conexas a la actividad acuícola la producción y distribución de alimentos balanceados de uso acuícola, alimentos complementarios y suplementarios, premezclas, productos veterinarios, productos medicados, aditivos y químicos de uso o aplicación en acuicultura y vitaminas, minerales, probióticos, prebióticos, fertilizantes y demás insumos orgánicos e inorgánicos de aplicación en la acuicultura (pág. 18).*

CAPÍTULO SEGUNDO: DERECHOS DEL BUEN VIVIR- SECCIÓN SEGUNDA AMBIENTE SANO

4.1.2 *Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios*

4.1.2.1 Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

4.5.3.- ACUERDO MINISTERIAL 097 A

Expide los Anexos del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

Artículo 1.- Expídase el Anexo 1, referente a la Norma de Calidad Ambiental y de descarga de Efluentes del Recurso Agua

Capítulo II

DE LA REPRODUCCIÓN, CRÍA Y CULTIVO

Sección I

AUTORIZACIONES Y PERMISOS PARA ACTIVIDAD ACUÍCOLA DE REPRODUCCIÓN, CRÍA Y CULTIVO

Art. 58.- De la función ambiental. Las autorizaciones y concesiones otorgadas por el Estado, en zonas de playa y bahía, deberán cumplir con la función ambiental. Su aprovechamiento contribuirá al desarrollo sustentable, al uso racional de los recursos

El cumplimiento de la función ambiental conlleva también el respeto a los derechos ambientales individuales, colectivos y los derechos de la naturaleza.

El cumplimiento de la función ambiental permite que se mantenga una producción sostenible y sustentable para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria, la generación de trabajo familiar o de empleo, el desarrollo y fortalecimiento de las capacidades de producción, industria y exportación acuícola, de conformidad con la Ley.

CAPITULO V

CALIDAD DE LOS COMPONENTES ABIOTICOS Y ESTADO DE LOS COMPONENTES BIOTICOS

Art. 190.- De la calidad ambiental para el funcionamiento de los ecosistemas. Las actividades que causen riesgos o impactos ambientales en el territorio nacional deberán velar por la protección y conservación de los ecosistemas y sus componentes bióticos y abióticos, de tal manera que estos impactos no afecten a las dinámicas de las poblaciones y

la regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, o que impida su restauración.

Art. 191.- *Del monitoreo de la calidad del aire, agua y suelo. La Autoridad Ambiental Nacional o el Gobierno Autónomo Descentralizado competente, en coordinación con las demás autoridades competentes, según corresponda, realizarán el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, agua y suelo, de conformidad con las normas reglamentarias y técnicas que se expidan para el efecto.*

Se dictarán y actualizarán periódicamente las normas técnicas, de conformidad con las reglas establecidas en este Código.

Las instituciones competentes en la materia promoverán y fomentarán la generación de la información, así como la investigación sobre la contaminación atmosférica, a los cuerpos hídricos y al suelo, con el fin de determinar sus causas, efectos y alternativas para su reducción.

METODOLOGIA

Diseño Experimental

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de gestión Ambiental PUCESE en Esmeraldas y consiste en evaluar el efecto de 2 tratamientos heterotróficos más un control en el crecimiento y la calidad de agua asociada a cultivos larvales de camarones, precediéndose con el diseño experimental especificado en la tabla 3:

Tabla 3. Descriptivos del diseño experimental.

Parámetros	Control	Tratamiento 1. Levadura	Tratamiento 2. Bacterias
Numero de peceras	3	3	3
Vol. agua/ pecera	100L	100L	100L
Densidad de larvas/pecera	350±35	350±35	350±35
Alimentación	Balanceado (Nicovita) con 40% de proteína. 3 raciones/día: 9:00, 17:00 y 01:00. La porción de alimento la primera semana fue de 0.25g y pasando cada semana se duplicaba la dosis.	Balanceado (Nicovita) con 40% proteína. Igual a control.	Balanceado (Nicovita) con 40% proteína. Igual a control.
Preparación de estanques y fermentos	Agua con aireación.	Agua con aireación más 70 gr de fermento de levadura.	Agua con aireación más 70 gr de fermento de bacteria.
Registro de Parámetros calidad de agua	Registro diario de pH, oxígeno disuelto y temperatura (9:00 y 17:00) con: pH metro y un oxímetro de marca Milwaukee. Cada 15 días se obtuvieron submuestras de 10 ml de cada pecera para medir contenidos de: Amonio, Nitritos, Nitratos y Fosfatos expresados en (mg/L). Utilizando un Colorímetro Hach DR 900 con sus respectivos reactivos para medir dichos parámetros, usando 10ml por reactivo que en total serian 40ml por pecera.		
Registro de crecimiento en camarones	Peso final medio de larvas-Peso inicial medio de larvas (40 individuos). Conteo de individuos, Peso masa total húmedo, Peso masa total seco.		



Imagen 1 y 2: Peceras rectangulares de 80cm * 40cm.

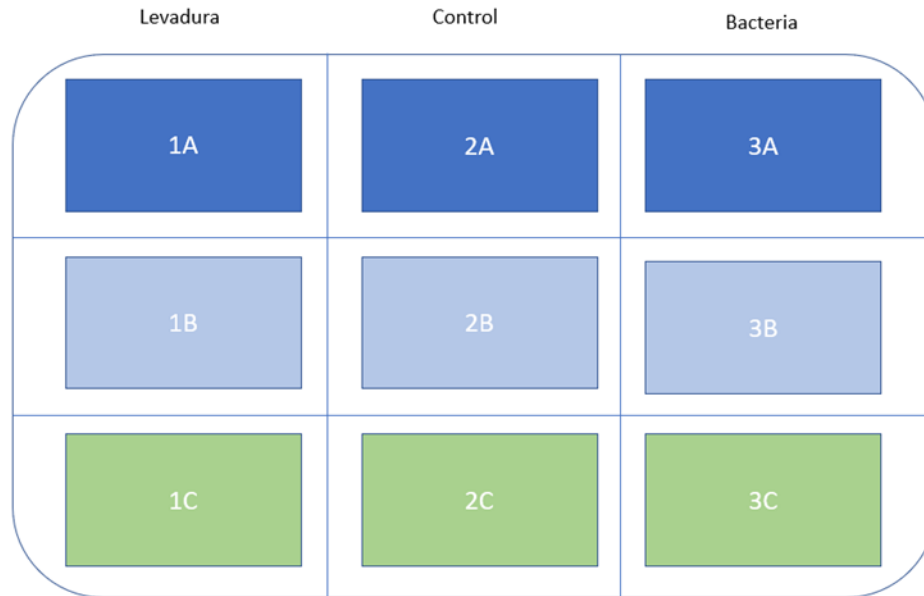


Imagen 3.- Distribución de peceras por tratamiento.

Preparación inicial de peceras.

Primero se prepararon las peceras, acomodando las 9 en un estante grande donde podrán ser observadas y analizadas. Se estableció el sistema de aireación mediante mangueras, las cuales estarán conectadas a una bomba Electomagnetic Air Compressor ACQ-003, que permitirá oxigenar las 9 peceras. Las peceras fueron cubiertas con un plástico para evitar el ingreso de agentes extraños como insectos, hojas de árboles y polvo.

Agua empleada en la experiencia.

El agua se obtuvo en el laboratorio de producción de larvas Emérita ubicado en Tonsupa, desde donde se trasladó 2 toneladas de agua hacia el laboratorio EGA PUCESE. El agua empleada fue agua de mar con una salinidad de 33 ppm que es previamente filtrada y que pasa por un proceso de clorificación en el que le agregan a cada 100L de agua 1ml de cloro, se revuelve dispersando bien el cloro y se espera unas 10 horas. Pasado este tiempo, quitan el cloro del agua, utilizando Vitamina C, 1g de vitamina C por cada 100L.

Preparación de biofermento simbiótico

Tratamiento 1.-

La preparación de fermento /tratamiento 1 se inició empleando un balde plástico de 20L que contenga 1L de agua al cual se le añadieron 3kg de salvado de arroz, 100g de alimento de camarón (Nicovita), 400gr de melaza de caña de azúcar, luego se añade otro Litro de agua y 0.5 gr de levadura. Posteriormente se lo deja reposar durante 10 días a la sombra, revolviéndolo todos los días.



Tratamiento 2.-

El fermento/tratamiento 2 se preparó en un segundo balde que contenía 1L de agua al que se le agregaron 3kg de salvado de arroz, 100g de alimento de camarón (Nicovita), 400gr de melaza de caña de azúcar, luego se añade otro Litro de agua y 0.1 gr de *Lactobacillus* (bacteria probiótica). Posteriormente se lo deja reposar durante 10 días a la sombra, revolviéndolo todos los días.



Pasado los 10 días, se añadieron 70 gr de Fermento en cada pecera del respectivo tratamiento y se dejó reposar durante 24 horas con aireación.



Siembra de larvas

Las larvas fueron proporcionadas por laboratorios Emérita, Se transportaron 350 ± 35 larvas de camarón pl-13 para cada pecera, estas se transportaron en fundas selladas con aire en su interior, posteriormente se las dejó reposar en el agua de las peceras con la funda durante una hora antes de liberarlas para equiparar las temperaturas, ya que estas son sensibles a los cambios bruscos de temperatura.



Imagen 4.- Enfundado y sellado con aireación.

Registro de parámetros de calidad de agua.

Los registros de parámetros de calidad de agua se tomaron 2 veces todos los días, en la mañana de 9:00 a 10:00 y en la tarde de 17:00 a 18:00. Los parámetros registrados fueron pH, Oxígeno disuelto (mg/L) y temperatura(°C), estos datos se tomaron directamente en el agua de la pecera con los instrumentos del laboratorio: pH metro (mide pH y temperatura) y un oxímetro para el oxígeno disuelto.

Mientras en los registros de parámetros realizados cada 15 días se tomaron parámetros de amonio, nitritos, nitratos y fosfatos en muestras de 10 ml de agua por cada parámetro analizado en cada pecera, utilizando un Colorímetro Hach DR 900 con sus respectivos reactivos para medir dichos parámetros.

Evaluación del crecimiento de camarones.

El peso individual en el día 0 del experimento de cada post larva (PL 13) fue un promedio de $3\text{mg} \pm 0.5\text{mg}$, al final de la experiencia pasando los 38 días se cosecharon el total de las larvas por cada pecera, las cuales fueron fijadas en alcohol al 70% luego fueron pesadas en una balanza analítica, primero se sacó el peso total de cada pecera, luego el peso de 40 individuos y finalmente se puso a secar todos los camarones y se tomó el peso seco.

Los datos fueron tabulados y procesados utilizando la estadística descriptiva del programa R.

El factor de conversión alimenticia nos permite medir de forma simple la conversión de alimento suministrado en biomasa corporal este se calculó, midiendo la cantidad de alimento que se suministró sobre la ganancia de peso producto de dicha alimentación y si la T.C.A. es baja, es un indicador de que el camarón está haciendo buen uso del alimento.

FCA= Alimento suministrado (gr) / Peso acumulado (gr)

La supervivencia se evaluó al final de la experiencia, calculó como $S\% = \frac{Cv}{Cv+Cm} * 100$

Donde:

Cv = Camarones vivos

Cm= Camarones muertos

Los datos fueron tabulados y procesados utilizando la estadística descriptiva del programa Excel Microsoft® Office 2007.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó en el software R. Los datos de variables de calidad de agua y de la producción de camarones fueron agrupados por tratamiento, se procedió a determinar si los mismos cumplían las condiciones de normalidad y homocedastidad para realizar un análisis de varianza Anova de una vía.

Se usó ANOVA de una vía para determinar si se encuentra una diferencia estadística entre las medias de 2 o más grupos (MI, 2018) agrupando las peceras por tratamiento y se compararon medias, comparando el promedio del control con el promedio de los tratamientos, para determinar si la técnica representa variaciones frente a las otras unidades experimentales.

Para saber cuáles son las diferencias entre los tratamientos se ocupó el test de Tukey, un test de diferencia de medias. Es una técnica de análisis de datos, donde se prueba la hipótesis nula que “todos los tratamientos son iguales”, contra la hipótesis alternativa que “al menos uno de los tratamientos es distinto a los demás”.

Sirve para probar todas las diferencias entre medias de tratamientos dados en una experiencia, es importante porque la probabilidad de cometer un error de tipo I para una serie de comparaciones es mayor que la tasa de error para cualquier comparación individual (Reyes, 2014).

RESULTADOS

Registro de parámetros de calidad del agua bajo 3 condiciones diferentes de cultivo larval de camarones a pequeña escala.

pH.

Al inicio el control presentaba mayores cantidades de pH, luego muestra una dimisión mientras que en el tratamiento levadura y bacteria tuvieron tendencia a mantenerse. Se puede observar las diferencias en el pH entre los tratamientos (levadura – bacteria) y control hasta la tercera semana, los valores se encuentran dentro del rango optimo estando en pH neutro. De acuerdo con los datos del Anova no paramétrico hay diferencias significativas entre los tratamientos ($F_{2,578}=48.69, p<0.001$).

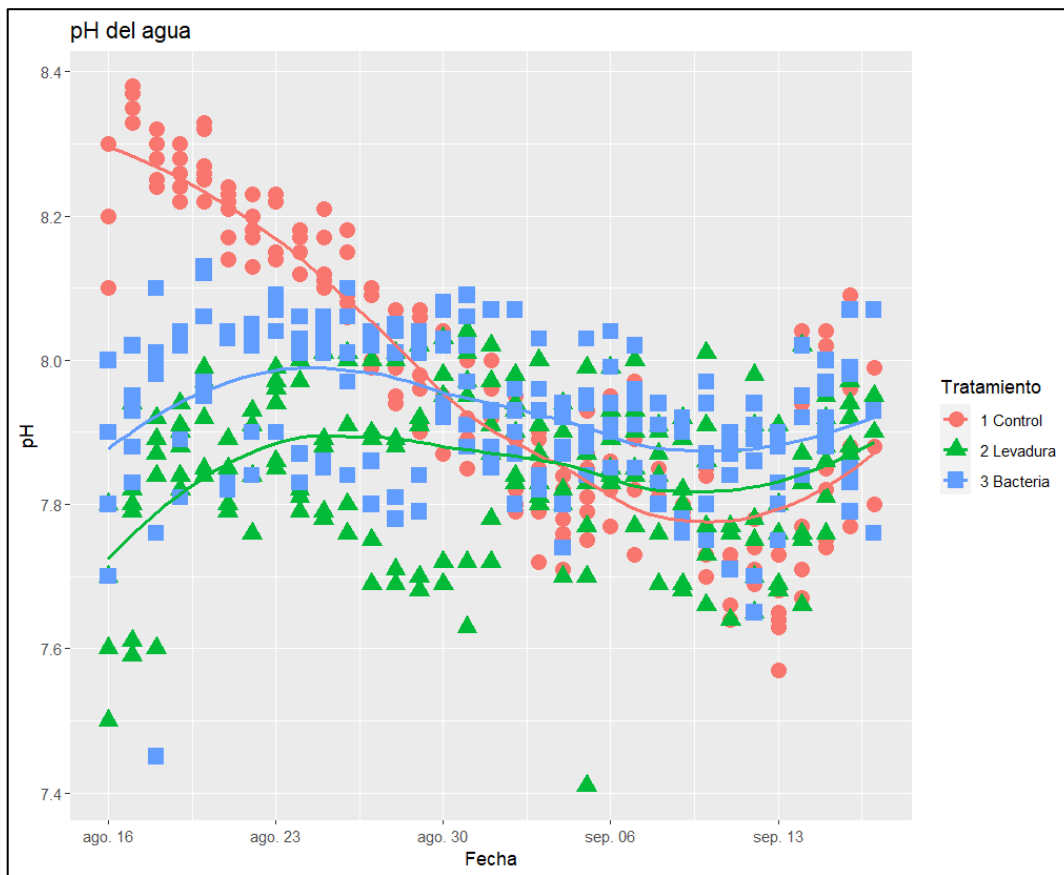


Figura 2. pH durante el periodo de estudio presente en un cultivo de *P. vannamei* con 3 pseudoreplicas 1= Control, 2=Levadura, 3= Bacterias. Línea de tendencia.

Oxígeno Disuelto.

Los valores obtenidos de oxígeno disuelto (Figura 3) de acuerdo con el Anova no paramétrico durante el experimento se presentaron diferencias significativas entre los resultados ($F_{2,578}=7$, $p<0.001$), se mantuvieron estables hasta la tercera semana de haber iniciado el proceso de cultivo.

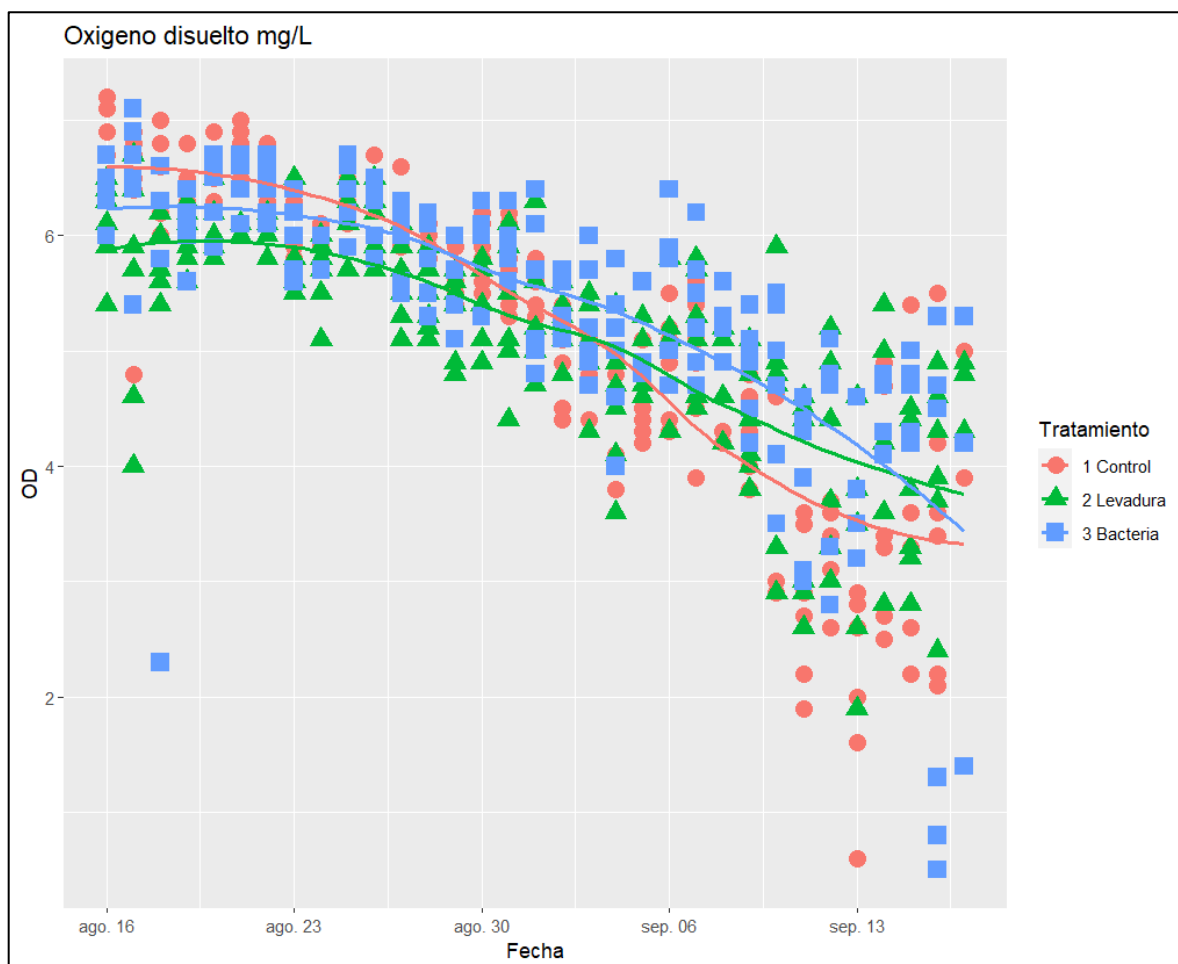


Figura 3. Niveles de oxígeno disuelto durante el periodo de estudio presente en un cultivo de *P. vannamei* con 3 pseudoreplicas 1= Control, 2=Levadura, 3= Bacterias. Línea de tendencia.

Temperatura °C.

Los valores obtenidos de la temperatura (Figura 4) mostraron fluctuaciones de temperatura conforme pasan las semanas y de cómo cambia, disminuyendo la temperatura a mediados de agosto y volviendo a subir a inicios de septiembre. De acuerdo con la Anova no paramétrica de Kruskal Wallis no existen diferencias significativas en la temperatura de los tratamientos y control (K-W=5.028, $p>0.05$).

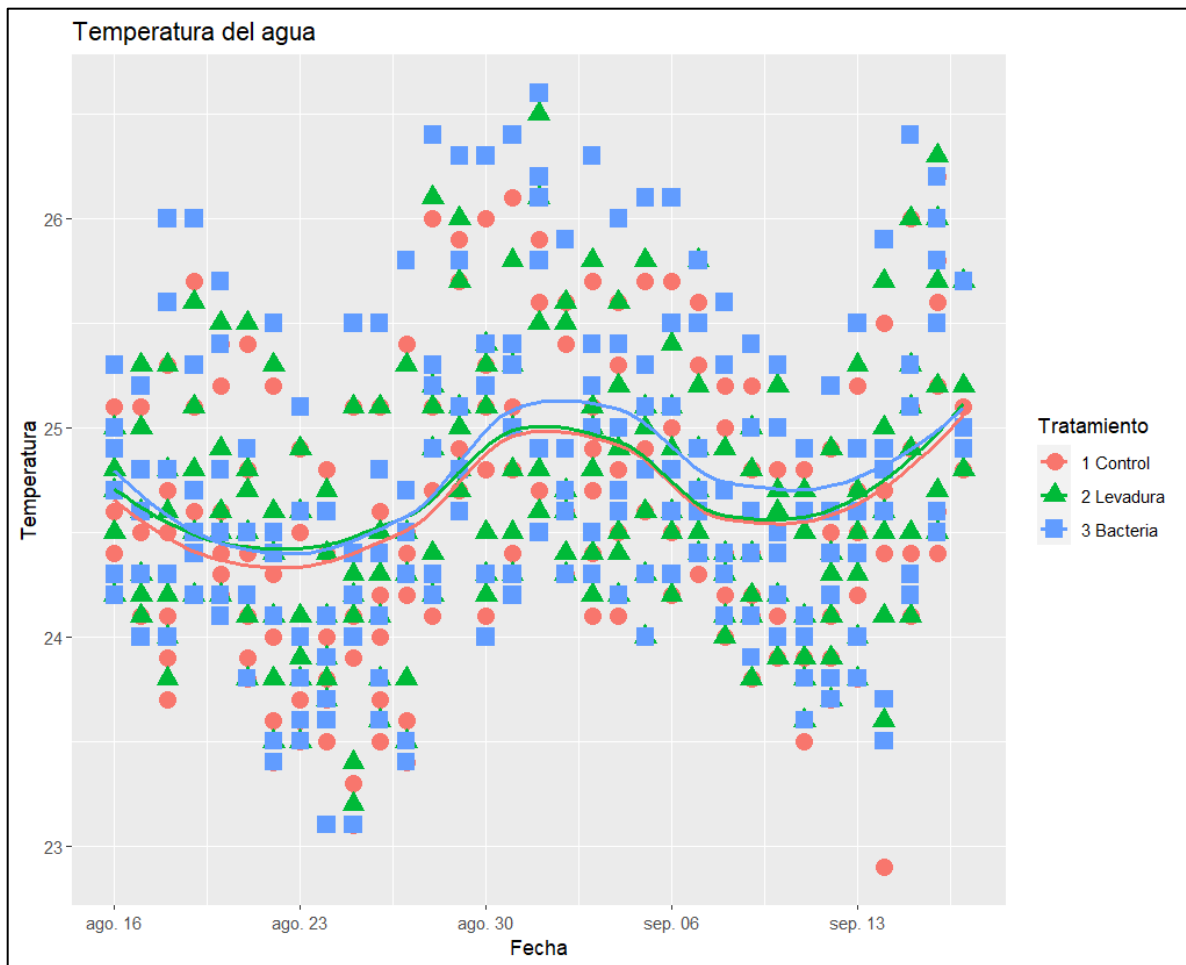


Figura 4. Temperatura durante el periodo de estudio presente en un cultivo de *P. vannamei* con 3 pseudoreplicas 1= Control, 2=Levadura, 3= Bacterias. Línea de tendencia.

Fosfato.

Los resultados mostraron que la diferencia en el momento de las administraciones de los Biofermentos tuvo un efecto muy significativo sobre el fosfato. Conforme pasa el tiempo el contenido de fosfato en cada pecera incremento, siendo el tratamiento de levadura el que presentó mayor incremento de este con un valor máximo de 7.84mg/l, que tenga mayor cantidad indica que hay mayor carga orgánica en el agua.

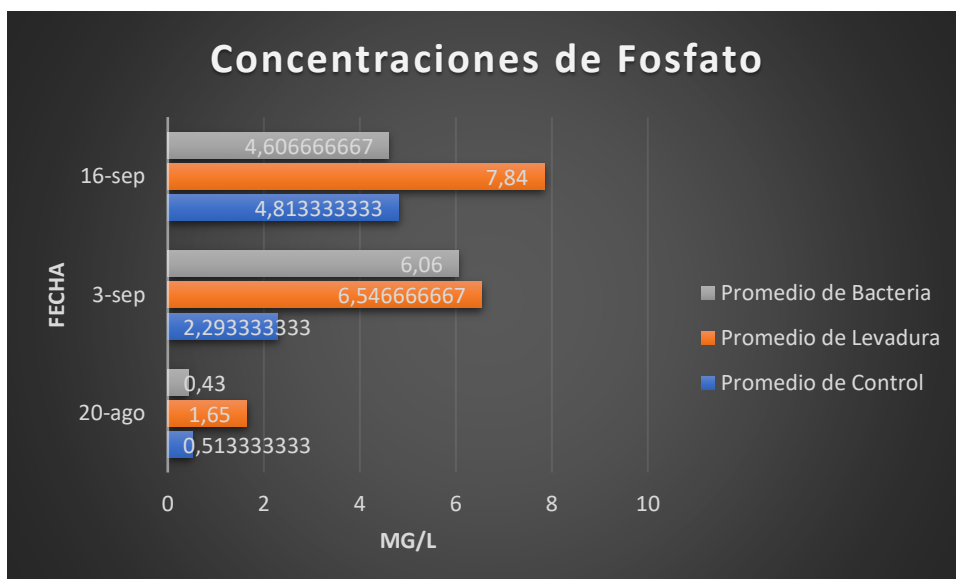


Figura 5. Fosfato presente en un cultivo de *P. vannamei* con 2 tratamientos (levadura y bacteria) y un control con 3 pseudoreplicas en la experiencia. Promedios.

Nitrato.

Los resultados mostraron que la diferencia en el momento de las administraciones de los Biofermentos tuvo un efecto muy significativo sobre el nitrato. Se observa un incremento en el contenido de nitrato en todos los tratamientos, sin embargo, el tratamiento de levadura mostro un nivel más bajo de nitrato con un valor de 2.03 mg/l, superando el intervalo óptimo de 0.4 – 0.8 mg/l.

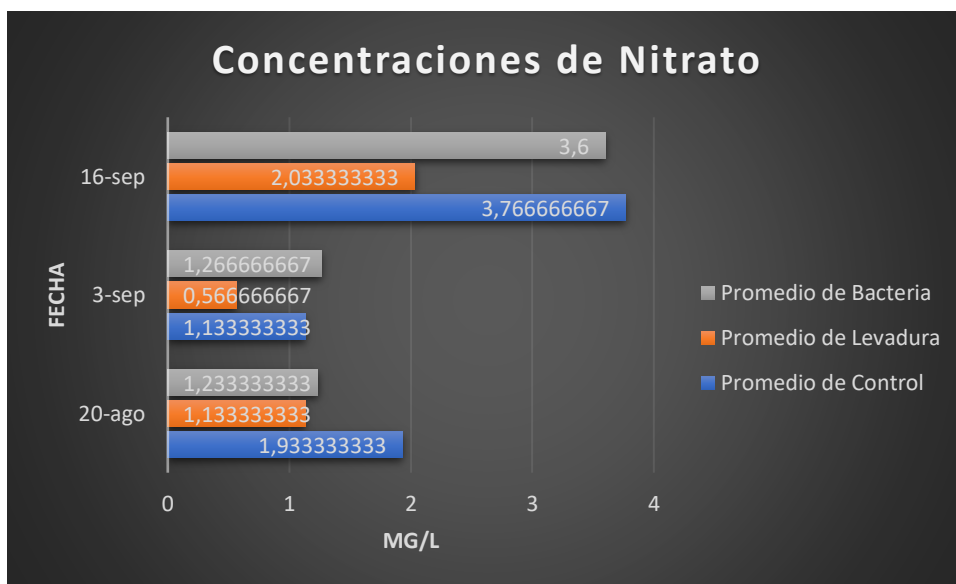


Figura 6. Nitrato presente en un cultivo de *P. vannamei* con 2 tratamientos (levadura y bacteria) y un control con 3 pseudoreplicas. Promedios.

Amonio.

Los resultados mostraron que la diferencia en el momento de las administraciones de los Biofermentos tuvo un efecto muy significativo sobre el amoníaco (NH₃). Lamentablemente para la segunda toma de muestras se presentaron imprevistos con los reactivos utilizados, ya que estos no funcionaron adecuadamente dándonos un valor de 0 en los datos de control de ese día. Los tratamientos demostraron ser eficientes para mantener los niveles de amonio en el mínimo, encontrándose dentro del intervalo óptimo de 0.1 – 1.0 mg/l, con valores en el tratamiento de levadura de 0.02 mg/l y en el tratamiento de bacteria de 0.03 mg/l.

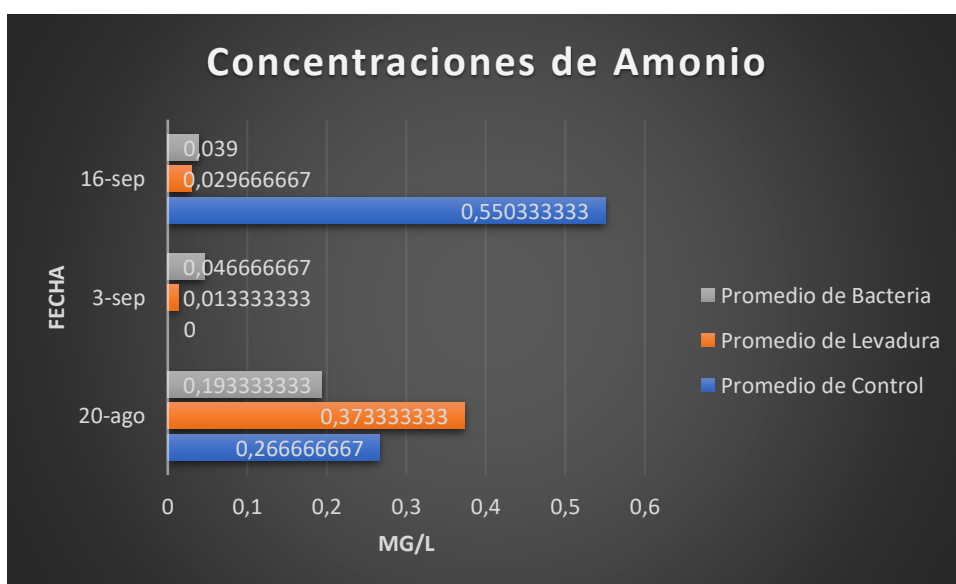


Figura 7. Amonio presente en un cultivo de *P. vannamei* con 2 tratamientos (levadura y bacteria) y un control con 3 pseudoreplicas. Promedios.

Nitrito.

Los niveles de nitritos presentes se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de <0.5mg/l, con el valor más alto presente en el tratamiento de bacteria con 0.29 mg/l.

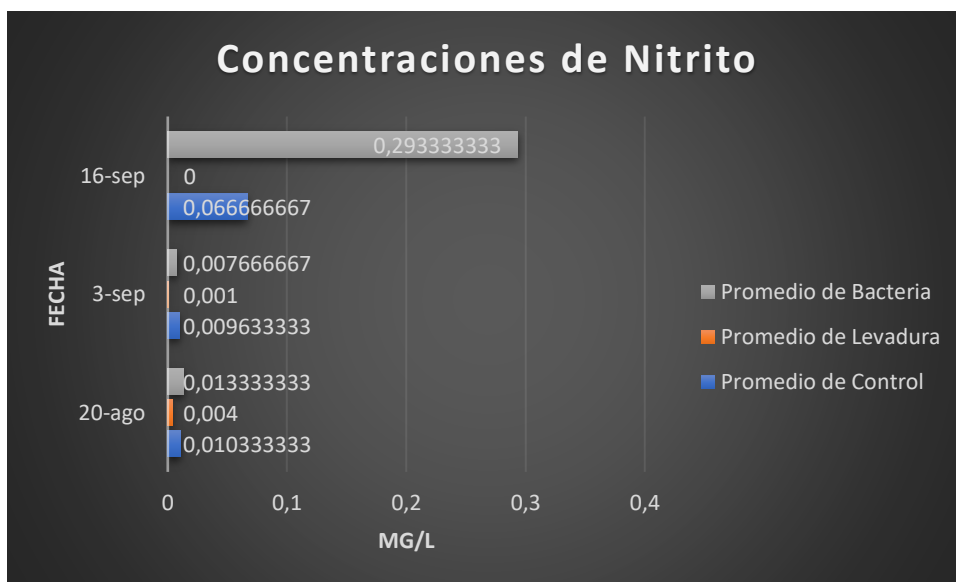


Figura 8. Nitrito presente en un cultivo de *P. vannamei* con 2 tratamientos (levadura y bacteria) y un control con 3 pseudoreplicas. Promedios.

Evaluar el desarrollo y la producción de camarones cultivados bajo 3 diferentes tratamientos.

Se observan diferencias significativas entre la masa de larvas en los tratamientos ANOVA de una vía, ($F_{2,357}=10.73$, $p<0.001$). Estas diferencias aparecieron entre los tratamientos de levadura-control (Tukey HSD, $p<0.05$) y levadura-bacteria (Tukey HSD, $p<0.05$), mientras que control-bacteria presentaron datos muy semejantes (Tukey HSD, $p>0.05$).

Supervivencia de larvas al final de la experiencia.

Al inicio de la experiencia se añadieron 350 ± 35 post larvas pl 13 de *P. vannamei* en cada pecera, con el paso de los días se observa una gran disminución en el control, que pierde más del 50% de los organismos, debido al canibalismo y muerte por estrés. De acuerdo con la Anova no paramétrica de Kruskal Wallis no existen diferencias significativas en la supervivencia de camarones en los tratamientos (K-W= 3.822, $p > 0.05$). La supervivencia difirió bastante significativamente entre los tratamientos y el control ($p < 0.05$).

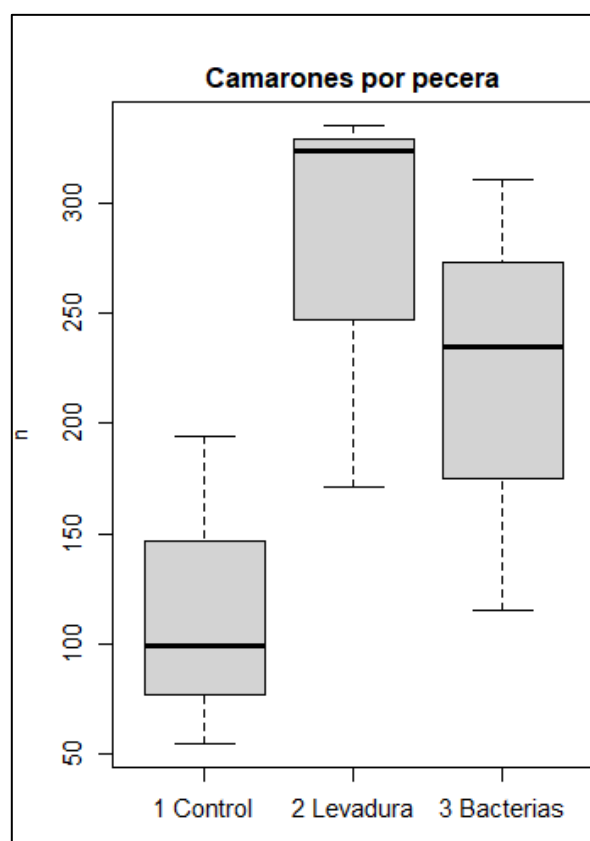


Figura 9. Valores de supervivencia al final del estudio 1= Control, 2=Levadura, 3= Bacterias presente en un cultivo de *P. vannamei* con 3 pseudoreplicas. Media \pm desviación estándar.

En la figura 9 se puede observar que en los tratamientos de levadura y bacteria tuvieron más camarones hacia el final de la experiencia que en las peceras controles, la supervivencia del tratamiento de levadura fue de un 79%, seguido del tratamiento de bacterias con 63% y por último en el control 33%.

Masa húmeda (gr).

Al inicio de la experiencia el peso aproximado de cada larva era de 3 ± 0.5 mg, dando un valor de 1050mg o 1.05gr por pecera y ahora al final de la experiencia se tomó el peso húmedo de cada pecera, presentando un promedio de 24.64gr en el tratamiento de levadura, 9.34gr en el control y 23.38gr en el tratamiento de bacteria.

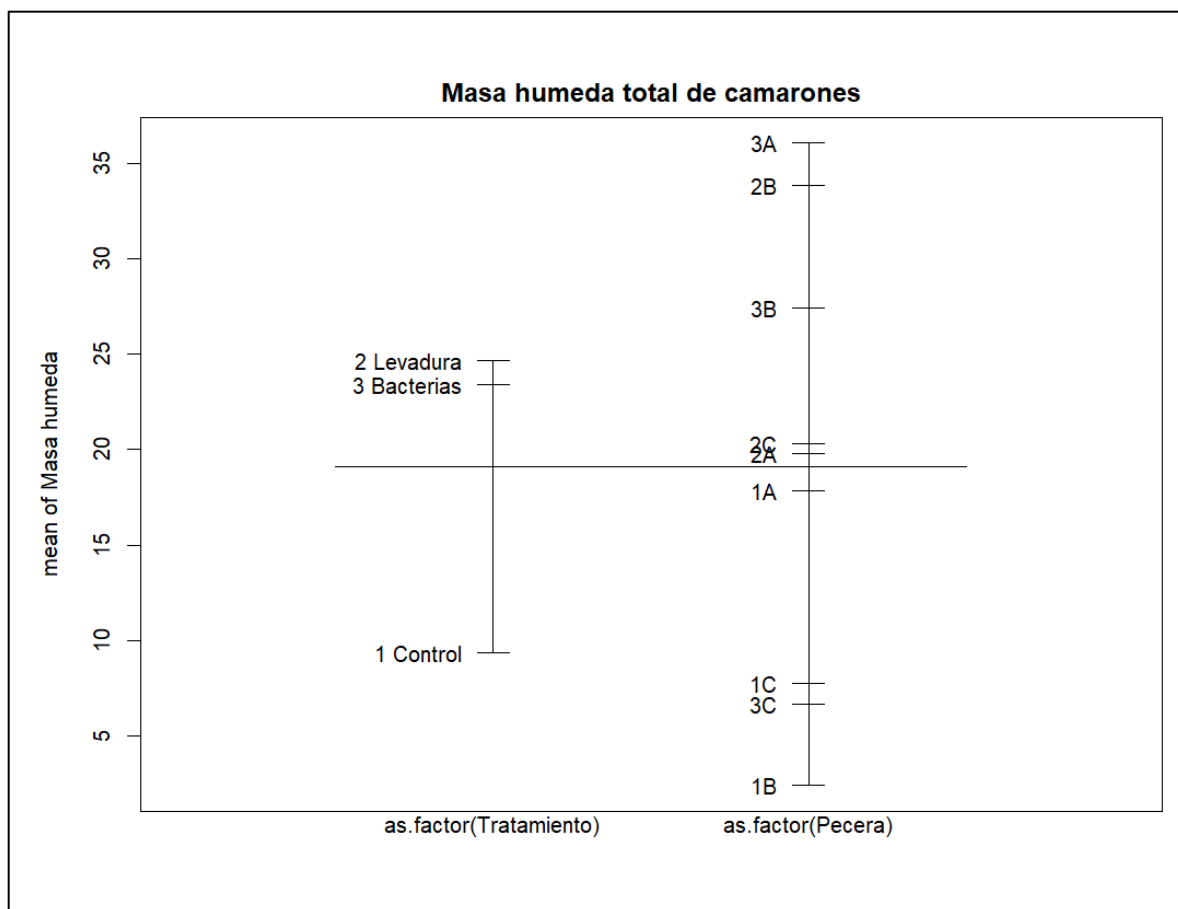


Figura 10. Masa húmeda total durante el periodo de estudio 1= Control, 2=Levadura, 3= Bacterias presente en un cultivo de *P. vannamei* con 3 pseudoreplicas. Media \pm desviación estándar.

En la figura 10 se observan los valores medios de la masa húmeda de 40 individuos pesados al final de la experiencia, la ANOVA no paramétrica de Kruskal Wallis muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, pero si existen diferencias significativas entre el control y los tratamientos en la masa total (K-W= 13.975, $p < 0.05$).

Masa seca (gr)

Al inicio de la experiencia el peso aproximado de cada larva era de 3 ± 0.5 mg de las 350 ± 35 que se añadieron por pecera, dando un valor de 1050 mg o 1.05gr por pecera y ahora al final de la experiencia se tomó la masa seca de los camarones por pecera partiendo del resultado de la masa húmeda, donde con un promedio de 24.64gr paso a 6.78gr en el tratamiento de levadura, de 9.34gr paso a 1.65gr en el control y de 23.38gr paso a 3.27gr en el tratamiento de bacteria.

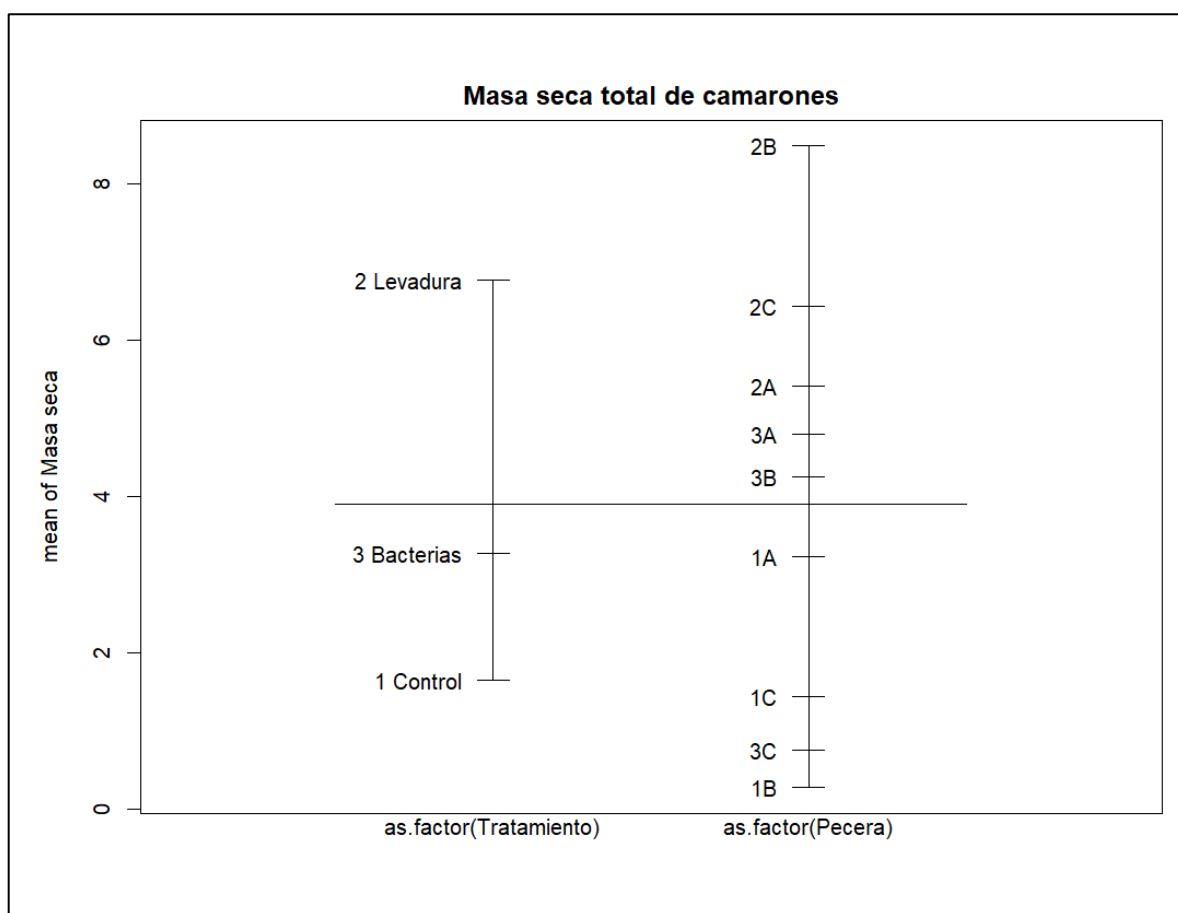


Figura 11. Masa seca total durante el periodo de estudio 1= Control, 2=Levadura, 3= Bacterias presente en un cultivo de *P. vannamei* con 3 pseudoreplicas. Media \pm desviación estándar.

De acuerdo con la ANOVA no paramétrica de Kruskal Wallis no existen diferencias significativas ($K-W=5.955$, $p>0.05$) entre los tratamientos levadura y bacteria en masa seca total, pero si hay diferencia entre control y los tratamientos ($p<0.05$) teniendo mayor masa seca total en el tratamiento de levadura en la muestra 2B con 8.49gr en la pecera 1B y con un promedio en el tratamiento de levadura de 6.78gr.

Masa individual (gr).

La masa individual varió en cada tratamiento. La masa individual fue mayor en el tratamiento Bacteria (0.115 ± 0.080 gr) seguido del tratamiento de levadura (0.099 ± 0.074 gr) dando como resultado un crecimiento en comparativa del peso de control de (0.072 ± 0.063 gr), respectivamente por lo tanto se puede asumir que el método Bacteria es mejor. Los resultados de las observaciones durante el estudio se muestran en la Figura 12.

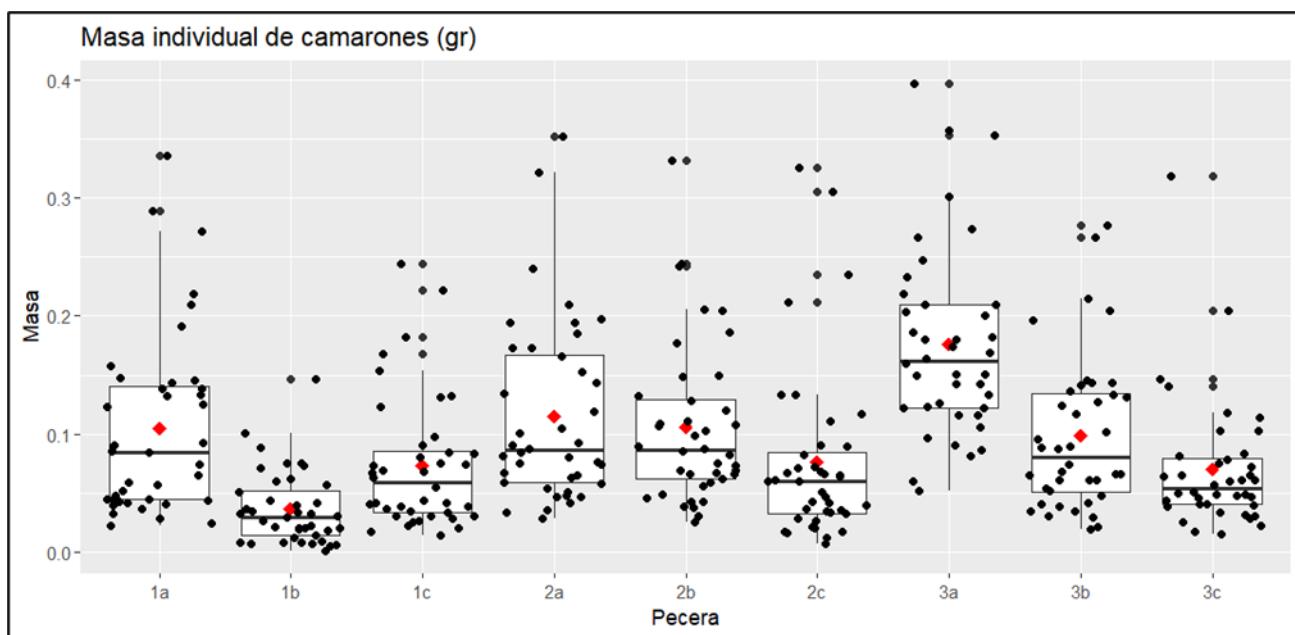


Figura 12. Masa individual de camarones durante el periodo de estudio, 1= Control, 2=Levadura, 3= Bacterias presente en un cultivo de *P. vannamei* con 3 pseudoreplicas. Media \pm desviación estándar.

Los resultados del análisis de varianza mostraron que la implementación de tratamientos simbióticos tuvo un efecto significativo sobre el crecimiento del peso absoluto de los camarones. De acuerdo con el Anova no paramétrico de Kruskal Wallis existe diferencia significativa entre los tratamientos y el control ($F_{2,357}=10.73$, $p<0.001$).

Factor de conversión alimenticia.

El FCA final para el tratamiento de levadura fue de 1.57 y el FCA final para el tratamiento de bacteria fue de 1.66, mientras en el control el FCA fue de 4.15. Si la Tasa de Conversión Alimenticia (TCA) es baja, es un indicador de que el camarón está haciendo buen uso del alimento como se puede observar, que en los tratamientos la TCA es mucho menor en comparación con la que se presenta en Control.

Tabla 4. FCA presente en cada tratamiento y en control.

Tratamiento	Levadura	Control	Bacteria
Peso total (g)	73,90	28,04	70,14
Alimento total (g)	116,5	116,5	116,5
FCA	1,576454668	4,15477889	1,66096379

Tabla sintética de datos.

Tabla 5. Datos presentes de todos los resultados de los parámetros de calidad de agua en un cultivo de *P. vannamei* en 2 tratamientos (levadura – bacteria) y control con 3 pseudoreplicas.

Parámetros de calidad de agua				
Parámetros	Referencia	Control	Levadura	Bacteria
Oxígeno disuelto (ppm)	4 – 6	3.3	3.8	3.45
pH	6.5 – 9	7.87	7.8	7.92
Amonio (mg/l)	0.1	0.55	0.029	0.039
Nitratos (mg/l)	0.4 - 0.8	3.76	2.03	3.6
Nitritos (mg/l)	0.01	0.06	0	0.29
Fosfato (mg/l)	0.45 - 5	4.81	7.84	4.06
Temperatura (°C)	25 – 32	24 – 25		

DISCUSIÓN

La técnica Simbiótica para tratamiento de calidad de agua para piscinas de larvas de camarón debería de extenderse a lo largo tanto de la provincia de Esmeraldas como del resto del Ecuador, dentro de los cultivos con sistema RAS (Sistema de recirculación acuícola), ya que está revolucionando el mundo de la acuicultura. Es el conjunto de muchas técnicas que se conjugan en un proceso; una mezcla de tecnología Biofloc y Aquamimicry, con el implemento de Biofermentos, creando un híbrido que funciona mucho mejor (Olmos, 2014). Durante el presente estudio se registraron los parámetros del agua para asegurar que ésta no afectara negativamente en los ensayos. La temperatura del agua es especialmente importante para el crecimiento y la supervivencia de camarones, ya que influye directamente en su metabolismo debido a que son termogénicos (de sangre fría) (Claude E. Boyd, 2018). La especie *P. vannamei* tolera temperaturas dentro del rango comprendido entre los 15 a 35°C, sin embargo, acorde a lo señalado por Boyd (Boyd C. E., 2001), el rango óptimo para su desarrollo se encuentra entre los 25 a 32°C. En el caso del presente ensayo, la temperatura se mantuvo por debajo del rango ideal, fluctuando entre 24°C y 25°C durante su desarrollo. Resultados que, si bien entran en el margen de tolerancia del *P. vannamei*, recaen dentro de otro rango de temperatura en el que la ingesta de alimento de los camarones empieza a decaer, lo que incide en última instancia en la tasa de crecimiento observada en el proyecto.

El pH es un parámetro de gran importancia en la acuicultura, en vista de su influencia directa en un número de fenómenos químicos y biológicos especialmente sobre procesos metabólicos y fisiológicos en peces, camarones y demás criaturas habitantes del agua. Durante el presente estudio, el pH registrado exhibió diferencias mayores al inicio de la experiencia cuando se agregaron los Biofermentos, sin embargo estas diferencias fueron disminuyendo para ser prácticamente similares al final de la experiencia con un rango entre 7.87 y pH 7.92, cifras que se mantienen dentro del rango óptimo para una adecuada producción, acorde a lo planteado por Devi (Devi, 2017); quien señala que los puntos de letalidad de acidez y alcalinidad se reportan en <pH4 y >pH11, límites dentro de los cuales se puede desarrollar la producción de organismos acuáticos cultivables, especialmente el pH se mantiene entre 6.5 y 9.0.

El Oxígeno disuelto se mantuvo por debajo del rango óptimo según lo reportado por Limsuwan (Limsuwan, 2009) quien manifestó que los niveles de oxígeno disuelto afectan directamente la salud del camarón desde 0 a 4 ppm ocasionando muerte y estrés en los camarones mientras que lo óptimo esta entre 4 a 6 ppm, cuando se encuentra por debajo del nivel óptimo de oxígeno disuelto a la larva de camarón se le dificulta respirar, lo que ocasiona que la larva de camarón entre en un estado de estrés, en este estado la larva de camarón suele dejar de comer, se enferma con facilidad y por ende su esperanza de vida se reduce. Durante el presente estudio, el nivel oxígeno disuelto registrado se mantuvo en cifras alrededor de 3.8 ppm en el tratamiento de levadura y 3.45 en el tratamiento de bacteria, mientras en el estudio de Limsuwan mantuvo sus niveles de oxígeno disuelto de 4 a 6 ppm.

Los fosfatos contribuyen a la eutrofización y debe controlarse con prontitud. Este proceso puede conducir al crecimiento de algas en el agua, poniendo en peligro la producción (Clásico y Élite, 2022). Para el caso del fosfato, se observaron concentraciones superiores a 7.84 mg/l en el tratamiento de levadura y 4.06 mg/l en el tratamiento de bacteria, mientras que el rango óptimo referido por Limsuwan es de 0.45 – 5 mg/l (Limsuwan, 2009).

La contaminación por nitratos tiene impactos negativos en el medio ambiente acuático y la salud humana, siendo los más importantes: Eutrofización de las aguas superficiales, Deterioro de la calidad del agua (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2003). En los resultados, las concentraciones de Nitrato en los tratamientos simbióticos de levadura y bacteria fueron menores comparados con el de control, en el tratamiento de levadura al final de la experiencia se observaron concentraciones de 2.03 mg/l, en el tratamiento de bacteria 3.6 mg/l y en el control 3.76 mg/l lo cual también fue concordado con otro investigador como Gaona, 2011 quien en sus resultados realizados con 2 tratamientos se presentó lo siguiente, en el tratamiento sin clarificación una media de 39.35 ± 8.88 mg/l y en el tratamiento con clarificación 34.81 ± 8.04 mg/l (Gaona, Poersch, Krummenauer, Foes, & Wasielesky, 2011).

El nitrito ingresa al camarón a través de las branquias y se une a la hemoglobina animal. Allí reducen la capacidad de transporte de oxígeno, afectando a los camarones. La exposición a largo plazo de los camarones al nitrito reduce tanto la tasa de crecimiento como el sistema inmunológico de los camarones (Molinos Champion, S.A.S., 2022). En los resultados de José Gurrola las concentraciones de nitritos fueron de 0.08, 0.10 y 0.11 mg/l en sus respectivos

tratamientos dentro de un cultivo de camarón *P. vannamei*, mientras en los del estudio los resultados fueron de 0.06mg/l en control, 0mg/l en levadura y 0.29 mg/l en bacteria (Gurrola, 2016).

El amoníaco se produce principalmente por excreción directa de los camarones, además de la descomposición de la materia orgánica. Cuando el amonio se deja acumular llega a crear problemas de estrés en los camarones (Rivera, 2011). En la presente investigación se observa que las concentraciones de Amonio en tratamientos simbióticos fueron menores comparados con el control, en el control se observaron 0.55 mg/l, en el tratamiento de levadura 0.029 mg/l y en el tratamiento de bacteria 0.039 mg/l, lo cual también fue concordado con otros investigadores como Gaona quien en sus resultados nos muestra datos de 0.12 mg/l en ambos tratamientos (Gaona, Poersch, Krummenauer, Foes, & Wasielesky, 2011).

La supervivencia se toma para determinar qué tan viable es un tratamiento, donde de 90 a 100% es excelente, 85% es aceptable, 80% regular y menor a 80% no es aceptable. Por otra parte, la supervivencia del tratamiento de levadura fue de un 79%, seguido del tratamiento de bacterias con 63% y por último en el control 33%, en un cultivo de 38 días mientras en el estudio de Gurrola se presentó una supervivencia de 84.3% (Gurrola, 2016).

Las ganancias de peso de los tratamientos (levadura – bacteria) presentaron una diferencia significativa a las presentadas en control. Al inicio de la experiencia cada pecera tenía 1.05gr de larvas y al final del estudio en el tratamiento de levadura se presentó una masa total promedio de 24.64 g, seguido del tratamiento de bacteria con 23.38 g y control con 9.34 g dentro del cultivo de 38 días con una densidad de 350 ± 35 larvas de *P. vannamei* y volumen 0.099m³, en comparación con el estudio realizado por Gaona (Gaona, Poersch, Krummenauer, Foes, & Wasielesky, 2011) quien en un cultivo de 90 días con una densidad de 250 larvas de *P. vannamei* por m³, obtuvieron ganancias de peso similares ya que en sus pesos iniciales presentaron 2.65g y en el final 10.07 g en el tratamiento sin clarificación y 10.76 g en el tratamiento con clarificación.

CONCLUSIONES

- En base a la información obtenida podemos determinar que la aplicación de tecnología simbiótica presenta una mejora significativa en los cultivos de *P. vannamei* con respecto a su crecimiento en comparación a control.
- En los gráficos generados mediante R se puede observar que el tratamiento de levadura es quien más beneficios obtuvo en cuanto al crecimiento del camarón en comparación con los demás tratamientos.
- Los análisis de agua demostraron que la tecnología simbiótica ayuda con el mantenimiento del agua, permitiendo prolongar su uso.
- La supervivencia de las larvas de camarón fue mejor en las peceras con los tratamientos que en las de control.
- Los valores de FCA en las peceras de control fueron muy superiores a los presentados en las peceras de los tratamientos.

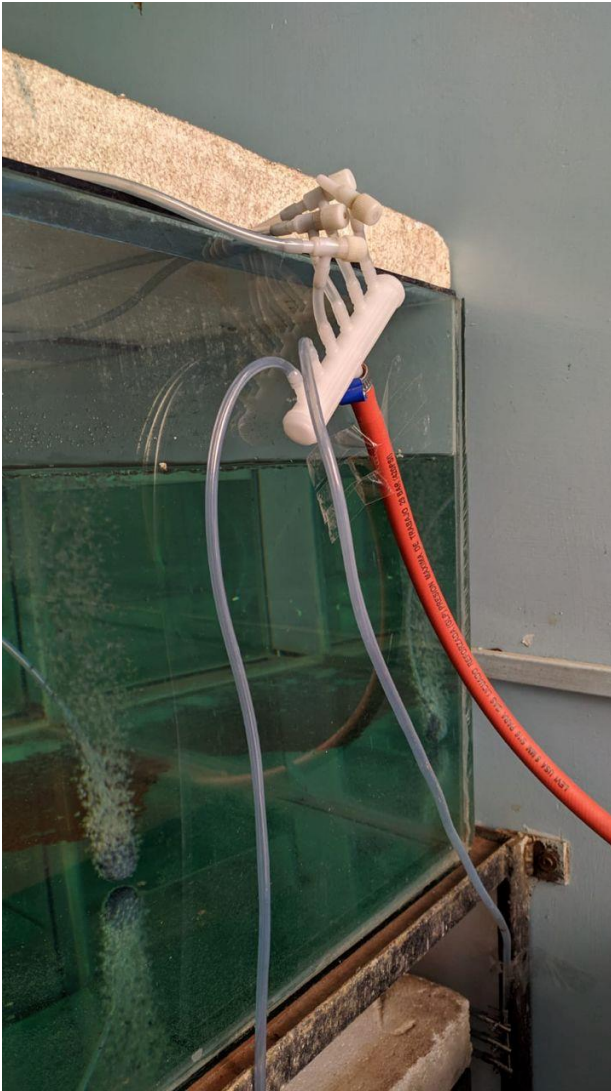
RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar los recambios de agua de manera superficial, sin alterar el fondo del contenedor.
- Utilizar una menor cantidad de camarones, se recomienda 1 larva por litro.
- En estas condiciones la densidad de camarones por pecera requiere de un recambio de agua por semana, por la acumulación de desechos.
- Realizar el experimento en tanques de producción cubiertos por geomembrana que tengan sistema RAS para determinar la eficiencia de la técnica Simbiótica en el ciclo completo de la producción de camarón blanco *P. vannamei*.
- Es necesario llevar un control adecuado de las propiedades del agua donde se desarrolla el cultivo del camarón con monitoreos sistemáticos de los niveles de: oxígeno disuelto, pH, amonio, fosfato, nitritos y nitratos.

ANEXOS



Prueba de peceras (2 semanas de funcionamiento, para verificar que no se den problemas)



Conexión de tuberías para la impartición de aire.



Funcionamiento de aireación



Salvado de Arroz (6kg)



Levadura (50g)



Bacteria probiótica (20g)



Melaza e caña de azúcar (2 kg)



Balanza eléctrica



Comida de camarón 40% proteína



Vertiendo Melaza



Mezcla de melaza con agua



Añadiendo el salvado de arroz



Mezclando



Paso del contenido a un saco



Pesando la cantidad de biofermento para añadir en las peceras



Peceras con agua de mar.



Bombeando agua con bomba de achique



Bomba de achique



Laboratorio Emérita (piscina con larvas de camarón)



Transporte de larvas en bolsas con aire comprimido



Mezclando el biofermento en el agua (se deja reposar duran 24 horas)



Se observa la formación de biofloculos en el fondo.



Segundo recambio de agua, llenado el tanque negro para tenerlo a la mano



Segundo recambio de agua.



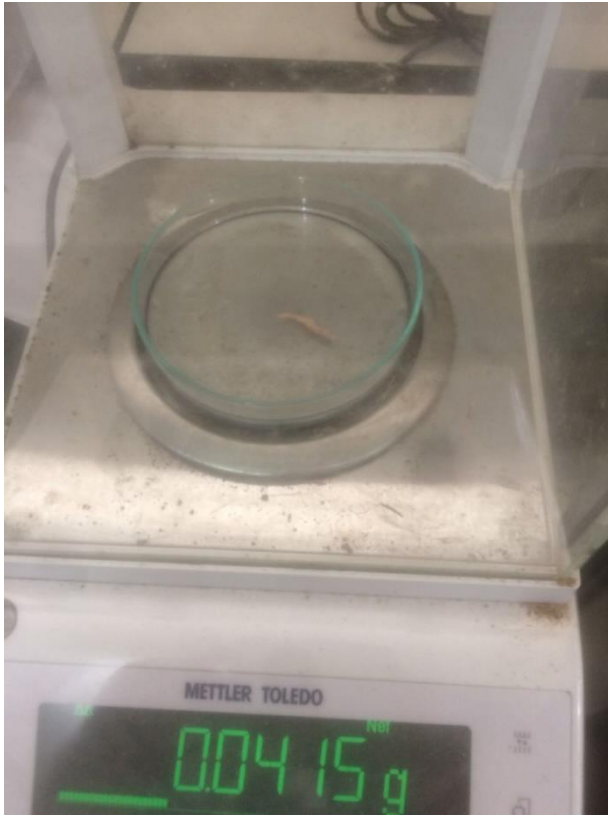
Camioneta donde se realizó el flete.



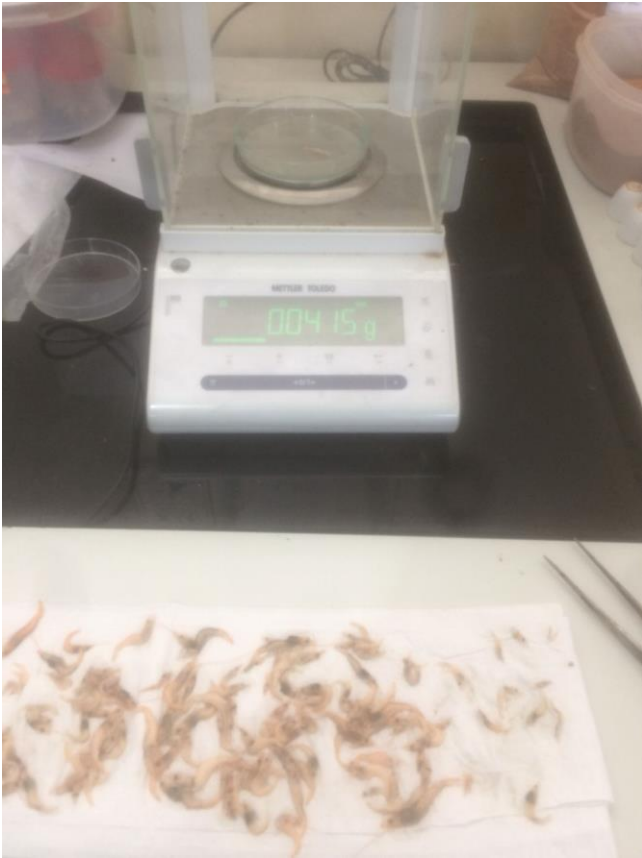
Conteo de camarones.



Filtrado de camarones.



Peso seco de camarones individuales.



Peso seco de camarones.

PARÁMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua dulce	Agua marina y de estuario
Aluminio ⁽¹⁾	Al	mg/l	0,1	1,5
Amoniaco Total ⁽²⁾	NH ₃	mg/l	-	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	1,5
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	µg/l	1,0	1,0
Boro	B	mg/l	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,005
Cianuros	CN ⁻	mg/l	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03	0,015
Cloro residual total	Cl ₂	mg/l	0,01	0,01
Clorofenoles ⁽³⁾		mg/l	0,05	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,005	0,005
Cromo total	Cr	mg/l	0,032	0,05
Estaño	Sn	mg/l		2,00
Fenoles monohidricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1
Materia flotante de origen antrópico	visible		Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,1
Oxígeno Disuelto	OD	% de saturación	> 80	> 60
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/l	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno	pH	unidades de pH	6,5 – 9	6,5 – 9,5
Selenio	Se	mg/l	0,001	0,001
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5
Nitritos	NO ₂ ⁻	mg/l	0,2	
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/l	13	200
DQO	DQO	mg/l	40	-
DBO5	DBO ₅	mg/l	20	-
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condicion natural	-

Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios.

BIBLIOGRAFÍA

- Almanza, M., & Sandoval, E. (2002). *Calidad de agua en efluentes y afluentes de catorce granjas camaroneras*. Obtenido de http://repositorio.uca.edu.ni/1402/1/2002_calidad_de_agua_efluentes_y_afluentes.pdf
- Arango, M., Álvarez, L., Arango, G., Torres, O., & Monsalve, A. (Diciembre de 2008). *CALIDAD DEL AGUA DE LAS QUEBRADAS LA CRISTALINA Y LA RISARALDA, SAN LUIS, ANTIOQUIA*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n9/n9a10.pdf>
- Argandona, L. B. (13 de Mayo de 2016). *Sector Camaronero: Ecolucion y proyeccion a corto plazo*. Obtenido de <http://www.revistas.espol.edu.ec/index.php/fenopina/article/view/100/107>
- Barraza, R., Martínez, L., Enríquez, L., Porchas, M., Baeza, A., & Porchas, M. (Noviembre de 2014). *Efecto de efluentes de granjas camaronícolas sobre parámetros de la calidad del agua y del sedimento frente a la costa de Sonora, México*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ciemar/v40n4/v40n4a3.pdf>
- Barraza-Guardado, R. H.-L.-T.-H.-B.-B.-G. (02 de Junio de 2013). *Effluents of Shrimp Farms and Its Influence on the Coastal Ecosystems of Bahía de Kino, Mexico*. Obtenido de <https://downloads.hindawi.com/journals/tswj/2013/306370.pdf>
- Benito, F. E. (2010). *Análisis de la clorofila a en el agua a partir de una imagen multiespectral Quickbird en la zona costera de Gandia*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/9176/Proyecto%20Final%20de%20Carrera%20-%20Clorofila%20a%20Quickbird.pdf>
- Bioaquafloc. (31 de Diciembre de 2019). *¿Qué es la acuicultura simbiótica? Algo más que biofloc y aquamimicry*. Obtenido de <https://www.bioaquafloc.com/aquamimicry/que-es-la-acuicultura-simbiotica-algo-mas-que-biofloc-y-aquamimicry/>
- Bioaquafloc. (31 de Diciembre de 2019). *¿Qué es la acuicultura simbiótica? Algo más que biofloc y aquamimicry?* Obtenido de <https://www.bioaquafloc.com/aquamimicry/que-es-la-acuicultura-simbiotica-algo-mas-que-biofloc-y-aquamimicry/>
- Bioaquafloc. (22 de Diciembre de 2020). *El fermento de salvado arroz es el nuevo motor de la acuicultura simbiótica*. Obtenido de <https://www.bioaquafloc.com/aquamimicry/el-fermento-de-salvado-arroz-es-el-nuevo-motor-de-la-acuicultura-simbiotica/>
- Bioaquafloc. (22 de Diciembre de 2020). *Elaboración Fermento de salvado de cereal para acuicultura simbiótica*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=qeEVMcxBKWk>
- Bioaquafloc. (31 de Diciembre de 2019). *¿Qué es la acuicultura simbiótica? Algo más que biofloc y aquamimicry*. Obtenido de <https://www.bioaquafloc.com/aquamimicry/que-es-la-acuicultura-simbiotica-algo-mas-que-biofloc-y-aquamimicry/>
- Boyd, C. E. (1998). *Pond water aeration systems*. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(98\)00019-3](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(98)00019-3)

- Boyd, C. E. (2001). *CONSIDERACIONES SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA Y DEL SUELO EN CULTIVOS DE CAMARÓN*. Obtenido de <http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/1Calidad%20del%20agua.pdf>
- Bravo, E. (15 de Junio de 2003). *La industria camaronera en Ecuador*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Elizabeth_Bravo2/publication/242313600_CASO_2_LA_INDUSTRIA_CAMARONERA_EN_ECUADOR1/links/0c96052f7bbd7829bf000000.pdf
- Bravo, E. (15 de Junio de 2003). *La Industria Camaronera en Ecuador*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Elizabeth_Bravo2/publication/242313600_CASO_2_LA_INDUSTRIA_CAMARONERA_EN_ECUADOR1/links/0c96052f7bbd7829bf000000.pdf
- Calderón, C. O. (2009). *El valor de los Manglares*. Obtenido de <https://cesarjaro.files.wordpress.com/2013/04/manglares-art.pdf>
- Castro, B. J. (Febrero de 2016). *PLAN DE MANEJO SUSTENTABLE PARA LA CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS EN EL MANGLAR “LA BOCA” Cantón Sucre – Prov. de Manabí*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11892/1/Tesis%20Maestria%20Jorge%20Camp%20os.pdf>
- CAWST. (Octubre de 2013). *Introducción al análisis de la calidad del agua*. Obtenido de https://www.pseau.org/outils/ouvrages/cawst_introduccion_al_analisis_de_la_calidad_del_agua_de_consumo_2013.pdf
- Celdrán, D. D. (19 de Junio de 2018). *¿Qué es Aquamimicry?* Obtenido de <https://www.bioaquafloc.com/aquamimicry/que-es-aquamimicry/>
- Chamberlain, G. (2002). *Cultivo sostenible de camarón: mitos y realidades*. *Infofish Internacional*. Obtenido de <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/287/Mitos%20Realidades.pdf>
- Clásico y Élite. (18 de Marzo de 2014). *Oxígeno en estanques de camarón*. Obtenido de <https://balnova.com/oxigeno-en-estanques-de-camaron/>
- Clásico y Élite. (21 de Marzo de 2022). *Incidencia de fosfatos en camaronera*. Obtenido de <https://balnova.com/incidencia-de-fosfatos-en-camaronera%ef%bf%bc/>
- Claude E. Boyd, P. (17 de Diciembre de 2018). *Temperatura del agua en acuicultura*. Obtenido de <https://www.globalseafood.org/advocate/temperatura-del-agua-en-acuicultura/>
- CNA. (2020). *Estadísticas Camara nacional de acuicultura*. Obtenido de <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
- CNA. (2022). *Camaron- reporte de exportaciones ecuatorianas totales*. Obtenido de <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
- Coello O., S. J., & al, e. (Noviembre de 2020). *Efecto del acuamimetismo en la pre-cría de camarón blanco (Litopenaeus vannamei)*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6860/3/CPA-2020-T035.pdf>
- Comision Europea. (2008). *La Directiva Marco del agua de la UE*. Obtenido de <https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/wfd/es.pdf>
- Crespin, Á. N., & al, e. (8 de Septiembre de 2021). *Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para su exportación a la Unión Europea en el período 2015-2020*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8094522>
- Crespo, D. C., & al, e. (mayo de 2016). *Las camaroneras Ecuatorianas: una polemica medioambiental*. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n3/rus20316.pdf>

- Cuatrecasas, J. (1958). *Introducción al estudio de los manglares*. Obtenido de <https://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/view/1052/742>
- Devi, P. A. (2017). *Review on water quality parameters in freshwater cage fish culture*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/S-Aanand-2/publication/316874865_Review_on_water_quality_parameters_in_freshwater_cage_fish_culture/links/59151d174585152e199df7a0/Review-on-water-quality-parameters-in-freshwater-cage-fish-culture.pdf
- Domínguez-Borbor, C. A.-A. (29 de Abril de 2019). *The marine symbiont Pseudovibrio denitrificans, is effective to control pathogenic Vibrio spp. in shrimp aquaculture*. *Aquaculture*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848618320271?via%3Dihub>
- Doña, C., & al, e. (28 de Septiembre de 2011). *Herramienta para el estudio del estado de Eutrofización de masas de agua continentales*. Obtenido de http://www.aet.org.es/revistas/revista36/Numero36_04.pdf
- Egna, H. S. (1997). *Dynamics of pond aquaculture*. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=m_EczUbFnDMC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Egna,+H.S.+1997+Dynamics+of+pond+aquaculture&ots=deMA93g6il&sig=adFZzktFWID90VztFTa8rRcaxsk#v=onepage&q=Egna%20H.S%201997%20Dynamics%20of%20pond%20aquaculture&f=false
- Ekasari, J., & al, e. (1 de Febrero de 2010). *Primary Nutritional Content of Bio-Flocs Cultured with Different Organic Carbon Sources and Salinity*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1978301916301899?token=4E082606A43482C1282C2B8ACA7147EF684A822FC057CF468B21AF831C362695A8FC46AA8AF599478A63AA2BA4DC0844>
- FAO. (2020). *Visión general del sector acuícola nacional, Ecuador*. Obtenido de http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_ecuador/es
- FAO. (15 de febrero de 2022). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de Departamento de Pesca y Acuicultura:*. Obtenido de <https://www.fao.org/fishery/en/countrysector/ec/es>
- FAO Organizational Chart. (2021). *Pesca y acuicultura*. Obtenido de <https://www.fao.org/fishery/es/aquaculture>
- Fernando, M. R., & Selena, R. A. (Agosto de 2017). *ANÁLISIS DE LAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN AMBIENTAL REALIZADAS POR LAS EMPRESAS CAMARONERAS UBICADAS EN EL CANTÓN GENERAL VILLAMIL PLAYAS*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39025/1/An%C3%A1lisis%20de%20las%20pr%C3%A1cticas%20de%20gesti%C3%B3n%20ambiental%20en%20las%20empresas%20camaroneras%20del%20cant%C3%B3n%20General%20Vil.pdf>
- Gabriela Mancheno, C. R. (Enero de 2015). *Evaluación de la calidad del agua en la quebrada Huarmiyacu del cantón Urcuqui*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9219/3/CD-6112.pdf>
- Gaona, C., Poersch, L., Krummenauer, D., Foes, G., & Wasielesky, W. (01 de Junio de 2011). *Virginia Tech*. Obtenido de *The Effect of Solids Removal on Water Quality, Growth and Survival of Litopenaeus vannamei in a Biofloc Technology Culture System*: https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/90645?fbclid=IwAR16pHUj6_PPN_pWVbH48R9njOM8FtrUTPQhUFOVPzwJ78deh8K-lbGNFJw
- Gaxiola, J. M. (Diciembre de 2011). *UNA REVISIÓN SOBRE LOS MANGLARES: CARACTERÍSTICAS, PROBLEMÁTICAS Y SU MARCO JURÍDICO. IMPORTANCIA DE LOS MANGLARES, EL DAÑO DE LOS EFECTOS ANTROPOGÉNICOS Y SU MARCO*

- JURÍDICO: CASO SISTEMA LAGUNAR DE TOPOLOBAMPO.* Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46121063005.pdf>
- Gil-Meseguer, E. B.-C.-E. (23 de Noviembre de 2018). *Recycled Sewage - A Water Resource for Dry Regions of Southeastern Spain.* Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-018-2136-9>
- Gurrola, J. A. (Marzo de 2016). *Caracterización de la calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en condiciones de alta salinidad con recambio de agua limitado.* Obtenido de https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/42/1/hernandez_j.pdf
- Gustavo Noboa Bejarano Presidente constitucional de la república. (2016). *REGLAMENTO A LA LEY DE PESCA Y DESARROLLO PESQUERO.* Obtenido de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Documento_Reglamento_Ley_Pesca_Reformado_2016.pdf
- H, F., & al, e. (Noviembre de 2016). *Nitrogen and phosphorous budgets for integrated culture of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* with red seaweed *Gracilaria corticata* in zero water exchange system.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/325283771_Nitrogen_and_phosphorous_budgets_for_integrated_culture_of_whiteleg_shrimp_Litopenaeus_vannamei_with_red_seaweed_Gracilaria_corticata_in_zero_water_exchange_system
- Hernández Gurrola, J. A. (Marzo de 2016). *Caracterización de la calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en condiciones de alta salinidad con recambio de agua limitado.* Obtenido de http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/505/hernandez_j.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hinostroza, M. (14 de Diciembre de 2020). *Evaluación de la calidad proteica de materias primas vegetales y animales para las principales especies de Acuicultura.* Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/158884/Hinostroza%20-%20Evaluaci%3%b3n%20de%20la%20calidad%20proteica%20de%20materias%20primas%20vegetales%20y%20animales%20para%20las%20p...pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Huu, H., & al, e. (5 de Mayo de 2016). *A review of the drivers of 200 years of wetland degradation in the Mekong Delta of Vietnam.* Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s10113-016-0941-3>
- ITC, C. C. (04 de Febrero de 2022). *2021 年中国海产进口反弹12%，厄瓜多尔首次登顶·俄罗斯退居第二·加拿大重回前三！虾蟹产品热卖！.* Obtenido de <https://mp.weixin.qq.com/s/spr4IAKcmgd0dexAaSGTTA>
- Kavanagh, E. (6 de Julio de 2007). *A World Without Mangroves?* Obtenido de <https://epic.awi.de/id/eprint/17086/1/Duk2007a.pdf>
- Kawahigashi, D. D. (6 de Junio de 2018). *Origen de la tecnología aquamimicry.* Obtenido de <https://www.bioaquafloc.com/aquamimicry/origen-de-la-tecnologia-aquamimicry/#:~:text=David%20Kawahigashi%20responsables%20de%20los,cerrado%20con%20la%20tecnolog%C3%ADa%20Aquamimicry.>
- LEAL, J. Á., & GONZALEZ, A. L. (17 de Noviembre de 2014). *Cultivo hiperintensivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), con cero recambio de agua, utilizando *Bacillus licheniformis* BCR 4-3 y melaza.* Obtenido de <http://www.cienciasinaloa.ipn.mx:80/jspui/handle/123456789/125>

- Limsuwan, D. C. (febrero de 2009). *EXPERIENCIAS EN EL CULTIVO DEL CAMARÓN BLANCO EN TAILANDIA*. Obtenido de <https://docplayer.es/35723704-Experiencias-en-el-cultivo-del-camaron-blanco-en-tailandia.html>
- Liyng Sui, G. M. (22 de Enero de 2015). *Effect of dietary protein level and salinity on growth, survival, enzymatic activities and amino-acid composition of the white shrimp Litopenaeus vannamei (Boone, 1931) juveniles*. Obtenido de <https://doi.org/10.1163/15685403-00003390>
- Lucas, G. A., & Parrales, J. A. (Septiembre de 2019). *Las exportaciones de camarón ecuatoriano y su incidencia en la balanza comercial, Periodo 2014-2018*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/45760/1/T-G%20MEZ%20GARC%20GUILLERMO%20Y%20PARRALES%20LUCAS%20JAVIER%20ALEJANDRO.pdf>
- Mario, A.-S., & al, e. (6 de Noviembre de 2015). *Análisis del impacto económico de la aplicación del Decreto N° 1391 en la regularización de la Industria Acuícola Camaronera del Ecuador*. Obtenido de <http://201.159.222.36/bitstream/123456789/3101/1/AN%20DEL%20IMPACTO%20ECON%20MICO%20DE%20LA%20APLICACI%20DEL%20DECRETO%20N%201391%20EN%20LA%20REGULARIZACI%20DE%20LA%20INDUSTRIA%20ACU%20COLA%20CAMARONERA%20DEL%20ECUADOR>
- Meza, E. A., & al, e. (31 de Julio de 2020). *EVALUATION OF GROWTH IN ATLANTIC WHITE SHRIMP LITOPENAEUS SETIFERUS (LINNAEUS, 1767) JUVENILES, USING BIOFLOC AS A FOOD SOURCE IN A CONTROLLED ENVIRONMENT*. Obtenido de https://www.granthaalayahpublication.org/ijetmr-ojms/index.php/ijetmr/article/view/IJETMR20_A07_2129/622
- MI. (09 de 2018). *¿QUÉ ES EL ANOVA DE UNA VÍA?* Obtenido de <https://www.maximaformacion.es/blog-dat/que-es-el-anova-de-una-via/>
- MI. (2018). *¿QUÉ ES EL ANOVA DE UNA VÍA?* Obtenido de <https://www.maximaformacion.es/blog-dat/que-es-el-anova-de-una-via/>
- Milstein, A. I. (14 de Octubre de 2015). *Characterization of water quality in shrimp ponds of different sizes and with different management regimes using multivariate statistical analysis*. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s10499-005-9001-6>
- Ministerio del Ambiente. (30 de julio de 2015). *ACUERDO MINISTERIAS 097 - A*. Obtenido de http://www.quitoambiente.gob.ec/images/Secretaria_Ambiente/Documentos/calidad_ambiental/normativas/acuerdo_ministerial_97a.pdf
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (13 de Octubre de 2003). *Impacto de los nitratos y pesticidas en el uso y calidad de las aguas*. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-nitratos-pesticidas/impacto-calidad-agua/>
- Molinos Champion, S.A.S. (28 de febrero de 2022). *Los nitritos en camarones*. Obtenido de <https://www.molinoschampion.com/monitoreo-de-nitritos-en-camarones/#:~:text=Los%20nitritos%20ingresan%20al%20camar%C3%B3n,transportar%20ox%C3%ADgeno%20afectando%20al%20camar%C3%B3n.>
- Monge Pineda, S. (2015). *Desarrollo del método para la cuantificación de la clorofila-a en muestras de agua, por espectroscopia ultravioleta visible*. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8556/>
- Muñoz, B. G. (Mayo de 2017). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SEDIMENTO DE PISCINAS CAMARONERAS DURANTE UN CICLO PRODUCTIVO DEL CULTIVO*

- SEMINTENSIVO EN LA PARROQUIA COJIMIES, CANTON PEDERNALES, PROVINCIA DE MANABÍ, ECUADOR.* Obtenido de http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2181/1/Paper_Final_Galo_Mu%c3%b1oz.pdf
- Olmos, J. F. (28 de Mayo de 2014). *Evolución del régimen ambiental de la acuicultura en Chile.* Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rdpucv/n42/a13.pdf>
- Ordóñez, D. (Julio de 2015). *Mejoramiento del proceso productivo del camarón para la empresa camaronera "caveyfa" del canton santa rosa, provincia de el oro.* Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11367/1/CD-6456.pdf>
- Orozco, L. A. (2020). *ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE CAMARÓN PARA EXPORTACIÓN.* Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16322/1/E-11845_PI%c3%91A%20OROZCO%20ANDY%20LEONARDO.pdf
- Ortiz, S. J., & Espinoza, J. D. (Noviembre de 2020). *Efecto del acuamimetismo en la pre-cría de camarón blanco (Litopenaeus vannamei).* Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6860/3/CPA-2020-T035.pdf>
- Pham, T. T., & al, e. (30 de Noviembre de 2020). *Implementation of a constructed wetland for the sustainable treatment of inland shrimp farming water.* Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479720317072>
- REGISTRO OFICIAL DE ECUADOR. (21 de Abril de 2020). *LEY ORGANICA PARA EL DESARROLLO DE ACUICULTURA Y PESCA.* Obtenido de [vwww.registroficial.gob.ec](http://www.registroficial.gob.ec)
- Reyes, L. (7 de Mayo de 2014). *Prueba de Tukey para experimentos desbalanceados.* Obtenido de <http://reyesestadistica.blogspot.com/2014/05/prueba-de-tukey-para-experimentos.html>
- Rivera, R. M. (Mayo de 2011). *Amoniaco en estanques de produccion camaronera.* Obtenido de <http://ecuanoticias.com.ec/acuacultural.html>
- Rodríguez Crespo, G. C. (2016). *La Gestion Ambiental mepresarial su funcion frente a cambios climaticos globales. Camaroneras, caso: Manglares del Ecuador.* Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n3/rus05316.pdf>
- Romero, I., & Ordoñez, S. K. (2015). *IMPORTANCIA DEL SECTOR CAMARONERO DE LA PROVINCIA DE EL ORO EN EL ECUADOR Y SU APORTE A LA RECAUDACIÓN TOTAL DE IMPUESTOS, DURANTE EL PERIODO 2010 - 2011.* Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/10024/1/Tesis%20Universidad%20Guayaquil%20Shirley_Ordo%c3%b1ez%20Romero.pdf
- Rosado, C. I., & al, e. (26 de Enero de 2011). *Importancia del agua en la hidratación de la población española.* Obtenido de http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n1/articulos_especiales_3.pdf
- Rosas, R. E. (Junio de 2005). *CULTIVO DE CAMARÓN BLANCO, Litopenaeus vannamei, Boone (1931), EN SISTEMA CERRADO A ALTA DENSIDAD.* Obtenido de <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/1144/1/167251.pdf>
- S.A., L. (28 de Octubre de 2010). *INSTRUCTIVO PARA ORDENAMIENTO, CONTROL DE ACTIVIDADES DE ACUACULTURA.* Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/06/instructivo-para-el-ordenamiento-y-control-de-acuacultura.pdf>
- Salgado, R. (29 de Marzo de 2014). *Neoliberalism and shrimpindustry in Ecuador.* Obtenido de <https://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/article/view/1257/1137>
- Secretaria de economia DGM. (15 de Marzo de 2001). *ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA.* Obtenido de

<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/NMX-AA-012-SCFI-2001.pdf>

- Shamsuzzaman, M., & Biswas, T. (9 de Febrero de 2013). *Productos químicos acuáticos en la granja de camarones: Un estudio del suroestecosta de Bangladesh*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1687428512000453?token=BA386F0C50415214770E46D7A7EC9F921031A7B6811CEE1D17223FE3E6549FA7E4521AAB93C139FA4524E3FD6205E1C9>
- Silva, A. M., & al, e. (29 de Enero de 2021). *Zoothentic evaluation of tilapian alevines feed fed with kefir*. Obtenido de <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12209/11333>
- Tovar, Y. A., & Diaz, R. B. (2017). *DESARROLLO DE UN ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA GRANJA PISCÍCOLA SUPERINTENSIVA DE TILAPIA ROJA (Oreochromis sp) CON SISTEMA BIOFLOC (BFT) EN ESTANQUES DE GEOMEMBRANA PARA REDUCIR EL DÉFICIT EN LA PRODUCCIÓN PISCÍCOLA EN VILLETA*. Obtenido de https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/6592/TEPRO_BarreroDiazRobert_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y